

《探索人工智能系列》

(套装共4册)

朋友圈书籍每日免费分享微信 jnztxy



中信出版集团

探索人工智能系列

(套装共4册)

[美] 杰伦·拉尼尔 等 著
赛迪研究院专家组 等 译

中信出版集团

目录

虚拟现实：万象的新开端

终极智能：感知机器与人工智能的未来

人工智能的进化

人工智能

DANN OF THE
NEVN EVERYTHING

[美] 杰伦·拉尼尔 (Jaron Lanier) 著
赛迪研究院专家组 译

虚拟 现实

朋友圈书籍每日免费分享微信jnztxy

万象的新开端

“虚拟现实之父”杰伦·拉尼尔全新力作

《经济学人》杂志2017年度好书
《华尔街日报》商业领导者喜爱的图书

ENCOUNTERS WITH REALITY
AND VIRTUAL REALITY

中信出版集团

虚拟现实

——万象的新开端

[美] 杰伦·拉尼尔 著
赛迪研究院专家组 译

中信出版集团

目录

推荐序

序言 虚拟现实的时刻

前言 虚拟现实为何物

01 20世纪60年代：伊甸园中的恐慌

02 营救“宇宙飞船”

03 批处理

04 我为何喜爱VR（关于基础）

05 系统漏洞（VR的黑暗面）

06 我的成长之路

07 海岸

08 硅谷乐园

09 邂逅“外星人”

10 沉浸感

11 穿上新的一切（关于触觉和化身）

12 海上黎明

13 VR的六度空间（关于传感器和VR数据）

14 发现

15 成为自己的金字塔（关于VR视觉显示）

16 VPL的经历

17 内外翻转的球体（关于VR“视频”和声音的简单介绍）

18 场景（从VR演示的艺术到火人节）

19 我们如何安顿未来的种子

20 1992年，出局

21 尾声：现实的挫败

后记

附录一 后象征性交流（关于我的一场经典VR演讲的遐想）

附录二 对显性系统的狂热（关于VR软件）

附录三 神神对决

致谢

译后记

感谢本书中提到的和未提到的所有人，
谢谢你们成就了我。

推荐序

虚拟现实（virtual reality，简称VR），是利用计算机模拟产生一个三维空间的技术，为用户提供视觉、听觉、触觉等感官的模拟，让使用者可以身临其境般及时地、没有限制地观察三维空间内的事物。VR是多种技术的综合，包括实时三维计算机图形技术，广角（宽视野）立体显示技术，对使用者头、眼和手等的跟踪技术，以及触觉反馈、立体声、网络传输、语音输入与输出技术等。

几十年来，VR技术已经深入人类生活的方方面面。凭借其技术和各类设备，人们可以畅游电子游戏中光怪陆离的幻想世界，或星际遨游，或仗剑江湖；可以成为出色的全能音乐家，一个人组建一支乐队；可以体验最真实的电影场景，而不只是做一个观众；可以进入别人的梦想王国，最直接地感受别人的内心世界并和他互动。

VR不仅可以带给我们顶级的娱乐体验，还具有深远的现实意义。通过VR实现的外科手术模拟器极大地提高了医生的业务熟练度，对手术结果预测有十分重要的意义；VR在室内设计中的应用，帮助消费者在VR中体验各种可能的家居功能和改造，这本书中提到的日本厨房设计工具就是一例；VR还可以用于能源勘探，书中提及的早期可视化地理数据融合模型就已经应用于开发不同的钻井策略；城市规划中，VR的应用广泛而有效，它不仅能用于规划建筑修复，在高速公路和桥梁建设方面也有着非常广阔的应用前景；VR还能用于各类运输工具的设计开发，波音公司就是关键的“增强现实”的早期驱动者之一，而且我们所乘坐的每一辆商用车辆几乎都采用了VR原型；VR在精神病学中的应用重点在于帮助医生进入虚拟病人的身体，将抽象的精神问题转化为具体形象的神经动作；VR在军事工业中的应用谨慎而广泛，虚拟环境的构

建、创伤后应激障碍军人的恢复性训练中，都不乏VR的身影……

随着VR在各个领域的应用日益广泛、深入，承载VR的相关工具也得以发展进化。贯穿这本书的VR头戴设备就是最基本也最重要的工具之一。头戴设备利用头部跟踪来改变图像的视角，体验者的视觉系统和运动感知系统之间就联系了起来，感觉更逼真。体验者不仅可以通过双目立体视觉去认识环境，而且可以通过头部的运动去观察环境。但是这种视觉主导设备中几乎不存在任何交互，从视觉主导过渡到信息时代，在VR中，一个人的眼睛越来越不重要。

VR数据手套的出现使体验者可以与虚拟世界进行交互，并对其产生影响。通过VR手套，我们可以触摸虚拟世界，用双手对虚拟世界产生真实的影响。人类用双手实现进化，虚拟世界也必须如此。但VR手套并不完美，也许最严重的问题就是手臂疲劳。此外，计算机速度不够快，跟不上手部的移动速度，因此体验者会下意识地大大减缓自己的动作，保证缓慢的传感器和计算机图形处理器能跟得上，大部分体验者都会经历时间扭曲。

当然，手不是人体唯一的输入设备，杰伦·拉尼尔一直在尝试用舌头作为输入设备。他相信人们很快就能学会控制舌头界面，实现一次控制多个连续参数。舌头的灵活性各不相同，但是大多数人的舌头都可以大幅度变形，所以它有一天可能会成为指导虚拟世界中几何设计过程的最佳方式。

不同于以上将视觉和触觉等作为输入途径的方式，数据衣能带给我们更为深刻和精准的体验。当我们在VR中编织新的身体时，我们也将延展大脑，这会是虚拟世界冒险的核心，其最深刻的意义可能在于——与身体连接的大脑的大部分觉醒。

当前我国正处于深入实施《中国制造2025》，加快建设制造强国的重要时期。VR、产品和服务既是制造业新的战略性发展方向，也是支

撑制造业创新发展、模式转变的重要手段。面对快速发展的VR和应用，我国需要更加重视它对实现制造业转型升级的重要促进作用，加大政策支持力度，加速突破关键核心技术，力争在制造业与VR的融合发展进程中，形成新的竞争力和竞争优势。

国家制造强国建设战略咨询委员会

序言

虚拟现实的时刻

20世纪80年代末的一天，一个大信封被投进了加州雷德伍德城一家初创技术公司大门的投信口里。信封上标有“请勿用X射线扫描”的醒目字样，内附一个软盘，存有一整个城市的首个数字模型。我们已经为此等了一个上午。“拉尼尔，拿到啦！快去实验室！”伴随着呼喊声，一名工程师跑过来第一个抢走了信封，撕开它，跑向实验室，将软盘插入计算机。

此时，我要开始进入一个全新的虚拟世界了。

我眯起眼睛看着屏幕上自己的手，在湛蓝的天空下，我巨大的手掌遮盖了整个西雅图市区，从我的手腕到指尖，可能有1 000英尺^[1]的距离。

当然，这里的漏洞显而易见。一只手的大小应该刚好能捡起一个苹果或棒球，绝不会比摩天大楼还大。你不该用英尺这种单位计量手的长度，更不用说上千英尺。

这是一个抽象的城市。在VR的早期阶段，大部分的建筑形象都用橡皮泥模型代表，而这些色彩对西雅图来说太过鲜艳、热闹，乳白色的雾也太过均匀而显得不太真实。^[2]

我的第一反应是要消除和修复这个漏洞，但我还是花了一点时间来进行实验。我“飞”了下来，试图在波光粼粼的普吉特海湾轻轻推动一艘渡轮。成功了！我竟然控制住了这只手，简直出人意料。虽然它大得吓人，但我仍然可以操控自如。

VR中偶尔出现的漏洞恰恰展示了人们与世界和彼此相互关联的新方式，这是最神奇的时刻。每当此时，我都会停下来思索，企图抓住一闪而过的灵感。

在遇到过数次VR漏洞后，你不得不问自己：“是谁在虚无中停留，经历了这种种？”是你，但又不完全是你。当你可以通过虚拟技术改变你的身体甚至整个世界时，你自己还剩下些什么？

通过一根从天花板上悬挂垂下的回线，电缆将我的“眼机”（Eye Phone）连接到一排冰箱般大小的计算机上，这些计算机的降温风扇发出隆隆的轰鸣声。我戴着数据手套。缀有光纤传感器的光滑的黑色网眼织物和更粗的电缆，将我的手腕与天花板上的圆环相连。灯光点点，屏幕闪烁。眼机的橡胶环在我的眼周留下了湿润的红色凹痕。

我置身于这个奇特的世界中，无比新奇，然后我又回到现实，回到我们的实验室。目之所及的是老旧的壁毯和来自太空时代的廉价仿木纹书桌，这些是硅谷建筑中常见的物品，充斥着丝丝铝金属的气味和脏水味。

一群技术怪才凑在一起，跃跃欲试。一个穿着短夹克衫的大胡子壮汉陷在扶手椅中一动不动。汤姆一直表现出充分的专业素质和分析能力，虽然就在几分钟前，他还告诉我他整夜都在疯狂地探索虚拟旧金山。安似乎在想：“天啊，为什么我又成了这间屋子里唯一的成年人！”

“像西雅图吗？”

“有点儿，”我说道，“这……很奇妙。”所有人都凑在计算机屏幕前。我们的项目中每一次微小的迭代都会带来改进。“有一个漏洞。人物的手太大了——大了好几个数量级。”

单单是我的手在VR里穿梭，也让我乐此不疲。当你置身其中时，

就不仅仅是一个观察者了，你是当事人。但要确定虚拟的手应该怎样抓住虚拟的东西，每个微小的功能细节都不容忽视。

虚拟指尖可能会不小心穿过要拿起的物体，但在避免这种情况时，又可能无意中将手变得过分庞大。在这个全新的世界中，一切都相互关联，每一次规则的调整都可能产生令人惊讶的超现实漏洞。



图P - 1 20世纪80年代末，我在现实世界和VR中的造型。

漏洞是VR中的梦境，它们改变了你。

在这一时刻，这只巨大的手不仅改变了我对VR的感受，而且改变了我对现实世界的感受。此时，在这个房间里，我的朋友看起来就像半透明的生命体，有节奏地跳动着，透明的眼睛里满是真意。这不是幻觉，而是感知的升华。

现实世界在新的视角中展现。

[1] 1英尺=0.304 8米。——编者注

[2] 该版本的虚拟西雅图是由一些西雅图人建造的，它符合真实的城市面貌。它的建造者都是研究人员，这些人后来加入了华盛顿大学HIT实验室。该实验室是由曾经的军事模拟器先驱

汤姆·弗内斯（Tom Furness）创立的一个早期VR研究部门。

前言

虚拟现实为何物

VR就是人们戴着的那个巨大的头戴设备，虽然看起来滑稽可笑，但人们因为戴着它所经历的一切，内心感到无与伦比的惊喜。它是科幻小说中最常见的桥段，也是退伍军人克服创伤后应激障碍的一种手段。有关VR的奇思妙想点燃了关于意识和现实的无数遐想。就目前来说，VR技术是为数不多的无须用监视他人换取利益，就可以在硅谷迅速筹集数十亿美元的途径之一。

作为当今时代的一种前沿科学、哲学和技术，VR是一种创造全面幻想的手段。在VR中，你可以想象自己所处之地与众不同，你可能身处幻想的外星环境，也可能拥有非人类的身体。而在人类的认知和感知方面，VR又是研究人类存在的最具影响力的手段。

VR是一种人们感悟美好和体验恐惧的最强大的媒介，它将带给人们前所未有的体验，比之前所有媒介更能鲜明地突显人们的性格特质。

这就是VR，但它远不止如此。

我和我的朋友在1984年创立了第一家VR创业公司，即VPL研究公司。这本书讲述的就是我们的故事，此外，我还进一步探讨了VR对人类未来来说可能意味着什么。



图I-1 根据最初的定义，在首个VR系统中，多人共存于同一虚拟世界中。这是VPL中的RB2，即“双人现实”。在每个人背后的屏幕上，你可以看到他们在彼此眼中的形象。这张照片来自20世纪80年代末的一个贸易展。

当今的VR爱好者可能会惊呼：“1984年？这不可能！”但事实的确如此。

几十年来，关于VR折戟沉沙的流言不绝于耳，但事实并非如此。VR只在大规模推出低成本的娱乐产品方面遭遇了失败。在过去近20年里，你所乘坐过的每一种海陆空交通工具，其原型都是以VR的形式呈现的。此外，VR已经被广泛地用于外科手术，人们甚至开始表达对其过度使用的担心。（尽管如此，没有人建议全面停止使用VR，这就是成功！）

什么事书本能办到，**VR**却办不到，至少目前办不到？

VR的浪漫理想始终在蓬勃发展。与现实相反，在理想的VR中，科技为呆板乏味的技术赋予了神秘的嬉皮士气质。VR是梦幻般的高科技，或是让人们在同一时间感受无限经历的万能钥匙。

我希望能够充分呈现VR的雏形。它为人们打开了新世界的大门，使人们第一次身临其境地进入虚拟世界，看见他人的虚拟化身，第一次作为虚拟化身体验自己的身体，这些都让我们目瞪口呆。相比之下，技术领域的其他方面都黯然失色。

可惜我不能使用VR与你们分享这种经历，至少目前不能，因为就VR的功能而言，它还不属于内在状态的一种媒介。对我来说，随着人们对VR日渐熟悉，无须对这一点多加说明，但在很多时候，人们仍需要我对其加以解释。

偶尔有人提起VR时，几乎总是将它视为心灵感应的魔法，将任意现实与不同大脑连接起来。恰恰因为VR并非真的无所不能，所以它本身的奇妙之处很难解释清楚。

最终，一种新的文化，一种大规模的陈词滥调和VR交易的技巧可能应运而生，而我通过这种文化，利用VR技术，就可能向大家解释早期VR是何种体验。我花了好几个小时幻想一种成熟的表达文化在VR中将会如何呈现，正如我曾经所说的那样：“这将是电影、爵士乐和编程的跨界组合。”

第1个VR定义：21世纪的一种艺术形式，将电影、

爵士乐和编程这三种20世纪伟大的艺术结合在一起。[\[1\]](#)

即使没人知道VR的表达能力最终能达到什么样的高度，但只要一想到它的理念，总会有点激动。自由的体验，以对话的形式与他人分享，一切尽在掌控。它是一种整体表达的方法，分享的是一个清晰的梦境，是摆脱现实束缚的一种方式。而我们苦苦追求的，恰恰就是摆脱这个世界既定环境的纠葛和束缚。

如果说我可以冷静客观地讲述VR的故事，那大概是谎言。对我来说，VR的价值就是以人为本。我只能通过自己的故事，告诉你们VR对于我的意义[shu籍 分.享 V信jnztxy]。

如何阅读这本书

大多数章节的故事都开始于20世纪六七十年代，那时我还是一个小男孩，直到我在1992年离开VPL。

本书中穿插的部分章节解释或评论了VR设备的方方面面，例如介绍VR头戴设备的章节。这些“相关”章节包括少量的基本介绍、丰富犀利的评价以及一些随意编排的逸事。无论你喜欢听故事，还是更倾向于科学或评论，只要想了解我对VR技术的想法，你都可以跳过不喜欢的内容，直接选择感兴趣的章节。

我把一些故事和看法放在了页下注中。如果你有时间读一下这些页下注，相信会有所收获，当然你也可以留待以后再读。另外，本书还有三个附录，内容是我当时想法的延伸，但这些内容更关注未来，而非过去。如果你想要了解不包括“人工智能将随时毁灭人类”在内的明智的世界观，就可以阅读这些内容。

为了保持进度，我将更多地讨论经典VR，而非混合现实^[2]，虽然我最近的工作更侧重于后者。（混合现实是指真实的世界并不完全被虚拟世界隐藏，你可以看到真实世界里的虚拟事物，就像最近微软的全息眼镜HoloLens所提供的体验那样。）

遇到年轻时候的自己

从来没有想过我还会再见到你。

我一直担心的是，你老了，继续吃着老本，就像其他作家一样。

你简直大错特错。跟你没有任何关系，顺其自然才更轻松。我从来没有像现在这样自在。一想到你，我就会想到令人厌烦的老一套，这让我感到不安和郁闷。你只是想引诱我再犯错。我这样做，只是因为想让其他人了解你。

VR到底发生了什么？它叫作VR吗？

是的，现在大多数人都叫它VR。

你是说我们赢得了这场术语之争？

没人记得也没人关心这场争论，它仅仅是纸上谈兵。

但VR有任何优势吗？

嗯，我们很快就会发现的。这本书可能会在VR普及时出版。

我的天，希望他们别搞砸了。

是呀，谁知道呢……你知道，要把VR做好是很难的。

我希望VR并不这么……怎么说呢？希望沉迷其中的人们不要对它施加太大压力。

可你会想念他们的。或许令人难以置信，但在这个年代，相信奇点的怪人与自由主义者相互依存，他们对新事物的热切追求是技术文化的主要驱动力。

太糟糕了，比我想象的还要糟糕。

你其实在期待一个完美的世界，这让我很尴尬。

是不是因为你学会了接受这些“垃圾”，就认为自己很高贵、很有文化？我才感到尴尬呢！

算了，别吵了。外面有很多人够你吵的。

行吧，那么来说说你提到的即将交付的廉价VR。人们正在构建自己的VR世界吗？人们身处VR中时一般不会构建世界，但很多人的确有可能实现这一点。

如果你不能在VR里即兴构建世界，这又有什么意义呢？那里只会有更多的现象阻碍感官，甚至不如自然世界好。有人会在乎吗？你得想办法阻止这些。你到底是怎么回事？

哥们儿，我又不是VR警察，又不是我在负责。

为什么呢？难道不应该由你负责吗？

看到这些年轻人重新创造VR当然很好。这些都是小型VR初创公司和大公司里的VR团队。其中一些甚至让我想到了你和VPL，虽然他们的风格普遍更加直接。

你说有人让你想到了我，如果这些人只是把VR看作一种奇观，你这么说会让我觉得这是对我的侮辱。难道他们不知道这将很快变得俗不可耐吗？即兴构建现实的梦想到底怎么了？共享的清晰梦境？我是说，如果只是为了制作华而不实的电影或电子游戏，那有什么意义呢？

你看，如果你认为你比其他人更好，你就不会有服务于他人的奉献精神。VR并不是完美的，但它仍然是伟大的，它会继续进化，应该会真正强大起来。你要放松一点，享受这个过程，尊重那些人。

真是一派胡言。这些鬼话你自己信吗？

这个嘛……这本书……

好吧，那么谁会实现廉价的VR？VPL？

不是，VPL早就成为过去了。微软推出了一款独立的混合现实头戴设备，这种可携带设备无须基站。它绝对会让你印象深刻。

微软？我的天……

嗯，我最近在微软实验室里工作。

你是已经被体制化了吗？等等，你刚才说了你的确是。

得了吧。经典VR装置也要出现了，这与我们之前卖的东西可不一样。一家社交媒体公司用20亿美元收购了一家名叫Oculus的小公司。

你说什么？20亿美元买一家还没出成果的VR公司？天哪，未来听起来像天堂一样。社交媒体又是什么？

人们通过社交媒体彼此交流，经营人际关系，社交媒体还利用一些算法构建人类模型，有针对性地推送相关内容。这些公司可以通过调整算法影响人们的心情，或引导人们的投票倾向。社交媒体可以说是很多人的生活中心。

但是，把这些与VR相结合，可能会出现菲利普·K. 迪克（Philip K. Dick）小说中描述的情景。天哪，未来感觉像地狱一样。

一念天堂，一念地狱。

但是桀骜不驯、充满智慧的年轻人不会希望通过某家公司的计算机来过自己的生活……

奇怪的是，新一代的代沟据说是年轻人更喜欢和构建数字社会的公司打交道。

你说得好像这只是你可以忍受的另一个事实。我是说，他们不会变得像奴隶一样吗？他们难道不能更多地陪陪父母？这个世界都疯了，一切都颠倒了。

但对这个世界来说，这就是正常的。这是历史的演进。

我真想给你一耳光。

也许吧。

[1] 这是本书中众多VR定义中的一种。

[2] 在《虚拟现实：杰伦·拉尼尔访谈录》[凯文·凯利（Kevin Kelly）、亚当·赫尔布朗（Adam Heilbrun）和芭芭拉·斯塔克（Barbara Stacks），《全球评论》，1999年秋，64期，第108页，12段]中，能找到我在20世纪80年代使用“混合现实”一词的实例。

01

20世纪60年代： 伊甸园中的恐慌

边境

我的父母在我出生后就逃离了大城市。他们游荡了一阵子，最后在当时一个阴霾密布的破地方落了脚。这是得克萨斯州的最西边，恰好位于埃尔帕索以外的新墨西哥州和墨西哥的交汇处，是一个几乎不属于美国的内陆地区。这里非常贫穷，治安状况糟糕，与国内的其他地方有天壤之别。

为什么选择在这里落脚？我从来没有得到过确定的答案，可能是因为我的父母当时正在逃亡。我的维也纳裔母亲在集中营中幸存下来，我父亲的家族在乌克兰大屠杀中几乎被灭门。我记得他们说过，我们必须尽可能低调地生活，但不能离优秀的大学太远。于是，他们选择了这个折中的地方，因为在新墨西哥州附近有一所很好的大学。

我的母亲曾说过，墨西哥的学校更像欧洲的学校，那里的课程比当时得克萨斯农村地区的课程更加高级。墨西哥小孩在数学方面的起步要早好多年。

我问：“欧洲人想把我们杀光。欧洲有什么好的？”她回答

道：“任何地方都有美好的一面，即使是欧洲。你要学会挣脱邪恶世界的束缚。另外，准确地说，墨西哥也并不属于欧洲。”

我每天早上跨越国境到墨西哥华雷斯城的一所蒙特梭利学校上学。这在今天听起来可能很奇怪，因为这条国境线附近好像已经成了世界上最臭名昭著的监狱，但在当时，人们对那里的警惕性并没有这么高，嘎吱嘎吱的小校车整天在这条国境线上来回穿梭。

这里的学校与我本来应该在得克萨斯州就读的学校属于两个世界。这里的课本里到处都是阿兹特克神话里的奇妙图案。老师在节日里盛装打扮——五颜六色的面料，20世纪60年代的剪裁风格，穿在银链子上的活的彩虹色大甲虫在肩上爬来爬去。每隔一个小时，他们就用眼药水瓶子喂给这些甲虫鲜艳的糖水。

在这所蒙特梭利学校里，我们可以像甲虫一样到处游荡，而我发现了一个新大陆——在我们孤零零的校园里，一个低矮的书架上躺着一本破旧的艺术书籍，我看到了希罗尼穆斯·博斯（Hieronymus Bosch）的三联画《尘世乐园》（*The Garden of Earthly Delights*）。

窗口

记得上小学的时候，我曾因为开小差而挨骂。我总是注视着窗外，仿佛被催眠了似的，从来没有停止过。但我并不是在发呆，而是在专注地沉思。

“集中注意力！”

《尘世乐园》深深地震撼了我。我幻想自己在乐园里畅游，抚摸那些如天鹅绒般柔软的巨鸟，在遍布饱满透明球体的游乐场上爬行，弹拨吹奏那些庞大的乐器，它们互相交错，最终穿透我的身体。我能想象那种感觉，那是一阵强烈的瘙痒，是遍布全身的温暖。

博斯乐园中的一些人物从画布里看着外面的世界。如果我是其中之一会怎样？当我凝视窗外时，我看到的是画外这个所谓的正常世界，不受任何凡尘琐事的打扰。我这样持续了几个小时，老师被惹恼了。

“你在看什么？”

我有时会看到一个光身子的小孩跳进小小的沙坑里，跑来跑去，直到被抓住，就像在画中一样。远远望去是一片长满枯草的操场，穿过长长的栅栏，目之所及的是一条尘土飞扬的喧闹街道。

巨大的卡车上涂满了狂欢节的色彩，一群头发斑白的汉子戴着破旧的草帽，坐在装有玻璃窗的车头里，风驰电掣，一阵轰鸣后，黑色的烟雾四处飘荡。饱经风霜的昏暗街区向遥远荒凉的山际蜿蜒，最终隐匿在岩石的层层纹理之中。偶尔有闪闪银光划过天空，庞大的飞机里挤满了乘客。街对面矗立着一幅壁画，有两层楼高，画中的羽蛇神爬上了停车场的墙面。

“我看到了奇迹。”

再靠近一点，就在栅栏后面，更多的细节在我眼前展开：乞丐卷曲的胸毛；小儿麻痹症患者拖着成捆的报纸，步履蹒跚；少年穿着绿色衬衫，衣摆上沾着污垢，他骑着晃晃悠悠的自行车，车把手上挂着的仙人掌被修剪成金字塔的形状，在阳光下翠绿得耀眼。我还看到一辆严阵以待的墨西哥警车，一名阴郁的犯人坐在烟雾弥漫的后座上，布满疤痕的脸庞在炫目的警灯下越发清晰[shu籍 分.享 V信jnztxy]。

三重彩

学校里的人是聋了还是瞎了？他们为什么这样无动于衷？难道没有人感到震撼吗？我无法理解他们。

我开始沉迷于这些无用的猜想。如果我在河对面的得克萨斯州上学，那会怎么样？那里的学校应该会更加秩序井然。如果你把《尘世乐园》的复制品带去得克萨斯州的学校，这些光身子的小孩往外一看，可能会觉得很奇怪，或者说：“哇，我们从来没见过这么无聊的地方！”

也许整个宇宙的每一个地方都很奇妙，人们只是在自寻烦恼？也许其他小孩只是坐在那里，假装一切都很正常？

当然，那时的我无法清晰地表达这些内容，我实在太小了。

我一次又一次地盯着那幅画，然后看着窗外，一会儿又转回来。每一次，我都感到自己内心的色彩在漂移，就像血液不停地在脑海中进进出出。这幅画为什么这么神奇？它有什么东西深深地吸引着我？

如果可以一边听着巴赫的音乐一边欣赏这幅画，那就更棒了。教室里有一台老旧的唱机，还有两张唱片——一张是由E. 鲍尔·比格斯（E. Power Biggs）演奏的巴赫管风琴作品，另一张是格伦·古尔德（Glenn Gould）演奏的钢琴曲。

我最喜欢将《D小调托卡塔与赋格》调得很大声，然后一边欣赏《尘世乐园》，一边吃着碗中的墨西哥肉桂巧克力。可惜这基本是不可能的。

情绪

我儿时的回忆是相当主观的。一切都是鲜明的、情绪化的，充满各种风味。每一个小地方和每一个时刻都像是广袤无边的香料柜里的新鲜香料，也像是一部无穷无尽的字典中的新词汇。

我总是觉得，要把自己的想法传达给无法立刻理解这些的人，真是太难了。想象一下在午夜时分，一轮满月高挂天空，柔和的月光下你沿着新墨西哥州高高的山脊向上攀登，俯瞰脚下，刚下过雪的山谷银装素裹。过一会儿，耳畔传来两个旅行者的声音。他们一个充满浪漫的气质，另一个则客观理性。浪漫的那个可能会说：“瞧，这太神奇了！”而另一个则会说：“能见度相当高，满月。”

我那时是一个超级浪漫的孩子，甚至不能理解“能见度”这种务实的概念，因为“神奇”的经历太让我着迷了，让我几乎无法接受除此之外的任何东西。我儿时的经历总是感官大于形式，体验大于诠释。

随着时间的推移，我学会了表现得更正常一点，或是更无聊一点。我曾经无法忍受从一个地方飞往另一个地方，因为情绪和环境的转变让我难以承受。我难以适应从纽约飞往旧金山后着陆的感觉，即使我已经经历过数百次。旧金山的空气是清新的，夹杂着汽油和海洋的味道；而纽约的空气则更稀薄、单调而少有变化。单单适应这种感官的转变，我就需要好几个小时。

多年来，我一直在尝试克服这种主观的感受，在我快40岁时，终于取得了进步。现在，我可以轻松自如地从一个地方飞往另一个地方。我最终熟悉了这些机场。

旋转

我对父母都是直呼其名。我母亲莉莉（Lilly）出生于维也纳的犹太家庭，少女时代还是一名天才钢琴家。她的父亲是一名教授，也是一名拉比，是马丁·布伯（Martin Buber）的助手。他们住在一幢漂亮的房子里，生活优越。我的外祖父母下决心要等到纳粹暴政结束的那一天。他们坚信，人类的沉沦也是有底线的。

莉莉是一个早熟的聪慧少女。她长着一头金发，皮肤白皙。虽然你们也许觉得这些无足轻重，但她正是凭借这一点，才伪装成雅利安人逃出了集中营，然后伪造文书，在外祖父被处以极刑前救出了他。

可惜这样的策略也只能在大屠杀伊始，种族屠杀愈演愈烈之前，才有可能实现。最终，我母亲的家族几乎被纳粹灭门。

一些人逃了出去，辗转到了纽约。刚开始，莉莉只是一名小裁缝。但很快，她就拥有了自己的内衣品牌。她学会了绘画，年纪尚轻的她还成了一名舞者。她自力更生，追求自己的梦想。照片里的她看起来像电影明星一样耀眼。

我们的关系十分亲密，好得像一个人似的。我曾经为她和她的朋友弹奏贝多芬的奏鸣曲，那种感觉像是我们合二为一，共同弹奏。虽然这种解释听起来有些无力，也有些俗气，但确实如此。

后来，我的父母把我转送到得克萨斯州的一个公立小学。那里没有艺术书籍，窗外也全无有趣的东西。我的父母还很担心我学到的东西根本没法帮我融入美国。

的确是这样。在上学的途中，我必须要穿越邻家恶霸孩子的领地。

他们说话时带着牛仔的腔调，穿着脏兮兮的靴子。我的父母后来不得不送我去学空手道，这让我感到十分意外。

除了服装还算酷外，有关空手道的一切都让我十分厌恶。当母亲到得克萨斯空手道馆看我训练时，我就静静地站在那里，任凭另一个男孩打我、踢我、捶我。可我并不记得自己感到害怕或羞耻，相反，在我看来与另一个人打架才是愚蠢至极，我总觉得不对劲儿，感觉糟透了。况且那孩子也并不是真的在揍我，他根本伤不到我，但我的母亲被吓坏了。我第一次看到她对我这么失望，我感觉天都要塌下来了。

第二天早上，我照旧踩着硬邦邦的土地，穿过光秃秃的草地准备去上学，那群恶霸孩子围住了我。我当时带着一个细管上低音号，它看起来就像一个迷你大号。对一个9岁的孩子来说，它其实就像大号一样大。突然，我脑子里有了主意。

我开始像直升机一样旋转，手里的“迷你大号”变成了盾牌，虽然它表现得更像一只准备战斗的公羊。这些孩子懵了，几次想与我正面交锋，最后都被撞到了旁边，摔倒在地上。他们没办法重新攻破我的防线。我记得当时一共有三个人，一会儿他们就鼻青脸肿地跑了。虽然我有点头晕，但“音乐”救了我。

我正为自己的胜利陶醉不已，突然一阵尖叫让我立马回过了神。我们的前门开了一道缝，莉莉站在门后失声痛哭，好像刚才是纳粹来抓我一样。她没有穿衣服，所以没有出来。多年后我才意识到，她可能又想起了在维也纳的痛苦经历。

我当时被她的反应吓到了。我在空手道馆站着挨打让她很沮丧，但在这里，我打了一架，让她惊恐万分。突然间，我感觉到我和她之间曾经的亲密关系在断裂、消失。那种感觉让我十分迷茫、悲伤，我不知道如何是好。我几乎是逃跑般到了学校。那是我最后一次见到她。

不可挽回

一个五官棱角分明的阴郁男人，穿着熨烫得十分平整的军装，敲了敲教室的门。他是来找我的。我很高兴，因为我不用在教室里听老师讲无聊的阿拉莫之战了，但事情感觉有些不对。

没过多久，我看到校长也在门口。这个男人让我跟着他们去校长办公室。从来没人用那么正式的语气和我说过话，我也从来没去过什么校长办公室。办公室里有一面旗帜，还有一幅裱在镜框里的约翰逊总统的照片。我心里嘀咕，难道是因为我打了那几个孩子吗？

这些陌生人告诉我，我的母亲死了，我的父亲在医院里。

那天莉莉正好进城去参加第一次驾照考试。车管所离家大约有一个小时的车程，就在埃尔帕索市区附近。去的时候是我的父亲埃勒里（Ellery）开车。之后，母亲通过了考试。

回去的时候莉莉开车。在一条宽阔的高速公路上，他们的车突然失控，接着翻下了高高的立交桥。校长给了我一份刚做的剪报，好像这会有什么帮助似的。

多年来，我一直在想，那天早上那段让莉莉崩溃大哭的回忆，会不会就是她在路上突然失控的原因？我一直感到十分内疚。我是那场车祸的元凶之一吗？

几十年后，我的一名工程师朋友读到了一些材料，了解到当年那款车可能存在缺陷，而这个缺陷与那次事故的原因吻合。虽然不能再提起法律诉讼，因为早已过了时限，但这件事依旧让我耿耿于怀，为什么我的父母要买大众牌汽车？虽然那款车并不是希特勒设计的“甲壳虫”，但

它依旧产自德国。

我的母亲做出这个选择，一定是因为她想寻找欧洲的“善”。

当年告知我母亲死讯的军人原来是一个远房亲戚，警察一直在追捕他。我的母亲在遗嘱中提到了他。他驻扎在布里斯堡，这个军事基地覆盖了埃尔帕索的大部分区域。但在那之前，我从来没听说过这个人。

我的父亲清醒之后，我被带到医院去看他，他的身体像烤焦了一般，到处都缠着绷带。我们俩哭得天昏地暗，那种感觉让人窒息。

书籍免费分享微信 jnztxy 朋友圈每日更新

记忆像一堵墙，被冲刷得干干净净。我几乎记不得母亲死之前的任何事情了。

声音

在那之后的很长一段时间里，我把自己封闭起来。后来，我染上了致命的传染病，被隔离起来，不省人事。我有一年的时间都住在同一家医院，几乎没怎么动过。

埃勒里全心全意地照顾我。我的病床旁边摆了一张简易小床，他就一直睡在那里。四季更替，我终于开始恢复意识。我还记得醒来后第一次环顾周围时的情形。

这个医院十分拥挤、闷热、嘈杂。破破烂烂的豌豆绿色墙砖贴到墙的一半高，装有细铁丝网的窗户总是油腻腻的，窗框裂开了，暗绿色的漆也在脱落。这里的空气中夹杂着药物和尿液的味道。五大三粗的护士皱巴巴的脖子上戴着小小的十字架，她们走起路来像坦克一样，对所有人都熟视无睹。

我把床单卷起来支着书，开始阅读。

随后，我读到了一些句子，突然感觉到了两个不可磨灭的光明瞬间。

其中一个来自一本讲述犹太文化的儿童书籍中关于“选择生活”的犹太警句：生活是有逻辑可寻的，因为不管怎样，死亡很快就会到来，而选择生活至少是一次合理的赌博。就像“帕斯卡的赌注”^[1]一样，只不过这次的赌注是生活。（不过我在孩童时代并没有听说过帕斯卡或他的赌注。）我当时的想法就是，“选择生活”的路还很漫长。

很显然，你也许还没意识到这一点，但这个警句告诉你，生活是一种选择。此外，它还表明，只要你认识到你已经选择了活着，那么你就

可能发现，你还可以做出进一步的选择。我太需要这些了，因为一直以来，我从不认为自己有任何选择。在读到这些之前，我能做的就是躺在那里，等待接下来可能发生的任何事情。

这句话的含义远不仅如此。你在做出选择时，也许并不知道其中的意义。我们生活在尘世间，仅仅是因为我们与未知进行了一次豪赌。也许在这样的不确定性中，我们能找到平静与幸福，从此再也看不到其他地方。

亲爱的读者，我猜想你们可能很想知道，我是否将成年人的想法强加进了自己童年的回忆？事实并非如此，因为这一段回忆异常清晰。我当时沉迷于哲学，这对我很有帮助。

第二个光明的瞬间则来自悉尼·贝谢（Sidney Bechet）的自传。贝谢是早期新奥尔良最伟大的管乐演奏家之一。他在自传中提到，他通过吹单簧管克服了童年时期的呼吸道问题，而我当时正好患上了严重的肺炎，持续了数月，还伴随着其他的呼吸道障碍。因此，我让埃勒里给我买了一个单簧管。虽然这让护士十分头疼，却也慢慢治好了我的肺病。

这听起来有点像一个我们熟悉的励志故事，但你还应该知道，我和父亲再也没有提起过母亲。

我们曾经如此亲密，沉默并不代表遗忘。事实恰恰相反，我们仍然会在她的忌日为她点亮蜡烛。多年来，我们从未停止过哭泣。

几十年后，我才明白，大多数时候，我的父母必须强迫自己不去想起那些逝去的人，这是为生活腾出空间的唯一办法，因为有的人死得非常可怕。

埃勒里有一个哑巴阿姨，但那并不是天生的。大屠杀时她还是孩子，她和姐姐躲在床下，她屏住呼吸逃过了一劫，而紧挨着她的姐姐却

被一剑刺死。

对于埃勒里来说，莉莉只是众多死去的人中的一个。心理医生、日间电视节目主持人和社交媒体都建议我们这些人谈谈这些经历，但对我们来说，这是一种奢望。

超越残酷

在反复生病、长期卧床后，我发胖了，但我自己毫无感觉。我麻木了。直到我终于回到校园，面对同学无情的嘲笑，我才意识到这一点。

很多时候，孩子的讥讽嘲笑带来的远不止是创伤。一群少年牛仔恶霸吹嘘道，他们在附近的游泳池溺死了一个矮小的奇卡诺^[2]小孩，在成人世界中，这会被正式确定为一次意外事故，虽然大家都知道是怎么回事。

这群恶霸说我就是下一个。我相信他们说的话。这里的奇卡诺小孩并不多，他们满身伤痕，不愿意与任何人有目光接触。

一位老师在课堂上意有所指地提醒我们，是犹太人杀死了耶稣，他们仍然在为此付出代价。她又说，这个历史久远的巨大罪恶可能与我母亲的遇难有关，我的母亲在劫难逃。

我现在才明白，这位老师是在尽量对我好一点。她的意思是，生为犹太人，并不是我所能选择的。同样，她也希望白人孩子对墨西哥人更富同情心，因为墨西哥人没那么“聪明”，也不是他们所能选择的。

此后，我一直被洗脑，被要求转变信仰。我对那个学校的记忆里充满了永无止境的伤害、种族主义和暴力。在那里，大人告诉我，有些孩子永远比不上其他的孩子。

我比同年级的其他孩子要小几岁，个子也比他们矮，很好辨认。一个臭名远扬的小牛仔来挑衅我，身后跟着一群起哄的人。他像个花花公子似的，穿着黑色的西式衬衫。战斗一触即发，我突然想起了在空手道馆学到的东西，虽然那已经是很久以前的事情了。我用尽全身力气，一

拳打向那小子，他随即仰头倒在地上。

如果是在好莱坞的故事里，从此之后我是不是应该成为一个英雄，被崇拜者高高举起？可惜不是。我发现我比以前更加孤立了，还经常遭遇偷袭和殴打。

与其他人接触，也就是交朋友，对我来说是可怕的，陌生人对我来说也是危险的。我也不知道这种恐惧有多少是来自环境，又有多少是遗传自我的父母。

现实总是变幻莫测。这个地区怪异的人口组成最终让我接触到了各种各样的人，并慢慢学会了与不得不接触的怪人愉快相处。有一次，我走进了主街上的一家无线电器材店，遇到了一个来自布里斯堡的士兵。他彬彬有礼，穿着一套有点旧的米色制服。

那个人有点笨手笨脚的，一直低着头，走路的时候小心翼翼，好像地板不知道为什么在来回摇晃。他发现我对那些装着电子零件的抽屉很感兴趣，向我打了个招呼。

他看起来很年轻，甚至和我相比都很年轻，还没有真正蓄起胡须。他捣鼓着雷达设备，并没有和我多讲。

是什么让人们变得大方？是什么让陌生人开始冒险？这个士兵开始向我介绍电子技术。几天后，他把一些零件带到我们的小房子里，有一些电阻器、电容器、电线、焊料、晶体管和电位器，还有一个电池和一个小喇叭。我们就这么做出了一个收音机。

第一次实验

这家无线电器材店隔壁是一个杂货店，里面有一个杂志架。在互联网出现之前，杂志可是门大生意。你甚至不需要翻阅它们，杂志的封面已经足够吸引人了，那上面有可爱的狗，还有漂亮的船。

这个架子由厚厚的、卷曲的、闪闪发亮的金属丝制成，看起来很漂亮，但也有点廉价。你必须要想好什么时候去，因为一到下午，沙漠的阳光会穿透那扇大窗户，照得那些金属丝闪闪发亮，看杂志时会很刺眼。

这个杂志架总会带给我新奇。在强烈的阳光下暴晒大约一周后，那些杂志封面上的新鲜墨迹逐渐干掉，变成了蓝色，你可以由此判断一本杂志的发行时间。杂货店后面好像还有一个房间用来放黄色杂志，但我从来没有看到过。

这些杂志中有些文章是关于业余电子节拍的，大部分文章是介绍收音机制作的。我读到了一篇文章，其中介绍了一种名叫“特雷门琴”的电子乐器，于是，我学会了制造这种乐器。你可以在天线附近的空气中移动你的手来弹奏特雷门琴，无须接触任何东西，这种弹奏方式会让你有一种与虚拟世界接触的感觉。

我还对精致、顺滑、波动的利萨如图形十分着迷，你可以通过音乐信号和示波器来制造这些图形。我在垃圾箱里找到了一个旧电视机，把它制成了一个简易的利萨如图形显示器，然后和特雷门琴连接。通常特雷门琴会发出幽灵般的颤音，所以我成功地制造出了幽灵般的颤动图形。

万圣节即将到来，我脑子里有了一个计划：我可以用这个电子装置

制造一个奇妙的鬼屋，吸引和我志同道合的人来玩儿！一定少不了像那个好心士兵一样的人。他们就像沙漠中的乌龟一样，在你看不到的地方四处游荡，你要做的就是找到他们。

我把床单挂在小小的前廊四周，装了一个旧的放大镜，把电视机里的利萨如图形投影到床单上。

太阳一下山，这些图像就会变得鲜明起来，我会周身环绕着曼妙的舞动着的图形。通过神奇的特雷门琴天线，周围任何人的动作都会改变这些图像，就像无形的木偶提线一样。

我很好奇是否有任何女孩对这些东西感兴趣，她们对我来说是非常神秘的。我想没人会不感兴趣吧？

我的鬼屋让我十分兴奋，但对别人丝毫没有吸引力。我从这个幻想和自由的宫殿往外看，一个又一个孩子穿过街道，躲得远远的。当时，我从来没有想到他们会被吓到。他们从来没有见过这样的东西。

万圣节后，这些恶霸就不敢再欺负我了，因为我让自己充满了恐怖的神秘气质。也算有进步。

付之一炬

关于我的母亲，还有另一件令人吃惊的事：她是家里的主要经济来源，至少在我们搬到西部去时是这样。在那个时代，一般都是男人在养家。

在母亲生前和去世后，埃勒里始终对此耿耿于怀。“男孩子的父亲应该自力更生，强壮有力。你让他失望了。如果一直这样的话，他会成为一个笑话。”有些好公民总是过分自信，完全不管我是不是在那里听着这一切。

我的母亲通过电话在纽约交易股票，她算得上是时代先锋了。她离富豪还差得远，我们只算是中产阶级，甚至不属于中产阶级的上游。我们每周都在一家连锁汉堡快餐店买东西吃。

股民通常都是华尔街或任何其他广泛开放的平台中富有或野心勃勃的人，而我的母亲只是小赚一笔。她能不能做得更好？也许她不希望太高调，不希望被人注意。

我能记得的事情还有更多。我记得她有一天挂掉电话，兴高采烈地说刚刚做了一笔大买卖，赚的不是几百美元，而是几千美元。这个场景一直在我脑海中挥之不去，因为她就是用这笔钱买了出车祸的那辆车。第二天早上我们就出去买了车。颜色是我选的。

母亲去世后，我们经历了第二次危机，因为埃勒里和我没有了经济来源。

在我住院的时候，埃勒里加入了一个项目，获得了小学教师资格证。这解决了我们的收入问题，但随后又出现了新的问题。

我们之前早就知道房子租约到期后又得搬家，这已经发生过好多次了。那时我的父母最终选择了买房，这样我们就不用被迫搬家了。

这是一幢在建的地区性住宅，位于埃尔帕索的边缘，档次不高，但比我们之前的任何住处都好。它甚至还有一个车库！我只在房子在建的时候去过一次，就已经被它的蓝图深深吸引，全神贯注地研究起来。我从中学到了关于草图和建筑的知识。我已经等不及要搬进去了。



图1-1 莉莉·拉尼尔 (Lilly Lanier)

当我还在住院时，房子就建好了，但第二天就被烧成了废墟。新闻并没有报道，是埃勒里告诉我的。我想这一定是个梦，在出院时我仍然稀里糊涂的。

警方告诉埃勒里，这次事故是故意纵火，但没有证人，也没有嫌疑人。埃勒里喃喃地说，这有可能是针对我们的，但也有可能是随机作案。那段时间真的很不走运。

银行和保险方面也很糟糕。因为这次火灾，我母亲投到房产里的钱血本无归。埃勒里还得为清理废墟出钱，心里很恼火。

这件事发生在我的鬼屋实验后不久，我们只好搬了出去，无家可归。

[1] 帕斯卡的赌注是法国思想家布莱士·帕斯卡 (Blaise Pascal) 的一种论述，即：我不知道上帝是否存在，如果他不存在，作为无神论者没有任何好处，但如果他存在，作为无神论者将

有很大坏处，所以我宁愿相信上帝存在。——编者注

[\[2\]](#) 奇卡诺（Chicano）是指墨西哥裔美国人，也就是出生于美国但祖先是墨西哥人的美国人。——编者注

02

营救“宇宙飞船”

着陆

埃勒里干了一件不可思议的奇事。母亲去世后，新房子付之一炬，我们破产了，我在恐惧和隔离之间浮沉。之后，埃勒里在新墨西哥州买了一英亩^[1]的废弃土地。

这块地很便宜，他用手头所剩无几的现金买了下来。他还在那里找到了一份教师的工作。

埃勒里买的地坐落在沙漠还未开发的荒凉角落。我们已经没有钱打井了，更不用说建房子，只能先住在帐篷里。我们全部的家当都裹着塑料布，放在露天的垫子上，整日接受大漠风沙的洗礼，就算是母亲的三角钢琴也不能幸免。

埃勒里在新墨西哥州拉斯克鲁塞斯中心地区的一个贫民窟教六年级的孩子，他的课充满了艺术气息。他让孩子们用纸板搭建飞船，整天都待在里面。他们制作火箭模型，并用沙子探索微积分理论。孩子都叫他“秃子老师”，因为他的头光光的，就像一颗抛光过的宝石。

每次我回到拉斯克鲁塞斯，人们就会围过来，带着新墨西哥州奇卡

诺人的特有口音对我说：“你的爸爸埃勒里改变了我的一生。我的哥哥在坐牢，而我却是美国国家航空航天局（NASA）的工程师。”

我们在帐篷里住了两年多，比计划的时间还要长。

等埃勒里教书的工作有了收入，我们首先考虑的就是要有一个遮风挡雨的地方，要有电，有电话，有水井，还要有屋外厕所。

这个高原沙漠冷得刺骨，我记得在冬天的早上，我冻得瑟瑟发抖，像个弹簧提线木偶似的。我们附近买地的人大多住在拖车和移动房屋里。对此我们也讨论过。虽然我们可以这样做，但这会从我们的大计划中抽出一部分资金，不太划算。

书籍免费分享微信 jnztxy 朋友圈每日更新

我们还种菜，养鸡。

住在帐篷里也没那么糟糕。它让你清楚地知道怎样才能生存下去，这对每个人都至关重要。况且那些移动房屋真是太丑了。

宇宙在哪儿？

在我们所处的新墨西哥州，有一种反常的社会现象：白沙导弹靶场雇用了一批精英工程师和科学家。他们随处可见。能在这里看到这么多技术人员，对我这种困惑多多的孩子来说是一件好事。

我们的邻居是一个名叫克莱德·汤博（Clyde Tombaugh）的可爱的小老头，他年轻时发现了冥王星！当我认识他时，他在白沙导弹靶场研究光学感应。

克莱德教会我打磨镜片和镜子。直到今天，我在研究VR头戴设备的光学技术时，仍然会想起他。他在后院支起的望远镜让我印象深刻，那时候我经常摆弄这个望远镜。我永远不会忘记他向我展示的球状星团——一个栩栩如生的三维图像，它是和我一样的实物，像我的表亲一样，在我面前就像世界上任何其他东西一样真实。突然间，这个宇宙让我有了归属感。[\[2\]](#)

我在新墨西哥上了公立学校。这个学校给我留下的回忆并不多，可能就是还行，至少我没有恐惧的经历。

我们刚到那儿，我一个孩子也不认识，之后发生了一件奇事。有一天晚上，当地的电话系统突然出现了大故障，只要拿起电话，就能听到所有其他人的声音。

无数的声音回荡在这个我所知的“第一个社交虚拟空间”中，有些听起来很遥远，而有些好像就在身边。我从未有过这种体验，一群孩子瞬间组成了一个社交圈，他们比我之前接触过的其他任何孩子都要聪明优秀。

这些“飘荡在空中”的孩子对彼此都很好奇，但也很友好。在这里与陌生人交流比在现实生活中更轻松。一个小男孩说道：“我似乎拥抱了这世界上的每个女人，就像抱枕头一样。”而那些真正的女孩子也能听到这一切。

夜已经深了，但我们都没有要离开的意思，尽管在那个只有挂锁保护的小小胶合板棚里，我只是独自一人。

第二天早上在学校，一切都好像没发生过，没有人说起。我环顾四周，好奇地想昨晚电话那头是他还是她。如果将连接我们的媒介进行改变，人类历史是不是可能突飞猛进？

从那以后，我一次又一次地尝试这一构想。可能是因为其新颖性，这种正面影响仅发生过那一次。无论怎么努力，一直以来，设计一个给人们带来负面影响的虚拟空间显然更加容易。

我在附近遇到的很多人都看到过幻象。在我上学的路上，会路过一道灌溉沟渠，我经常遇到人们干完地里的活儿在休息。他们讨论天气或棉花价格，但也经常讲到奇迹。

“你知道艾丽西亚吧。她在医院快死的时候，巫师说玛利亚要去看她，结果玛利亚真的去了，整个人散发着落日的光芒。艾丽西亚后来就好了。现在她每天都在念叨我，好像我干活儿不努力一样。”

故事一直在继续，没个头。我等了片刻，想找个空当和大家说再见，可惜没有机会。这时候你就可以径直往前走，或许还把头微微扬起，好像下巴底下垫了一个隐形的球似的。

在这个边境地带，有着各种奇奇怪怪的人——有福音派教徒，有印第安人，有天主教徒，还有嬉皮士。这就意味着可能会有麻烦。一名来自墨西哥铜峡谷地区的萨满教士就曾经激怒了我。他有一个玛瑙做的假

眼球，身上戴着丝带。他在我面前大放厥词，说联系到了我的母亲，找我要钱。我想他有可能已经从埃勒里那儿骗到了一些钱。我们俩都很脆弱，经历过磨难，觉得人生毫无意义。

幸运的是，我至少可以信任学校的那些孩子，他们虽然暴力，但是很真诚。友善的人却有可能很阴险，这是深刻的教训。

这里的人们也经历着世俗的幻象，当地的飞碟文化就是其中之一。孩子把坠落的外星飞船残骸带到学校让大家看，没有人会怀疑它们的真实性，当然老师除外。我们住在世界上最大的导弹测试场附近，这些奇特的碎片总是从天上掉下来，我还在山上发现过非常精美的卫星碎片。

我从来不相信这些真的来自外星球，但这并不影响我成为这种狂热文化中的一分子，为我们的飞碟感到骄傲。直到现在，每当想起我们的竞争城市新墨西哥州罗斯威尔在20世纪50年代的劣质飞碟坠落案，我仍然觉得十分愤慨。我们的飞碟残骸更好！

根源

埃勒里肯定认为，多年来，他一直在为新墨西哥州的生活做准备。

在我出生之前，他身兼数职，之后我也是这样。他在库伯联盟学院学建筑，与他的建筑师父亲一起建造摩天大楼。他还是梅西百货的橱窗设计师，和莉莉一起在多个著名展览上展出他们的立体画。

埃勒里有点神秘主义倾向。他在巴黎与乔治·葛吉夫（George Gurdjieff）在一起，在加州又与奥尔德斯·赫胥黎（Aldous Huxley）在一起，还跟随不同的印度教和佛教导师学习。

虽然信奉神秘主义，但埃勒里并不迷信。他很讨厌废话。在20世纪50年代，他在电台圈还小有名气。他在首档电台电话舌战节目中，进入了半决赛。这档节目是由先锋电台人隆·约翰·内贝尔（Long John Nebel）主持的，他对超自然的兴趣众人皆知。

他们在电台里调侃古怪的UFO（不明飞行物）和超自然狂热爱好者，最终还揭发了很多骗子把戏。埃勒里并没有像搞恶作剧那样杜撰，也没有说《世界大战》电台秀^[3]里面的台词。他说他编造了纽约下水道鳄鱼的城市神话。这倒很有可能。

埃勒里有一次在电台直播节目中惊呼：“传说中噪声巨大的反重力装置可能刚刚升起来了一点。”而当听众打进电话来一本正经地询问时，他又解释说这是个笑话，但听众根本不相信。^[4]

埃勒里还为雨果·根斯巴克（Hugo Gernsback）在20世纪50年代的科幻小说杂志撰写过专栏。他曾经是《惊奇故事》《奇幻历险》和《惊异》杂志的科普编辑，负责解释出版故事中的相关科学知识。例如，艾

萨克·阿西莫夫（Isaac Asimov）的一篇故事就与最近的火星研究有关。

埃勒里的一个专栏与“制造自己的宇宙”有关，其中提供了一个配方——你可以在一个大玻璃罐里制造浑浊的液体。随着你的搅拌，一些与星系相似的微型构造就在里面形成了。

埃勒里是纽约科幻小说圈中的一员。这个圈子里的人喜欢恶作剧，经常互相打赌，看谁能以最荒谬的方式赚钱。[\[5\]](#)

阿西莫夫采用极简主义做了一个广告：“快，投一美元到邮箱中。”没有任何解释，但投进去的美元源源不断。

埃勒里和莱斯特·戴尔·雷（Lester del Rey）也做了一个广告，提供为婴儿的第一片脏尿布镀铜的服务，顾客要提前付款。婴儿用过的尿布被寄往了不同的地方，最终寄给了美国纳粹党。

许可

我们的大计划非常疯狂，它也是我们能想到的唯一出路。埃勒里让我来设计房子。我必须提交一份设计稿，并得到主管部门的批准。我们慢慢开始量力而行地买建材，决定靠自己的双手搭建房子，也不管要等多久才能搬进去。

埃勒里曾经学过建筑，还曾协助他的父亲完成过一些工程，例如将纽约一栋摩天大楼加高。他意识到，如果要我重新振作起来，就必须让我重拾对生命的兴趣。

最开始，他给了我一本他小时候很喜欢的书，名叫《植物发明家》（*Plants as Inventors*），书中有各类植物的精美插图。我对这本书很着迷，其中一些植物好像很适合博斯的花园。

球体特别吸引我，只有5种方法才可以得到完全规则的球体。这些方法自古就有，而这5种解决方案的平面版本被称为“柏拉图立体”。植物被限制其中，只能以这些形式生长。

我开始坚信，我的家应该模拟植物的球体结构。埃勒里说，这样的话，我可能会喜欢另一本书。

这本超厚的杂志并不精美，名叫《穹顶书》（*Domebook*），是斯图尔特·布兰德（Stewart Brand）《全球概览》（*Whole Earth Catalog*）[\[6\]](#)的一个分册。巴克敏斯特·富勒（Buckminster Fuller）一直在推广网格穹顶，他认为这是一种理想的结构，体现了这个时代的技术乌托邦精神。

我最开始对网格穹顶保持怀疑。我抱怨道：“我想让我们的房子与

众不同，而所有人都在建网格穹顶。”埃勒里反驳说，我的设计必须获得当局的批准，而在这个郡的嬉皮士聚居地，已经有一些网格穹顶房屋了。如果融合了这种反主流文化的常见风格，我的设计看起来就不会那么怪异。

我开始用吸管制造我的模型，然后计算角度和负载。必须要说明的是，我根本没必要算得很精确。

我的设计策略是将“传统”的网格穹顶与诡异的不规则连接元素相混合。这个穹顶将会很大，跨度约为50英尺，与另一个中型穹顶通过一个奇怪的通道相连接。这个通道将会被用作厨房，由两个相交的倾斜九面金字塔构成。另外还有两个二十面体，通过另一套复杂的形状与大穹顶相连接。这些二十面体将被用作卧室，内部的连接部分将包含一个卫生间。

一个悬臂式的、刀刃般的七面金字塔将会凸出来，在特定的时刻精心地指向特定的天体，但我记不得是哪些了！时间太久远了。在这个被称为“针”的凸出结构的侧面，你将穿过一扇门。

穹顶的整体结构让我觉得有点像“企业号”星舰，前提是你把这个设计中的圆盘和圆筒填充成球体。它有两个引擎，连接到主体和前方凸出的圆盘上。我总是觉得应该这样做，因为星舰是在深邃的天空中移动，而不是在行星上方的大气中移动。我把无处不在的悬臂式结构放在了非穹顶的部分，想要创造出一种错觉——这个飞行器还没有完成着陆。

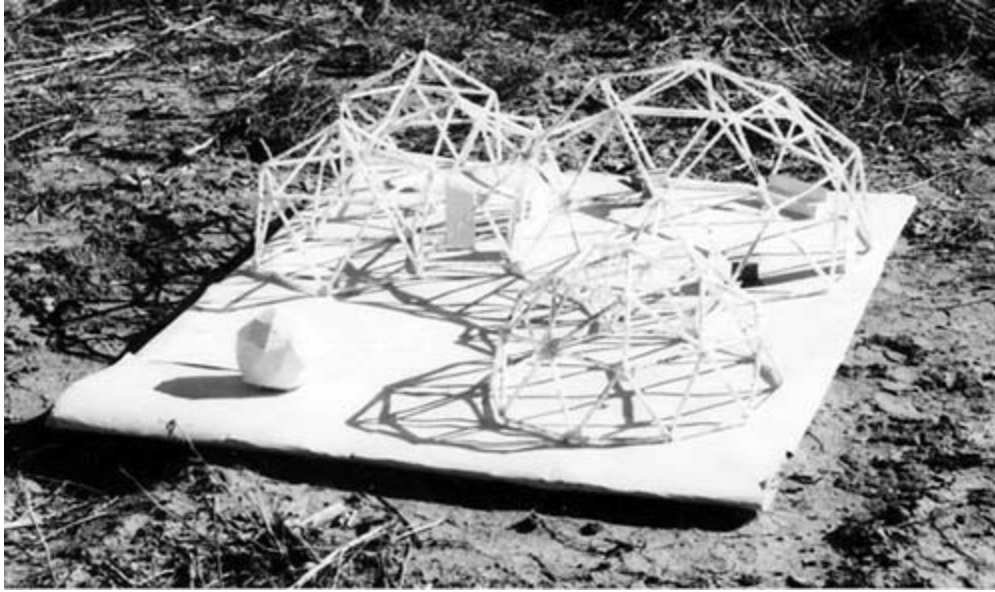


图2-1 我的一个吸管模型躺在地上，真正的建筑将在这里拔地而起。

这个设计还有点像女人的身体。你可以把这个大穹顶看作孕妇的肚子，把两个二十面体看作乳房。

无论如何，我很喜欢这个结构，埃勒里也表示赞同。施工许可审查的手续繁多，埃勒里最后不得不干预其中，帮忙说明设计的合理性。最终我们拿到了许可证。

建造

我其实希望埃勒里当时没有给我那本《穹顶书》。它看似提供了解决方案，但实际上报道的都是正在进行的实验。《穹顶书》倡导使用铁矿石，这是一种造船材料。我本应该先从造船专家那里了解一下这种材料，但我相信了这本书。

“要用猪环形钩扣！”《穹顶书》中写道。这种工具是套在猪鼻子上的一种小环，可以让猪老实一点。在这本书的创新想法中，金属拉网要与猪环形钩扣固定在一起，再将混凝土压成层。这是一个糟糕的主意。拉网的密度不一致，结果出现了龟裂。

大约10年后，我与斯图尔特·布兰德第一次见面，我对他说的第一句话就是：“我从小住在一个网格穹顶中。”而他对我说的第一句话是：“漏水了吗？”

“当然漏水了！”

因为预算不够，我们只能先住进中型穹顶。从帐篷搬进这里，有一种奇怪的感觉，就像对人类历史做了一场深刻的总结。

在穹顶的内部，我们将闪闪发光的银色垫子钉在支柱之间，实现密封。本来我们想贴石膏板，但那样做又费钱又费力。内部空间看起来比较宽大，闪着银光，就像一个太空站。完美！

又过了一年，我们可以买更多的材料来完成房子的其余部分了。我记得我们为大穹顶浇筑水泥地基，拼命地想要将所有的沙漠小春蛙及时赶出去，免得它们被埋在里面。我们不得不爬上奇怪的展开的三角形框架来搭建整个结构，就像是蜘蛛在织网。邻居们都说我们是“空中的蜘

蛛”。

我们还安装了凸出的半球形窗户，透过它可以看到千变万化的奇景。

栖息地

这是一个庞大的住所。躺在大穹顶下，仰望着宽大的银色天花板的曲线，你几乎可以感受到无边无际。你仿佛可以看到一个固体的天空，有点像卡尔斯巴德洞窟里的大房间。[\[7\]](#)

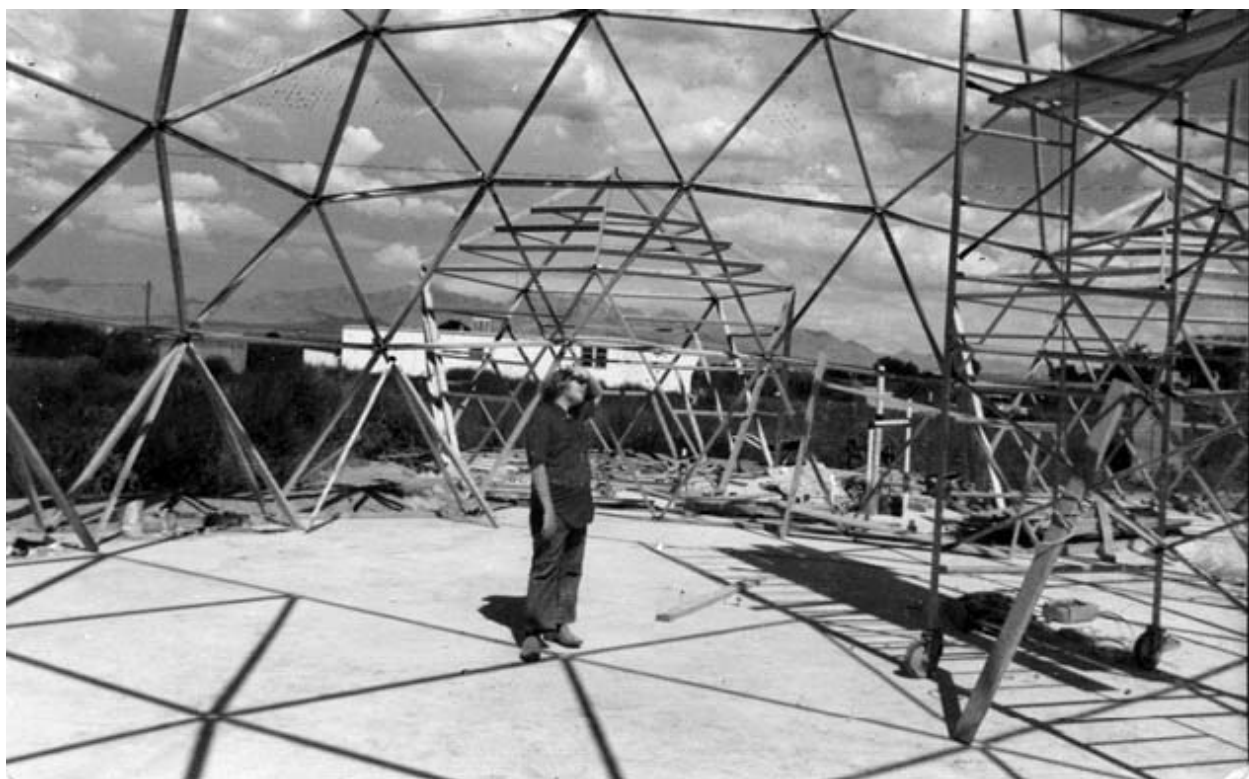


图2-2 我大约13岁时的一张照片。

我们把它称为“穹顶”或“拉尼尔地球站”。我们会说“回顶”，而不是“回家”。

在这个穹顶里集合了缤纷多彩的好奇心。埃勒里有一个旧望远镜，是他在为美国海军准将佩里（Commodore Perry）的家族写文章时获赠的。佩里好像就是用它首先发现了日本，这也许是真的。我现在都还留

着这个望远镜。在12岁左右，我在安装时却有点儿把它弄坏了。

我还有一块碎布，好像是来自希罗尼穆斯·博斯一幅油画的原作，我还有一些来自维也纳的古董。第二次世界大战后10年，一名好撒玛利亚人机缘巧合地看到了纳粹抢走的属于我外祖父母的一些物品，并把这些东西寄给了我在纽约的父母。其中有一个华丽的闹钟，还有一个花哨的箱子。另外还有一些五颜六色的大型几何模型、生物反馈机器，还有很多很多画、埃勒里以前的实验色彩风琴，以及堆得像山一样的书。

大穹顶里没有常规的卫生间或厨房。浴缸、水槽和淋浴被我用奇怪的形状连接到上下水道，插入整个结构中。水槽比地面高很多，你只有踩在凳子上才够得着。在这里，传统的隐私、睡眠规律或学习习惯基本是不可能存在的。



图2-3 埃勒里站在即将完工的“拉尼尔地球站”前面。



图2-4 大穹顶内部

我喜欢这个地方，在这里睡觉时都会梦到它。

多年后我才意识到，埃勒里让我设计我们的房子，对我来说是一次信仰的飞跃。他本可以更多地干预其中，但我认为他更想要我学会冒险，在错误中成长。

如果是这样的话，那他的确太成功了。在我搬走后，埃勒里决定继续住在大穹顶里。他在那里住了30年，直到房子的零件开始出现故障。有一次，他刚走出房子，离地面最近的大穹顶的第一个环轰的一声坍塌了。整个半球一起塌了下来，垂直的高度没有了，但没有损坏里面的任何东西，就像是气动升降机上的卡通房子一样。等到我去看的时候，他已经换上了一个新的穹顶。

可惜“针”已经没有了，还有我设计的另外一些奇怪的形状也没有了。

埃勒里在尚有余力时继续教书，他已经把这当作终身事业了。从新墨西哥州公立学校退休后，他又开始在白沙导弹靶场教小学。他在穹顶里住到了近90岁，直到生活不能自理为止。

我虽然搬走了，但从没有完全离开过。由于我从小生活在这样一个奇特的环境中，我发现生活在正常的地方挺不容易的。我很难适应直角墙壁和正常作息。在我30多岁的时候，我花了很长的时间强迫自己以传统、整洁的方式生活。之后，我遇到了我的妻子。她的母亲有洁癖，因此，作为一种逆反，我妻子很喜欢乱糟糟的生活。我们扩建了我们的家，建造了一种类似于以前那个“针”的结构。在某种意义上，我们又搬回了穹顶。

[1] 1英亩=4 046.856 4平方米。——编者注

[2] 对于最近提出的将冥王星降级为著名的柯伊伯带天体这一计划，我并不赞同。冥王星在太空中独树一帜的轨道，对每个困惑的孩子都是一种鼓舞。难道我们是不成熟的行星？只有我们够资格的时候，你们才会接受我们吗？就让冥王星永远都是一颗行星吧！如果提出将冥王星降级的人要对我们的世界进行这些荒谬的严格分类，那为什么不说欧洲根本不是一个大陆？那会更有用处。

[3] 这是奥尔森·韦尔斯（Orson Welles）臭名昭著的1938年广播剧，其中模仿了一次来势汹汹的外星人入侵，在无知的群众中造成了恐慌。

[4] 在20世纪70年代末的一天，我让埃勒里打电话到当时还在播出的内贝尔电台秀。他与莱斯特·戴尔·雷和内贝尔开始互相羞辱——我总算知道这个“秀”为什么这么“红”了。

[5] 荣·哈伯德（Ron Hubbard）是这个圈子早期的一员，到处宣扬他的赌注，后来举一反三地运用了这些技巧。

[6] 《全球概览》是斯图尔特主编的系列杂志，你需要好几个小时才能看完，其中描绘了一些做着有趣事情的人们，以及你可以从他们那里买到的有趣的东西。它提出了一种很不错的模棱两可的乌托邦原则：人们回归土地，同时也生活在未来。《全球概览》有时候会被看作谷歌早期那些最丰富多彩的内容的纸质原型，至少史蒂夫·乔布斯是这样认为的。

[7] 每一个在新墨西哥州长大的孩子都梦想着住在巨大的洞穴里，大得连天空都是它里面的石头。一个来自意大利的朋友说它比梵蒂冈还要好。

03 批处理

从原子到比特，再反过来

在我还未满14岁时，我参加了新墨西哥州当地大学举办的化学夏令营。和我一起的有来自全国各地的数百名孩子，但也许只有几十个，我记不太清楚了。

我们在大巴车上坐了很久。透过一排倾斜的劣质铬合金窗户，沿着山路，我看到了远处缓缓盘旋的沙漠和点缀其间的仙人掌。我把自己想象成一个光子，一路上受到沙漠热气的干扰。

对窗外的风景，我早就习以为常，但强烈的阳光在大巴里投射出的条纹让我着迷。阳光下，孩子的脸变得半透明，活像薄薄的玛瑙片。

颠簸在泥巴路上，有一种疲惫与清醒交织的感觉。我们在龟形的山顶上通过望远镜看到了真正的白沙，远处就是以白沙命名的导弹靶场。作为唯一的本地孩子，这是我唯一一次感到比其他孩子知道得更多。

我记得我还遇到了一对长相精致、长着雀斑的双胞胎姐妹。她们来自科罗拉多州，用同龄人的口吻与我聊天，虽然我比她们小好几岁。“我们的父母都是化学家！”很奇怪的体验，也很让人开心。

对我来说，化学蕴含着纯粹的美感和巧妙性。我们的宇宙就是一堆基本粒子，它们通过创造奇妙的形状，即电子层，形成了有趣的原子。这些原子恰好形成了有趣的分子，最后进化出了我们。

我和父亲建造了一个几乎不具功能性的精致结构，这个结构与我们人类在自然的核心里发现的水晶对称结构相同。所以，我非常了解这种结构到底有多么脆弱。整个方案在现实中似乎不大可能实现。这些粒子本身并没有机会进化，那它们是怎样完美地向我们呈现了这场大秀？只要它发生了小小的改变，整个宇宙就将崩塌，就像一个错误的比特可以摧毁整个程序一样，或像一个猪环形钩扣可以让整个网格穹顶崩塌一样。

这种问题总会有答案。多年后，我遇到了一位名叫李·斯莫林（Lee Smolin）的物理学家。他提出，宇宙实际上可以进化，黑洞内部会产生新的宇宙，这要建立在拥有有趣属性的粒子群上。

我当时对这样的理论十分敬畏。我学会了制作各种化学物质，比如水果气味和爆炸物这种常见的东西。“拉尼尔先生，你能不能考虑一下今天在街对面的空地上结束你的实验？”

直到夏天结束，我也根本没想过要去上高中。我直接去了大学。

我并没有提供高中同等学力证明，也没有正式办理入学手续，而是直接登记入学了。我不记得这到底是怎么发生的。大概是我本来应该读高中，但我接受了大学教育。我作为全日制学生注册了所有课程，根本就没有上过高中。

到底是侥幸还是作假，我也不记得了，反正我很快就成了全日制大学生。

权限

大学里有很多奇妙的地方等待我去探索。

我在音乐系旁听作曲课，学会了分类对位法和管弦配器法。我有一段时间对钢琴小品的写作很感兴趣，就像萨蒂（Satie）或韦伯（Webern）那种类型。一位作曲老师反复要求我写长一点，我也照做了。我写了一篇又一篇，直到有一天，他对我说：“拉尼尔先生，你让我感到十分惊讶。这些作品真是天马行空。”

学校里有一个上锁的房间，放着一些难得用一次的管弦乐器。我在这个房间里练习了倍低音巴松笛、钢片琴和其他来自高贵欧洲文化的奇妙乐器。

我的母亲去世后，单簧管成了我的寄托。她还给我留下了一架维也纳齐特琴，上面印着一些花的图样，另外她还给我留下了一把小提琴和一架钢琴。我以无比严肃的态度，全身心地投入钢琴弹奏中，可惜在我母亲死后，我发现自己再也不可能成为古典钢琴家。我迷上了光怪陆离又激情四射的即兴表演。

我把母亲留下的齐特琴当作实验仪器，用调音扳手的手柄背面敲击它，制造出一种具有英雄气质的声音，我觉得这种声音非常适合为超人电影配乐。母亲去世之前，我只上过一两节基础的小提琴课，而在后来的几十年里，虽然我一直保留着母亲的小提琴，但几乎没看过一眼。令我高兴的是，我在50多岁时，又发现了作为初学者开始学习这件乐器的乐趣。

学校里还有一个电子音乐实验室，里面有一台穆格电子音响合成器，还有其他一些高级设备。（我发现大学都喜欢买昂贵的设备。我最

终让他们购买了昂贵的VR系统。)

鲍勃·穆格 (Bob Moog) 用简单的合成器模块创造了一种经久不衰的技术语言。我很喜欢摆弄这些东西，并在磁带上创作了一些有趣的音乐作品。通过设置一个反馈通道，合成器可以接入一个均衡器。这种设置非常灵敏，你在附近的空气中拍手，都会产生令人震撼的共鸣。

数学系里一些留着大胡子的怪人花了数天时间证明阿尔贝群定理。虽然我不太懂所谓的定理，但在数学大楼里围观这一过程，仍让我有一种进入圣殿的感觉。这就是我梦寐以求的地方。当我第一次理解了为什么 e 的 i 乘以 π 次方等于负1时，我激动得夜不能寐。埃勒里曾经告诉过我这种感觉，但我一直不相信，直到我亲自“证明它”。

可恶的比特

因为邻近导弹靶场，新墨西哥州立大学设有当时很优秀的早期计算机科学系。

起初，计算机科学远不及数学或化学这么火。研究亘古不变的真理要比研究计算机程序这种人类发明高贵得多。

尽管如此，我仍然认为计算机才能化解我的焦虑。作为一个14岁的孩子，我对地球轨道十分担心，认为它真的是岌岌可危。在我看来，我们只是在太空中旋转，任何恰巧经过的重物都可能把我们撞向太阳。虽然过去的数十亿年里都没有发生过这种事故，但令我担心的是如果某一天发生了，是否有任何设备可以保护我们地球的轨道。我们还需要一个自动调节系统，这个系统必须由计算机控制。因此，我选择学习计算机。

当时，如果学生要使用计算机，一般是拿一张打孔的卡片到服务窗口，交给技术员。技术员将你的卡片交给另一个更高级的技术员，这个高级技术员再将卡片插到一台大多数本科生根本没有机会看到的高级机器中。这样，你就预约了使用计算机的机会。

沙漠中的风十分狂躁，走路时必须倾着身子，风衣会被吹得像喷溅电动机一样来回摆动。你经常可以在天空中看见卷着打孔卡的旋风，卡片像松鼠一样跳动着。惊慌的学生尖叫着追赶自己的卡片，但我十分怀疑这些人能否把吹到半空中的卡片追回来。有一次，我的卡片也被吹走了，我也尖叫着追赶它，不愿意接受丢失卡片的事实。

有一天，我在窗口前排队，我的打孔卡被放在一个和墙一样长的布满凹痕的架子上，压在一本旧的《万有引力之虹》（*Gravity's*

Rainbow) 下面，上面还盖有牛仔竞技和美式足球的海报。

《万有引力之虹》的作者托马斯·品钦 (Thomas Pynchon) 从未公开露面，没人知道他长什么样。

站在我后面的那个人喃喃自语：“这人就是个浑蛋。”

说谁呢？我吗？

我转过去，看到了一个军人。他穿着制服，戴着呆呆的眼镜，目光犀利，金发修剪得整整齐齐，很帅气。

我问道：“什么情况？”

“品钦！他不让我们看到他！信息不对称！他看得到我们，但我们看不到他。这是一种权力炫耀。”他怎么能这样说一个伟大的作家？

“小说家没啥权力吧？”我说道，“我的意思是，他可能只是不想被打扰。他又不是控制着导弹的军政人物。”

“你没懂我的意思，呵呵。”

我最后尝试着说服他：“如果一个作家想低调一点，这没什么坏处吧？这只是保护隐私，就像旧雕塑上的一片无花果叶子一样，对我们来说并不重要。”

“无花果叶子是终极信息武器。孩子，很显然你没听懂我的意思。”

终于轮到我取卡片了。

“好吧，很高兴认识你。你叫什么名字。”

“我不会告诉你的，孩子。”

我现在都很好奇，他到底是怎么回事。

山羊

大学学费很低，那个年代都是如此，现在看来真是低得让人难以置信。可再低的学费也是一笔开支，埃勒里当老师挣得并不多，上大学都是我干出来的荒唐事。最后的解决方案是山羊。

我与住在穹顶附近的一只山羊交上了朋友。它是一只可爱的吐根堡山羊，像一只小鹿，性格很大方。

有了一只羊，就会有第二只。羊群一般都有自己的名字，而我的羊群叫“地球站羊群”。

接下来就是学习制作乳酪，然后弄清楚怎样卖掉这些乳酪。这门生意有一定的市场，而且竞争不大。东部人为了健康搬到了沙漠，他们有时候喜欢更容易消化的羊奶制品。

我最大的客户是当地的一个嬉皮士食品“合作社”，另外还有一些散客。我挣的钱足够缴清大学的费用，而且我还很节约。

靠着羊奶生意支付大学学费，听起来有点奇怪，但这是里奥格兰德式的农业之旅。新墨西哥州立大学还有一个很大的农业学院（那里的美式足球队名叫“阿吉斯”），我所做的这种生意其实很普遍。

每天早晚挤羊奶是很累的活儿。此外，我还要修剪它们的小蹄子，喂给它们成堆的干草，但我依然很爱我的羊。

信不信由你，我的羊都知道自己的名字，它们已经被驯服了。大部分羊是以昴星团的星星命名的——阿尔库俄涅、梅洛普……我学会了呼叫山羊，还和它们说话。我养的羊是努比亚山羊，它们的叫声并不是普

通的“咩咩”声，而是一种听起来有些吓人的惨叫声，有点像亚美尼亚杜杜克笛的声音。每到挤奶的时候，我会用英语夹杂着山羊的叫声，挨个儿叫它们的名字，听到呼唤的羊会冲进穹顶，站到挤奶台上，我就在那里给它们挤奶。和其他挤奶方式比起来，这样更卫生，也能更快地进行冷藏。

我还为它们吹笛子，就像彼得·潘一样。我为“地球站羊群”感到自豪，一想到要杀掉小羊，就会感到很难过。唉，可惜大多数雄山羊除了被杀掉，没有其他很大的经济价值。为此我研究了每个有关民间山羊养殖的无稽之谈，然后用奇怪的酸东西喂它们，并鼓励它们跳上穹顶。虽然我的试验规模太小，不足以有普遍意义，但确实成功了，我的羊群几乎不生雄羊。另外，我还想提一下，我的一只名叫安里斯的羊，还在有一年的新墨西哥州博览会上获得了最佳乳房奖。

大学要求学生选择一项运动或家庭经济选修课。我当然没法在运动方面赶上比我大很多的同学，他们通常是来自大型农业学校的大男子主义者，所以我成了班上唯一选修缝纫课的男孩。我比选修课上的女孩小得多，她们认为我很可爱。如果我和她们一样大，可能就会成为嘲笑的对象。有一阵子为了省钱，我的衣服都是自己缝的。我还记得我做了一件罗宾汉斗篷。

我刚进大学的时候比大多数学生都要小，几年后才开始适应大学生活。我终于成了一个小伙子，虽然我仍然不是一个完全正常的普通人。

埃勒里教我开车，但我一路上都在尖叫。“你必须时刻准备好应对突发事件。有的司机可能喝醉了，有的可能是杀人犯。你的车还有可能突然爆炸。”

我的大学生活相对比较平静安全，这正是我想要的。

今天，一些在研究方面出类拔萃的年轻人告诉我，他们多年来一直

在激烈的竞争中挣扎，根本没办法放松，这严重影响了他们的创造力。除非他们出生于富有的家庭，否则他们的未来其实早就被规划好了，那就是拼死拼活地偿还天价学费。他们只能在退休后或卖掉初创公司后才能享受生活。

在我搬离新墨西哥州很久之后，埃勒里在80多岁时又回到了校园，获得了同一所大学的博士学位。他的论文主题是“女性运动员的生理学”。

真实生活中的像素

我还记得一名教授教我“像素”（“图片元素”）这个词的情景，这个深奥的词语对他来说是十分奇怪、拗口和新鲜的。“像素”一词已经使用了十来年，主要与卫星数据有关，但几乎没有任何计算机实际支持交互式像素。

后来，学校买了一台名叫“泰拉克”的像素绘画计算机样机，我整夜都在黑暗中，用迷幻曼荼罗在这台计算机上编程。在那个时候，要找出一种数学算法来制作足够快的动画是很困难的。我偷偷地帮助女孩子们潜入数学大楼的地下室，整夜沉迷其中，直到天亮。这是一种无须花言巧语就能给人留下深刻印象的方法[电子shu 分享V信shufoufou]。

我习惯从内心深处与媒介相遇。穆格合成器中的振荡器和滤波器以一种独有的方式打动了，因为你可以感受到它们。实验室里的扬声器用漂亮的柚木套管和羊毛套制成，这些材料不会造成声音的改变，至少不会造成明显的改变，但扬声器对我来说不仅仅是声音。每个扬声器都是一个整体，你可以看到它，感觉它，你不会被迫将声音想象成远离其他现实的抽象的东西。

世界上的每一样东西都有自己的存在，即使高科技也是一样，但这台装有屏幕的交互式计算机着实与众不同。

在玻璃里面，像素看起来是硬邦邦的、遥远的。第一次启动泰拉克时，我就一直盯着这些像素，什么都不做，试图感受它们。这并不是因为它们硬邦邦的，或是被玻璃隔离的，而是因为它们太抽象了。没有任何具体的东西能够解释像素。我不知道怎样运用没有任何内在特征的人造原子激发创造力，但我仍决定深入其中。

一位教授建议我申请国家科学基金会的经费，用于开发交互式数学教学软件。这太激动人心了。这笔钱会比养羊挣到的要多，而且更为持久，不过我需要参加大型会议，展示我的作品。我在泰拉克上编写了一个小型的烟花演示程序，用来奖励通过课程的学生。

书架

新墨西哥州立大学图书馆丑陋的金属书架靠在煤渣砌块的墙上。宽大的棕褐色地砖上遍布凹槽和划痕，再小的声音也有回声，周围有什么人你都会发现，这简直是躲藏的绝佳地点。我经常泡在那里。我还记得那里最酷也最容易被遗忘的部分。

图书馆的一角放着来自纽约的奇怪的艺术期刊。有一些期刊上印有裸体行为艺术家的模糊照片，如果这些照片清晰一点，就更具有挑逗性了。还有一些期刊上刊登了排版很糟糕的诗歌，但仍然很吸引人，因为这些诗歌并不是很难懂。20世纪70年代的概念艺术出版物散发出粗暴冷酷的气息。让人气愤的是，在纽约或旧金山的图书馆，这些东西半年前就有了。

大多数情况下，我都保持着对图书馆的敬畏。这里有古乐谱和有关奇怪几何的杂志。这些科学和数学单元是图书馆里最棒的部分，就是它们让我了解了最前沿的科技。（我曾经是一名考克斯特迷。[\[1\]](#)）

最早的一些有关计算机运算的非技术书籍分为两部分。其中一部分讲的是一种现实与人类未来的系统方法，这部分非常诡异；另一部分则是个人计算经验，这部分令人欣喜若狂，充满着启示。

其中一个例子是斯图尔特·布兰德的《两个控制论前沿》（*II Cybernetic Frontiers*）。书的前半部分是对格雷戈里·贝特森（Gregory Bateson）[\[2\]](#)的采访，主题是控制论将如何改变社会以及我们认识世界的方式。另一半是向首个网络电子游戏《太空大战》（*Spacewar!*）及其所做出的卓越贡献的致敬。

另一本书是泰德·尼尔森（Ted Nelson）的《计算机解放/梦想机器》（*Computer Lib / Dream Machines*）。这本书印刷模糊，就像纽约的概念艺术爱好者杂志一样，而且字体极小，几乎没法看，但它穿过重重迷雾，勾勒出了一幅应许之地的草图，十分吸引人。这本书有两个封面，一个封面描绘了计算机是怎样激发乌托邦政治灵感的，具体内容并没有详细描绘，或者是描绘得不太清楚。把书翻过去，然后倒过来，你就会发现故事和图片的蒙太奇，它们暗示了数字化迷幻的命运。这种效果引人入胜，同时也让人迷惑。^[3]为什么要以令人费解的形式推动文化和社会的大众革命？

这些书揭示了计算机文化早期的分裂，而且这种分裂从未消失。它对计算机运算和个人计算的思考，提出了一种大图景的思考方式。

我更青睐个人计算，因为比较有趣。这种大图景的计算方法倾向于推动乌托邦的幻想，因此极具危险性。

对图书馆的深度回忆，让我想起了很久以前，我在华雷斯就读的小学校里探索书架和唱片的情景。我很怀疑自己还能否找到可以与《尘世乐园》相媲美的东西。

奖励

奖励具有伪装性，它可能隐藏在最无聊的学术期刊中。我最终臣服于伊凡·苏泽兰（Ivan Sutherland）惊人的工作。

现如今，人们有时称我为“VR之父”。我通常都会反驳道，这取决于你是否相信存在“VR之母”。

VR实际上是一大群科学家和企业家长期共同努力的成果。

伊凡在1963年的博士论文中提出了“画板”的概念，由此开启了计算机图形学的全新领域。这是人们第一次可以在屏幕上使用计算机生成的图像。

画板与你可能正在用于阅读本书的设备不同。例如，它没有像素，因为像素在当时并没有得到广泛的应用。

在画板中，通常由电子束来回扫描，在老式阴极射线管电视上形成图像。在这项技术里，被捕获的不是像素，而是电子束。你可以像握着铅笔写字那样将它控制在屏幕周围，直接绘制形成棒状图和轮廓图的线条（和我在鬼屋中的玩法一样）。

就凭着这个单薄的技术，伊凡发明并建立了当时人类体验的主要途径之一：屏幕上的交互活动。它的影响力巨大，被认为是有史以来最好的计算机演示。[\[4\]](#)

不久后，也就是1965年，伊凡提出了一种头戴式显示器的概念。他把这种显示器称为“终极显示器”。1969年，他制造了一个显示器实体，今天被称为“达摩克利斯之剑”，但实际上这个名字是指从天花板上吊下

来支撑目镜的一种支架。通过这些发明，你可以看到一个由计算机程序支持的世界。伊凡把通过他的头戴设备看到的地方称为“虚拟世界”，这一术语来自艺术理论家苏珊·兰格（Susanne Langer）。

我已经能听到VR专家的抱怨了。在VR的故事中，没有任何细节不涉及优先权的争议。VR仍然是一个巨大的未知领域，召唤人们去征服它。参与其中的每个人都想提出新的术语，或宣布其优先权，都想要流芳百世。这就意味着，这个领域是很有前途的，甚至可以载入史册。

第2个VR定义：一个假冒的新前沿，可以唤起探索时代或蛮荒西部的宏伟回忆。[\[5\]](#)

这本书传达的是我的个人观点，我并不想让它成为一部全面的历史书或辩证著作。即使这样，我也尽量保证公平的态度。

费尔科（Philco）发明了与VR中使用的头戴设备相似的最早的头戴显示器，比远程显示设备（指高级遥控机器人）还要早数年。当年还有莫顿·海利格（Morton Heilig）[\[6\]](#)制作的立体电影观看设备，更不用说在20世纪50年代把电视机放在头盔里的很多极端艺术家——他们通过这种行为，讽刺当时的人们太过沉迷于新兴的电视流行文化。

所有一切都早于伊凡的成果，但没有任何一个涉及一种互动式的另类世界，这个世界中的无限变化能够补偿头部运动（个人之外的一切都是静止的）。因此，在我看来，第一个可以被看作VR设备的头戴设备是伊凡发明的。

伊凡的成果看起来朴实无华，并没有马歇尔·麦克卢汉（Marshall McLuhan）的成果华丽，但在20世纪60年代这个圈子里的所有人当中，他对未来媒介的影响是最大的。你必须理解其中的精华，因为他的成

果看起来并不那么引人注目。

我很喜欢回忆计算机科学的早期阶段，因为你可以从中看到，计算本身就是一种发明行为。

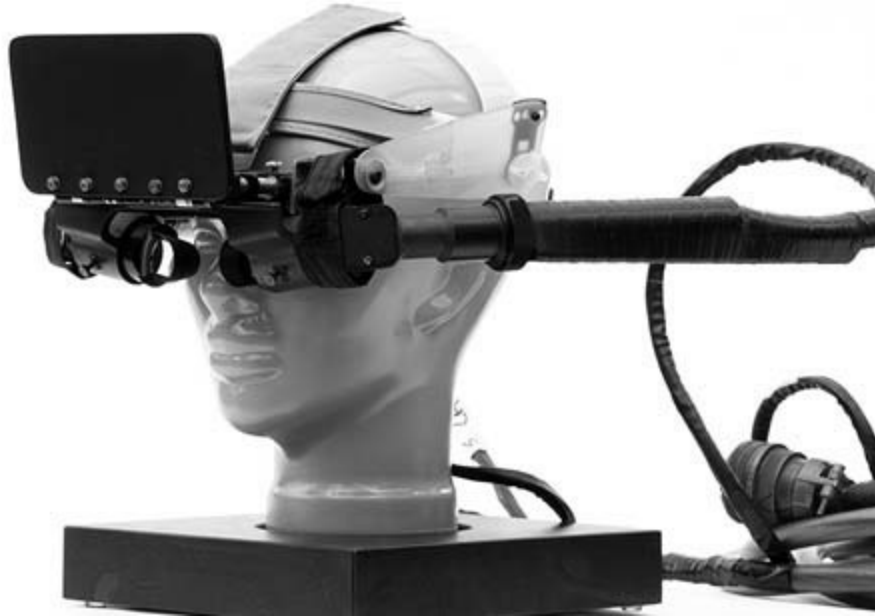


图3 - 1 20世纪60年代后期，伊凡最早的VR头戴设备之一。



图3-2 伊凡获得了2012年京都奖。

关于计算机，没有什么东西是不可避免的。我们把如此大量的信息放入其中，以致我们根本记不得，我们身处其中的这座大厦中的每一个砖块都是当时一些人出于特殊的癖好放上去的。

缠着陌生人打听伊凡

在童年时期，我曾经想象过一个实验，现在已经可以成为现实了：在中规中矩的得克萨斯州（而不是在戏剧化的墨西哥州）观赏《尘世乐园》。阅读有关伊凡作品的内容对我来说是一种挑战，因为每个句子都让我十分震撼，我不得不停一会儿再接着看下去。可能因为我没有办法看到伊凡的动态演示影片，只能想象那些场景，所以我的这种感觉尤其强烈。

第3个VR定义：能够搭载梦想的媒介的希望。

我的梦比较多。我经常会觉得自已是一朵在山腰翻滚的云朵，或是山腰本身，感受着几个世纪以来在我的躯体上铺开的村庄，石头的大教堂刻进了我的肉里，而农民在挠我痒痒。我曾经梦到无法描述的奇妙场景。我与其他人身处一个共同的世界，感到迟钝、无力、僵化。我渴望看到其他人的脑子里在想什么。我想让他们看到我在梦里探索的东西。我幻想着一个永远不会让人厌烦的虚拟世界，在那里，人们会给彼此带来惊喜。如果没有这个工具，我会感到束缚。为什么它还没有到来？

当时，实际的虚拟世界仍然是由轮廓和贴图组成的，就像画板一样。结构很简单：代表地板的网格，以及一些简单的几何形状。

直到最近，终于出现了计算机渲染的三维物体填充静态图像。这并不是移动式或交互式的图像，即便如此，在某本计算机科学杂志上还是出现了一个带有侧面阴影的立方体！当时的计算机就像是一个学着画蜡笔画的幼儿。

虽然只是一个立方体，但它是由计算机制作的，而计算机将会变得越来越强大。总有一天，计算机将绘制出树木、天空、生物和海洋。也就是说，总有一天，计算机不仅可以绘制《尘世乐园》，还可以绘制任何乐园！

你终将通过这台从天花板上吊下来的设备，创造出任何地方并身处其中。其他人也可以和你一起，就像斯图尔特·布兰德编写的网络电子游戏那样。除了星舰，你们还可以去其他任何地方。这是一个强大的想法，我心潮澎湃，不得不在地上坐了一会儿。

我一瞬间就迷上了这种潜力——多人分享一个地方，实现一种新的认同现实。在我看来，虚拟世界的“社交版本”应该叫作虚拟现实。这又反过来要求人们把身体放在VR中，从而能相互看见。但所有这些都必须等计算机技术有所进步才能实现。

我当时15岁，兴奋得难以自己。我必须告诉别人，任何人都可以。我有时会冲出图书馆大门，因为我无法保持安静。我会在新墨西哥州强烈的阳光下，冲向人行道上的陌生人。

“你必须看看这个！我们能用计算机将人们放到彼此的梦里面！任何你想象中的场景都可以！这些东西将不再仅仅出现在我们的脑海里！”我有时会随便找一个可怜的家伙，向他挥舞立方体的图片。那个人可能会礼貌地应和我。为什么这些人能够对这个世界将要发生的最惊人的事情视而不见？

别忘了，这是在互联网出现之前发生的事。因此，要与陌生人交谈，你只能亲自走上前去。

^[1] 哈罗德·斯科特·麦克唐纳·考克斯特（Harold Scott MacDonald “Donald” Coxeter）是20世纪最伟大的几何学家之一。他探索了对称形式这一宏大的领域，而网格穹顶只是其中非常小的一部分。除了在数学上的地位外，他还是网格穹顶建筑师巴克敏斯特·富勒和艺术家M. C. 埃舍

尔（M. C. Escher）的直接灵感来源。

[2] 格雷戈里·贝特森是人类学家，也是最杰出的控制论哲学家。我无法在这里总结他的工作，但我会说，他从维纳（Wiener）所揭示的可怕未来中找到了一条路。他谦卑地提出了一种技术方法，身处其中，人们不会把自己看作万物之灵，而看作一个更大的系统中的一部分。

[3] 几十年后，泰德会说，他最大的遗憾可能是那本书的字体太小。

[4] 伊凡的另一个竞争对手是道格拉斯·恩格尔巴特（Douglas Engelbart），他在1968年首创著名的生产力软件演示。恩格尔巴特演示了文本编辑、窗口、屏幕上的事项指向和选择、协同编辑、文件版本、视频会议等多项设计，而这些设计如今已构成了我们生活的基石。伊凡的演示有时被称为“有史以来最好的演示”，而恩格尔巴特演示的演示则被称为“演示之母”，尽管伊凡的成果时间更早。

[5] 希望大家不会介意我在这里引入一个讽刺性的定义。讽刺对年轻人来说是很平常的，但随着年龄的增长，即使你没有以前那么爱讽刺了，讽刺也会成为一种“抱怨综合征”。我就正在“讽刺商”的自我评价过程中。现在，我只希望这本书里的讽刺不会太过。

[6] 莫顿在1962年左右制作了一种被他称为“传感影院”的街机原型。你走上一个台子，放松你的眼睛，观察立体观看器。这个设备不仅可以播放立体电影，还可以播放立体音轨。它会抖动你，向你吹风。其中一个体验项目是骑摩托车。我最喜欢的是在游乐园里和女孩约会的项目。这种东西会让你有20世纪60年代初的纯真感觉。传感影院还被大胆地加入了投影机、录音机、吹风机和电动机。莫顿必须维护这些机器，保证它们运转正常。退休后，他设计并制造了自己的系列踏板车。莫顿还去跳蚤市场兜售这些踏板车。他告诉我，他很喜欢做生意。“我给人们做了一点小贡献，而他们给了我很多。”当我的女儿到了可以玩这种踏板车的年龄时，莫顿已经去世很久了。此时我想起了他，忍不住流泪。

04

我为何喜爱VR

（关于基础）

回想一下，这本书有两种内容。一种是讲故事，另一种是探索有关VR的主题。本章是关于第二种内容的首次出现。在这里，我将展开与VR有关的科普。之后的另一个相关部分将讲解VR系统的不同方面，例如可视化显示器。

镜中显现

尽管VR的使用越来越广泛，但VR中的很多乐趣仍存在于思考本身。

思考VR的一个方式是超现实的思想实验。想象一下，如果在宇宙中切除了一个人形的腔体，对这个腔体周围向内的表面，我们应该怎样描述呢？

第4个VR定义：用模拟环境界面替代人与物理环境之间的界面。

你可以将理想的VR设置想象成一个感觉运动镜，或者说人体的反像，随你喜欢。

例如，为了让VR的可视部分起作用，你必须计算在你向四周张望时应该在虚拟世界看到什么。在你的眼睛四处张望时，VR计算机必须不断地尽快算出你要在虚拟世界中看到的图像。当你向右看时，虚拟世界必须往左偏转作为补偿，以创造一种错觉，让你觉得这个世界是静止的，是外在独立于你的。

早些时候，我习惯于像这样对从未听说过VR的人们解释它的最基本原则。人们第一次体验VR时，简直是乐不可支！

无论是人类身体哪个部位佩戴传感器，比如眼睛或耳朵，VR系统都必须对这个部位施加刺激，创造一个虚幻的世界。譬如，眼睛需要可视化显示器，而耳朵需要扬声器。但与之前的媒介设备不同，VR的每

个组件在发挥功能时，都必须密切地反映人体的运动。

第5个VR定义：人类感官和运动器官的镜像，你也可以把它想象成人体的反像。

或者，更具体地说，可以是下页的第6个VR定义。

终极VR系统将包括足够的显示器、驱动器、传感器等设备，保证个人能体验任何事情。你可以成为任何动物或外星人，置身于任何环境，做任何事，并拥有完美的现实体验。

“任何”这类词在VR定义中经常出现，但在使用VR后，大多数研究人员都会渐渐对“任何”这个词产生怀疑。这个看似无害的词到底有什么问题？

第6个VR定义：一组越来越多的共同运作的小工具，与人类感官或运动器官相匹配。目镜、手套、可以滚动的地板，这一切可以让你感觉在虚拟世界中走了很远，而实际上你是原地不动的。这个清单无穷无尽。

我的立场是，在特定的年份，不管我们能预想到多远的未来，最好的VR系统也无法完全囊括人类的所有感觉或人类对所有事物的衡量。不管VR到底是什么，它总是在追寻一个最终目的，一个永远无法实现的目的。不过并不是所有人都同意我这个观点。

一些VR狂人认为，VR最终会超越人类的神经系统，到那时，就没必要再对它进行改善了，因为它将会与人类的感知媲美。

我不同意这个观点。一是因为人类的神经系统经过了数亿年的进化，已经可以根据具体情况将自己调节到现实的量子极限。譬如，视网膜可以对单个光子做出响应。当认为技术可以全面超越我们的身体时，我们忘记了自己对身体和物理现实的了解。宇宙中不存在无限细度的颗粒，而身体可以在需要时将自己调节到任何细度。

总会出现这样一种情况：无论一个媒介在技术层提供的错觉有多么精细，与无中介的现实相比，它都会显得有点不对劲儿。伪造的总是更粗糙、更笨拙，多少有些不自然。[\[1\]](#)

但这不是解释我们的模拟不能超越身体的最佳理由。

在高品质的VR面前，我们会越来越挑剔。VR会训练我们具备更好的感知能力，可是最近出现的花哨的VR设置看起来不再具有高品质了。提高VR的整体意义就是让VR一直保持淳朴。

通过VR，我们学会了感知是什么让物理现实变得更为真实。我们学会了利用身体和思想不定期地进行新的探索实验，其中大多数探索都是无意识的。高品质VR的到来，提升了我们辨别和体验物理特性的能力。关于这个主题，我会在之后多次探讨。

我们的大脑不是一成不变的，它们具有很好的可塑性和适应性。我们本身并不是固定的目标，而是创造性的过程。如果人类发明了时光机器，就有可能将一个人从当下投放进高度复杂的未来VR设置中，而且这个人会信以为真。同样，如果我们过去把人们投放到我们现在的VR系统中，他们也会信以为真。

改编一句亚伯拉罕·林肯（Abraham Lincoln）的名言：“你可以用当

时的VR愚弄一些人，也可以用未来的VR愚弄所有人，但你不能用当时的VR愚弄当时的所有人。”

原因就是，人类的认知永远在进步，而且通常都会超越VR的进步。

第7个VR定义：相比之下，较粗糙的模拟现实促进了我们对物理现实深度的认识。随着VR在未来的进步，人类感知也会相应进步，并让我们学会更加深入地挖掘物理现实。

由于VR技术在未来会进步，我们人类也将会成为更加优秀的“天才侦探”，具备新的技巧来区分幻觉与现实。

现在的天然视网膜和未来的人造视网膜都会有缺陷和错觉，因为所有的传感器都是如此。大脑会不停地运转和测试，并学会观察这些错觉周围的情况。微小的感觉力量不断流动——手指压在柔性材料上，皮肤里的传感细胞就会激发神经元，将按压信号反馈给大脑——这样的流动就是感知的血液。

用动词，而不是名词

在描述人们与现实之间的交互时，VR研究人员更喜欢用动词，而不是用名词。人类与宇宙其余部分之间的界限更像是一个战略游戏，而不是一部电影。

身体和大脑不断尝试着探索和测试现实，而现实是一种回归。从大脑的角度来看，现实就是对下一刻的预期，而且这种预期必须不断调整。

在VR中，可以感觉到一种随时面临预期的认知动力。[\[2\]](#)

所以我们怎么可能模拟出一个人的替代现实？实际上，VR与模拟现实无关，而是与刺激神经预期有关。

第8个VR定义：一种能使大脑填充空白并掩盖模拟器错误的技术，从而使模拟现实看起来比原本的更好。

VR的可操作定义总是关于接近理想的过程，而不是实现理想的过程。不管怎样，是接近，而不是实现，让科学成为了现实。（如果你觉得这种理解科学的方式不够清楚，请阅读页下注。）[\[3\]](#)

科学的逐渐进步是一个宏伟的过程。人们需要一段时间才能适应这种进步，一旦你见识了它，科学的逐渐升华就会成为一种美，一种信任的基础。

鉴于这种感性精神，我很欣赏完美的、完整的VR形式的无限魅力。完整的现实永远不会为人所知，VR也是如此。

第9个VR定义：一项研究，有关连接人与世界间感觉运动的循环，以及该研究通过工程进行调整的方式。这项研究永无止境，因为人在研究中会不断变化。

避免恶习

有一种流行的隐喻，认为神经系统的运作，就像日常物品遵循它自己的原理运行一样，而事实上物品与大脑的运作原理完全不相干，这种隐喻已经变成了理解的障碍。譬如，人们常常会认为眼睛就像照相机，耳朵就像耳麦，大脑就像计算机。我们将自己想象为USB（通用串行总线）发言人。

一个更贴切的比喻是：我们的头是一个间谍潜艇，被派往世界各地执行大量的实验任务，看看各地到底有什么东西。放在三脚架上的照相机拍出的照片通常比我们手持相机拍出的照片更加精确。眼睛则恰恰相反。

如果你将自己的头部固定在一个老虎钳上，更具体地说，如果让负责眼珠在眼眶里转动的肌肉失效，也就是模拟眼睛放在三脚架上的场景，你暂时会和以前一样看得到东西，感觉像是正在看电影。然后，一些可怕的事情发生了。你周围的世界将会褪成灰色，然后消失。

视觉依靠的是神经系统进行的连续实验，主要通过头部和眼睛的运动来实现。看看你的周围，注意当你尽可能以最小幅度移动头部时会发生什么。真的，先别看书了，就向周围看看，注意你看东西的方式。[\[4\]](#)

当你尽可能以最小的幅度移动头部时，仍然可以看见离你不同距离的物体的边缘以不同的方式排列起来，响应头部运动。这在业界被称为“运动视差”，是3D（三维）感知的一个重要组成部分。

你还会看到很多东西在光照和质地方面的细微变化。看着另外一个人的皮肤，你会发现，当你的头部移动时，就能看到皮肤内部。（皮肤和眼睛共同演变，以实现这一点。）如果你在看另外一个人，你会看

到，当你仔细观察时，各种不可思议的细微的头部动作信息在你们之间来回跳动。这就是所有人之间的一种秘密视觉运动语言。

如果你不能感知到这些东西，你可以进入VR一段时间，然后跳出VR并再次尝试。

视觉实现的方式是追随和注意变量，而不是常量。因此，在即将看到的東西中，存在一种神经预期。神经系统的运作方式和科学界有点类似，它拥有贪婪的好奇心，不断地测试我们对外界事物的想法。当一个VR系统暂时说服这个“圈子”一致支持替代假设时，它就成功了。（如果VR能获得永久性的成功，一种新形态的灾难性政治失败就会发生在我们身上。但我们对成功的临时VR体验越熟悉，就越不容易陷入这个悲惨的命运。）

一旦神经系统得到足够的线索将虚拟世界视为预期的基石，VR就可以开始提供真实的感觉。从某种意义上来说，这种感觉太过真实，简直是泄露天机。

神经系统作为一个整体，会在某个时间点选择一个让人信服的外部世界。VR系统的任务则是将神经系统提升到超过一个阈值，使大脑在一段时间里相信这个虚拟世界，而不是物理世界[电子shu 分享V信shufoufou]。

第10个VR定义：从认知的角度来看，现实是大脑对下一刻的期待。在VR中，大脑在一段时间里被说服期待虚拟的东西，而不是期待真实的东西。

关注自我的技术

VR是一个难以解释的课题，因为它很难被限制在某个领域内。它直接与其他学科相关联。我曾经为了VR这一学科的工作，请教过数学、医学、物理、新闻、艺术、认知科学、政府、商业和电影领域的人士，当然还有计算机科学领域的人士。

第11个VR定义：VR是最中心的学科。

对我来说，VR最大的价值就是去除杂味。

每个人都习惯了生命以及我们的世界上最基本的体验，我们认为这是理所当然的。而一旦你的神经系统适应了一个虚拟的世界，等你回过神来，就有机会体验在微观世界中重生的感觉。最普通的表面、廉价的木材或普通的土壤，都在短时间内因其无限的细节大放异彩。甚至凝视另一个人的眼睛这件事都变得颇具冲击力。

VR在过去和现在都是一种启示，而不仅仅是重新揭示一个外部世界这么简单。在某个时刻，你会突然注意到，即使一切都在变，你还是在那里，在世界的中心体验存在的一切。

在我见到了那只巨大的手之后，我自然地转而利用动物、各种各样的生物，甚至是有生命的云朵来做实验。当你将身体转变到一定程度时，就能开始感受到强大的效果。有关你与你的世界的一切都可以变化，但你仍然在那里。

这种体验太过简单，以致很难传达。在日常生活中，我们已经习惯

了活着，但其实活着就是一个奇迹，只是让人觉得平凡。我们开始感觉到，仿佛包括我们在内的整个世界都只是一种机制。

机制是模块化的。如果将一辆车的所有零件用直升机的零件替换掉，那么到最后你将会得到一架直升机，或是一个垃圾组合，但绝不会是一辆汽车。

同样，在VR中，你可以一个一个地替换体验中的元素。你拿走房间，用西雅图替代它。然后拿走你自己的身体，用一个巨大的身体替代它。即便所有的元素都消失了，但你还在那里，体验着剩余的一切。因此，你与车和直升机是有区别的。

即使身体变化了，整个世界的剩余部分也变化了，你的体验中心仍然不会变。VR剥离了现象，揭示了意识始终存在并且保持真实这一道理。VR是一种将你暴露给自己的技术。

我并不保证VR体验者一定会注意到那些最重要的景象。我之前也没有注意到我正在研究的东西中最基本的元素，直到我发现了VR中的漏洞，比如那只巨大的手。我想知道，怎样的元素阈值可以让其他人欣赏到VR体验中最基本但最深刻的本质。

第12个VR定义：VR是关注体验本身的技术。

技术改变一切，因此，我们有机会发现这样一个道理——通过尽可能地推动技术发展，我们就能重新发现自身中超越技术的一些存在。

VR是一种以最人性化的方式接近信息的方法。它暗示了一种以内为中心的关于生命和计算的观念，这与大多数人熟悉的观念几乎是相反的^[5]，而这种反转具有巨大的影响。

VR研究人员必须承认内在生命的现实，因为如果没有它，VR将是一个荒谬的想法。一个人的Facebook（脸谱网）网页可以在他死后继续存在，但他的VR体验将不复存在。如果不是你的VR体验，那还能是谁的呢？

VR让你能够以纯粹的方式感受自己的意识。你存在于系统中一个固定的点上，除此之外，其他的一切都可能发生改变。

在VR里，你可以体验与朋友一起飞翔的感觉。你们都能变成散发着光芒的天使，翱翔在镶满黄金尖塔的外星球上空。想想当你在这些黄金尖塔上方翱翔时，到底是谁存在于这个世界中？

大多数技术会让人觉得，现实只是一片由小玩意儿构成的海洋，你的大脑和你的电话以及云计算服务融合成一个超级大脑。你对Siri（苹果智能语音助手）或微软小娜讲话，就好像它们是真人一样。

VR这种技术强调了你的主观体验的存在。它证明了你是真实的。

[1] 关于这个观点的争论十分普遍，尤其是在20世纪80年代。从当时到现在一直存在的观点是，我们最终将通过一种假设的终极纳米技术掌控物理现实中的每个细节，这样，VR和物理现实之间就不再有什么区别了。例如，增强的人类解剖学假设的未来怎么样？如果我们通过增强的感觉器官更好地看清这个世界，我们是否也能直接利用模拟数据来提供同样的器官？这些争论无休无止，但我仍然认为，在探测伪造方面，大脑会不断进步。请记住，我们不能超越现实的交互性。如果我们有一天利用超高分辨率的人工视网膜提高了我们的视力，因而能看到更多的颜色——即便到那个时候，感知的关键仍然是交互性，是探测。如果到了那个时候，我们环顾四周，VR也不会与我们通过新眼睛看到的世界一样真实。

[2] 有人建议说，这和“太极”中的“极”是一个意思，但我对此不太了解。

[3] 以下这个例子能证明，科学是关于接近，而不是关于实现的：20世纪给我们带来了两个物理理论——量子场理论和广义相对论。这两个理论都非常完美，目前还没有人成功设计出任何实验来反驳它们的准确性。但在某些有关宇宙整体或黑洞的极端情况下，这两个理论又相互矛盾。

因此我们认识到物理学尚未“完成”。这并不意味着进步是不真实的。相对论让我们的GPS传感器具备精确性，而量子场理论让我们可以将结果数据存入海底的光纤电缆。如果没有这些理论，我们是不可能做到的。但仍然有更多的东西等待我们去发现。

科学并不意味着一定要得到最终结论，这样说可能会带来情绪上的不满。我们的大脑会产生思想，也想要现实和思想一样，立场鲜明，具备柏拉图精神。但科学只意味着逐渐的进步，在无尽的黑暗中点亮烛火。

大脑可以产生固执的想法，并希望现实以某种指定的方式发展和结束。唉，我们从未完全地、即时地理解永恒的现实。

由于科学并不能绝对实现，人们可能觉得在情感上被科学欺骗了。这就像我们想要一个完美的国王，但我们得到的只是不完美的政客。这种感觉很糟糕。

我也有这种感觉。我有时希望科学可以完美一点，但其实你只能习惯事物真实的现状。我们能进步，这本身就是一个奇迹，一个惊喜，一件令人惊叹的好事。我们可以理解的比以前更多。即使这样，一想到我们并不是全能的，也让人颇为沮丧。

我们理解中的缺陷，可以让我们以抨击政客的方式来抨击科学。气候变化否认者和反疫苗人士认为，如果科学没有完全实现，那么，任何事情都不会得到解决。有时候，某些人工智能人士可能认为，因为我们了解到了一些关于大脑运作的知识，我们就一定了解了大脑运作的所有关键信息。

我感受到了这些夸张想法背后的情绪，但科学值得信任的原因就在于，它并不承诺万能。只有江湖骗子才会承诺自己是万能的。科学已经解决了一些问题。朋友，虽然你想要的是一切，但要接受其中的一部分，有那么困难吗？

当你抨击体面但不完美的政客时，你只会得到假装成国王的更糟糕的政客。当你抨击不完美但有效的科学时，你就给了骗子可乘之机。

[4] 如果是盲人，这个原理同样适用于听力。

[5] 这是一个对某些人来说显而易见的观点，因此他们会觉得我说这些有点儿无聊，而另一些人则会觉得有点儿困惑。如果你觉得困惑，可以看看这本书后面有关人工智能的章节（从第19章“宗教的诞生”一节开始）。

05

系统漏洞

(VR的黑暗面)

疯狂的机器人

在我的母亲去世后，一个警句帮助我离开了医院：“选择生活。”我当时才十几岁，靠着这个警句，我回到了生活中。

在我刚上大学时，埃勒里给了我一本诺伯特·维纳（Norbert Wiener）的《人有人的用处》（*The Human Use of Human Beings*），那时我对计算机科学产生了兴趣。这是一本很可怕的书，因为在当时来说，这本书相当超前，对一些基本术语，维纳都必须做出定义。他在书中阐述了一种未来计算方法，并称之为“控制论”。

维纳意识到，终有一天，当计算机完全融入人类事务时，我们只能把人类和计算机理解为一个系统的不同部分。这点现在看来可能是显而易见的，但在当时是一个跨越性的伟大预见。[\[1\]](#)

在计算机技术的开始阶段，维纳并不是一个很受欢迎的人，遭受了各种批评。他是个怎样的人，对我来说并不重要，重要的是他有着清醒的头脑，第一个占领了这些新理论的高地。

“人工智能”一词是20世纪50年代末于达特茅斯举行的一次会议上提出的。这一术语出现的原因之一就是，维纳的一些同事很讨厌他，他们认为必须要提出一个新的名称来代替控制论，因为当时控制论开始流行，而它与维纳相关。然而，这些人提出的替代术语和控制论指的并不是同一个东西。

“人工智能”的目的在于，在不提及人类的情况下描述未来计算机的特质。这表明，即使人类都死亡了，计算机仍然会作为独立的实体存在，虽然在那时，已经没有任何人再关注它们了。

相对来说，“控制论”的目的仅在于，计算机和人类在彼此存在的背景中理解对方。这与形而上学无关。

维纳说的对，人工智能搅浑了一潭池水。在这本书结尾，我会回溯到对人工智能的看法，但现在让我们想想维纳的想法对VR有什么意义。

恐怖方程式

一个方程式就可以总结出，为什么维纳的书这么可怕：

图灵^{摩尔定律} × (巴甫洛夫、华生、斯金纳) = 僵尸启示录

第二次世界大战刚开始就给人们留下了恐惧感，人们担心人类的能动性可能会受到技术的威胁。纳粹利用电影宣传等新技术，在发明工业化版本种族灭绝时招揽了一大批追随者。在这样的阴霾中，我的母亲就像是一个微小的像素，一个本来无法存在的幸存者。

战后，每个人都感到迷茫，这到底是怎么发生的？还会再发生吗？我们能在最开始发现它吗？发现之后又该怎么办？

战后的人们担心思想被控制。伊万·巴甫洛夫（Ivan Pavlov）、约翰·B. 华生（John B. Watson）和B. F. 斯金纳（B. F. Skinner）这样的心理学家已经表示，可以利用受控反馈来改变行为。威廉·巴勒斯（William Burroughs）、托马斯·品钦和菲利普·K.迪克的作品被视为赛博朋克流派的代表，常常带有现代偏执的黑暗金属风格，而大部分现代科幻小说也具备这一风格。这一切都是从一些科学家向惶恐的普通人炫耀实验室权力开始的。

最初的一些行为主义者处处透露着嚣张气焰，好像他们有权宣布怎样在实验室或社会中设计其他人一样。他们还带有极权主义倾向，好像除了行为主义，了解人类的其他任何方法都无关紧要。

巴甫洛夫就是在狗吃东西时摇铃的那个人，他证明了只用铃铛就能让狗流口水。华生进行了残忍的“小艾伯特”实验。当动物出现在婴儿周

围时，他就会吓唬这个婴儿，他证明了可以让人类永远害怕动物。斯金纳则设计了一个实验盒子，在实验室中了解动物的条件反射。

流行文化中的行为主义已经沦落为一些小玩意儿了。就算是美国总统，你也可以发推文请客，以此引起人们的注意。当听到“狗哨”时，你马上就会“流口水”。斯金纳盒子就是一个原型。在斯金纳盒子里的人会有有一种掌控一切的错觉，但实际上是他被盒子控制，或是被盒子背后的人控制。

关键区分必不可少，而正确区分并不容易。我曾经被行为主义者的文化所排斥，虽然它并不是属于实用科学的行为主义本身。过去我考虑用训练山羊来证明行为主义的有用性，但在今天，我可能会提出认知行为疗法。

我大学时痴迷于研究怎样划分实用科学和恐怖的权力炫耀。我的大脑飞速运转，彻夜不眠。“我们需要科学来生存，而且科学本身富有美感。但科学家可能是怪胎，由怪胎编排和驱动的科学可能造成可怕的伤害。如果我们不够好，配不上科学，我们又怎么能研究科学呢？”

行为主义让我感到最沮丧的地方就是它包裹着反人类的感觉，通过残忍的实验哗众取宠。你可以使用任何技术来设计新形式的残酷实验，但这又是为什么呢？

行为主义并不是偏执的唯一来源。遗传学是有用的、有效的，但遗传学家有时会转而支持反人类的邪恶乌托邦思想。对被杀害的我的家人，被囚禁和折磨的我的母亲，以及千千万万和他们一样的受害者来说，有些科学家也是帮凶。

如果你想感受我最开始学习计算机科学时的那种偏执精神，我推荐你观看原版电影《满洲候选人》（*The Manchurian Candidate*）。影片中，一名美国士兵被洗脑，而洗脑不是通过宣传、斯德哥尔摩综合征或

任何其他人类交互范围内的诡计实现的，而是通过残酷的算法、无菌刺激和反馈实现的。《发条橙》（*A Clockwork Orange*）以及许多其他小说和电影，也描绘了像斯金纳一样的心灵黑客。

试想，你就像是游戏里的人物一样，某个蠢货可能正在操控你，而你毫无所知，这种感觉是不是糟糕透顶？

从第二次世界大战后到世纪之交，这段时期的电影和小说往往是关于这样一个主题：催眠或一种假设的“真话血清”将用于控制人类。这不仅仅是电影情节！实际上，美国中情局在人们不知情或未同意的情况下，给人们服用致幻剂（LSD），观察它是否会促进精神控制。

维纳推测，计算机可能强大到以更有效、更难探测、更加恐怖的方式运行更完美的斯金纳盒子。仔细解读斯金纳，你就会明显地认识到，只要有足够好的传感器、足够好的算法和足够好的感官反馈，就可以在清醒的人们不知情的情况下，把斯金纳盒子安置在他们附近。维纳同时指出，要搭建巨大的计算设施和通信网络十分困难，因此，这种危险只是理论上的——这让读者松了一口气。

比特两极化

在我刚开始反思计算机图形学后没几个月，我产生了一个令人窒息的想法。这个想法非常可怕，我必须马上停止它，之后它消失了。但多年后，我又在某些奇怪的时刻重新遇到了这个黑暗的想法，并逐渐发现了一种一致性，而且后来我还想到了更多。

这个可怕的想法就是，虚拟世界技术在本质上是终极斯金纳盒子的理想设备。虚拟世界完全有可能是有史以来最恐怖的技术。

请记住，当时的虚拟世界仅由一些斯巴达单线条渲染构成，只能在一些实验室通过巨大的工业级装备才能看见。

在我的白日梦中，也有可能是在夜里的梦中，充满着有关这种新技术的各种想象。它将是美丽的、善于表达的、敏感的。它将是希罗尼穆斯·博斯加上巴赫再加上巧克力。我的手大到可以测量，然后变成无约束的附肢，可能仍然是一只手，也可能是一个翅膀。我将在某一天飞过曼德尔布罗特集合，我将以跳舞的方式来编程，我会与我的朋友一起种植想象的植物，音乐从中生长出来。

恐惧来自上一段中的某个词，那就是“测量”。

维纳考虑到了计算机适应世界的方式。直到那时，计算机还主要用于抽象的政府工作，比如破解密码或计算导弹轨迹。成堆的打孔卡被交给窗口的技术员，然后在某个离散的时刻，技术员向计算机中输入数据，可能是加密的敌方情报，运行程序，最后读取输出数据。的确，从艾伦·图灵（Alan Turing）到冯·诺依曼（von Neumann），计算的正式定义都首先围绕着离散输入、处理和输出阶段。

如果计算机一直在运行，与世界交互，并嵌入世界呢？这正是伊凡·苏泽兰所描绘的原型！

“网络”一词来源于希腊语，与导航有关。当你航行时，必须不断适应风浪的变化。同样，计算机将会用传感器测量世界，用执行器影响世界。潜入世界的计算机就像是一个机器人水手，即使它是固定在原地的。它也许只能从相机中看到外面，接收文本键盘的信息，再将图像上传到屏幕或控制机器。这就是“控制论”。

《2001：太空漫游》（*2001: A Space Odyssey*）中就描述了这一版本的算法。机器人哈尔（HAL）并不住在四处走动的身体里，它就静静地待在那里。尽管如此，它仍然会移动，它控制着整个飞船以及飞船内部的一切。

现在来想象斯金纳盒子。用来对盒子内的生物进行测量的组件是什么？老鼠是否按了按钮？有反馈证实确实如此。食物会出现吗？是什么让测量启动了行为？在原始的实验里，一个人类科学家是控制体，而在今天，算法是控制体。

斯金纳盒子的组件和控制论计算机的组件大致相同。在今天看来，这或许是一种最基本的发现，但在我年轻时，这种联系却令人耳目一新、无比震惊。

为了顺利运作，VR必须拥有目前最佳的人类活动感知。它也许能够以反馈的形式创造任何实践体验，但它也可能是有史以来最邪恶的发明之一。

第13个VR定义：最邪恶、最完美的斯金纳盒子的理想工具。

等等，别这样想！快回过神！想点其他的。学习尺八^[2]也行，出国旅游也行，反正别再想了。

^[1] 尺八是一种中国古代传统乐器，后传入日本。——编者注

^[2] 维纳是与计算相关的“系统”著作的鼻祖，但由于所处的时代实在太过久远，他的作品少了点迷幻色彩，而《两个控制论前沿》和《计算机自由/梦想机器》这些书就颇具迷幻色彩。

06

我的成长之路

穹顶完成

在我17岁时，穹顶早已完成。我也快拿到数学学士学位，在研究生班当一名助教了。

我害怕自己会落入学习制造邪恶机器的陷阱。我必须多看看这个世界，得到启示。

碰巧的是，我遇到了一个比我大几岁的男孩，他自称是来自纽约的诗人。我从来没见过有人像他那样做自我介绍。他头发长长的，蓄着山羊胡，在纽约郊区上艺术学校。

我突然感觉自己必须要去那个艺术学校。为什么呢？难道是因为我在图书馆读到的先锋科幻杂志对我来说很有吸引力？还是因为我对康伦·南卡罗（Conlon Nancarrow）[\[1\]](#)、合成器和实验音乐都很着迷？不是，都不是。我的父母曾经是纽约的艺术家，他们曾经为此痴迷。我必须去那里，去追随我母亲的脚步。

钱是个大问题。与新墨西哥州立大学相比，艺术学校的学费非常高。我的父亲用穹顶作抵押，得到了一笔贷款。

我遇到的男孩有辆面包车，我们开车穿过了整个美国。在我们往东走时，我看到了绿油油的大地，感到十分惊讶。看到曼哈顿时，我兴奋极了，完全被惊呆了。我们没在那里停留，而是继续驶向那个偏僻的小校园。

我完全没有想到学校里的人会这么势利。几乎所有的孩子都来自富裕的家庭。我读过索尔斯坦·维布伦（Thorstein Veblen）的作品，他是我父亲最喜欢的作家之一。他在书中曾经描述过这种孩子的生活状态，他们所说的每个词都是抱怨。一个学生在一首民谣中写道：“可惜出生得太晚了。”我们真可怜，只能怀念20世纪60年代了。

这里的学生都非常爱炫耀。周五晚上，总会有闪亮的限量版跑车故意制造事故，从而成为周六的谈资。

到处都是装模作样的苦难和贫穷。宿舍就像被炮弹轰炸过一样，这是在模仿纽约——在那个年代，纽约就是贫民窟。当时的潮流就是活得低调、活得朋克。每个人都很激进，对真实的生活、真实的贫穷、真实的苦难，每个人都比别人知道得更多。

最有钱的孩子吸上了海洛因，这没什么大不了的。他们彼此崇拜。一个是诗人，另一个就是伟大的电影制作人。

可能在那所学校，除了我，没有人需要自己挣钱。我很想让他们接纳我。我渴望被看作一个真正的艺术家。当然，这根本不可能。我的身上深深地刻着乡巴佬的烙印。

以前，我知道我在某些奇怪的方面拥有一些小小的特权，事实也的确如此。毕竟，在我家附近的游泳池被溺死的人又不是我。我的肤色把我的地位提高了一点点——虽然只是一点点，但这十分关键。

我后来意识到，这种地位是分形的，这种模式在或大或小的不同规

模上重演。当行业巨头聚集在一个房间里时，相比之下，总会有一个失败者。当穷苦的小孩聚集在一起时，也总会有一个是头儿。我当初自以为是的特权只不过是因为当时身边的人身份太过低微。

也不是所有的人都不可一世。我也遇到了一些明事理的理智学生。但总的说来，情况就是我上面所说的那样。

电影骗术

艺术学校有一个优点——我在这里第一次有机会谈论我的想法。这里的学生喜欢像学者那样高谈阔论。最常见的话题就是电影。

这个学校是先锋电影制片人的绿洲。一些在这里巡演的怪人只制作过几部电影，每部只有几分钟，但他们很受学生欢迎，包括我在内。斯坦·布拉克黑奇（Stan Brakhage）或迈克尔·斯诺（Michael Snow）这样的人物总是能从我们身上挣到点小钱。电影在一个临时搭建的锈迹斑斑的旧棚子里放映，放映结束我们就可以在廉价酒吧买到食物。酒吧里还有一台自动点唱机，吵得让你无法思考。

天哪，当我一次又一次地想起那些音乐时，仍然感到很震惊。当时大部分的年轻人都喜欢流行乐。不知道是因为那些音乐本来就很糟糕，还是只有我一个人这样认为，反正我认为很多20世纪70年代中后期的音乐在当时听起来就很糟糕，现在听起来仍然很糟糕。

我们不光看电影，还会讨论电影。我们不光讨论电影本身，还会讨论“电影文化”。在每一次关于先锋电影的讨论中，我们都会激烈地争论一个话题：总有一天，每个人从生到死的每一秒都会被拍摄下来。所有的东西都会有记录。

我反复用至上主义者博尔赫斯（Borges）的理论来阐释这个想法：电影将压倒时间本身。“没有任何东西会被遗忘，因此，现在和过去的界限就不会那么明显。时间不再是简单的线性存在，而是更具扩散性，就像一张展开的地图，而不是一根直线。”

我的据理力争使我成为这个社交圈子里的一员，虽然只是昙花一现。用电影记录一切的想法如此诱人，感觉就像是未来一样，就像是电

影战胜了其他一切似的。电影至上是未来！我的话基本说到所有人心窝里去了。

小众电影文化中的朦胧感就是我们想要的。一想到普通人不认识玛雅·黛伦（Maya Deren），我们就会非常满意。

你可能也不认识她。这个电影制作人的小圈子发明了一些模式和风格，其中的大部分你可以在音乐录音带中找到，它们最终带来的影响可以与史蒂文·斯皮尔伯格（Steven Spielberg）或乔治·卢卡斯（George Lucas）的影响比肩。这些我也根本没有想到。

有一天，我走在一片诡异的迷雾中，突然萌生出一个可怕的想法，一个被禁止的想法：如果我提出“人有人的用处”这种概念会怎样？天哪。

我记得在又一次看完米卡斯兄弟或杰克·史密斯（Jack Smith）的新片后，大家开始天南地北地讨论，我问道：“谁将负责拍摄人的一生这部大电影？谁来定机位，调颜色，在不同的摄影机之间切换？”

“电影的拍摄中有一堆的决定，”我继续说道，“这是真正的工作。如果每个人都以自己的一生为题材拍一部大电影，那么，我们也没有时间过什么生活了。电影会扼杀其他所有的事情，结果就是出现停滞、静止的图像。如果电影是由另一个人来执导，则会产生法西斯主义，因为你的记忆会被另一个人控制，这个人会控制你的一切。因此，我们不可能把一切都拍摄下来。我们必须抛弃足够多的记忆，才能获得自由。”

奇怪的是，没有人能接受我的这一论点。这是一种偏执的想法，这群年轻固执的孩子就喜欢这个调调，我本以为会引起他们的共鸣。此外，我感觉这个想法很重要，它有可能是真理。事实恰恰相反，我只听到了沉闷的傻笑。对孩子来说，奉承所带来巨大的愉悦感是无可匹敌的。

虽然我的观点失败了，但这次争论给我带来的最终感受是快乐大过恐惧。我曾经因为对母亲印象不够深刻而自责，但我后来清楚地知道，适当的遗忘有时就是释放自我的唯一出路。

我在正式课堂上学到的东西并不多。事后想来，我的数学和科学成绩并不出众。那时没有计算机，我对此不感兴趣，当然更谈不上理解。我不得不把有关计算机的一切留待以后处理。更糟糕的是，音乐老师都是神秘秘的，人品也不好——由于发生了一些可怕的事情，我很快就了解了这一点。

在那之前，发生了一件好事情。

初次进城

我会在周末坐火车去曼哈顿，去见我父母的一个朋友。她叫露丝·莫利（Ruth Morley），是一名电影服装设计师，以她在《安妮·霍尔》（*Annie Hall*）和《窈窕淑男》（*Tootsie*）中的设计而闻名。她住在一座紫色的顶层公寓里，就在达科他的后面。她有两个女儿，都比我大一点点。

我父母在纽约的生活仍然有迹可循，这让我感受到这座城市的善意。我从那座紫色的顶层公寓中出来，见识了一场现实版的先锋音乐，和我在郊区的学校看到的装模作样的音乐完全不同，实在是太棒了。我与约翰·凯奇（John Cage）以及当时一些音乐名人一起消磨时间。合成器女神劳丽·施皮格尔（Laurie Spiegel）以及同样可爱甚至更让人惊叹的新星劳丽·安德森（Laurie Anderson）也成了我的朋友。

纽约就像一个巨大的抛物面反射镜，在身后把你放大。当你走在纽约街头时，会接触到数千人的目光，交换潜意识信号。你坠入了最密集的命运中心。如果你想找麻烦，这里就可以。你也可以在这里找到真爱，找到互相喜欢的人，或失去宠爱。

今天却不再是这样了，因为每个人都只看到手机。

有一个富有优雅的年迈寡妇，拥有欧洲贵族血统（其实每个人都是吧），她默默赞助了纽约的许多实验音乐现场。在这些显然经过组织的活动中，总会有这样的人在幕后默默支持。

据说她住在一座巨大的尖顶房子中，听说这座房子是有史以来最大的不锈钢单体建筑。她丈夫的遗骨好像就悬挂在顶尖的一个活动部件中。

她经常邀请凯奇以及其他一些精英一起聚会，彻夜狂欢。我们先跳舞，再在一个富有的名人家中搅得天翻地覆，然后游荡街头，从最高级的餐厅的垃圾桶中翻出被扔掉的高级奶酪。我在早上4点左右才睡觉，疲惫不堪。

当时的纽约犯罪猖獗。由露丝担任服装设计师的《出租车司机》（*Taxi Driver*）准确地抓住了这一点。几乎所有人都被抢过。但在这个先锋艺术圈中，仍然有一种自负的精神，那就是一切都与态度有关。如果你在进入这个城市时心态端正，那么你就不会受到影响。（最终在多年后的20世纪90年代，约翰·凯奇也被抢了。他的信念动摇了，我们的也是。）

一位名叫查利·莫罗（Charlie Morrow）的作曲家组织了一个强悍的游击队，成功入侵了股票交易所，在被保安用哨子驱逐前，我们让那个地方变得热闹无比，而那些保安也被我们视为乐队成员。在一场音乐会上，我用香肠制作了一个巴松管，声音听起来还不错。

我演奏钢琴的风格十分激烈，总有种血洒琴键的感觉。一部分是因为我在尝试用手弹出南卡罗后期节奏极快的自动钢琴的演奏感觉，虽然这是不可能做到的。另一方面，无论音乐中的情感如何，我的情绪总是很激动，甚至到达危险的程度。每当我演奏时，我感到这就是我的生命。

我希望你能听到我的回忆。我记得我活在自己的钢琴世界里。这个世界由强烈的和弦冲突和节奏组成，给几乎消失的精致模式留出了空间。我有很多奇怪的踏板技巧，比如反复开关阻尼器来获得颤音，或在一个音符好像要结束时，继续保持颤音。我弹奏的每一个音符都余音绕梁。我喜欢疯狂的快速琶音，这是跟南卡罗学的，我还能用花哨的翻手来完成这种琶音。不过我记得的东西和别人听到的东西是否一样，这很难说。

我在一家名叫“耳馆”的独具风情的河畔老酒吧弹钢琴，这家酒吧最近重新火了起来，成了作曲家的聚集地。另一个很厉害的钢琴手名叫夏尔马涅·巴勒斯坦（Charlemagne Palestine），他和我争位子，偶尔会把我挤下去。

那个时候并没有很多记录的方法，所以我没有自己以前弹钢琴的录音。但我的确上过一本名叫《耳朵》（*Ear*）的杂志的封面。《耳朵》是一本众人皆知的先锋音乐杂志，拥有我之前在新墨西哥州的图书馆看到的先锋艺术杂志的风格。这本杂志每次要发行新的一期，就会派人去达科他向约翰·列侬和小野洋子讨要一些经费。我的封面形象是一个单簧管按键系统和当时的地铁路线图组成的变体，还有一个单簧管合唱团在地铁上演奏。[电子shu 分享V信shufoufou]

螺旋坠落

回到那个郊外的学校，事情变得越来越糟糕。我有一份钢琴家教的工作。有一天，一个学生眼泪汪汪地说，一个教授想猥亵她。之后，又有另一个学生哭着说，另一个老师想强暴她。再后来，又有第三个学生告诉我同样的事情。

一个男生自杀了。他来自一个特别富有的家庭，却住在最像贫民窟的一个宿舍里。他患有精神分裂症，但并未得到治疗。不知道为什么，他会沦落到这个根本没人关心他的地方。

一次在音乐学院的卫生间里，我偶然听到几个教授把这个男生的死当成笑料。我意识到，对于他们之中至少有一些人，整个学校就是一个骗局。富有的家庭花了大把的钱，把无所事事却自诩为艺术家的孩子送到这里。这样的好事为什么不参与其中呢？

接下来就是我的错了。我总是在错误的地方寻找父母的影子。在我母亲去世后，这就成了我的一个坏习惯。直到几十年后，我自己也为人父，才克服了这个弱点。

我需要一个导师，一个像父母一样的角色。我接触到的所有教职工都对我漠不关心。他们之中的很多人都在普林斯顿这样的大学有“真正”的职位，他们只是把艺术学校当成摇钱树，拿到钱之后就迅速跑掉。

也许我应该去纽约找露丝，但她对我已经很好了，这样做好像有点得寸进尺。我能告诉我父母的朋友自己已经麻木了吗？最后，我选择了学校里的另一个疯子（这种说法稍微有点夸张），他年龄稍大，是一个失败的数学家，游荡在不同的教学楼里骚扰每一个人。

我被这个疯子说动了，开始投身于他的事业，而不是我自己的学业。他想成为学校认可的数学家，得到教师职位，他还想要很多其他东西。他的大话很多，但我没有看到任何实际的东西。我当时无所适从，不知道怎样改变自己的状况。我日渐消沉，从学校退学了。所有的贷款都打了水漂！我觉得自己背叛了父亲，还有我的母亲。我处处都是失败的，我的人生已经结束了。

纽约是我的快乐之都，也许我可以在这里赚到足够的钱来还贷。

我不能永远依靠露丝生活。有段时间，我在一家餐厅的现场乐队里演奏单簧管，待遇相当不错。当时我与另一名古怪的作曲家或者说数学家在村里合租一个超级小的破公寓。

20世纪70年代的一些事，我很难向年轻人解释。那时空气污染很严重。当你进入曼哈顿时，所有东西的质地和气味都有点不一样，这就是污染造成的。

纽约有时也很美。天气不好的时候，建筑物都染上了煤炭的色调，比起今天，它们之间的差距看起来更大，更具有电影的效果。日落看起来像伤口一样，这里就像是外星球。每次呼吸，你都感到自己似乎要被吞噬。

我在童年时得过呼吸道疾病，不过影响不大。我最难以忍受的是香烟。每次一吸到二手烟，我就会开始感到窒息，同时昏过去。（过敏专家告诉我，罪魁祸首不是烟草，而是加在卷烟纸里的一种化学物质。）

餐厅里烟雾弥漫，能见度非常低。虽然我一直在努力适应，但我确实没法干这种现场演奏的工作。

这次失败对我来说是走到了人生的一个十字路口。我意识到我的身体不允许我从事自己深深热爱的工作。如果我的身体允许我在有人吸烟

的地方演奏，而且所有这些地方确实都有人吸烟，那么，我后来可能就不会进入技术和科学的领域。

曼哈顿不适合穷人或消沉的人，这个城市鄙视消极能量，一切拥有消极能量的人都会自食恶果。我又回到了新墨西哥州，这太不可思议了。

卷土重来

新墨西哥州的沙漠是原始的，起起伏伏的山丘随着时间流逝，点缀着生命的痕迹，在玫瑰色的阳光下散发着光亮。如果按照绝对的、严肃的美的标准，或如果你心情不好，那么，这些石头和沙子就只意味着荒郊野外。当我回到新墨西哥州时，那里对我来说就是尘土和垃圾。

我感到十分沮丧和迷茫。我没法回到穹顶。浪费了这么多贷款的钱，我根本无法面对埃勒里。从那时开始，直到好几年后，他的工资全得用来为我的任性埋单。对我来说，穹顶生活成了一种非常极端的生活方式。但我没法回到校园，我已经退学了。

我该如何谋生？我的第一份工作是在商场扮演圣诞老人。这是一次很悲惨的经历。我们必须穿着毛茸茸的厚厚的圣诞老人服，这些衣服从来没洗过，甚至有小孩子在上面撒尿。我们就像刚刚下班的消防员，满身都是汗。各种味道让人窒息。我们的老板扮演一个精灵，她警告我不要向她抱怨工作环境，因为她的兄弟是地区律师。她走到我面前，恶狠狠地悄悄对我说，我的眼睛不够有灵气。

圣诞节后的第二天，我去应聘道路施工人员，一群绝望的肌肉发达的男人排在我的前面。就算是可怜的体力工作我都不太能找到。最后，我去了一家甜甜圈店上夜班，觉得自己真是太幸运了。

我最后找到了一个长期的租处，但它还没有空出来。这是一个古老的土坯小屋，位于托尔图加——这个村庄当时可能已经成了印第安人聚居地，但那些人从来没有与美国政府签协议。

我当时无处可住，又囊中羞涩，最后决定搭便车到墨西哥再次追寻康伦·南卡罗。每次感到绝望的时候，我就会这样做。在路上比在一个

地方待着更省钱。

一个比我大一点的女人，20多岁的样子，告诉我她想和我一起去。她已经结婚了，丈夫是白沙导弹靶场的一个工程师。对于她的决定，她的丈夫很不高兴。

与我在墨西哥搭便车的所有经历一样，现在想起来就像做梦，但它确实发生了。我还记得开始很平淡，我与工程师的妻子走向10号洲际公路，然后搭便车去边境。我的皮肤被晒成了龙虾一样的红色，很痛。

几天后，我们在奇瓦瓦市被一群野蛮的奇瓦瓦流浪者追赶，然后搭乘令人眩晕的火车穿过铜峡谷。在粗糙的小提琴上演奏的塔拉乌马拉音乐听起来十分淳朴。

我们在墨西哥城的高档社区拜访了康伦·南卡罗，又乘坐巡回嘉年华的大篷车穿过山区。我记得自己在天空下坐着河马形状的霓虹绿的车子，像在真正的嘉年华游行中兜风一样。车子的座位几乎没有固定，打着旋儿颠到卡车的底部。卡车沿着陡峭的山路蜿蜒而上，往下看是一片可怕的热带峡谷。

奇潘辛戈附近有一个小镇，它是马克思主义的飞地，已经宣布从联邦政府独立。一群年轻人组成的委员会花了好几个小时进行讨论，最后决定允许我们晚上在公社睡觉。

我与一名老妇人在同一个铺位。会发生什么事吗？我不太确定，心里很害怕。

在讲到下一次事件之前，我要提醒读者：想想我的年龄，当时正好在越南战争草案的收尾阶段，虽然没有人被征召入伍，但我仍然感到很害怕。如果入伍参加一次毫无意义、本可避免的战争，给那些从来没有伤害过我们的人带来痛苦，该有多么可怕？

因此，我了解了全部拒服兵役和非暴力行动的历史。我接受过训练，尝试认同一种世界观，那就是，对美国的军工综合体保持最高度的怀疑。今天，我知道世界并不简单。你无法直接指出哪些人是魔鬼，并宣布你已经完全解决问题。如果你成功了，你自己最后都会变成一个魔鬼。

不管怎样，第二天早上在奇潘辛戈附近，一群嬉皮士分裂主义者和穿着制服的联邦军队发生了冲突。这些军人纪律严明，站得整整齐齐，步枪已经瞄准了我们。

突然，我脑子一热，冲向这些步枪，用笨拙的边境西班牙语喊道：“别开枪！我是美国人！”

当时，没人会想向一个美国人开枪，但可以肯定的是，我的举动让在场的人都十分愤怒。美国人就可以搞特殊化吗？

军队并没有开枪，我怀疑他们是否真的有开枪的打算。之后，我想起刚才的一幕，浑身发软，吓得直哆嗦。我难以想象勇气和神话之间的界限到底在哪里。

我平静下来后，和他们分开了。我们搭上了一个男人的吉普车，他说自己是墨西哥军队的一名将军。他有一把珍珠手柄的左轮手枪，胸前满是勋章，蓄着讲究的小胡子。他说的话貌似是真的。他开车非常狂野，车子在高速行进中爆胎了，我们差点儿飞出海边的悬崖，这比之前的步枪更让我害怕。我认为他是想吸引和我一起的那个女人。我们主动帮他安装备胎，但拒绝继续搭他的车。

我们去看了一场在海边小镇巡演的马戏团的演出，但演出最后以尖叫声收场——一只猴子攻击了一个小孩，导致小孩死亡——我也是听说的。我很久之后才意识到，这很有可能是马戏团想要将帐篷里面的孩子赶走的把戏，这样他们才能好好休息，准备到下一个镇上演出。我花了

近20年的时间才把这段记忆理顺，终于不再觉得害怕了。

我们没有GPS（全球定位系统），没有应对大多数情况的指南，没有手机，没有《银河系漫游指南》（*The Hitchhiker's Guide to the Galaxy*），也没有万维网。只有你和脚下的路，一切都是神秘的。那段经历已经不复存在了。现在大多数的旅行，即使是“极限”或“冒险”的旅行，都是从一份说明清晰的目录中选择。或者更糟糕的是，让算法替你选择。

如果现实世界真的很安全，我就会对这个有序的伪冒险世界没那么怀疑。如果你在今天想要追随我当年在墨西哥的脚步，你有可能会被毒品团伙枪杀，这不是你能选择的，也不是出于什么崇高的目的。

以前更神秘的世界没那么容易预测，同时也让我们得以缓冲，因为神秘就是一个均衡器。如果没人知道一个陌生人能干出哪些坏事，那么，这个陌生人就不大可能接近其他人。一清二楚的世界让每个人都计算着风险和行为。

我那间在托尔图加的小屋很快就会空出来了，所以我得回去了。在回去的路上，我们路过了加利福尼亚湾的一个小镇，在一个幽闭、拥挤、闷热的墨西哥服装店里，我和我的旅伴挤在一间小小的更衣室中。她赤身裸体，我站在镜子面前，很害羞，心里没底，只能想象自己处在一个小小的核聚变室里。

阿兹特克前哨：车轮

怀着忐忑不安的心情，我们回到了家。我搬进了我的土坯小屋，月租金为20美元。这是我第一次一个人住，非常高兴。但当我住进去时，有些东西和想象中不大一样。这里没有漂亮的旧木地板吗？“住在这里的老人需要木头来生火，冬天太冷了。”满脸皱纹、看起来很精明的房东告诉我。难道要我住在泥巴地上吗？最终我还是搬了进去。

某些寒冷的早晨，我会被挨家挨户卖玉米粉蒸肉的老妇人吵醒，有时会被练习部落舞蹈的人吵醒。托尔图加的舞蹈节奏不是对称的，听起来有点奇怪。如果你不是在那儿出生，就永远学不会，反正人们都是这样说的。我从来没搞清楚过那个节奏，虽然我已经学会了世界上很多地方晦涩的音乐。他们还有一套令人毛骨悚然的传统舞蹈服装，包括镶着镜子的高高的黑色面具，带着殖民时期阿兹特克的痕迹。

近年来，托尔图加很难被找到了。它只是新墨西哥州的低端加州式发展的另一个缩影。这里有拖车停车场、便利店，附近的山看起来非常像一只乌龟。

我需要一个计划。新墨西哥州立大学愿意接纳我，这真是一个奇迹。我在一节群论课上担任助教，有几个小时的工作时间，并在一个研究项目中做一些编程，但要谋生还远远不够。

我再一次开始找工作。我和一个为贫困农民接生的助产士谈了谈。她需要一个助手，但请不起真正的护士，也请不起了解这一行的人。我曾经为山羊接生，于是得到了这份工作。

我的角色和医学根本不沾边，我是司机，并负责处理一些杂事。事实上，我只处理过一次医疗事件。一个年轻女子在分娩后不久就被送进

了精神病院，她的国籍不明。孩子的父亲刚刚被捕。他试图驾驶自己的道奇达特，在旱季途经格兰德河穿越国界走私，但不知道他走私的到底是什么。在某些地方，这种方法几乎是可以成功的。不幸的是，警察开始追捕他，车子被枪打中，陷在了泥里。孩子的父亲没有中弹，但被抓进了监狱。

孩子该怎么办？助产士担心孩子也会被带走，以后就再也见不到自己的父母了。所以我可以照顾他吗？时间并不长。你懂的，私下照顾他。

我突然有了一个孩子。我带着这个婴儿和它的奶瓶出现在阿贝尔群论讲座上。你要明白，虽然我当时的社交能力有所提高，但我仍然属于青少年嬉皮士和野蛮乡巴佬的结合体。我在研究生数学讲座上带着一个婴儿出现，可能让大家都觉得不可思议。幸运的是，一些数学教授也有自己的孩子，他们教会了我换尿布和冲奶粉。

孩子的爸爸没被关多久就出来了，从我这带走了孩子。让我很惊讶的是，他和我看起来很像，也是一个嬉皮士乡巴佬。可能像我们这样的人还有很多。

他其实是一个敏感细心的父亲，这个家庭又团圆了，过得很幸福。对我来说，这件事当时给我带来了很大的影响。孩子的爸爸对我说：“兄弟，非常感谢你照顾我的小天使。有什么需要我帮忙的吗？你需要车吗？”

哇，我当然需要一辆车。如果有了自己的车，我就会和其他人一样，真正进入人类文明。这就意味着我可以在任何地方工作，去见任何人。这个礼物真的太棒了！太幸运了！

“你只需要把车从河里拖出来。我不知道它现在是在美国这边还是在墨西哥那边，但应该没有人会找你的麻烦。你去看看车还在不在那

里。”

我在一个饲料店里找了一个人帮我拖车，车就在河里，它是我的了。有着6个倾斜式发动机的道奇达特坚不可摧。当然，车子的底部已经锈掉了，坐在车里你都可以看到车下的路。这里几乎不下雨，所以根本不用在乎水坑。但千万别让脚被排气管烫到。对了，这辆车必须要用螺丝刀启动，侧面还有弹孔。

当那名父亲过来帮我过户时，他把一些保险杠贴纸贴在了弹孔上，这很有用，车子看起来好多了。

车子没有后座，这对我来说是一个机会。我把几捆干草放在后面，把车子变成了一辆山羊豪车。我又开始放羊了。

最开始那几年，刹车老是失灵，我不得不在大起大落的沙漠道路上，让车子的侧面擦着堆起的泥走，以此强迫它停下来。有一次，为了不闯红灯，我蹭着华莱士的一个小公园外面的石头矮墙把车停了下来。我当然不会在意车子外观受到的影响。[\[2\]](#)

正是这辆车载着我一路到了硅谷，迎来了新的生活。（到那时，它已经有了可靠的刹车。）后来，加州公路巡逻员拦下了我，对我说：“你是在开玩笑吧。”我不得不哭着放弃了这辆车。我哭的原因也有可能是，巡逻员发现我在用螺丝刀启动车子，于是把我摁到了地上。

无论如何，当我成为有车一族时，许多大门都向我敞开了。我已经将非暴力左派的言论变成了自己的一部分，并在寻找一条成为大人物的道路。我很怕我的生活就此停滞不前，毫无意义。因此，我进入了另一个阶段。在这个阶段，我敏锐地感受到了数字世界即将到来。我成了一名激进分子。

探索

20世纪70年代最可怕的事情就是可能会发生核战争。

冷战中的核武器军械库是神圣的、不可侵犯的。核武器让美苏双方都不敢轻举妄动。普通公民则对另一个更容易打击的目标很在意，那就是民间核电厂。

朋友圈每日书籍免费分享微信 shufoufou

在新墨西哥州，人们不认可“原子能为和平服务”^[3]，原因有很多。相对贫穷的新墨西哥州人要为一座核电厂支付补贴，而这座核电厂将建在较富裕的亚利桑那州，为更加富裕的加州服务。同时，核废料将被埋回新墨西哥州卡尔斯巴德洞窟附近的一个贫困地区。

虽然我不确定我在一般意义上或绝对意义上是否属于反核人士，但我同意当地很多具体的反核立场。温和地进行调整是不可能的，这真是野兽政治。你必须激起偏执和愤怒，才能把事办成，同时还得祈祷这样做不会惹出更大的麻烦。

我学习了一点法律知识，整天和一群对核问题感兴趣的激进分子混在一起。没过多久，我发现了一个办法，可以就核补贴起诉新墨西哥州公共事业部门。听证会在新墨西哥州首府圣达菲举行。

我不知道该怎样打扮。我几乎身无分文，几个月来，我都在国会大厦旁一条小溪上的桥下面，窝在睡袋里睡觉。我带了一套西装，在公共厕所里换了衣服。我还剪了头发，吹了一个毛茸茸的圆润发型。

在法院的许可下，我查看了相关财务文件，在其中发现了很多荒谬的造假项目。我感觉那就像是一个喜剧作家在编造现实。

公共事业部门为了拿回扣，想出了千奇百怪的方式花钱，比如定制天价派对气球。^[4]最让人吃惊的是，负责人已经意识不到这到底有多荒谬了。这个经历告诉我，权力使人盲目。

为了省钱，我假扮律师，引起了小小的轰动，可惜并未持续多久。我能让那些高价律师感到惭愧，这十分有趣。当我确定普通公民在国家体制中真的拥有权利时，我感到非常开心。我更爱我的国家了。在很短的一段时间里，我甚至认为自己可能会成为一名真正的律师。

一天晚上，我在桥下遇到了一个精心打扮的、干干净净的嬉皮士女孩。她穿着一件柔软的雪纺袍子，皮肤有着瓷器般的光泽。我们开始亲热，就在这时，她的男朋友来了，狠狠地盯着我。他一看就很有钱，深色皮肤，很帅。最后，他们坐上他的豪华摩托车飞驰而去。闯进我们这里的奇怪生物到底是谁？在今天，我或许会用谷歌或必应查一下，但在那个年代，每个人都是神神秘秘的。

在一次精心组织的针对亚利桑那州核电厂的非暴力示威游行中，我被捕了。与一群文化人一起关在监狱里很有意思。我在那里遇到了一个人，他在世界上很多地方的非暴力抗议活动中都被捕过，有一次还是在莫斯科的红场。这在当时并不是玩笑。我很崇拜他，尽管我不确定反对一切是不是真正的反对。这更像是一种精神实践，也许是有用的。

在开着道奇达特回新墨西哥州时，我载了一个搭便车的人。这是一个年轻女孩，骑着自行车。她相信心灵感应——那个时候很多人都相信。她穿着白色的破T恤和皮裤，戴着水晶吊坠的项链，鼻子很小巧，红头发，声音很尖。她认为，人们总是在潜意识里相互追逐，精神上的那种，而大多数人并不能意识到这一点，他们需要提示。

“不要告诉任何人你要去哪里。过一阵子，你就会发现好处了。如果能够摆脱无关紧要的心灵感应的旁枝末节，那就太棒了，人们就不会再骚扰你了。这种安静祥和是神圣的。”我不知道这个女人现在在哪

里，也不知道她对互联网是什么样的态度。

回到新墨西哥州后，我学会了利用媒体做宣传。我淋得像个落汤鸡，手里举着一个横幅，上面写着“我是干的”。这是针对在卡尔斯巴德附近的一个核废料场发现的盐水袋，而这里本来应该是干的核废料场。

共识和理智

美国曾经有一项被称为“公平准则”的法律，其中宣称，带有电视和收音机信号的无线电波为公众所有。但其实只有几个广播电台是实际存在的，因为这就是模拟电磁工作的方式。

电视很强大，它逐渐成为不可或缺的政治平台。如果只有少数几个电视台相互协调，播出有失偏颇或虚假的新闻，那么，就缺少一个相对强大的机制来为其他党派提供另外的选择。

因此，根据公平准则，任何使用公共无线电波的人都必须表达所有的观点，而不是选择性地表达某个观点。电视是公众的资源。

这种想法在今天听起来很激进，也很古怪，罗纳德·里根（Ronald Reagan）在很久以前就把它淘汰了。但在当时，公平准则对政界的大多数人来说似乎很有道理。即便如此，这项法律并没有经过太多的考验。我和一群朋友决定放手一试。

当埃尔帕索地区的电视台不得不重新申请电波使用权限时，我们进行了“干预”——这是一个正式的法律术语。这种申请通常是例行程序，但我们在听证会上胜诉了，并强制电视台为一系列广告提供资金。这些广告的目的是反对公共事业部门此前出资为亚利桑那州核电厂所做的铺天盖地的核使用倡议广告。

新墨西哥州的一群嬉皮士突然拥有了一笔来自法院判决的广告制作费。我们能拿这笔钱做什么？非暴力运动往往是社会实验，而社会实验中的一种就是“共识决策”。除了不需要满足每个人这一点之外，它就像维基百科一样，不过这里没有维基百科的精英会把人关在门外。因此，会议时间很长。你开始做白日梦，想象那些自由主义者的快乐。

我们决定用这笔钱拍电视广告。数百名志愿者聚在一起，斟酌脚本、选角、拍摄地等。我们花了几个月的时间。

我根本没想到做出来的广告会如此棒。你知道，它毕竟是通过委员会模式完成的。当广告最终上映时，大部分观众与制作团队中的某个人至少有了间接的联系。因此，我们的小广告赢得了大关注。

我们带来了一种力量，表达出了人们认为大众媒体应该表达的东西，就像是今天的Twitter（推特）所带来的力量一样。

激动之余，我开始产生怀疑。我们并没有对相关事件产生很大的影响。核电厂已经建好了，废料场也建好了。我们也许对美国核电工业的放缓做出了一点微小的贡献，但对我和我的很多同志来说，这并不是我们想要的结果。

说服人们把核电看成邪恶的事物毫无根据。核电只是一种技术，应该抵制的是大规模的核研究。^[5]要解决这件事，草根政治的力量太微薄了。

作为一名激进分子，我觉得这些冒险都很有意义，这些冒险正是我生命中那段时期所急需的。但我意识到，我的中心部分依旧是空洞的。

目前还没有任何很好的办法能将科学和政治整合在一起。我开始觉得我在浪费时间，我试图利用政治斗争这一工具来影响真正的工程决策，而后者拥有不同的特性。（后来，这种不匹配也使气候变化激进主义变得复杂化。）

激进主义还存在一个内部问题。你开始是在这项事业中寻找自己的价值，而这种构想实在是太狭隘了。激进分子开始胡编乱造，以激励彼此。你虚张声势，唯唯诺诺。在这项“事业”中，我一些最好的朋友渐渐变得抑郁，甚至有几个自杀了。

有一天早晨，我突然明白了，我应该继续前进。但走向何方？事实证明，那就是爱。

[1] 这种停车的方法听起来可能有点恐怖，但在汽车历史的早期阶段，这种方法并不罕见，而在我们那个贫困地区，汽车行业仍处于早期阶段。这并不常见，但也不是非常新奇的做法。

[2] “原子能为和平服务”这一倡议回顾了美国总统怀特·艾森豪威尔著名的联合国演讲，以及扩大核技术在武器以外的用途的政策，以此消减第二次世界大战时美国向日本投掷原子弹给人们带来的心理阴影。

[3] 经济学家把这种现象称为“阿弗奇·约翰逊效应”。

[4] 如果工程师可以证明某项设计是安全高效的、与武器无关的，而且不会产生致命的、不可降解的废料，那么，核电就是非常好的。我不知道这是否会实现，但也没有任何证据表明这不能实现。

[5] 康伦·南卡罗是墨西哥市的一名作曲家。我曾经在《互联网冲击》（*Who Owns the Future?*）中描述了我与他之间的关系。第二次世界大战期间，“提前反法西斯”的他在西班牙与亚伯拉罕·林肯的军队交战，之后，生为美国人的他拒绝再次踏上这片土地。康伦用手击打自动钢琴来实现完全的自由和时域的准确度。他是一名探索艺术无限意义的先锋艺术家。如果你想听他的作品，试试看能不能找到1750年的老黑胶唱片。后来的数字唱片听起来有些干巴巴的，对我来说已经失去了意义。

07 海岸

偶然的遭遇

辛西娅（Cynthia）是拉大提琴的。她梦想搬去维也纳，那里也是我母亲的故乡。在辛西娅小时候，她的父母每晚都在她睡觉前为她演奏巴伯的弦乐柔板。她是我遇到的第一个我能理解的年轻女人，至少我能理解她一点点。

她当时在新墨西哥州看望她的母亲。她的父母在很久以前就离婚了。

我不得不讲讲当时我是个怎样的傻小子。我并没有感到辛西娅有多么吸引我，但我觉得整个世界都因她的出现而有所不同。阿更山脉盘踞在我们的头顶，若隐若现，看起来就像一架管风琴。它不再只是冷冰冰的石头，而是为我们的狂欢精心设计的舞台。听起来可能很蠢，但确实是这样的。

她会跟我讲加州，讲那些树、那片海洋，好像那个地方是魔力之心一样。我在东海岸的时候，从来没有去看过海，因为我当时忙着追寻自己的都市梦想，只是隐约地想象自己站在海滩上的样子。我为她画了一幅光芒四射的海洋图。后来她走了，回去学大提琴。她在洛杉矶，我必

须去。

我的车能开到加州吗？我付得起油费吗？我遇到了一个来自加州的长得像个佛爷的音乐家，他是来这儿看一位已经疏远的女性朋友的，他要回洛杉矶，便提出和我分担油费。

我这辆车从来没有经历过长途旅行。我在前面提过，我曾经开着它去过圣达菲，还去过图森参加科幻小说大会。当我的车停在亚利桑那州的边界时，车上坐着那位音乐家和一对同性恋物理学家。一个戴着牛仔帽、长得和博物馆里的蜡像一样无可挑剔的巡警从镜面岗亭中探出头来，问道：“你们是疯子吗？”我们都大声地笑了起来，结果被带进去问话。最后他们实在受不了我们了，我们又继续上路。

这段记忆是自己跳出来的，我都有点记不清了。我的确记得车里有4个人，但车子是没有后排座的。难道我现加上了一个后排座？是在干草上面吗？我实在没办法搞清楚事情的来龙去脉了。

我在通过凤凰城的公路上开得太慢，得到了一张罚单。当我们在棕榈泉周围超级高的山间行驶时，已经看不到沙漠了，取而代之的是绿色和棕色的空气。

辛西娅住在帕萨迪纳一座古典工匠风格的大房子里。我刚停下来，可怜的道奇达特就坏掉了。让我很惊讶的是，辛西娅的家人把我带了进去，因此我不需要自己开进去了。

辛西娅一定是经历了宇宙中的时空旅行。她说话带了一点点中欧口音，虽然她是在洛杉矶长大的。她有一张雷诺阿风格的脸，尽管她的大多数朋友都在海滩上晒得黝黑。她的大提琴演奏听起来就像最早期的古典音乐录音。

帕萨迪纳是超现实的，因为这不仅是一个地方，还是神秘的爱情之

地。关于它的一切都遥不可及。高耸的棕榈树；不可穿透的神奇空气；修剪得整整齐齐的郊区，面积比你想象的要大得多。我听说那边就有高山，但雾始终没有散去，我最后还是没有看到。来自非洲的新移民走在到处都是小汽车的城市里，头上顶着从电子商店买来的商品，看起来和我一样，有点格格不入。

我深深地迷恋着辛西娅，她是加州理工学院物理系主任的女儿，因此，我们经常在学院里游荡。那里的聪明人对她十分宠爱，比如理查德·费曼（Richard Feynman）和默里·盖尔曼（Murray Gell-Mann）。

我从来没有在加州理工学院上过学，却成了物理系主任漂亮女儿的奇怪男朋友。这也是一种地位。费曼对我很好，他教我用手指做出几何图形，用来思考手性问题^[1]，如此等等。他同时还是一位有趣的鼓手，我们会在一起玩儿音乐。

奇怪的是，当时的加州理工学院在计算机图形方面并没有太多研究。我没有找到任何人和我分享对虚拟世界的痴迷。

这也没什么大不了的，谁让我喜欢的女孩在这里。在去圣芭芭拉的路上，她带我第一次看了大海。真正的大海比我想象中的更加明亮，更有力量，气味中蕴含着生命力。我在一个大卵石顶上的小潮池中看到了一只小海葵，这么多年来我第一次看到这样的景象。接着一个浪打过来，海滩变了样，我再也找不到它了。

药片城市

辛西娅决定带着我看看本地人眼中的洛杉矶。一个周六的晚上，我们开着她那辆20世纪60年代的粉色敞篷跑车到了韦斯特伍德。街上都是穿着糖果色塑料衣服的人，人群涌向一辆凯迪拉克引擎盖上的一对双胞胎矮人，他们在卖甲喹酮。

我和辛西娅就这样在一起了几个月，这是我年轻时光中的一段梦幻岁月，可惜梦总是易碎的。我没有工作，在加州理工学院也没有任何正式身份。我在干什么？这怎么能行？

终于有一天，灾难发生了。我被甩了，第三者是一个满脸痘痘的物理系学生。辛西娅只是通知了我一声，好像没什么大不了的，毕竟我们都只是孩子。

世界仿佛崩塌了。我不知道该怎么办。

我那辆带着弹孔的道奇达特还没有修好。我身无分文，无处可去，住在别人的女朋友家里，始终没法忘了她。

我需要走出下一步，所以我开始探索加州理工学院以外的世界。

洛杉矶是一个秘密。从我刚到纽约的那一刻起，对某座大楼里的人到底是什么类型的，我都会有种直觉，而这种直觉往往都是正确的。但那些住在多肉植物和私人车道环绕的独栋房子中的人，又到底是什么人呢？我无法想象。洛杉矶从不屈服于直觉，可能是因为它充满了幻想——我自己的幻想，每一个人的幻想。

这并不是洛杉矶的全部。洛杉矶的污染和纽约一样严重，带着明显

的恶臭味。纽约闻起来是来自建筑的柴油、尿液、水泥和金属粉尘的味道，有时还会夹杂着路人身上浓重的香水味，而洛杉矶闻起来是汽车尾气的味道。纽约的毒气来自其他人，而洛杉矶的毒气来自你自己。你的喉咙后部开始刺痛，那感觉就像数百万人在一个巨型煎锅中被毒油煎炸。

有一天，我产生了一个很“非洛杉矶”的想法——乘公共汽车去参观华兹塔。快要到那里的时候，我已经坐了近一天的车。下车时，离华兹塔还有几个街区。我走在街头，突然，4个穿着灰色风衣的大胡子白人从我后面跳出来。他们把我摁在人行道上，在我耳边乱嚷嚷。

其中一个说道：“喂，他是白人！”他们放开了我。另一个人说：“说谢谢。”

“谢谢？”

“我们是便衣警察，”他亮出了徽章，说道，“你知道你在哪里吗？”

“华兹？”

“这是个黑人社区。你现在有人身危险。你必须马上从这里离开。”

“但每个人都很好！”

“我们刚刚救了你。”

“嗯，好吧，你能开车送我去汽车站吗？”

“不行，你不能让洛杉矶警察白白为你服务。”他们跳进了一辆棕色轿车，眨眼的工夫就离开了。

总的说来，洛杉矶很让人沮丧。数百万人在这里寻求梦想，但最终发现，现实生活真的很糟糕。

辛西娅的兄弟好心为我指了一条出路：坐在他的摩托车后面，去加州北部，在那里好好理一理思绪。[\[2\]](#)

彩虹的引力

我在圣克鲁斯下车。这是一个波光粼粼的海滩小镇，有一个海边的游乐园，还有一所大学建在红木森林里的山上。

今天的圣克鲁斯没有以前那么多的彩虹，也没有以前浪漫。对过去神奇经历的记忆到底是否只是幻觉，确实很难弄清楚。当你人到中年，还能以这样的方式记起年轻的岁月，这是多么大的恩赐。

虽然我很伤心，但我的心中仍然有爱。因此，我觉得我的世界仍然充满了魔力和意义。每个人都很有吸引力。

我所记得的这种魔力不仅仅是爱的迷雾。当时，寂静的春天只是可怕的前奏。昆虫、蜥蜴和鸟就在你的周围，青蛙在夜里呱呱乱叫，神经质的人们被沙发和床上巨大的本地甲虫吓得紧张兮兮。

当时的加州比今天更加活跃。细细的藤蔓和苔藓把最破的灰泥小屋的裂缝都穿透了。天空中的星星比现在更亮，晚上躺在沙滩上，你可以看到整个银河系。

我的经济压力很大。我和五六个少年一起，住在一个很破的海滩小屋里，他们大多数是大学生。租金很低，但也不是免费。

我做了一段时间的街头艺人，挣钱支付房租。我有一支邦迪儿童塑料单簧管，有几个月里，我都用它为游客演奏，效果很好。

街头表演是最纯粹的表演艺术。没有人会在意你的身份，你必须要用自己的表演征服陌生人的心。我会讲笑话、变戏法，也学会了以阳光的态度对待每一天，这应该是一种很难得的技能。如果你学会了在街头

工作，那么，公开演讲就是小菜一碟。

我后来才意识到，担心没钱付房租转移了我的注意力，让我暂时忘却了我在母亲去世后对死亡的恐惧和无尽的孤独。资本主义让我们把注意力放在避免贫困这一人为制造的“死亡”上，因而产生了一种控制脆弱和命运的仪式。它能带来特别的安慰。

“谷歌原型”

话虽这样说，但街头表演仍然不是一份轻松稳定的工作。因此，我最终找了一份“正常工作”。和新墨西哥州比起来，加州有更多像样的工作。我在报纸上看到了一则招聘广告，去了一栋脏兮兮的灰泥建筑。这是一家废弃的酒店，但它仍然沐浴在海岸彩虹的迷人光芒中，点缀着常春藤和野花的绒毛。

一个年轻男人见了我。他是实际经营者，是很常见的那种典型的小骗子，但我之前从未遇到过这样的人。

当每个人都还是嬉皮士时，他看起来就像我们后来所知的“雅皮士”。西装革履，发型考究，座驾体面。年轻人根本不会是那个样子！

在一个发霉的办公室里，一群衣衫褴褛的嬉皮士少年坐在长桌子前给陌生人打电话，推销乱七八糟的不靠谱商品。订阅杂志、评估屋内害虫等。这有点像街头表演，但更轻松。我在第一天居然挣了119美元。

这家公司坏透了。每天，雅皮士老板会向我们提供一份通过非法途径得到的电话簿，名单里是我们的主要推销客户。有些电话标记的是房屋服务，我们就在电话里告诉他们，他们的房子里有甲虫和蟑螂，引起他们的恐慌。另一些是已经退休的人，我们向他们推销保险或奇怪的保健产品。

每天早上，雅皮士老板就会来办公室，拿着电话号码，挑选我们之中的一些孩子做领头羊。长得好看的女员工会拿到最好的单子。“告诉我，你会把这些糖变成蛋糕。”他一边对一个女孩耳语，一边晃着手里的螺旋笔记本上撕下来的一张皱巴巴、脏兮兮的纸。

能拿到这些电话名单，他很得意，认为自己很聪明。在那些年，这些东西都是手写的。有时是通过贿赂拿到的，有时是通过酒或致幻剂得到的。他还经常让员工中漂亮的嬉皮士女孩和他一起去完成交易。他们会去见电话公司、警察局或医院的员工，通常是在小巷或停车场。

很早之前我就已经忘了这份荒谬的工作。但偶尔回想起来，我意识到，这就是几十年后硅谷运作方式的缩影。谁掌握了个人资料，谁就掌控了商业，甚至掌控了政治和社会。数据将成为新的钞票和新的权力。我很好奇那个雅皮士老板最后怎么样了。

刚开始这份工作时，我很高兴，因为我能挣到更多的钱。但没过多久，我就感到内疚起来，进而感到厌恶。这份工作充满了控制欲，让人毛骨悚然，同时也不停地重复，非常无聊。

有一天，我问雅皮士老板是否认为我们在为这个世界做贡献，或者只是社会的寄生虫。他看着我，好像我是他的奔驰车上的一粒老鼠屎。很明显，我完蛋了。

“我们是在寻找有需求的人，然后让他们上钩。我们当然在做贡献！”

“但在他们还不知道要选择什么之前，我们就已经通过联系他们获得了酬劳。我们这样不是在扰乱市场秩序吗？”

“去你的，浑蛋。”于是，我走了。

听众

我已经赚够了钱，可以喘口气了，但我仍然需要找到其他的选择。我根本没想过利用我的计算机知识找工作。我也觉得很奇怪，为什么之前没有想到。可能是因为那个时候，还没有开始流传那些中途辍学的黑客的发家史，技术工作仍然主要由老牌公司或政府机构掌控。或者是因为我认为自己没有学位，毕竟我连高中学位都没有。

我最终还是去山上参观了硅谷。我并不是去应聘工作，而是去参加一场奇怪的嬉皮士空想家演讲。

和今天比起来，那时的加州海岸有更多自称空想家的人。你会经常被邀请到奇妙的地方做客，有可能是在高远的红木森林里，小溪旁的一座翻新的采矿人小屋。你会在那里听到关于飞碟、诵经、致幻剂、另类的性或其他猎奇事件如何拯救灵魂和世界的故事。很多这些事件中都包含技术迷信，虽然那是在很多年前。

技术文化有着不同的参考点。理想主义的技术人员可能会痴迷于巴克敏斯特·富勒以及他的世界游戏概念，或是阿连德（Allende）在智利创建网络马克思主义乌托邦的未竟事业。

这就是我开始做演讲时身边的技术文化背景。

我之前完全不知道自己会喜欢公开演讲，而我的公众人格就像隐匿了多年的沙漠幼苗一样，在一场大雨后第一次焕发了生机。

事实上，我的首次演讲并不顺利。我成功地把自己包装成了一个奇怪的演讲者，很偶然地出现在海边谷仓改成的演讲场所。一群绝顶聪明的斯坦福大学毕业生出现了，准备围攻一个荒谬的嬉皮士。他们抛出了

针锋相对的问题，而我毫无准备。

街头表演让我学会了如何取悦听众，但我从未经历过智力上的打击。我感到很郁闷，但我很快就意识到，在我的演说生涯开始时就触到谷底，对我来说何尝不是一种幸运。熬过了第一晚，以后还有什么能让我害怕？

从1980年到1992年，我在每一个可以想象到的场合进行了数千次有关VR的演讲。我曾在可怕的奥克兰高中教室里演讲，里面挤满了帮派成员，在我的旁边是月光监狱的看守，举着棒球棍，警告大家不要闹事。我也曾在瑞士首相和银行家等一大帮权贵面前演讲，我们必须乘坐直升机进场，还有穿着制服、配着机枪的冷面男子监视着我们。这两个场合并非完全没有相似之处。

每当我那容易尴尬的乖巧害羞的人格要在公开演讲时跳出来，都是信念在支撑着我。我的另一面则是自信的，以催眠的节奏让每个人都接受我的观点。我的榜样是艾伦·沃茨（Alan Watts）。我不知道我是怎样做到的。

我的主要任务是让大家理解，为什么一想到VR这个疯狂极端的媒介将在某一天问世，我就会感到十分开心。我认为，VR的深层使命是找到一种新的语言，或一种真正的新的交流维度，这种维度将超越我们所知的语言。这听起来可能是最具投机性、最遥不可及的计划，但这项使命对我来说迫在眉睫。我相信，VR是人类生存的必需品。

我很难将VR解释清楚。我没有关于它的影片，甚至没有有用的照片。当然也没有现场演示。

首先，我会介绍VR的工作原理——头部跟踪渲染等。这个话题在那个年代听起来很奇特，人们第一次听到会感到十分震惊。

我现在仍然在使用我早期演讲时用过的的一些简介和图片。在前面章节中出现的“间谍潜艇”的比喻，我在第一次访问硅谷之前就用过了。

简介结束后，我将会开始介绍童年时期、头足类动物的认知以及人性将怎样摧毁一个人，除非艺术无限地深入未来。

手稿

我还保留着最早的演讲手稿。这是其中一部分，我做了少许修改：

回忆一下你最早的记忆，然后问自己这个问题：“我在那之前经历过什么？”

这个问题没有完美的答案。答案永远无法触及。你可以观察小孩子，就像皮亚杰（Piaget）那样。你甚至可以测量他们的脑电波。但对你们来说，要了解这种体验，唯一的方法就是在事实的基础上展开想象。关于你们有记忆之前的体验，我有以下怀疑。

我们每个人在不确定想象和现实的界限时，都会经历一个早期阶段。就是这一阶段的混乱让我们无法分清想象和现实。如果你不确定幻象是否真的存在，那你就很难在这个世界中独行。

在这个阶段，我们完全依赖父母，连基本生活也不能自理，更不用说靠自己过得很舒服。但感到自己如此脆弱的内心体验并不完全是负面的，事实上，你也能感受到光明、力量，甚至神圣。

在那种状态下，好像你想象的任何事情都会成为现实。如果你想象一只镶有宝石的狼蛛从一扇开着的窗户中出现，它就会和那扇窗户一样真实。[\[3\]](#)

如果你不能分辨什么是真的，那么所有东西都是真的，所有东西都是有魔力的。

这时候的你比米达斯王还要厉害。他摸过的所有东西都会变成金子，而你只需想象，所有东西都会变成现实。你就是神。

随后，一场可怕的悲剧发生在你身上。你最终能将现实和想象区分开来了。那扇窗还在那儿，但有时闪闪发光的狼蛛不在了。其他人承认窗户的存在，但不会承认狼蛛的存在。那扇窗和那只狼蛛

并不属于同一个世界。

这种认识成长为物质世界中的一种信仰。物质世界是你的身体所在的世界，你学会了控制它。在适当的时候，你将学会走路、跑步、说话。

但这种认识也会逐渐成为一种严重的侮辱。在任何可能的世界里，这是可能出现的最可怕的退化。在某个时刻，你就是宇宙的主人，制造万物，而在下一个时刻，你就成了一个潮湿的粉红色小东西，永远都那么无助。

这是一剂苦药，难以下咽。我怀疑它是否与“可怕的两岁”有关。你不会自愿或优雅地放权力。在试探物质世界的每一步里，你都希望找到一个巧妙的方法，一个隐藏的角度，重新夺回你最近失去的那些千变万化的能力。

这种斗争持续数月，甚至数年、数十年，之后其他的苦药就自动出现了，例如死亡意识。当你从圣坛上掉落时，才会完全长大。

而有一些人永远都长不大。[\[4\]](#)

我们中的大多数人都还没有完全接受这种过渡。

成为成年人并不意味着完全失去创造力，这仅仅意味着你必须忍受巨大的不便。

在童年时，你可能会召唤一个紫色的章鱼朋友——它的中心部位有200英尺高，触手有400英尺长。当你召唤它时，它就会游进城，而在其他时候，它会睡在海湾。[\[5\]](#)

章鱼弯下身来，让你走上它的头顶，这里有一个开口。头里面有一个奇妙的毛茸茸的洞穴，你可以在里面玩儿。里面还有一张小床，你可以在上面睡觉。在睡觉时想象这个情景，就好像这个大章鱼是真实的一样。

实现梦想需要多长时间？一个小孩子可以想象带有卧室的巨型章鱼存在了很短的时间，比如几秒钟。

作为成年人，你也可以想象这种生物，但那本身就不太真实。只有其他人也经历过的东西才是真实的——不仅电影是这样，整个有待探索的世界都是这样。对一个任何人都可以改变的世界，要有共同的结果，也就是关于改变的共同体验，这个世界才会是真实的。

之前，基于现实的选择是采用技术制作生物的实体。一个巨型机器人？一个转基因巨型章鱼？

在VR出现之前，如果能让梦幻般的场景对你和对其他人都是真实的，有时是可能实现的，但是费时费力。这的确相当麻烦！人生太短暂了。

VR拉着灵魂，因为它回应了儿时的呼唤。

像这样的手稿还有很多，我希望你能读一读。我会将其他一些早期演讲归纳在附录一中。

演讲成了我生命中不可或缺的一部分，甚至在我后来因为创立科技公司而严重睡眠不足时，我也没有放弃。当你读到这本书后面的部分时，请记住，尽管经历了这一切，我仍然会每隔几周就找一个场合谈谈VR和未来。

空想家社交圈的人类学深深吸引了我。事实上，这就是鼓励我去山上访问硅谷的动力。

我注意到，技术嬉皮士怪人都很富有，而其他人都很穷（除了毒贩）。我终于有了头绪。

[1] 要知道，几十年过去了，我和辛西娅到现在都还是朋友。这种联系是真实的。她现在是一名职业大提琴手，住在维也纳。

[2] 为什么说起狼蛛？因为我那时刚刚去了湾区爬山，看到很多狼蛛聚集在那里交配。

[3] 我强调了“一些”，主要是怕被听众谴责。

[4] 我选择章鱼也是有原因的。在做这次演讲时，我和一些朋友正试图将一个尼斯湖机器水怪放进旧金山湾的一片不透明水域。你在大多数时候是没法发现它的，但在极偶然的情况下，它会在渔人码头这样的旅游区附近突然出现。

[5] 手性（chirality）一词是指一个物体不能与其镜像相重合。如我们的双手，左手与互成镜像的右手不重合。——编者注

08 硅谷乐园

现在来讲讲我在20世纪80年代的硅谷故事。我可以用一个长句来概括：我在刚刚兴起的电子游戏产业工作，挣了点钱，用这些钱来进行被我称为VR的实验，遇到志同道合的伙伴，创立了第一家出售VR设备和软件的公司，推出了外科模拟等主要VR应用原型，制造了一场把我推上行业顶端的文化风暴，让人们疯狂地庆祝VR的诞生，之后，为了争夺我公司的控制权，展开了一系列不可思议的斗争，最后我前往纽约。

生命的质感改变了。之前，我是一颗无足轻重的滚石。当你是一颗很轻的粒子时，你是微不足道的，世界对你的印象一闪而过。

猎奇的公路故事讲起来和听起来都很有意思，但其中不能涉及更深的相关利益。当身处某个地方时，你必须面对真实的人。

当被抛弃时，你必须面对你自己。

网络版埃尔帕索

我搭便车去旧金山拿回了我破烂的道奇达特，又把它修理了一下。回去的路上，我紧贴海岸开车，避免陡峭的斜坡。我接下来担心的是能否越过山顶到达硅谷。这辆车通常不能爬山，更别说达到公路的速度了。

有一天，我只好试试。我把剩余的汽油都倒进车里，开车沿着17号公路往上爬。

我希望在山的另一边看到一个迷人的地方，看到高科技版本的圣克鲁斯，看到有着闪烁灯光和旋转磁带机的《尘世乐园》。

相反，我看到的是洛杉矶最令人沮丧的一面。高速公路边是本来就很难看的死气沉沉的低矮工业建筑。就是在这样一个毫无生机的地方，硅谷重新塑造了世界。以前是否也存在这样一个毫无美感的权力和影响力中心？

当时，除了在很高级的实验室外，你还不能从计算机里打印东西。我用我父亲的老式便携皇家打字机打字，它与其他杂物一起被放在道奇达特的后备厢里，我用它打了一份简单粗暴的技术简历。

细想一下，我实际上已经做了很多。我用国际科学基金会的拨款做科研，在各种不同的计算机上编程，还做了大量数学研究。

我把我的破车停在拐角处不引人注目的地方，踏进了一个我永远不会再进入的“猎头”办公室，这是全世界最冷冰冰的房间。

我还记得我当时是怎样注意形象的。我并非面无表情、恍恍惚惚地

走进去，相反，我时刻保持着警惕。这是我初次尝试自我控制，我试图戴上无处不在的“面纱”，掩盖自己的情绪。

前台是一个30多岁的女人，妆化得有点浓，脸上的皮肤紧绷得有点奇怪，有点生气又有点难过的样子。她穿着当时流行的女式商务装，但并不合身，她还戴着一个松散的蝴蝶结，但这种蝴蝶结应该是男式的。

“当你看到这些事怎样发生时，就会觉得太不可思议了。他们并不是你心中想的那些人。”她在整理文件时发出了深深的叹息。

什么？她在说什么？赢得诺贝尔奖？宣福礼？她说的当然是那些变成富翁的人。很显然，很多人都注意到了这一点，这些新的财富都是偶然所得，这让他们感到不安。“看看这个，就是一个普通的工程师，偶然注册了一家愚蠢的公司，心里根本没有想法，什么都没做。”天哪，嫉妒就是毒药。

这个女人把我带到了一个劣质的木镶板房。我看到了真正的猎头，只比我大几岁。他穿着西装，打着领带，胡子剃得干干净净，绿色的眼珠看起来冷冰冰的。他贪婪地看着我，好像我是那个雅皮士骗子电话单里的目标客户一样。

“你今天可以开始上班吗？”什么？

在那个年代，计算机还没有联网，也不能显示很多文本。我刚才说过，那时还没有打印机。（多年后，人们可以拥有自己的打印机了，我曾开玩笑说，作为一种诱饵，这些打印机正在取代浴缸。）

这个浑身发光的家伙迅速翻阅了一个皱巴巴的手写笔记本，小心地侧过身子瞅着，生怕我瞟见了。他用一种坚定阴险的口气告诉我工资多少，就像街角的非法推销人员一样，这听起来很不真实、不可理解。我当时有点迷茫，不知道该怎么办。我真的可以在这个远离彩虹的、与纳

尼亚完全不同的地方生活和工作吗？

优化彼此

很无趣。在见过猎头后，我在硅谷听到的第一个词是“嗨”。但在那之后，到处都是惊喜。“你必须要知道，这里主要有两种人，一种是黑客，另一种是穿西装的。别相信穿西装的人。”

我的一个来自圣克鲁斯的朋友的朋友给了我这个建议。他是一个嬉皮士，看起来漫不经心，穿着粗糙的流苏披风，戴着大大的墨镜，他的爆炸式胡子就像一团黑烟。我们在斯坦福大学附近的一个原生态餐厅喝冰沙，在一个酷热的夏日，我们坐在外面的桌子上，脚下是一些木屑，穿着扎染衣服的女孩坐在角落的一桌，偶尔瞟我们两眼，然后就走了。

“你别误会了，我们需要穿西装的人，但更要提防他们。”

再一次，人们开始组建自己的部落，原因无非是互相不信任。

“穿西装的人只会为了钱做无聊的事情，而聪明人根本无法忍受这种工作。”

我想到了那个来自圣克鲁斯的雅皮士。会有和他一样的人吗？有很多这样的人吗？天哪。

“穿西装的人和女人一样。为了未来，你必须要应付他们，但这真的很让人心烦。”

我从内心深处感到痛苦，有一种恶心想吐的感觉。到底发生了什么？注意自我反应这一能力仍然是新鲜的、不确定的。我很紧张，想找本书来读。

突然间，我懂了。我希望在世界上的其他女人身上找到我母亲的影

子。我并没有好好想过，也没有弄清楚过，但我心中对女人的模糊印象就是我去世的母亲。我希望在一个能感受得到她的地方生活。我曾经认为加州没有新墨西哥州或纽约那么具有男子气概。实际上圣克鲁斯才是那样，至少有一段时间是那样。

硅谷这个我最有可能挣到钱的地方，会把我拽出这个女性世界吗？会让我失去追寻母亲脚步的希望吗？

我当时慌乱不安，只得说：“所有穿西装的人都很糟糕吗？我有一个朋友在苹果为乔布斯工作，他似乎认为自己有一些好点子。”

“哦对的，我和乔布斯在雅达利一起工作过，他想在那里成为一名工程师。这个人曾经吹牛说自己优化了芯片，但我从来没有看到他有任何成果。不过至少他能适应自己的位置。”

这是一个古怪的社会。地位与技术成就之间的联系比地位与金钱之间的联系还要紧密。（如果黑客原本是指一个绝顶聪明却无法忍受与金钱打交道的人，那么在今天，这样的硅谷黑客越来越少了。）

还有一个术语叫“骇客”，是指那些侵入计算机的人。但由于那时计算机还没有联网，也就没有很多骇客行为。^[1]黑客与骇客之间的区别并不是好与坏的区别，而是更擅长创造的人与更擅长毁灭的人之间的区别。大体来说，毁灭是一件好事，因为我们这个世界实在是太.....问题在哪里？这个世界还未被优化。

可以拿牛仔来打比方，虽然很尴尬，但听起来很有激情。我们黑客就像是流动的枪手，人们说我们是靠着代码生活。有道德的黑客和骇客被称为“白帽子”，而不讲道德的黑客和骇客被称为“黑帽子”。

我是在一群真正的牛仔身边长大的。有一些人很好，但有一些人很粗暴，就像其他任何地方的人一样。一般来说，牛仔并没有比任何其他

种类的人更自由。因此，从一开始，黑客对我来说就没有什么神秘感。

黑客和牛仔一样，本来就应该通过特别的能力和专业知识在原野里享受自由。我们尽情驰骋，为他人创造现实。当我们在他们的新世界里光芒四射时，普通人只能无助地等待。

在接下来的几十年里，让我感到很惊讶的是，在全球各地，所有那些外来的普通人都选择相信我们的神话。你们让我们重塑你们的世界！我仍然很好奇这是为什么。

有限与无限的游戏

在我选择硅谷第一份工作的前几天，我参加了一些面试。那些日子犯下的错是值得回忆的，因为第一印象具有深刻的启迪作用，能让你认清自己以及你遇到的事情。

我当时正在摸索着VR事业，但没有任何与VR相关的工作，因为没有一家VR公司。（在那些年，你不能凭空为一家初创公司筹到钱。）甚至没有人知道“VR”这个词。我连高中文凭都没有，不大可能去美国国家航空航天局或空军这些地方研究飞行模拟器。

我最符合条件的是进入刚起步的电子游戏行业，尽管我有点厌恶这个行业。不过这个行业至少有一个艺术和音乐的外壳。

厌恶？确实是。我不喜欢固定的规则。我无法想象我要在斯金纳的实验室里做一只小白鼠，接受反复奔跑的训练，即使是更先进一点，接受遥控主人设计的小课程，依旧令人难以忍受。一想到成百上千的人同时在我可能发明的迷宫中奔跑，我就觉得头疼。

在这个技术世界里，很多人都沉迷于我认为很无聊的、在某种程度上很羞辱人的游戏，因为你必须接受成为实验室的小白鼠。我把这些游戏看作描绘道德和社会失败的一种数学方式。^[2]生活中应该拒绝这种封闭式游戏，而不是擅长这种游戏。最重要的数学就是为了避免固定规则的游戏和提前定下的赢家与输家。

无论如何，游戏是能赚钱的唯一一种交互式艺术形式。除此之外，我别无选择。

我的第一次面试是在金门大桥对面美丽的马林县。乔治·卢卡斯正

在创建一个电影数字特效机构，但同时也提供视频和音频编辑服务，该机构准备进军电子游戏行业。你可能以为我是因为《星球大战》（*Star Wars*）才对这份工作感兴趣，但并非如此，我对它感兴趣是因为我的偶像伊凡·苏泽兰的一个名叫艾德·卡姆尔（Ed Catmull）的学生已经开始从事这类数字特效工作。

我进入了一个没有标志的工业大楼，迎面而来的是阿更山脉的巨幅画作，这就是我小时候常常在新墨西哥州看到的山峰。怎么会这样？原来，这里另一位名叫匠白光（Alvy Ray Smith）的元老级数字大师是来自我们那片沙漠的移民。

看到匠白光，我感到很高兴，又有些迷惑，好像宇宙碰撞一样。他的老家和我的穹顶非常近。关于他，我最了解的就是他的出色成果衍生出了《生命游戏》（*Game of Life*）。

《生命游戏》是由数学家约翰·何顿·康威（John Horton Conway）创建的一个游戏程序，它展示了一个基于简单规则的点状网格，即这些点根据相邻点的闪烁情况而闪烁。通过调整规则和这些点的初始模式，你可以看到不可预知的惊人场景，好像这个游戏就是一个微缩的活跃宇宙一样。

匠白光证明，你甚至可以在这个游戏的范围内，制造一台功能强大的计算机，也就是世界中的世界。多年后，这一想法由斯蒂芬·沃尔弗拉姆（Stephen Wolfram）普及。你自然会开始猜想，我们是否就生活在与《生命游戏》类似的程序中。

还有一种扩展版的“游戏”，它不会把玩家固定在一个小小的抽象监狱里。

匠白光的工作给了我安慰。在知道《生命游戏》这样的确定性游戏可能会产生不可预知的结果后，我心中黑暗的焦虑就消失了。决定论和

自由意志之间的关系不再紧张。如果了解未来的唯一方式是实际操纵宇宙，那么，在我的哲学来看，这件事是否是决定论的也就不再重要了。也许有，也许没有。在宇宙的内部，我们永远无法知道答案。这个问题仍有争议。

当然，最有用的物理学可能包括随机性，也可能不包括随机性，但对哲学来说，这已经不再重要。数学不会扼杀自由！对自由意志现实的信念与对它的拒绝同样有意义。

黑客一直在这些想法上进行争论。“拒绝自由意志的能力就是自由意志的一个例证。”“你是说，你刚才所说的不能在一个没有自由意志的宇宙中说出来吗？错！我可以编写一个程序，现在就把它说出来。”

匠白光这个人就像他的数学一样安慰人心。他以愉悦的态度对待计算机和生命，我至今都很喜欢这样的态度。抽象是感性的！致力于“宇宙是新兴的、不可预测的”这一理论的物理学家，往往热情洋溢、幽默风趣，就像李·斯莫林那样。

我们还是回到我的故事中吧。

环之天行者

唉，给我面试的人不是匠白光，而是另一个穿着光鲜的年轻人。他显然希望为大制作电影工作，而不是二流数字电影。

“我们最终希望《星球大战》成为现实，这就需要你来操控卢克·天行者（Luck Skywalker）。你要用摇杆控制他挥动光剑。你认为你可以做一个看起来在八位机上发光的那种数字光剑吗？”

“这个嘛.....你知道，我认为这不是我的工作。”

“哇.....你怎么能这样说？这是有史以来最伟大的事情。”

“我无意冒犯。如果选对了人，这份工作将非常棒。我只是没那么喜欢《星球大战》。”

“去你的！那你在这里干什么？”

“我也不知道这份工作是什么.....”

“你怎么会不喜欢《星球大战》？每个人都喜欢《星球大战》！”

“天哪，我也不讨厌它.....我真没法解释。”

“说来听听。”

“好吧，是这样的。在我小时候，在新墨西哥州，我曾经在罗伯特·布莱（Robert Bly）朗读的时候为他伴奏。”

“谁？”

“你问那个诗人？你知道.....他在朗读他翻译的鲁米（Rumi）的作品，鲁米是古时候的苏菲派人士，”我显然没法表达，“嗯，从根源上说，那是一种伊斯兰神秘嬉皮士文化.....哦，这无所谓，让我们回到正题，好吧.....我们和约瑟夫·坎贝尔（Joseph Campbell）预约了一次演讲。”

“哦对，我们都知道他。卢卡斯用坎贝尔的《千年英雄》（*Hero with a Thousand Faces*）作为《星球大战》的模板。”好像这个人是卢卡斯最好的朋友。“等等，你认识坎贝尔？”

“不算认识，只是我们都曾在一个温泉度假村表演。”

“我不相信。”

“好吧。不管怎样，坎贝尔真的很伟大，他有一个理论我不是很喜欢，就是所有人类的故事都是同一个故事的变体。这有点像诺姆·乔姆斯基（Noam Chomsky）所说的语言核心。”

“没听过这个乔姆斯基，但真的，如果你把宇宙故事做成一个纯粹的版本，你就发财了。我们就这样做，而且准备一直做下去。你是怎么回事？你讨厌钱吗？”

“这太狭隘了。并不是钱的事，我说的是关于故事的想法。如果我们真的不理解其他文化的故事呢？我们能说他们讲的故事和我们的是一样的吗？如果只有一个故事，我们怎么能希望未来会有更多更好的故事？如果我们相信只有一个故事，也许就陷入了一个小循环，就好像我们在一个蹩脚的原始计算机程序中一样。在这里工作的匠白光已经证明了可能有更多的程序.....”

“你在说什么呀？《星球大战》发生在遥远的过去，而不是未来，它真的很酷！机器人比光速飞船还要快！那将会是一个伟大的未来！”

“但人没有变。他们被困在愚蠢的权力小游戏中，他们是残忍自私的。就算是好人也是排他的、大男子主义的。谁会需要更多的皇室成员？美国就是要摆脱他们。”

“我的天，你这个嬉皮士理想主义者简直是胡扯。”

“可千万别那样说我，我才不是！这么说吧，科幻小说可以讲述的是，人们在越变越好，而不是那些小装置越变越好。我的意思是，在《2001：太空漫游》中，有一种超越的感觉，就像我们可能会从小小的冲突中脱胎换骨一样。嗯，这可能不是一个很好的例子，它确实很抽象，很不正常。那么《星际迷航》（*Star Trek*）呢？吉恩·罗登贝瑞（Gene Roddenberry）认为，在机器变好的同时，人类也在变好。这令人兴奋得多。我认为这已经发生在人类历史中了。”

“去你的，《星际迷航》？”

“我想我该走了。你会帮我向匠白光说拜拜吗？”

“没门儿。”

你要变得无比古怪才能避免成为行为主义者

卢卡斯的世界并不是我的菜。能对这样的机会说不，感觉是很好。我还有几百种工作可以选择。

这是一个八位时代。我为不同的公司编了一些游戏，挣了不少钱。大学退学欠下的贷款已经烟消云散。

我最喜欢的是设计音效和音乐。在那个年代，程序员可能会做所有的事情，从艺术和音乐到说明书。

我并不是唯一一个有这种想法的硅谷移民。我开始遇到其他的游戏黑客，他们认为自己是艺术家和科学家，其中有一些最终帮助我创建了第一家VR公司——VPL研究公司。



图8-1 史蒂夫·布莱森

我遇到了史蒂夫·布莱森（Steve Bryson），他是一个嬉皮士物理学家和音乐家，穿得像罗宾汉。我们在森尼韦尔一栋矮矮的综合办公楼里为八位游戏编程。这栋楼有常见的沟槽，水泥预制板外墙；停车场外面有简陋的篱笆；前门停的都是豪华汽车，我的道奇达特停在后面。

这个不毛之地聚集了一群各有特点的天才。每当回想起那些日子，最让我惊讶的是，很多伟大的程序员同时也是颇有成就的音乐

家。我记得我与五六个朋友挤进钢琴室，每个人不仅能熟练地演奏古典曲目，还能以个人的风格弹奏绝妙的爵士乐。例如史蒂夫·布莱森、戴维·莱维特（David Levitt）、比尔·阿莱西（Bill Alessi）和戈迪·科蒂克（Gordy Kotik）。

在1981年前，我终于联合设计了我的第一款商业电子游戏。我与一位名叫伯尔尼·德克文（Bernie DeCoven）的玩具和游戏专家合作，为这款游戏取名为《奇异花园》（*Alien Garden*）。这款游戏很成功。随后，我独立设计了自己的第一款游戏。

我的第一款独立游戏名叫《月之沙》（*Moondust*），1983年发布时，位居家庭计算机游戏前十名。（在那个时代，这个世界还没有被优化，因此行进得非常缓慢，发布一个程序需要数年的时间。）

《月之沙》以卡带的形式售卖！以前有一种大商店，主要卖黑胶唱片，同时有一部分用于出售电子游戏卡带。我看到商店里专门有一个落地式展示架用来出售《月之沙》，宣传海报高高地挂在墙上，我感到十分自豪。

《月之沙》最好的版本是在康懋达64位机上运行的，感兴趣的读者可以去找找。音乐是算法式的，非常美妙，带着回音和湿度，这在当年是很奇特的。音乐是由动作驱动的，这在游戏界是首开先河。图形有着闪耀柔软的质地，而不只是块状的。在当时进步很慢的硅谷，这也很奇特。

这个游戏的玩法很怪。你会操纵整队飞船，试图让它们将一条飘逸的彩带拖进一个幽灵般闪烁的目标中，如果你成功了，将会高潮起伏。这个游戏太复杂了，很难进行分析，你必须要靠直觉。这个游戏还有一种奇特的性感气质。

有很多顾客买了《月之沙》，这真是太棒了。我怀疑他们是被图形

和声音所吸引，但很快就不想玩儿了。这个游戏太奇怪了，太开放了。

禁足

到了硅谷没多久，我就在帕洛阿尔托租了一个四处透风的小屋。这间老铁路工人的小屋建在一条泥泞的小路上，由于年代久远，已经有点倾斜了，它位于小溪旁一个废弃的果园里。[电子shu 分享V信shufoufou]

你可以从一个人对房地产的态度来判断他是否真的了解硅谷。我记得一个房地产经纪人曾说了一些话，暴露了她就是一个根本什么都不懂的蠢人。

“你疯了，为什么不买维多利亚式平房，再过几年，这些房子的价值就会是现在的10倍。”

我的一个黑客熟人就在附近，他过来纠正她说：“代码将直接运作世界。钱只是未来代码的一个近似值，我们只需等着计算机降价、联网。我们在创造一种新的力量，这比钱更重要。钱已经过时了，或者随时即将过时。”是的，黑客就是这样说的。每个人都感受到了这种说法的号召力。

这个房地产经纪人看着我们，就好像一无所知的恐龙看着带来世界末日的小行星。

我的昔日旧居，即使是那条古老的小溪，在30年后的今天也已经无影无踪了，测绘卫星只能检测到千篇一律的公寓。我记得路上的砂砾和脏兮兮的霉木头中散发出的乡村气息，从里到外都记得。曾经的加州闻起来也有青草味，听起来到处都是虫鸣蛙叫。

帕洛阿尔托是硅谷的精神中心。它虽然不会像森尼韦尔一路上平淡无奇的景色那样让人沮丧，但对我来说，仍然有些沉闷。

每天晚上，我就盯着那些高高的树木。天气始终如此完美，天空总是空空的。没有遥远的沙漠远景，也没有无边无际的海洋，这里甚至不如一直延伸到地平线的烦闷但迷人的纽约。我们所知的只有花园天堂，就像很多来自雪域的早期美国富人移民想象的那样。这种感觉好像是恶魔用一个模拟天堂欺骗了我们。这样一个局促的地方，与我的内心如此不协调。

在我母亲去世后的几年，甚至几十年，我的内心一直感到深深的孤独。

一个肯吸纳我为会员的俱乐部

黑客总是显摆他们最新的项目。由于计算机没有联网，你必须开车去看演示，或随身带着计算机。道奇达特的后座上现在装的不是山羊，而是计算机，这样我才能随处展示我的成果。我记得当时偶尔还会从硬盘插槽中挑出一些以前的干草。

我向每个人展示《月之沙》——在施乐帕克研究中心向艾伦·凯（Alan Kay）和他的团队展示，向苹果的研究人员（这些人最后创造了苹果计算机）展示，在斯坦福研究院向道格拉斯·恩格尔巴特（Douglas Engelbart）的团队展示，向美国国家航空航天局的飞行模拟器研究人员展示。

有一天，我在斯坦福大学附近巷子里的一家光线昏暗的点心店，将一个巨大的旧CRT显示器放在桌子上——当然是为了向人们展示《月之沙》。（我不记得点心店的名字了，如果你真的想知道，就是把杏仁油放在虾饺里的那家，大家都在谈论这家餐厅。）

观看展示的食客就是将来创建皮克斯和太阳微系统这类公司的那些人。《月之沙》让他们十分震撼，于是，他们开始缠着我。

“你是怎样做到的？像素在屏幕上同时变化。”

“嗯，我是通过这些移动的掩码用压缩查找表做到的……”

“等等！别告诉他们你是怎么做的！”

“我认为黑客的道德标准就是分享代码。”

“好吧，如果这样就可以扳倒那些老牌的、庞大的坏势力，那随便

你。这是你自己的事。”

“我不知道该怎么做。”

“好吧，不管怎样，你现在是我们中的一员了。”“我们”中的一个人用《畸形人》（*Freaks*）中的咕噜声强调道。

代码文化

我们的世界并不是为我们创造的。我们仍然非常奇怪。

硅谷里到处都是精英，但大部分人并不是很有钱，他们给人的印象基本上都是邋里邋遢、十分压抑。美国的所有地方都保留了20世纪70年代那种脏兮兮的感觉，硅谷也不例外。就在门罗帕克的北部，没了彩灯的招牌已经生锈，店里提供现场色情表演，进退两难的行人挤在街角。

这就是我们的聚会场所。我们需要保持紧密的联系，当时没有互联网，但我们需要网络效应。

我记得在主干道埃尔卡密诺里尔上有一个简陋的廉价酒吧，里面有一个桌球台，我认为帕洛阿尔托的黑客就像是一个母球，在把另一个球撞得远远的之后，它自己也旋转着掉进了球袋。我们在新家里旋转，而我们的动量被转移到外面，重组着世界的其他地方。

你日日夜夜地编程，直到大脑吸收了一个大的抽象结构并将之完善。这与今天的程序员体验不同，因为在那个时候，你是直接用芯片工作，以此得到足够的性能。这就意味着，你无法借助其他程序员的语言、工具或库。

一切重要的东西都是新鲜的，都完全是你自己的想法。你是一个抽象的探险家，面对的只有荒芜。如果你想要一个圆圈出现在屏幕上，你必须想办法编出圆圈的代码，以足够快的速度形成圆圈。我记得有一次，我和最初的麦金塔计算机图形的编写者比尔·阿特金森（Bill Atkinson）一起去斯坦福大学见传奇的算法大师高德纳（Don Knuth），向他展示圆圈的新画法，那就像是去见一个代码教皇。

将任何事物推到极致状态后，它都会发生转变，这个原则同样适用于计算机。在编程体验的核心，当你以最高水平写代码时，会再次感受到一种不同于代码世界的神秘感。

当代码正确时，你的肠道里就会有一种奇妙的感觉，至少在当时是这样。这是一种令人难以置信的、几乎是救世主一般的感觉。我们曾经有点尴尬地讨论过这个问题，这是在我们的合理性堡垒下埋藏的神秘主义。

每当我有这种感觉时，手头存疑的代码就会被证明是无懈可击的。这是一个几近圣洁的奇特时刻，你很难得才会产生这种感觉。

编程的顶峰体验越来越难以捉摸，因为编程不再是单独一个人的工作，但凡有点重要的新程序都会由团队完成。当程序运行时，就会像青苔一样蔓延在之前已经存在的无数软件结构上，而这些软件结构甚至不会在同一台可识别的计算机上运行，而是在世界上未知的互联计算机之间秘密运行。人们再也不能真正了解一个软件了，人们只能测试它，好像它是一个刚被发现的自然界。我们与旧的直观世界之间的联系已经断了。

不管怎样，结束了夜以继日的专注工作，你常常会穿着衣服睡觉，就像睡在天鹅绒一般的大海里，然后，你会斗胆去看看别人，但所有人都在做同样的事。你们相互看起来都像代码一样。你口中的世界，就像一个你正在创造的不完整的谜题。

我真希望自己还记得最开始在硅谷认识的所有朋友的名字，不过至少我还记得我们的对话。“我已经保存了关于所有寿司店的数据，这样，我们就可以选出最好的寿司店。”“我也是。”“你有没有给你的数据打上时间戳？我们可以用贝叶斯方法进行关联。”

这种遇见世界的方法仍然是在纸上完成的！我们随身带着迷你笔记

本和铅笔。黑客会将他们的笔记本固定在一个仿金属的壳子里，有点像之后的便携式数字设备。我们还有很多漂亮的皮带固定设备、腕部固定设备和背心固定设备。做完计算后，我们就会吃寿司，再继续写代码。

在花了一整天的时间编程之后，连你的梦里都全是代码，整个世界也成了代码。斯科特·罗森伯格（Scott Rosenberg）写了一本书，其中有一部分描述了我梦到代码的体验，这本书当然就是《梦断代码》

（*Dreaming in Code*）。你会突然醒来，意识到你刚才在睡梦中编程，在梦中将你经历的事情编写成代码。这是一个人的心跳循环。

[1] 囚徒困境是最著名的游戏理论思想实验之一。它已经被改编为游戏节目和电影情节。我不在这里多做解释，读者可以自己查一查。从数学的角度来看，这种观念很有趣，但一想到把它应用到现实生活中，你就会觉得很恐怖，因为现实生活并非这样被清晰地割裂的。一旦人们在游戏节目或其他现实生活中应用囚徒困境理论，就会变得对彼此十分残忍，相互欺骗，我对此感到十分痛心。我怀疑这种邪恶的数学应用是否应该被禁止，因为很多孩子可能会因为糟糕的老师和课本，以这种方式爱上数学。

[2] 数十年后，计算机早就联网了，之前意为“骇客”的“cracker”一词作为一个贬义词再次出现，意思是“穷白人”。在20世纪80年代，几乎所有的“cracker”都是这个意思。

09 邂逅“外星人”

本质的漏洞

能与其他黑客找到共同点是很好的，但我不太适应。他们中的大多数人对现实和为人的基本要素有着不同的信念。我变得越来越孤立。

一个新的理念正在兴起，但我并不买账。对我来说，这个世界并不是代码，因为至少在代码的层面上，我们知道该如何编程。人生的意义不仅是更多的代码，人生的目的也不是优化现实。

我的生活因为睡眠不足和野心勃勃而极端扭曲。我很容易有极端的感受。新的正常思维方式不仅让我感到困扰，还会让我想尖叫。

我准备开始据理力争。“现实世界是一片神秘的海洋，而我们挤在被科学和艺术点亮的小岛上。我们不知道这片海洋是否有边界，我们不知道自己能看到多少，我们不了解自己在其中的位置。”

“你听起来像是从马林来的。”

“你这话是在侮辱我吗？”

“是的。”

“你错了。我才不像是从马林来的。那些人相信无凭无据的事情，就像占星术一样。”

“嗯，可能没人告诉你，如果嘲笑这里的占星术，你可能会永远没有性生活。”

“我认识不相信占星术的女人。”

“但你和她们上床了吗？”

“是的，其中一个。”

“不可能！”

“你看，我说的是完全相反的东西，也就是，信念必须有理有据。”

“以那种标准的话，对我来说，占星术也是有理有据的。（哼的一声。[\[1\]](#)）意识与占星术有什么不同？你相信它，只是因为你想相信。”

“我经历过，你呢？”

“如果我说我没有呢？”

“那么你就够格成为某个地方的一个超级书呆子哲学教授。去吧，别编程了。”

“至少你没有再叫我‘过早的神秘减速器’。你怎么知道你所谓的意识体验不是幻觉？”

“如果是幻觉的话，那么只有意识才是真正真实的。幻觉依赖于意识！”

“但如果这样的话，意识就不是科学的一部分了。它是一种无关紧

要的孤立的设置。为什么要纠结这个呢？”

“承认神秘的东西会使我们谦卑而诚实。没有这个，我们就不能拥有科学方法。相反，我们只会编写代码，再编写代码上级的代码。我们的科学与神秘之间是真正对立的，我们的艺术也是如此。每个地方都有神秘的东西，每一秒都有。现实就是无法衡量、无法描述、无法完美复制的东西。意识可以让我们很好地注意到这一点。承认意识的存在让科学更加强大。”

我现在发现了，我真的有点烦人，像一个教授一样唠唠叨叨，其实我们应该赶快吃完寿司，重新开始做真正重要的唯一一件事情，那就是编程。

租一个妈妈

黑客通常是性欲很强的年轻人，但同时也是很温柔的，并且往往在努力建立恋爱关系。我们的狂热使我们的温柔变得有些复杂。我们完全致力于好像是从科技文化中出现的一种新的理解生活的方式，而这种方式并不会让我们的恋爱变得更美好。

“她想让我分担家务，但做家务真的太蠢了。我的意思是，谁会在意我们的衣服是否熨过？再过几年，如果你想熨衣服，机器人可以帮你，我们也可以对DNA（脱氧核糖核酸）进行编程，培养可以让衣服每天保持平整的细菌。在问题解决之前，为什么我们不能等几年，而要把自己弄得这么可怜呢？”

在我刚到那里时，人们经常说，有人开了一家名叫“租一个妈妈”的公司。怎样找到这家公司？电话簿里找不到，那个时候也没有互联网。[\[2\]](#)

我记得有一次讨论过这件事，当时，我们几个邋里邋遢的年轻黑客在我们最爱的湘菜馆中，挤在一张桌子旁。这个小餐馆是数学家的根据地。你可以看到传奇流浪数学家保罗·埃尔德什（Paul Erdos）这样的人，在从窗户透射进来的古怪昏暗的霓虹灯招牌的光亮下专心思考。有些黑客还用中文点菜，以此作为一种炫耀，尽管服务员从来不会对此大惊小怪。这也没什么。

“我认识一个人在用‘租一个妈妈’的服务。当然这与性没有任何关系。不同的中年妇女上门来帮他洗衣服、购物、选衣服、听他抱怨、给他买夜宵等。如果他编程太久，累得不想开车了，她们会载他回家。他说这让他的效率提高了10倍。”

一个个子很小的黑客，戴着比他的头大得多的眼镜，说道：“好的，好的，我们怎么才能找到这个人？我再问一下，怎么找到他？怎么找到他？”

“租一个妈妈”听起来像是真实的，因为每个人都在谈论这个话题，但没有任何证据，也没有出现可操作的联系。这个谜变成了一种执念。

我愤怒地回应。这些人并没有失去真正的母亲。这个想法侮辱了我生命中最重要意义。因此，在很多有关“租一个妈妈”的对话中，我扮演了黑脸的角色。

“你就不能自己洗衣服吗？不洗也行。我们一点都不在意你洗没洗衣服，这对你写出好代码或烂代码没有任何影响。”

“你不明白，”同样出现了终极的反对声，“租来的妈妈会帮你处理真实世界中的所有事情，你就可以专心写代码了。想象一下那种被释放的感觉。”

“但我们如此痴迷于‘租一个妈妈’，就是在浪费自己的生命。这能优化任何东西吗？”

“当然！总有一天，计算机将互相连接，我们将会带着通过无线电网的微型计算机到处走，你会对麦克风说‘给我租一个妈妈！赶紧的！’”

虽然技术还不存在，但愿景和争论已经形成。

其他人会说：“等等，为什么要租真的妈妈？用人工智能做这些事不是更好吗？比如机器人？”

“那样当然可以，但你没搞懂。我们现在就有可供租用的真人妈妈，而人工智能和机器人要等以后才能实现。”

“不，最多再等三年，人工智能就会出现。”请记住，这段对话发生在20世纪80年代初。

“好吧，等多少年都无所谓。我们需要想赚点钱的真正的妈妈，但只在我们需要的时候，才会这样做，多长时间并不重要。不过如果只需要三年，那就太好了。”

“但人工智能很快就会成为现实，为什么要去纠结这件事呢？”

“别担心，这只是一个应急计划。”

“但这真的让我很纠结。我是说，人工智能几乎就要实现了。”

“好吧，你看，我们并不会向真正的妈妈支付很多酬劳。”

“最好不要！”

就像今天大多数人经历的那样，互联网就是在那个时候，在那种对话中诞生的。

“当计算机联网时，谁做出了‘租一个妈妈’，谁就驾驭了世界！”

“是的，所以我们最好实现它。”

“但如果我们不这样做呢？”

“我们会的。”

孤独的年轻大师

我产生了一个可怕的想法：我生活在一个地方，而不是一直在路上。我可以有一个稳定的女朋友，一段真正的感情。我可以开始成年人的生活了，哎呀。

我一直在旅途中避免自我探索这个艰难的过程，为了停止逃避，强迫自己探索自我，我花了多年时间。

硅谷所有的异性恋男人都抱怨这里没有女人。^[3]这种不平衡恰恰与北边离硅谷只有一小时车程的旧金山形成有趣的对比。

在旧金山，你会听到每个单身异性恋女人抱怨，那里所有单身男人都都是同性恋。我们就好像被困在一部古希腊喜剧中一样，硅谷男人会定期去旧金山找女人。

许多最聪明的年轻女人研究了种种解决办法，那在当时是研究人类的最好的方法。我们研究机器，而她们研究人类，我们都注定活在传统观念中。（今天，传统观念仍然不断更新，继续存在，并使得有技术才能的聪明女性从事神经科学研究。）当时有很多女性心理治疗师和实习心理治疗师。我和我的朋友曾经尝试从事这项工作，但我们常常觉得20世纪80年代用于心理治疗的语言很难。

我们曾讨论过这一点。记住，当时没有互联设备，没有社交媒体，甚至没有电子邮件。当时只有最大的科研机构，但我们很排斥科研机构，将它视为我们已经超越的旧世界的一部分。我们能做的只有见面、聊天。

黑客的典型抱怨可能是：“她让我表达我的感受，但她又说我的感

受不是我的感受。她说沮丧不是一种感受，但愤怒和悲伤是。我真的不懂她到底想要什么。”

我也不时发出这种抱怨，但更专业地说，我在大多数时候有一种约会障碍。

我倾向于和比我年纪大的女性约会，通常是30多岁，而我当时才20多岁。我还记得早些时候，在一家嬉皮士素食咖啡馆里与一个女朋友见面的情景。

当她走进来时，我正在发呆。

“喂，注意！别发愣了，杰伦！”

“哦。”

“你又没认出我！”

“对不起。”

“你要意识到，这跟你的母亲有关。”

“我的天，请不要这么说。”

“你完全忘了她。你不看她的照片，你不和你的父亲讨论她，这让我感到很想哭。”

“我只记住重要的事情，请别对我指手画脚。我们都在找寻自己的出路，你根本不知道我经历过什么。也许这和心理治疗书中说的不一样。我们能不能不讨论这个话题？说点别的什么都可以。”

“你需要面对你的感受。难道你没有意识到你是怎样让自己消沉的吗？你让自己忘记了你的应对机制，你甚至认不出人来。我的意思是，

如果你游离在生活之外，怎么能生活下去？我该如何和一个根本看不见我的人约会？”

“你太夸张了。我当然看得见你。你很漂亮，你很聪明。我只是经常会走神。我需要几秒钟的时间从我的内在世界转移到这个外部世界——只需要几秒钟！有这么糟糕吗？我的意思是，这根本不成问题。你就是爱对我指手画脚，放松点，也许你还能更多地了解我，也许你没有注意到一切。”

“你太典型了！现在硅谷的所有男人都是这样。”

“对呀，你看不到吗？现在是你看不到我。你只看到了你脑中的刻板印象。”

“我们不应该把生活浪费在这件事上。”

她走了，但这种模式没有消失。

每次分手后，我都会感觉整个宇宙崩塌了。

每个单身女人似乎都是心理治疗师，于是，我开始学习那些用于心理治疗的语言。

我可以阐述自己奇怪的例子，向任何愿意倾听的人解释，我是在找一个母亲，这种疯狂的痴迷绝望地扭曲了我所有的恋爱关系。而其实是我还没有经历足够的悲痛，还没有感激她一直在那里陪着我。我那时没有真正意识到这一点，因此也没有对任何人说过。

领悟

对，是真的。我没有认出我的女朋友。

也许现在很适合稍稍坦白我的认知怪病，我直到那时才意识到自己的这个毛病。也许和你分享我的记忆缺失会让你对我的记忆力产生信心。但愿如此。

读者们，你们现在可能会想，这真是一本魔幻现实主义作品。一部分故事甚至发生在墨西哥。那是因为事情确实在那里发生，而不是杜撰。

唉，我尽力让我写的东西接近现实主义。让我感到尴尬的是，我的认知不适合完成重建准确历史的任务，原因之一是我有中度脸盲症。我刚看到人的时候，一般认不出来。[\[4\]](#)

我有一些朋友是著名演员，我在屏幕上看到他们时，根本认不出来。对一个演员来说，有我这种朋友也许是一件坏事，也许是一件好事，这取决于他的演技如何。只有脸盲的人才能真正地欣赏电影本身，而不会受到明星的影响。

这就是为什么在这个故事里，我可能会把一个人模糊地称呼为“寡妇”或“爸爸”。我宁愿我传达的是不完整的真实记忆。这些事情确实发生了，但人物可能不可考。（当然，在一些例子里，我故意掩盖了一些还在世的人的身份。）

坦白自己认知的局限性至少是智慧的开端，但这只是一个开始。我在30多岁时开始意识到自己有脸盲症。意识到这一点之后，我就可以为某些问题找到根源了，但问题本身并没有解决。

我不仅学会接受了我的脸盲症，还对它加以重视。我是认知多样性的忠实信徒。不寻常的头脑会发现可能被忽略的重要东西。因为我不能通过外貌认出人来，所以，如果我要认出他们，就必须对他们做的事以及他们融入这个世界的方式更加敏感。

人们认为我是一个聪明人，但我不确定智商是否只是具有单一数量级的现象。我了解的所有人类思想都比我最初想象的更加惊人。我们只是以不同的方式进入我们的世界。（多年后，我和别人联合发明了为我自己设计的人脸识别数字设备，但我最终拒绝使用。试图成为“正常人”是一个愚蠢的游戏。）

我还有更多要坦白的。我在语义记忆中也有一种奇特的怪毛病。我到了30多岁才能按顺序记住代表每个月的单词。通过日积月累的努力，我越来越正常，现在已经能够记得住这些单词了。

如果记住月份的单词都很困难，那你想想，记住派对上认识的人得有多么艰难。我仍然担心会突然碰到一个人，对着我滔滔不绝地回忆我们曾经在一次会议、一场音乐会或其他聚会上一起度过的极其有意义的精彩时光。

难道我不记得自己在20世纪80年代进行迷幻般VR演示的那个伍德斯托克式的虚拟现实活动吗？当时的每个人都如此震惊，直到今天，当年的惊喜都尚未磨灭。难道我不记得自己在医学院进行的有关外科模拟的演讲吗？难道我不记得自己在一次会议上与一名年轻的计算机科学系毕业生聊天吗？

对脸盲症来说，如果不能满足你面前一个好人的甜美温和的期望，那将会是很可怕的。我在无意中得罪了一些人，如果我说这都是我的错，跟他们毫无关系，这听起来就是别扭的推托之词。我时常希望自己能说出更高明的谎言。

这个问题还在于，类似的事情发生得太多了。我们的世界充斥着大量所谓的精英会、贸易展、派对和仪式。

让人感到庆幸的是，我能分清什么是记住的，什么是没记住的，这就弥补了我在记忆上的缺陷。当我认为一段记忆是真实的，即使这段记忆只有部分是真实的，我也能确定这一点。这种感觉就像是代码没有漏洞时，我肚子裡的感觉。在我的内心深处，有一种对真实的感受。

如果我不擅长记忆事件、面孔或序列，我怎样了解我的生活？

我记得我在思想方面的经历，以及我所经历的故事如何阐明更深层次的问题。我的经历会成为寓言。

我还记得几十年前与他人交谈的细节，这对我来说十分重要。这些人里有古怪的继承人，还有墨西哥将军，形形色色，但也正是这些寓言里的人物构成了我的个人宇宙。我还记得理查德·费曼教我用手指做四面体；记得史蒂夫·乔布斯羞辱了一名硬件工程师，展示了如何积累被我们称为权力的神秘的东西，而当时的我却不知所措；记得马文·明斯基（Marvin Minsky）向我展示了怎样预测一项将变得廉价而成熟的技术（他拿基因组学举了例子）。

正如我现在所希望的那样，我还记得亲密的主观感受：情绪和美感。

我对自我世界的体验有两个极端：在我面前的、无法抗拒的、无法形容的味道，以及想法，即思想的桁架。

我用万花筒般的方式记住了我的生活，也许可以把这种记忆方式称为立体派。所以现在让我们回到一张破裂的但也许可靠的“画布”上。

为难自己

也许我对自己太苛刻了，但我记得，当尝试将一些材料加到未来的“大师谈话”中时，我偶尔会愚蠢地搞错日期。我很自命不凡，精神高度集中，目光犀利，手舞足蹈，像个木偶一样。

“每个人都必须拥有广阔的内心，就像卡尔斯巴德洞穴一样。洞穴里可能有味道，有奇怪的灯光，还有语言无法形容的虚构的东西。从某种程度上说，可能大多数人在某些方面都是天才。”

“好吧，杰伦，这太棒了，但请等等。能给我一分钟让我说说吗？”

我花了很多年才学会给别人这一分钟。很不好意思，但年轻人总是需要慢慢成长。更不好意思的是，我咆哮只是因为想让对方听到我说话。

“我差不多说完了，但请等一会儿，我保证你有机会说话。这一次是真的。与现实最基本的接触是通过数学实现的，这是最普遍的试金石。”

我心中有一种感觉，人类最终会因为科技而摆脱彼此孤立的状态。（我当然无法想象今天的商业社交媒体中充斥着侦查性算法，这些算法能够为满足大型服务器企业的利益而组织和优化人员。）

轮到她发言了。“在我转到化学系之前，我在数学方面也还不错，但我不能说它具有深层次的意义。我们能讨论点别的吗？就一会儿，行吗？”

“我知道很多人认为数学是古怪的、令人生畏的，但这种看法也许

并不能反映最深层的真相。也许宇宙的多样性比我们在地球上发现的更多。外星人有多怪？也许某些地方的生物是由时空中的微小结节组成的，这些生物从来不知道我们所知道的普通物质，如液体和固体。它们也可能没有注意到普通恒星的存在。但就算是最古怪的外星人，也肯定知道数学。”

“杰伦！在你面前有一个外星人，他想和你交流。但也许就这一次，并不是数学。”

“哦，是的，哇，可爱的外星人在这里，但我能说完我的想法吗？否则我脑子里要一直想。”

“哦，继续说吧。”对方放弃了，身子往后靠了靠，但奇迹般地仍然保持礼貌。

“外星人的数学和我们知道的一样吗？这是一个奇妙的棘手问题。外星人可能知道不同的数学，这种数学与我们的数学并不相似。但如果它们了解到了我们的数学，就必须同意我们的方法。如果双方进行了尝试，我们就会找到共同点。这就是数学神奇的地方。”

“好的，听起来没问题，但为什么数学不能成为一个吻？”

“好问题。”这是一个肯定的回应，但并不是一个吻。“不过，请再给我一秒钟……总有一天，会有一种技术能将你的整个身体和整个世界转变成任何东西，我把它称为虚拟现实，你可以成为一个拓扑形式，交织缠绕，并且……”

我们接吻了。

用数学对抗孤独？

当我试图向那个女朋友解释时，我的内心深处正在燃烧着一种奇特的乌托邦式的迷恋。

我觉得这个世界需要一个工具自发地发明新的虚拟世界，以此表达难以理解的想法。如果你刚好能够想象出正确的虚拟世界，它将开启灵魂、数学和爱情。

请把这个想法是否疯狂暂时放在一边。20世纪80年代初实际执行的任何概念都是疯狂的。我进行了尝试。

首先，我与对“可视化编程”感兴趣的一小群人联系在一起。这就意味着，要通过操纵图像，而不是操纵文本字符串，来控制计算机的功能。

计算机还是很慢，你甚至可以感觉到它们的内部在搅动，而这个速度恰好是在人类直觉的掌控中。编程非常具体。因为你可以想象出机器内部的样子，所以能很容易地想象到它在计算机图形中的可视化。

当时的编程是伊甸园，而今天的编程则是一个拥挤的官僚机构。代码就是通过云中无限层次的已有结构，协调你想要做的事情。

我并不是唯一一个沉迷于编程的可视化和视觉化的人。我曾经在《哥德尔、埃舍尔、巴赫》（*Gödel, Escher, Bach*）中读到有关斯科特·金（Scott Kim）[\[5\]](#)的故事，我也从沃伦·罗比内特（Warren Robinette）的电子游戏中了解到了他本人。我和同伴聚在一起，工作到深夜，画出各种草图，描绘人们怎样发明出互相连接的数字世界。

我有一个奇怪的小项目，它是一个通用的纯粹声学编程语言，与视觉毫无关系，完全是由唱歌控制的。

1982年左右，很奇怪的是，我变得有钱了。我有电子游戏版税！如果把这笔钱投入房地产或股票，我会觉得很不正常，很奇怪。我唯一可以想象到的用途就是创造我一直在尝试的梦境机器。

那个时候，即使在预算不错的情况下，在车库里构建VR也是不可思议的。即使预算没有限制，你也不大可能买到一台能很好地实时渲染虚拟世界的计算机。

但可以想象的是，你能够在实验性编程语言中自筹资金，进行研究。所以我就这样做了。

我在附录二中解释了我当时打算做的事情，希望你能花一点时间看一下。目前来说，关于剩余的故事，你只需要知道，我正在研究一种被我称为“显性”的编程方法。

[1] 在2016年，搜索“租一个妈妈”，你会看到很多保姆、家庭护理和劳动交换服务。据我所知，今天的这些关注点与20世纪80年代的传奇没有任何关系。在我们那个年代，搜索是基于文本的，所有东西的每个名称都物有所指。

[2] 我们都希望有更多的女黑客。大体来说，编程这个行为就是一种女性化的发明，但第二次世界大战以后，这一专业越来越男性化。自从一个女人为第一家电子游戏公司雅达利编写了名叫《蜈蚣》的热门游乐场游戏后，硅谷出现了越来越多的女黑客。

在那个年代，更具统治力的文化把硅谷排除在外，不让硅谷有机会展现它真实的色彩。我们真心希望有更多的女性学习数学和计算机专业，但事实并非如此。

我记得这是一种公平与傲慢交锋的真实感受，因为我们认为，黑客是一个人能做的最光荣、最重要的事情。

[3] 没人能确定，但大约40个人中就有一个会遭遇和我一样的情况，而很多像我一样的人，可能多年来都没有意识到这一点。毫无疑问，其他人永远都不会意识到。

你可以通过其他方式来认人，比如你可以通过他们出现的地点以及他们的同伴认出他们，对脸盲症怪人来说，则是通过他们的动作、有目的的闲聊、穿衣风格或配饰选择来认出他们（曾经风靡一时的刺青非常有用）。

[4] 斯科特·金以对称书法和数学舞蹈团以及他在可视化编程方面的成果而闻名。他在《哥德尔、埃舍尔、巴赫》中扮演着重要的角色，这是侯世达（Douglas Hofstadter）在1979年所著的畅销书。侯世达第一次向公众介绍了生活和宇宙的数字视角。沃伦·罗比内特创造了《洛奇之靴》，这是最早的建造类电子游戏之一，其中，玩家在早期的八位计算机屏幕上构建可视化功能程序。沃伦后来加入了北卡罗来纳州立大学教堂山分校的VR实验室。

[5] 在这个时期，黑客文化多多少少都是嬉皮士文化的一个子集，而嬉皮士常常认为自己拥有所有权。

例如，有一些黑客认为性应该像软件或空气一样“免费”。想想我们曾经去过的旧金山技术工社的口号：“每个人都有权享用足够的空气、水、性、食物和教育。”在当时，这是一种温和的暗示——几乎是禁欲式的。只是“足够”，而不是多余，这样才会有周转的余地。社群主义就是可持续的性权利，数学意义上的性义务。

为什么我几乎懒得争论？“如果在这件事上，一个女人或一个男人不想拥有其他人认为的‘足够’的性，那会怎么样？”

“你在担心一个不存在的问题。一切都会相互抵消的。”

“但如果没有呢？”

我最终与可以想象的每一个加州乌托邦人士进行了这种争论，包括自由主义者、社会主义者和理想主义者。他们都低估了一个人可能不适合一个“完美”体制的可能性，不管是在性方面，还是在其他任何方面。

10 沉浸感

这群人将创办第一家VR公司。

女性是社会的干细胞

恩惠可能是宇宙中最真实的东西。我招募了一些同行帮助我实现疯狂的设计。现在仍然令我感到惊讶的是，当时的人们都十分开放，愿意投身于梦幻般的计划。

对那些当时参与这一疯狂计划的怪人们，我现在几乎依然无法表达出自己的感激之情。还记得来自森尼韦尔电子游戏公司的史蒂夫·布莱森吗？是的，没有任何原因，也看不到任何目的，他就会在我的小屋里埋头苦干，研究一种奇怪的实验性编程语言。

每个研究新式编程的人都会低估它的困难程度，史蒂夫和我很快就不知所措了。我们需要找到更多的人，更多在其他方面自力更生的聪明人，他们要愿意参与呕心沥血的早期工作，探索对宇宙可能产生的影响。哪里才能找到他们呢？

我们回到了湘菜馆。“是时候召唤GNF（大网络女性）了。”

“哪个？”

“他应该召唤北部的GNF。”

“不，南部。”

我只能说：“这听起来好像我们在Oz游戏中一样。”

“你也注意到了！”

我不知道怎样才能最好地传达20世纪80年代硅谷的这一特色。在互联网出现之前，女性的角色就是有机社交网络的关键人物。商业猎头与

真正的硅谷并无关联，他们只不过是一些小骗子而已，专门骗我们这种新手。

硅谷真正的运作方式是：极少的、非官方的、高度社会化的、权力极大的女性，将每个人联系到一起，创建公司，甚至是发起整个技术运动。硅谷的历史总是提到史蒂夫·乔布斯这样的行业领袖，但你可能永远不知道那些设计了这个地方的伟大女性的名字。

琳达·斯通（Linda Stone）又被称作小湘菜馆中的北部GNF，她后来先后成为苹果和微软的知名高管，她对硅谷早期的演变产生了巨大的、无形的作用。她的一系列成就并不能完全概括她的角色。在人们还在用光盘分发的年代（还记得CD-ROM吗），琳达就让苹果开始制作“内容”，她还启动了微软早期的VR研究。除此之外，不为人知的事实是，很多黑客最后都在某家公司或某个项目上被她挖走了。

来自洛杉矶（“南部”）的可可·康恩（Coco Conn）认识每个人，在20世纪80年代，她可能至少负责了与连接VR场景相关的一半工作。她的专职工作是研究使用VR的孩子，并为计算机协会的计算机图形图像特别兴趣小组（后简称SIGGRAPH）组织VR活动。来自东部的麻省理工学院的玛格丽特·明斯基（Margaret Minsky）也在这一名单中。还有玛丽·斯彭格勒（Marie Spengler）^[1]，她是价值观和生活方式改善计划（VALS）的关键人物之一，来自斯坦福研究院，她对20世纪的营销进行了改革。

我不记得当时是否有人讨论过，随时将取代“租一个妈妈”的人工智能机器人是否也将取代GNF，但硅谷确实在尝试这样做。人们称之为社交网络，可是其效果并不好。

我在硅谷的第一个长期女友最后也成了一个GNF，不过不怎么出名。我当然不会说出她的名字，因为那属于她的隐私。她带我认识了很多同行。她当时在斯坦福大学攻读有关男性性行为这一并不常见的博士

学位，住在黑客文化的种子中心。一名太阳微系统公司的前员工和苹果公司的第一个员工都是她的室友。

通过她，我认识了安·拉斯科（Ann Lasko）和扬·哈维尔（Young Harvill）。她们在华盛顿州一所名叫“长青”的嬉皮士大学教艺术，到这里是为了在斯坦福大学攻读博士学位。安学的是工业设计，而扬是一名画家和精细艺术课程的全息摄影师。她们俩结婚了，这在我们的圈子里是令人震惊的新奇现象，而且她们还有几个活泼可爱的孩子。

不可能的物体

在那个时候，对我们大多数单身黑客来说，孩子只不过是一种理论性的抽象概念。我还记得，我和其他人一起计划，如果我们有了孩子，他们一出生就给他们戴上VR目镜。随着孩子长大，我们会为他们换上更大的头戴设备，但只有在他们睡觉的时候才换，这样，我们的孩子就会只知道VR。他们将成长在一个四维世界里，并将成为有史以来最伟大的数学家。

数十年后，当我剪断女儿的脐带时，心头闪过了那个被遗忘的约定。当然，我并没有把婴儿VR系统带到分娩中心。后来，在我女儿莉莉贝尔（Lilibell）八九岁的时候，我把这件事告诉了她，她很生气：“我本来应该是第一个四维世界里的孩子，你却没有这么做？”然后，她向我索要四维VR玩具，并十分擅长操纵超立方体。所以，这个故事告诉我们，亡羊补牢，未为晚矣。

如果你有兴趣的话，请注意，VR研究界有一个共识，那就是孩子不能在6岁前进入VR，还有些研究人员建议等到八九岁。请给他们一个机会，培养人类神经系统进化环境中的基本运动技能和知觉，好吗？

我的女儿和地球上的其他孩子拥有同样的VR经验，她十分喜欢。我的喜悦之情无法言表。但她也喜欢蹦床，喜欢的程度不亚于VR。我认为她这样才是对的。VR应该作为生活的一种享受，但不能作为生活的替代品。

我注意到，与视频或游戏相比，孩子能在使用VR时找到更健康的平衡度。要推翻我这种胜利的喜悦，需要更多的研究，这是我们在早期都想到过的事情。电视和电子游戏会让人们进入一种僵尸般的恍惚状态，尤其是孩子，特别容易陷进去，但VR是活跃的，过一会儿你就会

感到疲惫。

三联画

安和扬都是技术纯熟的插画师。扬和我合作了一幅三联画，描绘的是自然的或者说“直接”的现实（扬的作品）、混合现实（也是扬的作品）和完全的VR（奇怪的我的作品）。

在我们的画中，同一对夫妇在每一联中都在亲密交流，触摸对方的脸。我后来将它们作为第一家VR公司的概念形象向投资者展示。

我将这几联画垂直排列，这样，自然现实就在最顶上。它必须总是在最顶上，以免我们搞不清楚，把自己弄糊涂了。





图10 - 1

为什么混合现实在中间？在那个时候，混合现实^[2]没那么激进，它是一种折中的手段，而全面的VR将是激进的、变革性的工作，是最后一联。混合现实很难实现，需要几十年的时间。因此，我们现在认为混合现实才是更激进、更具未来性的变体。

旧的三联画挂在我们的家里，现在看来仍然让我觉得欢欣鼓舞。它是对人与人之间的联系的崇拜。你看不到目镜、手套或任何装备。一直以来，这幅三联画都在直接的现实和尽量让每件事异乎寻常的冲动之间徘徊。

也许安应该运营我们最终创立的公司。她是我们所有人中情商最高的一个，她是我们的温蒂。她设计了第一批化身形象，以及VR早期感觉中的很大一部分。扬还是一名全息摄影师，为数据手套设计了新的光学传感器，多年来，她还做了一些其他有趣的创新。



图10-2 一名年轻人穿着被称为“西装”的奇装异服来演示数据手套。（摄影：安·拉斯科）

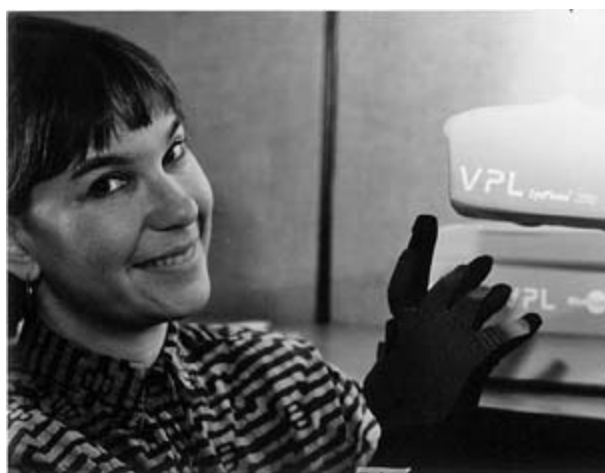


图10-3 安拿着一个VR头戴设备的原型。

安和扬将我介绍给长青大学的其他人，最值得一提的是查克·布兰查德（Chuck Blanchard）。查克是有史以来最好的程序员之一，由于患有多发性硬化症，他只能坐在轮椅上。他也许是我们之中性格最温和、最让人开心的一个人。

请原谅我用这本书介绍了这些对我如此耐心、如此大度的人，他们对我来说真的非常重要。我真的不知道该如何表达这种感情。

查克曾经是而且一直是一个恶魔级别的程序员。弗雷德·布鲁克斯（Fred Brooks）早就在他的经典著作《人月神话》（*The Mythical Man-*

Month) 中说过，程序员的能力差别非常大。一个伟大的程序员可以完胜一栋楼的优秀程序员，最好的程序员就是传奇。

比尔·乔伊（Bill Joy）、理查德·斯托曼（Richard Stallman）、安迪·赫茨菲尔德（Andy Hertzfeld）等。^[3]我能与他们相比吗？可能在我刚开始编写《月之沙》的时候，还能与他们相提并论。但毫无疑问，查克是有史以来最好的一位。



图10-4 查克将几十个数据手套的原型钉在背景里的墙上。（摄影：安·拉斯科）

查克和蔼可亲，像个伐木工人，同时带有一种随意但具有破坏性的气质。他虽然坐着轮椅，但依然可以用双手编程。他有一位来自夏威夷的女朋友，是一名神经科学家，长得非常漂亮，以致其他黑客都不敢和她待在一个房间，因为看着她就让人有压迫感。这当然不是她的错。

现实引擎之引擎

这个时代既让人兴奋，也让人沮丧。我对视觉化的VR有着生动的梦想和幻想，想象着它成熟后会是什么样子。通用型的VR头戴设备作为商品应该是什么样子？当时市面上还没有这种设备。它们会被松紧带固定在一个地方吗？你将怎样实现它们？声音呢？计算机要过多久才能模拟3D效果？

我们生活在黎明前的曙光中。当时还没有足够快的计算机能满足VR视觉方面的需求。或者说，至少在那个时候，没有足够好的VR可供娱乐，更不用说用于实际用途了。

你可能会认为这是一个伟大的时刻，一个充满期待的时刻，一个神奇的时刻，但实际上，这只是一个等待摩尔定律攀爬到更高层次的纠结时刻，就像看着一个始终不沸腾的茶壶一样。

根据这项定律（你也可以骚扰那些“不懂”的人，直到他们的思想上升到我们的高度），计算机越来越快，越来越便宜，并且以更加丰富的速率加速发展，以致人类的直觉越来越难把握它。少部分人的思想能走在时代的前沿，从而掌控这个世界。这项定律一直都是硅谷命运观背后的神学。

对于那些“懂”的人，摩尔定律意味着，我们已经发现了可能的终极底层机会。无论我们编写的是什么代码，它都将不可避免地改变世界的文化和政治以及人类身份的结构。这不是幻想，而是理性的推断，事实已经证明了这一点。

这项神圣的定律一直在我们心中回荡。从外行的角度看，可能会觉得我们的咒语不知所云，但我们知道它的力量。

摩尔定律仍然在不停重复——虽然在今天，它已经不是金科玉律了。计算机实际上不能一直变快、一直降价。

我们已经窥见了放缓的趋势，这一趋势预示着摩尔定律的最后叹息。这可能就像西线无战事时的美国创伤一样，当时的美国以空虚的镀金时代作为回应。我们今天的情况没有很大的不同。

不好意思跑题一下，我想介绍一下这条定律。我刚到硅谷时，总是参与有关这条定律的争论。

我说：“只有人类的理解力在提高，在其他地方，人们把这叫作加速学习曲线。”

如果你想在硅谷交到朋友，你就不能那么说。

“你没搞懂。人只是一种帮助机器繁殖和改进自身的性器官。”每个人都在假装引用麦克卢汉。

我反驳道：“看看什么能加速，什么不能。芯片改进的速度越来越快，但用户界面设计没有。不同之处在于，我们能如此精确地定义芯片的边缘和功能。既然我们可以把它钉死，我们就可以越来越好地理解它。用户界面是关于人的，人们生活在没有遮蔽的大世界里，我们不能事无巨细地规定他们。因此，根本没有办法实现同样的学习曲线。”

“如果你是对的，我们最好找到一种方法来限制更多人，否则世界的效率永远不会提高。”

“听听你自己说的话！”与优化之神争论是很难的。

虽然我不认为我们应该尝试优化人，但我一直在尝试优化计算机硬件。我曾经描述过必将到来的、足够强大的VR计算机是什么样子，我把它称为“现实引擎”。3D计算将通过硬件完成。现实引擎不仅是为飞行

模拟器中的地形这种标准化对象设计的，它还将以实心表面显示出所有的形状，而不是以线框来显示。虚拟的物体最终将产生阴影！一个立方体远离虚拟光线的表面看起来会更暗！这种概念如此美妙，简直就是远见卓识。

制作现实引擎应该是我们这个小团体的任务吗？不是！刚刚离开的一批斯坦福大学的人组建了一家名叫“硅图”的公司，他们的工作与我们要做的“现实引擎”一模一样。但他们还没有取得任何成就，所以我们一直在等待，有点坐立不安。

过多的触觉

虽然采用适当的3D图形工作还为时尚早，但我们可以在触觉（haptics）[\[4\]](#)上下功夫。

广义来说，“触觉”是指来自皮肤或肌肉、肌腱中的传感细胞的感觉，通常是指通过脊髓传递而不是通过感觉器官和大脑之间的专门神经束传递的感觉。这种感觉与人类的运动是不可分离的，因此，触觉不仅仅是感觉。触觉包括接触和感知，身体感知自己的形状和运动的方式，以及障碍物的阻力。要精确定义这个术语异常艰难，因为关于身体感知自身和世界的方式，还有很多谜题尚未揭开。

触觉至少是对热、粗糙、柔韧、尖锐或摇晃的表面的感觉，以及你踩到脚趾头或举起重物时的感觉。它可以是一个吻，是膝盖上的一只猫，是光滑的床单和灯芯绒似的沙漠公路；它是让我们来到人世的性的愉悦，又是让我们离开人世的疾病的痛苦；它是暴力的关键一环。

感觉是相互重叠的。我们通常首先将内耳前庭系统看作人体感知运动的途径，而整个身体还能感受到重力和动量，这就像是一系列的加速计。在适当的条件下，我们可以凭借脚以及身体任何部位感受到声音。（这就是从低音炮发明以来“俱乐部”一词的含义。）

触觉是否包括胃痛？这一界线有待争论。

我喜欢这种触觉形式，一部分原因在于我们仍然没有学会如何有效利用它，或完全理解它。这是我个人秘密的前沿。

与讨论颜色、形状或声音相比，我们并不擅长讨论触觉。智能手机的理想感觉是什么？当然是光滑，但水槽也是光滑的。智能手机是顺滑

的、平滑的，在感觉的边缘只需要有一点点其他的触感，就能方便你能抓住它，让它不会像你手中的冰一样容易滑落。要用什么词来形容呢？[\[5\]](#)

我们倾向于在情况清楚时，使用视觉隐喻来传达我们所掌握的分析性信息，而触觉隐喻则倾向于传达直觉，一种直接的感觉。就触觉来说，你是世界的一部分，而不是一个观察者。

与触觉相比，其他感觉都是冷冰冰的。眼睛和耳朵是互动的，它们以巧妙的潜意识方式改变它们的位置来进行探查（“间谍潜艇”策略），而触觉需要直接与世界接触。你与事物产生碰撞，以此感受它们。为了感知它们，你至少改变了它们一点点。

在你的每一次触摸中，触摸到的事物都至少会被碰掉一点点。麦加的石头每年都在变小，而你的手机也被你碰出了一些微小的凹痕。在你的世界中，你就是天气，慢慢磨耗着这个世界。这是感觉的代价。

当我回想起来时，很有趣的是，摩尔定律强迫我们有序地为每一种感官形式构建有用的设备，而不是一次性完成。首先是触觉，然后是听觉，再然后是视觉，还有嗅觉、味觉，之后还有一个有争议的其他感官的清单。这很有趣，它恰好反映了我从母亲去世的创伤中恢复过来后，慢慢感知这个世界的方式。

古怪的触觉

我们早期的团队成员之一为我们在触觉方面的工作带来了很大进步，他不是通过GNF来到我们这里的。

在我的一次演讲后，汤姆·齐默尔曼（Tom Zimmerman）走过来说：“嘿，你谈到了对VR的研究。你知道吗，我已经做出了一个传感器手套！”在硅谷很棒的一件事就是，你随时可能遇到这样的人。

我们能见面真是太棒了。我们工作中的一个巨大障碍就是，你只能通过鼠标、光笔或操纵杆等设备与计算机进行空间交互，那时，鼠标仍然是很稀有的物件，很难得。但如果能捕捉到整个手的动作，你就有可能拾起一个虚拟的物体或雕刻材料，你甚至可以弹奏虚拟乐器。自然界让人体表达自己的方式终于通过手真正地与数字世界连接在了一起。

我把汤姆介绍给史蒂夫、安、扬和查克，以及最终成为VPL成员的其他人，然后开始工作。在我那间摇摇欲坠的小屋里，我们在八位机上建立了一系列令人惊叹的样本。其中之一被称为“抓住”，因为它使用了一个手套。

当你在屏幕前移动你的手时，一只小小的计算机图形手就会随着它移动，模仿你的手势。然后，你可以抓起并操纵一些形状和模型，重新构建你之前的体验。

“抓住”的运行速度很快，因为屏幕上的图像直接操纵了严格的机器代码，正如我在附录中对显性的解释那样。你可以构建游戏、数学模型和有趣的艺术。这并不复杂，但在当时仍然极其令人印象深刻。

对于这项成果，我们既没有商业计划，又不是为了追求学术上的荣



图10 - 5 汤姆旧照

誉。我们不希望公布它，也不想会议上展示。这纯粹是兴趣使然，在吃点心时一起分享是很快乐的。

艾伦·凯可以说是目前智能手机和个人计算机运作方式的主要思想家之一，也是伊凡·苏泽兰以前的学生。当看到“抓住”时，他说，这是在微型处理器上编写的最好的程序（你必须知道，他在施乐帕克的工作基于另一种不同的芯片，即“位片”）。在今天，就算是包含那种设计的视频也不复存在了。正像很多早期的软件文化一样，它建立在不能重建的旧机器上，已经消逝了。

[1] 要了解“混合现实”一词的原始含义和不断演化的含义，请见第18章“竖起旗帜”一节。

[2] 比尔是太阳微系统公司的创始人之一，曾经是硅谷巨头。他写过一篇很出名的有关技术未来的警示性论文，题为《为什么未来不需要我们》（*Why the Future Doesn't Need Us*）。理查德孕育了开放源代码运动，你可以在我的书《你不是个玩意儿》中读到我们之间的争论。安迪则编写了麦金塔计算机的原始操作系统。

[3] 这个词来自希腊语“haptikos”，意思是“能接触到”。伊萨克·巴罗（Isaac Barrow）在其1683年的著作《数学课》（*Lectiones Mathematicae*）中，提出了这个词的英文翻译，直到最近才被广泛使用。

[4] 为智能手机设计玻璃屏幕的人能用定量的工程术语来讲这些东西，但他们的词汇并没有被广泛运用到日常语言里。

[5] 你可以在纪录片《探求自我的世纪》（*Century of the Self*）中看到对玛丽的访谈。

11

穿上新的一切 (关于触觉和化身)

一种盲目的绑定

目前（也就是2017年左右）最流行的一些VR头戴设备，尤其是基于智能手机的VR头戴设备，几乎没有任何交互。你只是看看周围，也许还可以按下一个按钮。这怎么能容忍呢？只有视觉算什么？

视觉长期以来一直是文化的主宰。视觉记录自古以来就超越了时间和空间，是记录历史的标志。语言的声音或音乐的记录最近才出现，也是通过视觉符号实现的。实际的声音记录只有一个世纪的历史，而且只记录了一小部分，而触觉则只在早期极其有限的实验中得以记录。直到最近，视觉才将几个时代连接了起来。

20世纪，视觉激发了特别具有自我意识的沉思。整个学术界都致力于电影拍摄、排版、摄影、绘画等多门视觉学科。我们喜欢谈论我们看到的。

视觉让我们有优越感，让我们觉得无懈可击，就像老鹰可以从几百英尺高的地方发现一只老鼠一样。没有人会想在金字塔的顶端放一只耳朵，象征着金钱和权利的是无所不见的眼睛。男性化的感知习惯被称为

凝视，而不是嗅闻。你可能已经听到了小道消息，但终究眼见为实。



图11-1 无法想象为什么我嘴里有一个数据手套，这是很久以前我在帕洛阿尔托的简陋的小屋旁，我们在VPL成立前创建了VR原型。

现在，视觉主导已经过渡到信息时代，我们可能经历了几代人才接受了这一事实。只要拥有最好的计算机云，任何人都将从现在开始极其密切地关注其他每一个人。一个人自己的眼睛越来越不重要了。

手势操作演示：数字界面^[1]

我、汤姆以及其他伙伴在制作头戴设备和其他设备之前就痴迷于VR手套，因为我们别无选择。计算机对屏幕上的图形来说足够快，但它对目镜里面的图形来说不够快。

这看起来是一件好事。

输入比现实更重要。你在VR中的输入就是你自己。

让我感到迷惑的是，人们因为非交互式的VR体验而迷恋着今天的VR潮流，而他们看到的東西只像是在一个全景视频中看到的那样。

如果你不能伸手触摸虚拟世界并影响它，你在其中就是一个二等公民。那里的其他东西都与虚拟世界的构成相关，你却置身事外。

这是一个微妙的问题，最好可以通过个人体验来理解。虽然VR只是主观存在，但我会尽力传达这种感觉。作为VR中独一无二的观察者，就相当于成为一个幻影，一个甚至不能出沒的鬼魂。

如果不能与虚拟世界交互，并对其产生影响，大多数人在最初的新鲜感后，都会失去对VR的兴奋感。即使是伸手这样一个简单的动作，如果你能看到你化身的手也伸了出来，那就说明这仍然是你，你仍然有反应，仍然很敏捷——这就是乐趣本身。对此，我从来没有厌倦过。

在以下有关手套的讨论中，我会假设VR头戴设备（就是我们今天知道的那种）已经问世，但实际上它是在最近几年才出現的。

有了数据手套，你就可以捡起一个虚拟的球，再将它扔出去；你也

可以拿起一个虚拟的木槌，然后弹奏虚拟的木琴。居然有人能忍受在VR体验里无法做到这些简单的事情，这真的让我很惊讶。

或者，还会有外星攀岩。高高的悬崖栩栩如生，把手在不停地晃动，在你到达高得令人难以置信的顶峰时，就可以抓住滑翔机，在空中翱翔。

人类用双手实现进化！我们必须能够使用它们。

被动触觉技术

我们最早的手套通常只有传感器，这意味着完全被动。它们辨认手的形状，但没有直接传达任何身体感觉。我们用各种蜂鸣器、加热器进行实验，但实际上这些工作都不足以让设备流行起来。

当用户完全沉浸在VR中时，偶尔会反馈说有通感的感觉。我也体验过。

我以前常常在演示里尝试这样一个小把戏：在VR演示中向受试者展示一个虚拟的桌子，要求受试者用手使劲捶一下桌子。如果在桌面附近能出现逼真的手影，并在手接触桌面的同时发出令人满意的撞击声，那么，大多数人的手都会立即停住，即使那里并不存在真正的物理障碍。

VR就像舞台魔术或催眠术一样，念念有词是很重要的。如果你自信地告诉人们那里会出现物理障碍，那么，手的动作就会停止得更彻底。

第14个VR定义：应用在数字设备上的魔术。

当然，我们都梦想在不必穿上特殊服装的情况下感觉到手和身体在干什么。20世纪90年代末，通过深度相机，这终于成为可能。这些照相机从现实世界收集三维信息，然后软件可以分析你的身体到底在做什么，而无须手套或紧身衣。

图11-3就是早期深度相机（实际上是为了导出3D形状而对其图像

进行对比的一组相机）拍摄的我的形象。这项工作是在20世纪90年代进行的，当时，我是Internet 2工程办公室的首席科学家。这个项目是与一些大学实验室合作进行的，但3D采集主要是由鲁泽娜·鲍伊奇（Ruzena Bajcsy）和科斯塔斯·达尼里迪斯（Kostas Daniilidis）在宾夕法尼亚大学完成的。



图11 - 2 1984年年初，第一代VPL数据手套被连接到一台崭新的苹果计算机上。



图11 - 3

现在，人们可以用极其廉价的零售深度相机（例如微软于2010年首先推出的Xbox游戏系统中的Kinect，或HoloLens中嵌入的传感器）来估算手或整个身体的形状。理论上，人们不再需要手套了。

然而，根据我的观察，戴着手套会让使用者的大脑知道手已经浸入VR。虽然手套只是一个被动的感应装置，但通过它，神经系统知道有特别的事情正在发生。手套可能还不会过时，尽管我希望它过时。

轴承手臂

手套并不完美，它会经历严酷的考验。

也许数据手套最严重的问题就是手臂疲劳。试着在没有任何支撑的情况下伸出你的手臂，坚持几分钟。你会发现，你的手臂肌肉微微发颤，不久后，你就会完全失去力气。我们习惯了足够快的移动，让动量帮助我们举起手臂，或至少让我们的手臂在操作的东西上面休息一下。

在电影《少数派报告》（*Minority Report*）中，一个手套界面扮演了重要角色，电影制作的设计师花费了大量的精力，使虚拟交互的风格看起来是可持续的，而实际上这种操作会导致手臂抽筋。我曾经将一个基于手套的监视系统带到会议上，与《少数派报告》的编剧和斯皮尔伯格进行集体讨论。这个监视系统有点像电影里的那个。当时每个人都经历了抽筋的体验，同时也明白，作为计算机化未来的象征，手套可能具有独特的吸引力，但同时也让人很不舒服。最终，电影里使用的手套非常贴合：这是一个真正的设计，将负担转化为酷炫的虚构未来世界的象征，同时隐藏了抽筋的事实。



图11-4 VPL数据手套出现在《科学美国人》的封面上。在20世纪80年代，手套是计算机技术的象征。

触觉疗法

早期，大约是在1986年或1987年，除了手臂疲劳外，我们还要处理另一个关于手套的问题。计算机速度不够快，跟不上人手的移动速度，而人手的动作可以是相当敏捷的。

用户会下意识地大大减缓自己的动作，保证缓慢的传感器和计算机图形处理器能跟得上他们的速度。戴手套的人经历了时间扭曲：用户认为他们在VR世界中的时间比实际经历的时间要短。这是一个有趣的例子，能证明大脑是如何利用身体的节奏来衡量时间流逝的，但这并不是我们的目的。

我们的困难实际上带来了让人惊喜的发现，包括一种新的物理疗法。

你可以戴着第一代数据手套在VR中投虚拟的球，但必须要慢慢投，球也是以慢动作飞出去的。这很适合玩杂耍，因为球非常慢，任何人都可以做到。我们意识到，人们可以通过虚拟球慢慢练习，最后学会投真正的球。通过这种方式，人们可以在学习身体技能的过程中克服障碍。在VR里，我们让这项技能更慢、更容易，然后逐渐加速，最后我们在现实里学会这项技能。这种想法在高级康复中已被普遍采用。例如，一些治疗系统可以利用减缓速度的VR帮助患者适应义肢。

第15个VR定义：一种仪器，它能让你的世界变成一个轻松学习的地方。

第一个VR消费产品

我们一直试图找到一种方法，为大众带来廉价的VR小装置。最著名的例子就是手套。当VPL成为一家真正的公司时，我们与一家名叫美泰的玩具巨头达成了销售“威力手套”的交易，而这家公司与一家名叫“任天堂”的早期游戏公司有合作关系。我们生产了数百万个数据手套。我希望更多人能了解这种游戏原型和体验，它们在今天仍然让人印象深刻，但最后的结果总是妥协。人们对这个手套的印象比与其配套的官方游戏的印象更加深刻。



图11-5 早期任天堂游戏系统配套的威力手套，预示了Wii和Kinect将与游戏机配合，作为触觉输入设备批量投向市场。

尽管如此，威力手套仍然在流行文化中赢得了自己的一席之地！直到今天，仍然有爱好者在收藏它。威力手套真的很可爱！

第16个VR定义：在另一个地方、另一个身体或另一个世界逻辑中创造幻想的娱乐产品。

跨物种手套实验

早期的VR手套不仅可爱，而且令人回味、鼓舞人心。在奇怪但有时也有趣的实验中，它们成了道具。硅谷的佩妮·帕特森（Penny Patterson）和她的大猩猩基金会以及会说话的大猩猩可可（Coco），就是这样的例子。

可可显然会使用手语交流，但手语极其模糊，速度很快。它的手语是否得到了正确的解读尚有争议。研究人员是否过度解读了可可的想法？

因此，佩妮问我们是否可以为一只是大猩猩制作一只数据手套。当然没问题！对一个努力奋斗的公司来说，这是一个很大的市场。我还需要考虑吗？

我带着一只自费研制的昂贵的测试手套，开车到了大猩猩基金会。当时可可正在发情，我的出现有点让它不安。佩妮只好建议我们在另一只名叫迈克尔的年轻一点的大猩猩身上试试。

佩妮将手套戴到迈克尔的手上。它瞅了一眼，迟疑了不到一秒钟，以迅雷不及掩耳之势将手套囫圇吞了下去。

几个月后，我接到了一个电话。“还记得那只手套吗？它出来了。”很显然，大猩猩的消化道可以使不能消化的东西半石化。我想要那只手套！真的太妙了。我们争论了半天，结果大猩猩基金会保留了那只手套，在法律上拥有手套90%的所有权，因此，我不能把照片给你们看了。

章鱼管家机器人

主动触觉意味着这样一种设备，它不仅能感受你的身体移动，还能传递力量、阻力、热量、尖锐感或其他触觉。

20世纪70年代的触觉实验涉及了相当庞大和可怕的机器人武器，它们可以通过程序在虚拟世界中传达事件。弗雷德·布鲁克斯曾在教堂山研究过这些大铁家伙的样件。它们通常被固定在天花板上，就像伊凡·苏泽兰早期的显示设备一样。

朋友圈每日书籍免费分享微信 shufoufou

机器人的手臂是活跃的，它可以传达虚拟障碍物的存在。你移动手臂，手臂就会移动光标或虚拟工具，甚至是化身的手。当手的虚拟扩展遇到虚拟桌面等障碍时，机器人将拒绝通过。这种感觉就像是你真的碰到了一个平面一样，而不是推断的或通感的感觉。你的大脑将机器人的触觉提示与你所看到的桌子的计算机图形图像交织在一起，只要你心里不抗拒，就会体验到桌子的实际存在感。

如果触觉小装置正常工作，那么，当你尝试坐上一个虚拟的豆袋椅时，你会有一种柔软的、易碎的感觉，而不是桌面那种又硬又脆的感觉。同样，如果你拿起一个虚拟的砝码，机器人手臂可以向下拉你真正的手，以此模拟重力。

这就是所谓的力反馈。我已经尽量将它解释得比较简单了。正如VR中的视觉一样，力反馈在减少延迟和提高准确性方面仍面临着巨大的挑战，但这只是问题的开始。人们必须弄清楚如何锚定机器人，关键的一点是，即使被编写得再愚蠢，这个装置也应该避免伤害到你。

力反馈的感觉令人着迷，因为它调动了你的整个身体。当你往下按

桌面时，无论是真实的还是虚拟的，你的整个身体都能感受得到。如果你是站立的，你的整个身体框架会进行调整，以感觉并适应桌子抵抗你的现实。如果你是坐着的，你的整个手臂和背部会进行调整。你会感觉到身体的姿势，并能感觉到通过“本体感受”的触觉体验和通过你按压的局部区域的触觉感受影响姿势的压力。

力反馈是VR在商业领域多年来一直存在的一个分支。本书是一本个人化的书，不是对整个领域的描述，因此，我不会提到每个人，我只会提到我最喜欢的力反馈研究人员——斯坦福大学的肯·索尔兹伯里（Ken Salisbury）。他联合发明的“幻影”设备，多年来一直都是VR系统中常见的组成部分。“幻影”是一个桌面友好的可爱的机器人手臂，单凭一只手就可以操作一个虚拟仪器。

这些研究方向的力反馈设备通常被应用于医学。你可以假设一个笔状的延伸物是一个真实设备的手柄，如手术刀的刀柄。这正是手术模拟器所实现的内容。

一名外科医生曾让我在自己的视网膜上进行一部分激光手术，我帮助他设计了手术仪器。当然，这样做完全违反相关规定，所以我不会提到他的名字。

力反馈设备虽然很棒，但也有明显的局限性。首先，它们必须是锚定的，虽然使用起来没有问题，但是很难移动。所以，人们想象将力反馈设备固定在机器人上，让机器人暗中和你保持一致，在需要时随时移动，对你的手部动作做出响应。或者，让整个地板随时滚动，以此保证机器人位置正确。两种方法我们都试过了，都不是很容易。

不管怎样，肯和我以及其他一些人，包括亨利·富克斯（Henry Fuchs），曾经将之称为“管家策略”。

以下是有关“管家策略”的工作方式的更多细节。试想，你处在一个

虚拟世界中，你想把自己的手拍在一个虚拟的桌面上。现在，假设有一个周到的机器人在附近奔忙。（当然，你其实没有看到机器人，你看到的只是计算机生成的虚拟世界。）这个机器人的一只手臂托着一个托盘，就像一个管家。当你开始把手向下拍时，机器人计算到你应该会击打那个虚拟的桌面，于是，它及时出现，把真实的托盘对准虚拟的桌面，让你感觉好像那个虚拟桌面一直在那里。

请先不要考虑安全问题，我们只是在做一个思想实验.....

如果你在管家的托盘表面滑动手指，很快就会到达边缘，因为这个托盘必须足够小，才能避免它在移动的时候撞到你.....但桌子可能很大。所以，管家机器人大概不得不移动托盘，保证你的手始终在托盘上面，这样，这个托盘表面感觉起来比实际的要大.....当移动手指的时候，你感觉不到托盘表面在你的手指下面移动。

这把我们带入了触觉的另一方面，即触感。这种感觉来自皮肤中的传感细胞。

触感反馈令人惊讶，因为它实际上是一个完全不同的感官生态系统。你的皮肤里有很多不同类型的传感单元，有些感受热量，有些感受尖锐，有些感受柔软。它们往往只能感受这些质感变化的变体，不能感受这些质感本身。

当你用手指触摸物体时，某些传感单元对质地很敏感。好吧，深吸一口气，请注意：为了保证这些质地细胞获得它们期望的感觉，管家机器人提供的托盘必须有一个表面涂层，可以在任意方向上滚动，从而在托盘移动时模拟静止的感觉，这样，托盘就可以模拟比自己更大的表面。我知道，可能很难通过字面描述直观地想象或理解这个机制。即使是专业的VR研究人员也有可能陷入困境，试图借助我们不得不构建的由内向外的装置保持清醒。

如果现在你的手指要触摸一个茶壶，甚至是鸡肉，那该怎么办？一个茶壶有曲面，所以机器人必须提供符合这种曲线的地方让人触摸。怎么才能办到呢？

大自然给了我们线索。有些动物可以相当显著地改变形状，比如拟态章鱼。因此，我和肯一起研究了模拟拟态章鱼的机器人。这将是一个可以安静迅速地变成无数形状的机器人。

在你要触摸茶壶的时候，它就会变成茶壶的形状。你的大脑就会相信，茶壶就在那里。

某些厉害的头足类动物可以通过变化纹路来呈现不同的质地作为伪装。我们开始寻找可以实现这种高级技巧的实验性人造材料。硬金属相对容易模拟，但某种材料可以扭曲自己，让自己摸起来像鸡一样吗？像羽毛吗？像一切吗？也许有一天可以吧。

你会看到，关于主动触觉大致方案的所有组成部分，现在至少是可以想象的。我们曾经有一个长期的计划，那就是制作一个“章鱼管家机器人”，提供多种触觉反馈，让你尽情想象，就像我们现在已经在VR视觉方面实现的那样。

但是这很纠结。我们谁也没有耐心真正完成这一整个计划，不过我提出了一个超级简单的版本。

主动触觉，也就是触觉反作用到你自己的身上，它的主要问题就是偏离了一般性。你可以通过“幻影”这样的设计来模拟拿着手术刀的感觉，但是你甚至很难想象出任何设备，能预测各种虚拟世界的力量和感觉，这些虚拟世界在你希望的任何地方运行。

普遍性是VR核心思想的一部分。

第17个VR定义：与飞行或外科手术模拟器等专用模拟器相对的通用模拟器。

我一直在全面地讨论经典VR中的触觉。在混合现实的变体中，你仍然可以看到、听到、感受到真实的世界，并看到或听到加入其中的虚拟的东西，这和经典VR的情况是不同的。在混合现实中，软件可以在环境中找到物理上的可供性，以此作为触觉反馈的即兴支持。例如，你可以在真实桌面的边缘放置一个虚拟滑块，在虚拟滑块上输入数值比在空中移动手更容易。这种情况下，你可以稳定、准确地调整滑块，并避免手臂疲劳的问题。[\[2\]](#)

让我们回到经典VR中。很不幸，主动触觉设备要求VR专门用于那些涉及特定手部工具的用途。我所描述的那些主动触觉小装置也往往使VR活动性不强，因为这些小装置必须像起重机一样固定在物理世界中。由于这些以及其他种种原因，主动触觉设备经常将VR限制在专门的应用程序中，但这样，它就不再是真正的VR了。

被动触觉设备就没有这个困扰。

舌头的问题

手不是人体唯一的输出设备。VR的全部内容都是关于测量的。

当然，为了改变虚拟世界，人们可能需要说话。但说话很难施加持续的改变，虽然语音无须做到这一点。唱歌加上说话也许是一种新的方式，能将虚拟世界交互中离散的一面和连续的一面结合起来。

进入大脑的带宽最大的感官通路，是眼睛通过视神经提供的。那你知道输出到某个器官的带宽最大的通路是到哪里吗？是舌头！舌头是除脸部以外唯一能够大幅度连续变形的部位，因为它不像胳膊或腿那样主要由关节结合。与脸部不同的是，舌头在很多时候都没有物尽其用。如果你没有吃东西或说话，它就在那里无所事事。

多年来，我一直尝试用舌头作为输入设备，并相信它具有独一无二的潜力。如果不将传感器放在嘴里，我们就很难感知舌头的形状。我曾尝试过超声波扫描仪，它有点类似于观察胎儿的那种仪器。我还尝试了其他方法，其中大部分研究都是为了改善给瘫痪人群设计的界面。这项技术已经成功应用在牙齿种植、舌移植和令人恶心的可移动设备（类似于可拆卸牙套，但没那么舒适）上了。

人们很快就能学会如何控制他们的舌头界面。人们可以一次控制多个连续的参数，就像让一只章鱼操控一整个调音台一样。舌头的敏捷性各不相同，但是大多数舌头都可以大幅度变形，所以它们有一天可能会成为指导虚拟世界中几何设计过程的最佳方式。当然，如果你坚持要安装按钮，学习用牙齿作为按钮也很容易。

深度时间机器

在最早的网络化VR的实验中，每个人只会出现在模拟世界的内部，而且只能作为一个浮动的头和手出现。这是由当时的计算机性能决定的，因为如果我们希望计算机的运行速度能够保证它的可用性，就必须将虚拟世界中的视觉细节减少到最少。

在计算机的速度足以显示整个化身时，我们就构建了一款全身数据衣，这样人们就可以用整个身体来驱动化身。这可能是第一款上市销售的动作捕捉衣。（这种衣服今天仍在销售，通常用于捕捉演员的动作来驱动动画角色。）

事实证明，创建非现实的全身化身偶尔会发生错误，通常会导致化身完全不能用。例如，如果一个化身的头部从臀部冒出来，这个世界就会出现尴尬的旋转，使用者会马上迷失方向，甚至出现更糟糕的情况。

在探索化身设计的过程中，我们偶尔会想出不同寻常的人体计划，虽然不至于让人呕吐，但也是非现实的，甚至是诡异的。我记得的第一个例子就是本书开头描述的那个：我的手在西雅图上空变得十分巨大。

我们自然对那些“仍然可用的诡异化身”进行了非正式的研究，轮流使用了一系列越来越奇怪但仍然可用的非人类化身。就整体结构和肢体数量来说，其中大部分至少是哺乳动物。

我们的终极奇怪化身甚至脱离了只探索哺乳动物化身的原计划。安曾经看到过一张明信片，上面是一个穿着龙虾装的人，那是在缅因州龙虾社区的一个节日拍摄的。

她创造了一个龙虾化身。由于龙虾的腿远比人多，因此这套数据衣

无法测量出足够的参数，进而点对点显示龙虾化身。我们必须将这套衣服的自由度与龙虾更高的自由度进行映射。我们发现了一些有用的技巧。例如，将一个人的左右肘移动到一起，就可以将弯曲的信息传递给龙虾化身的步足，以这种方式传递的信息比不同步移动时传递的信息更加强烈。

通过这样的策略，就可能将人类映射到龙虾化身上。最令人惊讶的是，大多数人可以相对容易地模仿龙虾。我发现成为“龙虾”比吃一只龙虾更加容易。



图11-6 开发中的数据衣

我把对诡异化身的研究称为“模型灵活性”研究。模型是你的身体到你的运动皮层的映射，它被可视化为一个变形的生物，在大脑表面爬行。（我知道最好把它称为“模型可塑性”，但那是之后的说法了。）

模型灵活性是一个深奥的话题，我只能在这里简单谈谈。至少我会提到，给一个人装上第三条手臂是很有意思的，但在这种情况下，这一幻觉的影响可能会比你想象的还要深远。

某些触觉幻觉可以产生似乎来自体外的感觉。你可以把蜂鸣器放在实验对象的两条手臂上，经过烦琐的调整和适当的舞台设置后，实验对象可能会感觉到手臂之间的稀薄空气中发出嗡嗡的声音。这是一种幽灵般的感觉。

如果你要求实验对象戴上VR头戴设备，再在嗡嗡声的发声位置装上可视化的第三条手臂，那么，触觉就不再像是产生于稀薄空气，而是

产生于第三条手臂了。因此，主动触觉反馈可以在一定程度上合并入虚拟肢体中，而不必直接通过电极或能量束接入大脑。非幻影的肢体可以用传统的VR服装来实现。

我们对模型灵活性的研究也反映在研究幻影肢体现象的V. S. 拉马钱德兰（V. S. Ramachandran）等人的工作中。拉马钱德兰能使用非常简单的镜像设置研究认知现象，类似于我们通过精心设计的VR设置所观察到的现象。

加州理工学院的生物学家吉姆·鲍尔（Jim Bower）曾评论说，可用的非人类化身的范围可能与进化系统树有关。也许大脑正在经历数亿年的深度进化，记住生物在进化成我们人类的过程中如何控制身体。也许可用的诡异化身预示了生物的大脑将会预先进化以适应遥远的未来。就像生物的潜在预适应性一样，我们很可能轻松地就能探索到未来数亿年的预适应性。

第18个VR定义：探索神经系统适应性和预适应性的深度时间机器。

触觉智能

我始终认为，等到有朝一日实现了成熟的VR，VR中的艺术品、课程或对话就不会像目前想象的那样，由你参观的虚拟场所构成，而将成为把你融入其中的一种形式。毕竟在VR中，化身和世界没有绝对的區別。如果当你转动手腕时云在转动，你就会逐渐把它们当作自己身体地图的一部分。你和云将合二为一。

这将是一片开阔的荒野，静待人们探索。我记得的最极端的实验是在VR中与另一个人交换眼睛。也就是说，每个人的视角会跟踪对方的头部或眼睛的位置。感觉与运动的循环变成了一个八字结，这一开始就很难协调。这种感觉可能很亲密，与性有点相似。

不要产生乌托邦式的谬见！在这种情况下，我并不是说共享或交织化身的体验一定会达到精神甚至情欲的高度。（我20多岁的时候可能确实有这样的想法。但我要解释的是，如果我不这样想，是不是更不能被原谅呢？年轻难道不应该就是这样吗？）

一个人可能缠绕在一个认知的八字结里，通过另一个人的眼睛看着自己。当我们尝试这些东西时，图形质量还处于折纸式的初期，所以效果不是很显著。协调的触觉在当时还只是体验。

今天，理想地产生非同寻常的移情作用和同感的协调运动也可能成为自恋的放大镜。一个言辞犀利的喜剧演员斯蒂芬·科尔伯特（Stephen Colbert）把八字结感觉运动循环体验称为“该死的自己”。也就是说，VR和之前的所有媒体一样，能够放大人们的优点和缺点。

无论优点还是缺点，如果我们追求的是强度和探索，那么就不要再强调探访陌生地点的想法，或开始修改我们的感觉运动循环。当你像

猫一样移动时，就应该像猫一样思考。大脑和身体不能完全分离。当我们在VR中编织新的身体时，我们也将延展我们的大脑，这将是VR冒险的核心。可用的诡异化身最深刻的意义可能在于，与身体连接的大脑的大部分都会觉醒。

当人们用身体来表达自己时，就会产生不同的想法。就像学会了在钢琴上即兴演奏的人一样，我惊奇地发现，比起其他方式，我可以用手更快、更协调地解决各种数学问题。

面对钢琴，我可以利用大脑皮层中的大部分，即与触觉相关的部分，这让我变得更加聪明。运动皮层通常不处理抽象的问题，它只负责平衡和接球等具体任务，但即兴钢琴演奏证明这是可能的。

我一直对这种潜力十分着迷，试图把孩子变成奇特的VR系统中的化身，例如在DNA分子和抽象几何问题的VR系统中的化身，以此进行全身交互。

不要像那些在弗洛伊德化身中的精神科医生那样，只把VR看作在3D中看到或操纵分子的地方。不是这样！VR是你成为分子的地方。在这里，你学着像分子一样思考，你的大脑正在等待这个机会。

第19个VR定义：探测运动皮层智能的机器。

一次痴迷好像不够

所有关于钢琴和触觉智能的话题让我们养成了一种个人怪癖，我把它称为“乐器瘾”，也就是总想学习新的乐器。当我在硅谷拥有自己的房子时，这种怪癖就已经出现了。

我从父母那里带了两件东西到纽约，再到加州。一个是埃勒里的皇家便携式打字机，另一个是莉莉的彩绘维也纳齐特琴。

在纽约，我找到了一个便宜的塑料尺八，这是一种由竹笛演化而来的乐器，我从伊藤贞司（Teiji Ito）那里学会了一点儿。伊藤贞司是我最喜欢的电影制作人玛雅·黛伦的丈夫。因此，在到达帕洛阿尔托时，我有三种乐器：尺八、单簧管和齐特琴。我还租了一架小的立式钢琴。

随后，一场灾难就此慢慢开始。尺八让我激动得无法自拔，这种兴奋难以抑制。我很早就痴迷于当时所谓的“世界音乐”。在20世纪七八十年代，当我还是一个孩子的时候，我们就有乌达·山卡尔（Uday Shankar）和其他伟大的非西方音乐家。在黑胶唱片时代，我痴迷于Nonesuch公司发行的唱片：印尼加麦兰、中国西藏的仪式音乐、加纳和塞内加尔的打击乐、日本雅乐等。

每当我听到一种新类型的音乐，都感觉开启了内心深处一个隐藏的洞穴。

事实证明，湾区是当时最国际化的文化景点之一。旧金山唐人街的地下室里有热闹的中国音乐俱乐部。阿里·阿克巴尔汗（Ali Akbar Khan）在马林创办了一个北印度古典拉格的优质学校。那里还有加麦兰演奏者、西非鼓乐队、太鼓道场、弗拉明戈咖啡馆。

我学习了能够接触到的所有音乐形式。这就意味着乐器开始在我的小屋里堆积起来，很多很多的乐器。

1982年左右，我有几十种乐器，就像老照片中经常看到的样子。曾经一个女朋友说：“你能不能至少别把乐器放在桌子上？我不敢动它们，但我真的想吃东西。”

乐器瘾显然是无法治愈的。今天，我们家里有1 000多种乐器，也可能有2 000种，我已经学会了每种乐器，至少达到了自我欣赏的水平。事实上这可能没有听起来那么厉害，因为很多乐器是类似的，但这种痴迷确实耗费了我的大部分精力。

我总是说“乐器至少比海洛因便宜”，虽然我不确定是不是真的如此。我会在另一本书中讲述乐器的故事，在这里谈到它们，是因为它们是我欣赏VR的核心方式。

如果我们愿意花点时间，就会感觉到我们周围到处都是未被发现的触觉文化，但我最喜欢的还是在乐器中找到的感觉。

当你学习一种在时空上非常遥远的乐器时，你必须学会用至少和原奏者相关的方式来移动你的身体。乐器提供了跨越世纪和大州的触觉通道，就像写作一样，但它的符号化程度更低，并且更加私人化。

某些乐器可以传达力量。各种号、风笛和鼓都是战斗工具，实际上就是武器。你要使用最大的臂力来演奏它们，你必须全身绷紧以集中力量。你调动的肌肉群的大小与你将要演奏的节奏密切相关。遗失的音乐在你的身体和古老的乐器之间复生，虽然微乎其微。

其他乐器与人体契合，不同于那种普通的外在乐器，你只需最小的动作就可以进行演奏，这是一种接近恍惚的状态。乌得琴就是这样。对一些管乐器，就算在多年后，你也不会注意到演奏中的一些微妙细节，

比如尺八；而另外一些乐器，你的演奏只会更精确、更快速、更花哨，就像现代长笛那样。你会感觉到喉咙上的差异。

如果我们关心的是掌握和表达的可能性，那么，乐器不仅是迄今为止人类发明的最好的触觉界面，而且在任何性质上都是最好的界面。

乐器证明了很多可能性，计算机科学到底要走多远才算真正开始？

伤害和康复

几十年来，世界各地的实验室一直在研究模型灵活性，因为这是理解大脑与身体其他部分之间关系的有效办法。

我必须提到两位特别的研究人员：巴塞罗那大学和伦敦大学学院的梅尔·斯莱特（Mel Slater）以及斯坦福大学的杰里米·拜伦森（Jeremy Bailenson）。梅尔·斯莱特做过一些绝妙的实验，其中包括测试人们使用化身尾巴的熟练程度。^[3]结论是，人们能相当熟练地使用尾巴。我们是在最近的进化中才抛弃了尾巴，当我们的的大脑发现它们又回来了，根本没有觉得惊讶。这只是漫长事业中的一个随机例子，我不能在这里证明梅尔的研究是正确的，但我很敬重他。

斯坦福大学的杰里米·拜伦森对我来说有特别重要的意义。从他還是一名学生时起，我就一直和他一起工作。他现在拥有一个超级神奇的实验室，用于研究有关化身的一切。^[4]他的工作充满勇气，令人难忘。他研究了当人们的化身发生变化时，如何不同地看待彼此。唉，当一个人的化身变高，社会地位也随之提高。他的工作让我们了解到我们性格中的种族主义和其他可悲的方面。

杰里米和我已经开始了有关可能的化身范围的长期探索。人类的大脑适应了或者预适应了什么样的生物？

有时候，杰里米的学生会在我的实验室里实习。我不得不提到最近一个令人兴奋的案例。当时一位名叫安德烈亚·史蒂文森·文（Andrea Stevenson Won）的康奈尔大学学生在2015年使用化身创建了一个疼痛管理应用程序。

这一程序的概念是这样的：患有慢性疼痛的病人在疼痛部位画出虚拟的文身，然后与混合现实中的其他人互动，治疗师会让虚拟文身渐渐消散。治疗师的工作也许能成为降低慢性疼痛主观强度的一种途径。

这也是将杰里米记录下来的负面效果应用于优秀项目的方法之一。也就是说，我们可以通过调整化身设计来使用VR技术，激化人们的种族主义、恐惧感或者服从性，同时，也许我们还可以更好地控制痛苦。

我不得不再次强调，VR科学仍然很年轻。我们知道得太少了。

[1] 我必须提到哥伦比亚的史蒂夫·费纳（Steve Feiner），他在这些方面做出了很大的贡献。

[2] <http://publicationslist.org/data/melslater/ref-238/steptoe.pdf>.

[3] <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcc4.12107/full>.

[4] 手和屁股一样，都是少有的能很容易地产生双关语的素材，它们都是人类最原始的东西。如果你遇到了我，不要尝试使用一堆VR双关语。我是听说过的。

12 海上黎明

其他哀叹

在黎明到来之前，我们正在建立由手套控制的实验性显性编程语言，不过在计算机能够支持通过目镜采用适当的3D技术，对社交VR进行原型设计之前，我们这些各自为政的“部落”之间并没有任何正式的关系。

汤姆、安、扬、查克、史蒂夫以及其他来到这里的好奇人士都对这项工作充满了强烈的兴趣，但并没有与世隔绝。我们还会处理其他事情。安和扬仍然在斯坦福大学攻读学位，而查克、史蒂夫和汤姆还从事各种自由职业，来支付日常开销。

我也是如此。在第一家VR公司VPL研究公司成立之前，我还花了少许精力，与沃尔特·格林利夫（Walter Greenleaf）合作，尝试创业。

沃尔特当时正在斯坦福大学攻读神经科学博士学位，他在学校里突然被搭讪：“你想成为斯坦福大学性学实验室的受试者吗？”受试者身上连着传感器，通过引导达到性高潮。

在一个曾被用作正式接待场所的破旧而华丽的老式建筑中，通过文

艺复兴风格的穹顶下的螺旋形楼梯，就可以到达性学实验室。然后，你会穿过珠帘，走过迷幻海报。医学院将尸体存放在这里的地下室。这座建筑成了臭名昭著的“一站式商店”，这里的人们研究着人类生存中神圣且神秘的接缝：性、睡眠和死亡。

不幸的是，这个地方很快就成为废墟，被人们遗忘了。停车位占据了以前的大部分印迹。（如果你感兴趣的话，我会告诉你，这是盖茨计算机科学大楼以东的一座多层建筑。）我停车时，总是尽量靠近曾经那个穹顶矗立的地方。

同时，就在这个实验室里，斯蒂芬·拉伯奇（Stephen LaBerge）证明：清醒梦境是真实的。

清醒梦境意味着你在梦中意识到自己在做梦。通过练习，你可以控制梦中发生的事情。你可以飞翔，也可以让一个钻石宫殿拔地而起。它感觉到的不仅是“真实”，而且比真实还要真实，即使你知道事实并非如此。

在这样的梦境中，人们当然会飞起来，也会有超人般的性行为，他们能创造像山一样大的海怪。斯蒂芬怎么可能测试出清醒梦境是真的发生了，还是只是人们编造的故事？

在斯蒂芬的一个实验中，他要求受试者在清醒梦境中以预定的模式转动他们的眼睛。（虽然在睡眠中，身体的其他部位基本上都是固定不动的，与梦中的事件并无关联，但眼睛仍然是转动的。）

当他观察到，确实处于快速眼动睡眠中的受试者正在按计划转动眼睛时，这就表明他们已经在梦境中被控制了。斯蒂芬也可以使用各种恐怖的传感器测量受试者是否真的如他们自己所说的那样，经历了性行为。

曾经与我的一个黑客朋友约会的女人，在实验室里的清醒梦境中达到了更多的性高潮。（他显然没有问她在梦里发生了什么事情。）炫耀数量很愚蠢，但这仍然比今天在社交媒体上数有多少个假朋友更有趣，对吧？

我学会了清醒地做梦，我发现这种体验一开始很迷人，过一会儿就很无聊。一切由你自己决定，你只为自己编造体验。记住梦境，让大脑自由奔放，这更有趣。除此之外，重点不是现实的内容，而是与他人的联系。尺寸并不真实。一个巨大的水晶龙也许只是一种口头描述方式，除了说说外，人们还可以对它做更多的事情，而这只能依靠协作实现。

沃尔特、斯蒂芬和我们的非正式工作人员以各种方式进行协作。我们给拥有清醒梦境的人戴上VR手套，看看能否探测到梦里的微弱动作，可惜当时的结论是：这对科学来说不够可靠。

其他种种

20世纪80年代初，很多人把清醒梦境和VR看作姐妹研究项目。经常有人要求我对它们进行比较。

第20个VR定义：和清醒梦境一样，除了：（a）不止一个人可以在相同的体验中担任角色；（b）质量不是很好；（c）如果你想掌握控制权（你也应该想要掌握控制权），那么，你必须对VR进行编程。同时，如果你不苛求对它们的控制，梦通常是最好的。即使斯蒂芬·拉伯奇也不希望在大部分梦境中保持清醒，因为在无拘无束的梦中，大脑才会有惊喜和新鲜感。

清醒梦境实际上只是同时产生的三种平行“万能梦境”中的一种。另外两种分别是VR和纳米技术。

埃里克·德雷克斯勒（Eric Drexler）把“纳米技术”这一术语推广为一个迷幻的程序，把物理现实重新塑造成我们希望在清醒梦境或VR中实现的各种不受约束的场景。与接受物理现实永远主要由星星和岩石等非人造物体构成不同，我们将学会把原子导入我们想象得到的任何结构中，以此控制现实。我们会飞入太空，我们的皮肤会镀上金色的膜，作为真空中的保护，我们会把自己变成伟大的空间野兽，住进天堂般的泡泡花园。

最近，纳米技术有了一个严肃的定义，揭示了雄心勃勃的化学界中的某种精神，例如创造微型发动机。

但是当时，经常有人要求我将纳米技术与VR进行比较。对这种比较，我没那么仁慈。

第21个VR定义：与纳米技术这一老式的宏大定义相比，VR可以让你体验狂野的东西，它不会与别人被迫同你分享的那个物理世界混在一起。VR更加道德。而且，它也不是那么怪异。我们可以看到VR将如何运作，没有奇怪的猜测或显然违反基本物理定律的东西。

很多人对我的观点嗤之以鼻！他们会说：“既然现在你随时能够改变物理现实，使其真正符合任何可能的虚拟世界，那你为什么还要费那么多功夫编写虚拟世界呢？”这还是以前那种霸道的自以为是的论断。

我不想完全排除这一思路。也许VR可以启示我们未来需要什么，随着技术的发展，人们将有越来越多的选择。今天，我们可以模拟生活在《杰森一家》的世界里。我们可以试试，看看是否真的需要如此。

第22个VR定义：当技术有一天变得更好的时候，VR可以被用来预览现实可能是什么样的。

之前的种种

房间里重达800磅^[1]的会飞的大猩猩是致幻剂的产物，其中包含了迷茫的婴儿潮一代在当下的“一切梦想”。我通常会与“X一代”划入同一类人，但婴儿潮一代占据统治地位，为我们所做的一切奠定了时代背景。

20世纪80年代初期，我最常面对的问题就是VR和致幻剂的相关性。一旦人们能够真正尝试使用VR，这个问题最终就会慢慢解决。但为了准确起见，请看下一个VR定义。

第23个VR定义：VR有时可以与致幻剂相提并论，但VR使用者可以客观地共享世界，即便共享的是幻想，但致幻剂用户不能。VR世界需要设计和工程工作，而且当你愿意努力创造并分享自我体验时，效果是最好的。这就像骑自行车，而不是坐过山车。虽然有些VR体验让人激动万分，但你总是能够从中脱身。你不会失去控制。与现实或梦想或迷幻之旅比起来，VR往往“质量更低”，它将取决于你为注意到那些不同之处而对感官的磨炼。现在，致幻剂已经存在了，而在短时间内VR不会太好用。VR可能对你的子女或孙辈更有意义。

蒂莫西·利里（Timothy Leary）在VR概念中发现了新的事业，尽管他暂时还不能进行尝试。也许你年纪太小已经忘记了，蒂莫西早期因为他的传染性狂欢而被人们称为“美国最危险的人”，这不仅涉及致幻剂，而且还宣布了一切都突然变得不同。这是拒绝和无视政府、大学和金钱等旧体制的最佳方法。

他认为，这个世界正处在揭露真相的风口浪尖，在这之后，我们都会享有更多的和平与美丽。他认为药物是突出真相的关键。他是婴儿潮一代文化中最具影响力的人物之一，在某种程度上定义了今天在美国仍然残酷的文化鸿沟。

有一次，蒂莫西宣布VR是新的致幻剂。我们在这个问题上产生了强烈的分歧。

在地下科幻杂志等媒体上辩论了几个来回之后，蒂莫西约我私下见面，这样就可以打消我的顾虑。当然，这次见面计划是迂回有趣的。

蒂莫西要我把他从大苏尔的伊萨兰学院偷偷带出去，他在那里签约了一个工作室。首先，我要去接一个专业的蒂莫西扮演者，偷偷把他带进去，他会接管工作室的工作。然后，我再把真正的蒂莫西藏在汽车后备厢里，若无其事地通过门卫的看守，开车出去。我们仿佛要制作《冷战柏林》（*Cold War Berlin*）中的一个黑色电影场景。我很干脆地答应了，为什么不呢？

清理汽车后备厢对我来说是一个挑战。在斯坦福大学实验室后面的一个垃圾箱旁，沃尔特帮我一起对后备厢进行彻底的清理。我们将打印输出塔、计算机磁盘和软盘按照尺寸分类放到垫布上，还扔了几台我没启动的计算机，这些计算机在今天就是古董了。我们这样做只是为了给蒂莫西腾出空间。还有一台苹果III，它是太阳微系统公司的原型机，是LISP机器的一部分。[\[2\]](#)

我努力装作不那么心虚，避免与门卫目光接触。我温柔地对着亭子里的门卫挥手，心咚咚直跳。我迅速瞥了一眼，发现他不是我害怕的那种穿着制服的肌肉发达的保安，而是一个穿着扎染T恤、留着胡子的瘦小年轻人。

蒂莫西的扮演者看起来很成功，据我所知，没有人发现这一欺骗行为。我猜学生是被下药了吧。越狱方案成功！

时间到了，我们在后备厢里腾出的空间刚好装得下蒂莫西，尽管里面的一些剩余设备一下子落到了他身上。任务会成功吗？蒂莫西给了我一个地址，是大苏尔的普菲尔点最漂亮的房子。我把他从后备厢里拉出来后，我们就在满月的夜空下，看着脚下的海浪和好莱坞人一起吃饭，听着相当惊艳但还未发行的“传声头像乐队”的原声带。

崇拜蒂莫西的嬉皮士孩子把他围在中间，他也喜欢融入好莱坞的魅力世界里。他成了我的好朋友，虽然我不同意他的观点。这对我来说是有好处的，因为随着时间的推移，我将会有更多这样的朋友。

有一次，我在西班牙的一个会议上发言，而致幻剂的发明者艾伯特·霍夫曼（Albert Hofmann）也有发言。他走到我面前说：“你是蒂莫西的继承人。”然后狡猾地瞥了我一眼。我无言以对。

蒂莫西和我从来没有就如何将致幻剂和VR做比较达成一致。他同意逐渐淡化关于VR的言论，这很有帮助。我们最不需要的就是VR问世之前针对它的大规模反对声。

通过蒂莫西，我认识了迷幻世界的其他人。我特别喜欢萨沙·舒尔金（Sasha Shulgin）。他是一位伟大的化学家，在美国政府的特别许可下发明并试用了数百种新的致幻剂，他有一个世界级的化学实验室，隐藏在伯克利后面小山上的乡村小屋中。他是我见过的最清醒、性格最好的人之一。

蒂莫西的一部分追随者一直在研究怎样使某种药物促进移情作用——这是另一种喜悦，并且他们中的很多人认为这是世界和平、精神实现和永恒天才的保证。他们常常把药物看作是有生命的，就像计算机科学家可能会将计算机视为活着的人工智能一样。蘑菇中的迷幻分子可以被塑造成给人类带来智慧的生物。（我必须要说，致幻剂研究人员陷入了关于所有权、拨款等科学生活中其他令人厌烦的琐碎争议中，所以药物的乌托邦力量不可能有那么强大。）

迷幻乌托邦有一种自动化的性质，后来竟然与技术自由主义者的感性很好地融合在了一起。古老的马克思主义或安·兰德主义（Ayn Randian）认为，人们需要为了乌托邦而奋斗，但这种观念已经过时了。

借助迷幻的思维方式，我的VR理想主义走向了成熟。在乌托邦的掩盖下，可以找到更多有趣的想法，譬如“设定和设置”的意思是，药物分子没有真正强加给人任何特定的含义，也没有背景联系。例如，摇头丸被认为能带来简单的愉悦感或移情作用（刺激的同理心）。后来，人们发现，在通宵营业的欧洲迪厅中，它作为兴奋剂和感官增强剂有着最广泛的应用。现在，它正在接受创伤后应激障碍甚至自闭症的治疗测试。[\[3\]](#)

因此，精神活性分子可以有广泛的含义。虽然我从来没有想过VR是类似药物的东西，但是“设定和设置”原则至少也适用于VR。VR既可以是美丽的艺术和同理心，也可以是可怕的间谍行为和操纵。它的意义在于我们如何设定。

致幻剂在科技圈普遍存在。关于它，史蒂夫·乔布斯如果在世会继续研究下去。

我曾经被质疑服用药物，特别是致幻剂，或至少是大麻，我为此承受了巨大的社会压力。事实上，我从来没有尝试过，连大麻也没有。我

不得不一直为自己澄清。我的选择被致幻剂的推崇者视为一种公开侮辱。

我的直觉是，这些药物不适合我。就这么简单。我并不是对别人有看法。这有点像今天的某些人不愿意加入社交网络的那种感觉。我的答案是一样的。[\[4\]](#)

有人叫我骗子，据说是因为我证明自己能看见只有通过致幻剂才能看到的“可见的事物和已知的事物”。我是一个非常怪异和迷幻的人。蒂莫西·利里给我取了一个绰号——“对照组”。我是现场唯一没有服用药物的人，所以也许我就是那条基线。也许药物让人变得更加坦率。

有些人需要成为对照组。多年后，当理查德·费曼得知他的癌症开始蔓延时，他认为是时候去尝试致幻剂了。他的计划是在大苏尔海上悬崖峭壁的边缘，和一些嬉皮士女人一起泡在热水浴缸里。[\[5\]](#)他要求对照组也在场，保持一个谨慎的距离，确保他不会摔下悬崖。他用了致幻剂后非常兴奋，以致不能进行计算了。“机器坏了。”他高兴地指着自己的头说。

一种叫作死藤水或卡皮木的亚马孙化合物特别容易与VR产生共鸣。威廉·巴勒斯曾经写到过它，另外还有其他一些关于这种药物的著名记录。[\[6\]](#)

这种药物的相关文化显示，它创造了人与人之间的心理联系。药物的使用者会分享体验，这是一种超越言语的交流方式。因此，人们对死藤水的理解方式与我对未来VR的想法是相似的。

这两者之间的相似之处不仅如此，它们还都可能让人呕吐。这不是一个随随便便的评论。两者都需要承担风险、做准备和做潜在的牺牲。这是仪式崇拜的完美设置。

VR很少让人们呕吐，我们在演示中甚至没有任何相关提示，但在最近，在巴西有所改善的法律环境中，对死藤水文化的迷恋仍然吸引着VR工程师。一批硅谷VR主管定期去体验，加州还发生了重建亚马孙仪式的一些事件。

我从来没有尝试过死藤水，所以我保留对它的判断。我想说的是，我从来没有看到任何证据能证明死藤水使用者之间的心理联系，但我周围有人已经用过几次。我经常谈论这个话题，就像在走钢丝一样。你知道，如果你倾向左派，你就是迷信的；如果你倾向右派，你就是还原论者。

兴奋之城

不管怎样，让我们再回到1982年左右的帕洛阿尔托。

沃尔特和我使用了与斯蒂芬·拉伯奇的装备相关的传感器创建了一个简单的生命体征监测设备，像手套的一部分。戴上它后，你会在屏幕上看到自己内脏的实时影像。肺的影像和你的动作同步，你可以深呼吸，同时看着它们扩大。你的心跳也一样。

数据被记录下来，但是大部分都是伪造的，因为在当年，存储大量数据是非常昂贵的，一个无聊的员工还必须坐在那里，不断更换软盘。

我们的想法是，我们从人们那里搜集一些数据，最终可能会通过算法发现与健康有关的相关性。也许以后系统可以用来诊断疾病，或者帮助人们学会控制压力，或者用来追踪他们的健康状况。这是一个让你健康的玩具！

这个想法现在听起来应该很熟悉，因为像运动手环这样的设备无处不在，多得让人眼花缭乱，但在当时这是新鲜的、令人吃惊的。

沃尔特和我曾在晚上合作，这与沃尔特在睡眠实验室的作息规律有关。我会扛上一台计算机，通常是用行李带绑着的苹果丽莎。我们会在一家通宵餐馆里工作。只有几个能坐的位置旁边有墙壁插座，你得采取战术才能抢到你需要的桌子。“如果你和我换位子，我会帮你付火腿和鸡蛋的钱！”

有一天晚上，我们正在斯坦福大学附近的一个被我称为“奶油厂”的地方工作。我要说明的是，这不是今天帕洛阿尔托的那家奶油厂。这个说明是很重要的，因为当店主试图叉住窜过柜台的老鼠时，他会发出像

忍者一样的尖叫声。我们整夜都看着他的表演，十分逗趣。我们从来没有见到他成功过，但很佩服他的决心。一些较活跃的老鼠还有名字，黑客会深情地叫出这些名字。

“这个家伙很有恒心，虽然他从来没捉到过老鼠，这真是太神奇了。”

“如果他在科技行业工作，现在肯定有一家大公司。”

“我们为什么不试试？”

我们扛上一台原型机，开车到拉斯韦加斯的消费类电子产品展览会展示我们的设备。也许某个大公司会对这些设备感兴趣！

我们太天真了，相信了一个不那么靠谱的商业合伙人。他本来应该和我们建立联系并达成交易。实际上，他却把我们放在了一个廉价的色情旅馆里，然后就没了下文。

但是我们确实了解到了这个世界是如何运作的。沃尔特记得我们热情地接待客户。我记得那些潜在客户看到他们自己内脏的动画形象时都快吐了。

我也记得创业的喜悦。发明，把它带给人类，享受，重复。

在20世纪90年代，VPL解散之后，沃尔特对VR作为研究和治疗的工具产生了兴趣，特别是在行为医学领域。之后他使用VR技术与一群帮派成员合作，研究暴力冲动控制以及其他令人着迷的应用。新世纪来临，他把我介绍给了我现在的妻子。我听到有关她的第一句介绍就是“她就像贝蒂娃娃”，这话的确不假。

合法性、毛发、巨人的肩膀

虽然听起来很可笑，但在22岁左右，我就拥有了我所描述的一切，但我仍然担心自己是一个不可挽回的失败者。我很惭愧，因为我没有学历。我想，我的母亲应该想要我成为哈佛大学的教授吧。我产生了一个不合时宜的念头，认为我必须找到正当的道路。我想被邀请进入一座硅谷可能最终会去摧毁的城堡。

出售《月之沙》的那家公司问我是否可以在SIGGRAPH上进行展示。SIGGRAPH是顶级的计算机图形大会，跨越了工业界和学术界。因此我想，也许以官方身份参加大会能给我指出一条明路。

那年在波士顿举行的SIGGRAPH非常热闹，生机勃勃。这是一次反主流文化聚会，规模小到完全不会产生混乱，就像火人节早期的那几年一样。而且，这里的一切和我们VPL小屋里一样真实。计算机还不够快，所以在摩尔定律实现之前，人们不得不出怪招来打发时间。

在我第一次访问波士顿地区期间，命运的一切都聚集在一起。SIGGRAPH结束之前，我就决定搬到那里一段时间，之后我在那里认识了几个相交终身的朋友，邂逅了我最终会结婚的女人（这恰恰是奇怪的、简单的），遇到了我最敬重的导师，并第一次得到了一份真正的研究工作。

我几乎立刻就 and 一群来自麻省理工学院的怪学生混在了一起，仿佛我们已经是相识好几年的老朋友了。原来他们是人工智能领域的创始人之一马文·明斯基的学生。

戴维·莱维特就是其中之一，之后几十年，我们一直都是朋友。他的头发和我的一样，但颜色更深。他梳着中长的雷鬼头。如果你眯着眼

睛看我们，我们就像镜像的两个人一样，虽然他是黑人，或者是他自称的“新人”。他常常叫我“另一个妈生的兄弟”。

我们俩是戏剧性的一对，一起肆意作乐。我们最喜欢的服装是活泼的西非长袍。和我一样，戴维也从蒙克和拉格泰姆中开发出了一种独特的钢琴风格，可以与我的斯克里亚宾、南卡罗和大跨度钢琴相比。

戴维在麻省理工学院的博士项目正好是可视化编程语言！最终他加入了加州的那伙人。

他的父母倾向于民权运动的激进派。更具传奇色彩的是，戴维最近还参选了美国参议院，他的立场比旧金山湾区还左。

我要解决一个经常出现的无厘头问题：头发。除了适应遗传学之外，我的头发没有表现出任何用途。我不是假装自己是黑人，也不是向牙买加或印度的圣洁形象致敬。我的头发就是非常卷曲。

一想到余生都要不断努力地去梳理它，我就果断放弃了努力，就让它乱糟糟的吧，就这么简单。从20世纪80年代初开始，有一本书名为《工作中的程序员》（*Programmers at Work*），封面上就是一张我邋里邋遢的照片。只有在这个短暂的时期里，我愿意花几个小时让自己看起来不那么怪。

到现在为止，这种恐惧已经困扰了我太长时间，又带来了其他不便，所以我可能不得不剪掉头发，但我又推迟了这个计划。我不再关注头发的问题了。[\[7\]](#)

在那个年代，白人梳辫子是非常罕见的，所以我是个怪人。今天这样是很正常的，但人们对此并没有什么好感。习惯使然。

在硅谷和麻省理工学院，没人会关心我的头发。但对我来说，麻省理工学院比硅谷要更自在一些。这里很像加州理工学院，但这次我有我

需要的那个愚蠢的东西：合法性。

艾伦·凯已经离开了施乐帕克，创办了一个由雅达利赞助的新实验室。他为我提供了一个暑期研究职位，这个职位通常会提供给研究生。我又来了！我又成了一个宠儿。

雅达利实验室位于肯德尔广场，实际上相当于麻省理工学院的一部分。这是麻省理工学院具有深远影响的媒体实验室的鼻祖之一，而媒体实验室将在几年后成立。

我就是这样认识了马文·明斯基，他也许是我的导师中最和蔼、最慷慨的一个。

我在前几本书中描述了我剑桥生活时发生的一些事情，比如在马文乱糟糟的家中迷失了方向，和理查德·斯托曼争论自由软件的曙光。我不会在这里重复这些故事，但是我希望你能看看我在2016年马文去世的那天写的关于他的文章。这也是对约翰·布罗克曼（John Brockman）的网站Edge.org的致敬：

就在几个月前，我最后一次看到马文，他正在自己漂亮的房子里闲逛。突然前门打开了，学生冒了出来。麻省理工学院的一个年轻学生在马戏团里工作了一个夏天，很自然地爬上了悬挂在拱形天花板上的秋千。在我们争论着人工智能的时候，她像猫一样溜了上去，来回荡着，就像40多年前一样。

我记得那个秋千刚装上时，我还是个年轻的徒弟。为什么挂在那里？记不得了，但在当时，大号也被放到了钢琴下，现在被书本、望远镜部件以及许多奇妙的东西遮住了。

那天晚上，在我去找马文的路上，接到了一位朋友的电话，他和我都认识马文。“不要和他争论，他很小气。”我不敢相信我听到的。“但马文在争论的时候很兴奋。”

我是对的。马文说：“你在做什么？批评人工智能吗？这很好。如果你在大方向上错了，你会让人工智能变得更好，但你还有很多可怕的工作。如果你在大方向上是对的，那么你就对了。这很好！”

这些年，关于人类的自我反思，马文发明了其中大约一半的思维方式。他描述人工智能的特殊方式简直就是天马行空。马文对机器未来的叙述就是人们所害怕的内容，但这并不是最重要的。

重要的是马文对人类及其情绪的思考方式，这种思考方式已经或多或少地取代了弗洛伊德的神话。例如，皮克斯的《头脑特工队》（*Inside Out*）甚至看起来就像几十年前马文的演讲一样。（例如，他曾要求我们想象我们的大脑在事物或事件的记忆上涂色，从而以某种特定的情绪对这些记忆做出反应。）

所有这一切都可以被视为他在计算机科学基础成果之外的工作。他还为很多其他领域做出了技术贡献。最新的VR光学就受到了马文发明的影响，例如共焦显微镜。

为什么马文对我这么好？我让他生气，我处处反对他的意见，我从来没有正式成为他的学生，但他指导着我，激励着我，花了很多时间来帮助我。他对我的好是不遗余力的、纯粹的。

马文在20世纪80年代来到加州，那时我20多岁，人们对VR的接受度也越来越高。他坐在一个头戴设备里，仿佛是模拟神经元正在海马体里工作的情形，同时弹奏着一架真正的三角钢琴，现实的两个平面美观而协调。

音乐！大家都知道，马文是以和巴赫的精心对位相似的风格在钢琴上即兴创作的，但是他从来不会落入俗套。对于我从世界各地带来的那些冷门乐器，他和我一样着迷。因为对马文来说，一切都是新鲜的，所以巴赫的风格也一直是全新的。马文永远不会感到厌倦或厌烦，也不会因为震惊于新奇的现实而感到不好意思。

我记得马文对他的女儿玛格丽特和我谈起了他对艾伦·沃茨的看法。很难想到任何一个哲学家和马文的差别比沃茨和他的差别还

要大，但马文认为，沃茨对死亡的见解蕴含着大智慧。我记得马文谈到了沃茨的想法，即轮回是对人类的一种波浪形式的解读，而不是粒子形式。（就这一点来说，并不是马文或沃茨以轮回接受了个体生存的概念。相反，一个人的特性或模式最终几乎会以新的组合形式重新出现在其他人的新集合中。）

我记得有一次，在剑桥的一个春日，我们开开心心地在商店附近散步，突然在婴儿车里看到一个婴儿。马文开始谈论“它”，好像婴儿是一个装置、一个小装置，我完全知道他这样做是为了刺激我。“它能够跟踪视野中的物体，但交互能力有限；它还没有建立起与视觉刺激相对应的已观察到的行为特性大全。”

哦，那个狡猾的笑容。他猜我有点受刺激了，这样就能证明我就是我自己想法的奴隶。马文一直以来都是温暖人心的，所以这个诡计并没有奏效。我们笑了。

马文把幽默与智慧联系在一起。幽默可以让他的的大脑发现哪些漏洞需要填补，是变得更明智的一种方法。我一想起他，就会想到，他让每一个时刻都更有趣、更有智慧、更温暖、更友善。依我所见，在这点上他从来就没失败过。

这就是马文。

雅达利研究实验室不缺乏真正的资源。我们可以在激光打印机上进行打印，互相发送电子邮件，还可以做其他数字化的东西，这些东西在当时是相当未来的、精英阶层的、独一无二的。我已经走出了低谷，回到了大科学的世界。

我研究了一些非主流的编程语言思想，以及一些奇怪的触觉游戏，包括一个机器人扫帚，你可以在模拟器中骑着它，成为一个女巫。这也是带有性隐喻色彩的。

说到这里，我已经涵盖了剑桥发生的很多事情：新朋友、导师、研

究工作。那女人呢？

我不会提到她的名字，不过她也不出名。她的存在让人感到震撼。一个光芒四射的女神，一个完美的传统金发女郎的原型，带着点迷幻嬉皮士的叛逆感。

性感，怪怪的聪明，废话，乳沟，所有一切，全部都透露着一种得体的冷漠。以前我喜欢过其他女人，但这一次就像是触电般的自由落体，是一种完全不同的体验。

但有一点很奇怪。我并没有真的直接感受到她对我的吸引力。更准确地说，应该是其他人都被她吸引住了，而我陷入了一场社交潮流中。

她是身份的象征。我感觉就像陷入了古老的魔法崇拜，进入了一个关于强大和美丽的秘密社团。

第一次见到她时，我并不出名。我只是在麻省理工学院附近随处可见的一群好奇、聪明、毛发旺盛的男孩之一。她是男人眼中最亮的一颗星，回头率很高，人们的目光就像小猫把头转过来追踪摇晃的玩具一样追随着她。

她怀有高远的社交野心。在我们的第一次谈话中，她说：“哦，蒂莫西·利里把我送到了哈佛大学，这样我就可以引诱麻省理工学院的计算机天才进入迷幻革命了。”这是一个具有历史意义的秘密使命！

当时我们之间什么也没有发生，但简单地说，我最终会和她结婚。我们会在适当的时候来完成这件事。

南部未来主义

我作为合法研究者的梦幻插曲即将结束。

马文的女儿玛格丽特正在麻省理工学院攻读触觉学博士学位，她让我带她去参观北卡罗来纳大学教堂山分校的VR实验室。

南部的感觉摧毁了我的情绪，我发现我很难正常起来。缓慢，潮湿，野葛涂层。礼貌，隔离。我总感觉不对劲。这就像是一种配料不对的辛辣制剂，或是放了醋的濒危物种烧烤。

不管这个地区怎样，这个实验室确实很棒。我不应该透露我的喜好，但北卡罗来纳大学教堂山分校在过去和现在都有我最喜欢的VR学术实验室。

这里有一位真正的南方绅士弗雷德·布鲁克斯。弗雷德带领的团队曾经创建了IBM（国际商用机器公司）的第一个商业操作系统，并定义了ASCII，也就是用比特表示字母的方式。他是数字时代的发起人之一。他还是少有的几本关于计算机的经典著作的作者，比如《人月神话》，这本书第一次敏锐地解释了人类是怎样对计算机编程的。

最重要的是，弗雷德是一个开创性的VR研究员。在我第一次见到他时，他对触觉特别感兴趣，玛格丽特也因而对此十分热情。我们花了很多时间研究用机器人手臂来感觉虚拟物体的边界。

北卡罗来纳大学教堂山分校实验室的另一个骨干是亨利·富克斯，他也是我最喜欢的合作者之一。他是一个彻底的天才，他言语的速度几乎跟不上他令人惊叹的思维。年复一年，他的学生已经成为VR领域绝对的顶尖人物。没有亨利，就没有现代VR。

北卡罗来纳大学教堂山分校可能拥有当时最快的图形计算机，我对此十分着迷。亨利的团队以极高的成本创建了自己的VR视觉计算机。“像素飞机”是为VR所需的图形进行优化的第一批计算机之一，尽管在我第一次使用它时，它仍然需要几秒钟的时间来渲染每一帧，但根据摩尔定律，计算机性能肯定很快就会提高，所以我们都幻想着未来的生活。

很快就要回到加州了。我对此并没有任何正式的安排，但我认为必须要走。一些东西正在酝酿之中。

蚂蚁行动

“哇，我不知道你回来了！”

“嗨！我太想你了。我刚刚回来。这里的光线真好啊，太不可思议了。空气也新鲜，终于可以自由自在地呼吸了。麻省理工学院周围的空气感觉就像又热又脏的糖浆。”

安拥有着当时所谓的“西雅图外形”：又长又直的黑发，大大的小鹿似的眼睛。“趁现在还有时间好好享受吧，这一切都快消失了。帕洛阿尔托的另一条土路刚刚铺好。”

“天！太糟糕了。但你听！哇，我想念那个声音。”路边有一家猫咪救援所，你可以听到好像有一百只猫在喵喵地叫，像波涛汹涌的弦乐。

“哦，你在开玩笑吧。再过20分钟你就会疯掉，到时你肯定会向我抱怨。对了，你应该知道还有蚂蚁。”

“这也没什么吧。”

“不，我是指成千上万的蚂蚁，蚂蚁的洪流。”

在我的小屋周围，我们的小团体在废弃的果园里开辟了“殖民地”。安和扬以及他们的孩子搬进了一栋同样的房子，与我的小屋就隔着一条土路。团队里的其他人有时也住在附近的小屋里。

我希望硅谷仍然有类似的古怪角落，但我担心，那些日子早已不复存在。隔壁的一位女士是当时为数不多的顶尖女性计算机业务顾问之一。没想到她有多重人格障碍，你永远不知道下一刻她会变成谁。她可能会变成一个尖酸刻薄的朋克摇滚人来骚扰我，也可能变成一个雄辩的

经纪人，帮我进入一家大型科技公司。

我的冰箱遭殃了，它不但成了蚂蚁的殖民地，而且完全被它们填满了，仿佛阿基米德一直在用蚂蚁而不是水来做实验。我不得不把这个生锈的太空时代的老古董搬到小溪旁，把里面的东西倒空。它看起来像是一架扁平的火箭，可能已经飞到了雨果·根斯巴克20世纪50年代的通俗科幻小说的封面上，就像埃勒里在他的科普作品中写的那样——一支没能完成旅程的大规模入侵部队被赶出了这艘宇宙飞船。铬材质反射着阳光，让我睁不开眼。

我身后出现了另一个声音，是我那位多重人格的邻居。她今天听起来完全正常，只是有点迷糊：“你看起来很喜庆！今天是什么好日子吗？”

我和剑桥的一些朋友有时会颇为浪费地在产自巴厘岛的多彩大夹克上挖出新的洞，这样就可以侧着穿，两个软软的袖子则垂到左侧一边。

“我想这是‘蚂蚁清理日’。其实我总是这样子的。我在剑桥的时候，这里的每个人似乎都变得更加直白了。这是怎么回事？”

“我也觉得。如果你不说，我还没注意到。”

在我走后，黑客着装规则从异国情调的嬉皮士变为了今天的“简约穿搭风”。这让我大吃一惊。“每个人看起来都很平常，但又不像平常那样讲究。邋里邋遢的。这是怎么了？”

“我想这是我们表达毫不关心的方式。”

我用水管冲了冲冰箱，把它掉了个头，准备回到小屋。“也许这是一种迹象，表明世界现在真的需要VR！”

“哦，你可不知道，我们把这儿叫作‘肤浅的阿尔托’。”

“变化有这么大？”

“看起来好像这里有趣的东西全都不复存在了。‘自杀俱乐部’在城里，《全球概览》搬到了马林。唉，连生存研究实验室也不在附近了。有趣的人都付不起租金。”

你可能不了解这些早期的硅谷机构。自杀俱乐部是一个朋克城市冒险俱乐部，他们会干出非法攀登金门大桥那样的事情。它是火人节的鼻祖之一，而火人节就是“不留痕迹”这条原则的来源。[\[8\]](#)

生存研究实验室利用硅谷的设备开启了一场旷日持久的、真正危险的宏大表演艺术，就像让一只无人监督的活豚鼠操控一辆拥有30英尺喷火器的真坦克。你必须投入生命去参加表演。所有这些场景都在第一家VR公司的创建中占有一席之地，但我当时还没意识到这点。

“他们离开也没什么。我们将要在这里开展有史以来最有趣的事情。”

“你看起来更有干劲儿了。”

“如果你不说，我也没有注意到。”

步入正轨

多年来，我一直在建立一种使命感，现在这种使命感终于更加专注了。我会鼓励这些人建造机器，让社交VR成为可能，并将VR提升至一种恰当的强大的魅力之源，从而与诺伯特·维纳担心的思维控制游戏和愚昧对抗。VR将成为人工智能的替代品。

就算高层次战略变得清晰，底层的战术游戏仍然还是模糊的。我们应该尝试创建一家公司吗？试图游说大学或大公司赞助我们的VR实验室？只要从游戏中或以任何其他方式赚到足够的钱来支持我们的项目，就不用考虑任何先例吗？

我们都想搞清楚我们正在建立的是一个什么样的机构，但是谁都没能弄明白。也许是左派和商业理想的融合？一家基于共识决策的科技公司？这会是一个疯狂的想法吗？当时，一切似乎都是可能的，每个人都是年轻的理想主义者，可以为了最新的演示彻夜不眠。

1983年，我们越来越痴迷于VR项目的建设。

很清楚的一点是，我们并不是万能的。因为这个想法，我心里一直很纠结。但很明显，全面的显性视觉需要几代人的努力，而不是在短短几年内就能实现。无论如何，在实时3D计算机开始工作之前，VR可以及时就绪，准备实现其运行。

戴维曾经在麻省理工学院尝试过一种叫作数据流的可视化编程语言。经过我与查克以及团队里的其他人讨论，我们决定开展一个中间项目。该项目包括我们开发的一些内部技巧，譬如高级增量编译器架构，但我们会选择已被理解的VR软件数据流范例，因为它的匹配性毋庸置疑。^[9]戴维刚完成他的博士学位，搬出学校加入了我们。（现在的数字

艺术家可能很熟悉使用数据流的“MAX”设计工具。)“带电体”是查克为我们新的VR控制程序取的名字。

我们还需要一个3D设计程序，光靠到别处去买3D模型是不行的。扬接受了这个挑战，并启动了一个最终成为“旋转3D”的项目。

我们在跟踪问题上花了很多时间，那就是下一章的主题了。

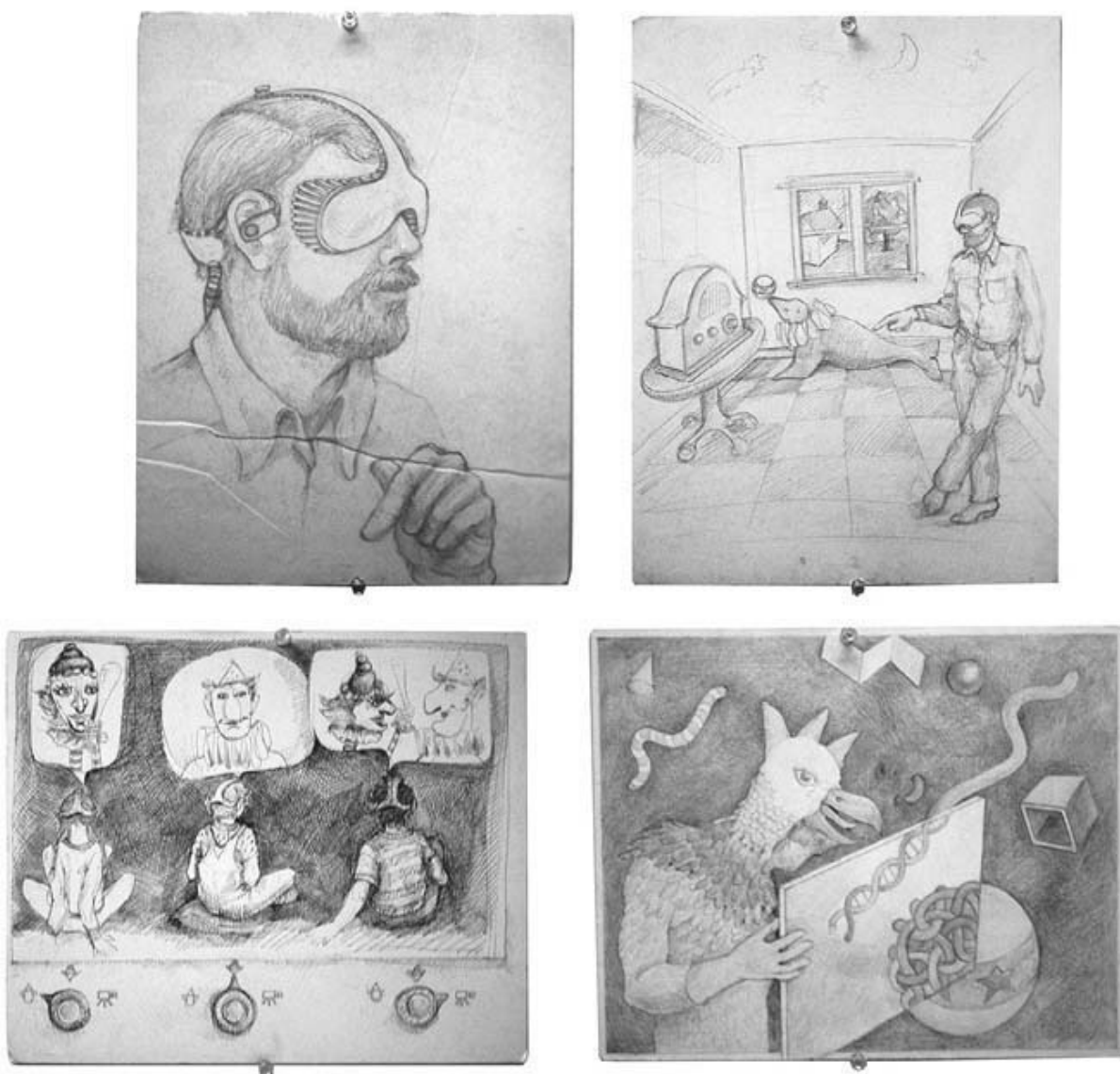


图12-1 凯文·凯利在20世纪80年代后期参观了VPL，并拍摄了安的早期概念图，这些图片一直被钉在墙上。左上：最早期VPL眼机的概念图。与其他所有制作VR头戴设备的团队一样，我们低估了最终需要的最小厚度。右上：正在使用的眼机。左下：儿童化身为潘趣和朱迪。右下：化

身为鸡的人使用虚拟的X光玻璃来观察虚拟物体的内部。我们在向国防部出示的简报中也使用了这张鸡的图片，但这并不影响他们与我们的合作。

[1] 你一定猜对了，LISP机器就是LISP计算机专用的机器，而LISP是一种早期的计算机编程语言，那个年代的数学家和人工智能研究人员都很喜欢它。

[2] 这也可能很危险，我不主张使用它。事实上，我一名员工的父母在用药的时候心脏病发作死亡了。

[3] 我不想指责那些在使用社交媒体时很不体面的人，我想说的是，我认为自己没法使用今天的那些东西。我没有任何社交媒体账号，虽然我有书需要宣传，也有其他动机。我曾经有过自己在网上交流时变得微不足道的体验。我已经和那些热爱或憎恶我工作的人进入了反馈循环，我们都被逼到了极端，而那不是我想要的。我担心社交媒体会把我最坏的那一面带出来。

也许社交媒体会对我的事业有所帮助，但这个理由不够充分，不能弥补它可能对我的人格造成的伤害。我并不是说它对每个人都不好。也许它就像酒精，对一些人来说很好，但是我们中有些人应该避免接触它。

我担心的是对另类偏执的放大，但这不是有偏向的意见。右派对左派的批评往往集中在大学生为什么这么暴躁。这太敏感了！很容易就让人生气了！你是否在其中发现了一种模式？社交媒体的上瘾者遍布政治领域。

[4] 不是在伊莎兰。对不起，我不会透露地点。

[5] 《亚马孙河上游精灵》（*Wizard of the Upper Amazon*）是我在这方面的最爱，虽然卡洛斯·卡斯坦尼达（Carlos Castaneda）这本极具影响力的书，表面上看起来是关于另一地区的另一种不同的毒品，但它可能确实定下了基调。

[6] 说到我的头发，我想我还可以说一说我的体重。保持体形并不容易，我在出院大约一年后减掉了婴儿肥，但体重在我十几岁时又反弹了。在我20多岁的时候，我想尽千方百计，一次又一次地减肥。每一次，我的体重都神秘地反弹回来。长期看来，我的体重一直在增加。我怀疑，如果不是一直在减肥，说不定我今天还没这么胖。

有时候一个陌生人会高兴地告诉我，我应该再加把劲。根据他们的经验，这很容易。然后他们几乎会同时开始发牢骚，抱怨他们没有启动资金，他们的书无法出版，或者遭遇了一些其他的不幸，在他们看来，这些都不是他们自己的错。

硅谷现在充斥着量化的自力更生和生产力信仰，这些信仰可能会将人们的生活全面塑造为一种理想。这不仅是愚蠢的，还是破坏性的。假装明白一切的冲动是反科学的，就像反动或反革命运动一样。这也是一个一致性的隐形输送机。大家希望每个人都接受生产力和成功的相同定义。个人形象也是这样。

现在有许多与体重有关的合理科学和令人惊讶的宇宙操纵性伪科学所产生的纠结不清并往往自相矛盾的结果。但实际上，这是宇宙中众多尚未被理解的东西之一。

体重可能总有一天会被理解，这一天应该很快就会到来，因为今天有很多用于生物调查的奇妙工具。如果有一天人们可以进行选择，那么他们的选择应该会多种多样。多样性是一个内在的优点。

我的体重对我的生活有负面影响吗？也许在某些方面是这样的。苗条的人更上相。如果我瘦了，也许我在推出一本书或讨论当下网络话题的时候，会更多地参加电视节目。但是，对我来说，我的生活已经成功了。

在某种程度上，我可能无意间就倾向于打字，因为聪明的技术人员应该看起来有点怪，譬如爱因斯坦和他的头发。总的来说，体重并不重要。

[7] 就是因为“不留痕迹”这条著名的基本原则，人们才非常喜欢参加基本没有其他限制的火人节。每年有数万人进入内华达的荒漠地区，参与这个古怪的艺术事件。

[8] 我用了许多术语，在这里向没有技术背景的读者说声抱歉。这些术语在附录二里都有介绍。

[9] 1磅=0.453 6千克。——编者注

13

VR的六度空间

(关于传感器和VR数据)

眼球必须转动

汤姆第一次制作数据手套的时候，他们测量了手指的弯曲度，而不是手掌的空间位置，或者它的倾斜方式。（你需要6个数字来描述三维空间中物体的位置和方向：X、Y、Z、滚动、倾斜和摇摆。）

很显然，如果我们希望化身的手能够拾起虚拟物体，那么，我们必须要知道手的位置以及它的倾斜状况。用于探测空间中物体位置的设备通常被称为跟踪器。

适合人体运动的跟踪器已经在售，但它们的价格十分高昂。奇怪的是，佛蒙特州曾经主宰了跟踪器行业，就像回到20世纪80年代一样。4家不同的跟踪器公司构成了佛蒙特山谷之家，他们的客户在机器人、工业设备，甚至飞行模拟器中，都会使用跟踪器。

当时，作为跟踪器的参考点，外部设备，即一个基站，必不可少。两家老牌的佛蒙特州跟踪器公司（波尔希默斯和阿森西翁）专注于磁场跟踪。在一个外观独特的外壳中，会有一个巨大的电磁铁发出脉冲场，再有极小的磁场传感器附在手套上，并最终将信号传达至头戴设备。

除了磁场之外，还有很多可以完成跟踪的潜在方法，比如激光、无线电波等。我们花了很多时间来制订雄心勃勃的跟踪计划。

为什么要在头戴设备上放置跟踪器？记得间谍潜艇吗？它必须能够进行探测。

回想一下VR视觉的基本原理。在第4章的“镜中显现”一节中，我说：“为了让VR的可视部分起作用，你必须计算在你往四周张望时，应该在虚拟世界看到什么。在你的眼睛四处张望时，VR计算机必须不断地尽快算出你要在虚拟世界中看到的图像。当你往右看时，虚拟世界必须往左偏转作为补偿，以创造一种错觉，让你觉得这个世界是静止的，是在外独立于你的。”

第24个VR定义：一种控制论结构，用来测量人类感知的探测方面，并使其被抵消。

我必须要说明的关键点就是，视觉显示本身的质量并不是VR视觉体验质量中最重要的部分。比视觉显示本身的质量更重要的是跟踪。[\[1\]](#) 视觉图像对头部或眼部运动的反应有多快？效果怎么样？

大脑整合

第25个VR定义：一种测量比显示更重要的媒介技术。

传感的普遍问题是，作为一个过程，它需要时间。如果你成为VR世界的专业人员，就必须在VR系统中使用“延迟”这一术语来表示推延。

延迟的首要地位在20世纪80年代初已得到显著证实。在斯科特·费希尔（Scott Fisher）到达之前，迈克·麦格里维（Mike McGreevy）就已经在美国国家航空航天局艾姆斯研究中心建立了一个VR实验室。

迈克尝试了一个实验。他制造了一款黑白VR头戴设备，每只眼睛的分辨率只有100×100像素。考虑到当时的显示技术，这已经是最高的分辨率了。核心渲染仍然在矢量图形中进行：一个摄像头对准矢量图像，以驱动基于像素的显示。在当时，仅使用头戴设备中的像素还是一种很新颖的做法。这也许是飞行模拟器之外的首例。

虽然100×100是一个图标的合理解析度，但对虚拟世界来说，这是很荒谬的。要知道，由于图像分散在你可以看到的大部分内容上，每个像素可能看起来有一块墙砖那么大！这种效果是惊人的。

当我通过迈克的头戴设备查看还在设计中的卫星的简单轮廓模型时，我简直惊呆了。这个模型竟然看起来很合理！你可以看清比像素更小的细节，并能感受到这个奇怪对象的3D形式。

秘诀就在于合理范围内快速和准确的头部跟踪。延迟越低，视觉体验就越好！分辨率好像已经神奇地翻番了。

视觉体验的基础是整合你看到的所有内容，从而预测你将会看到的内容。大脑看到的比眼睛看到的多得多。[\[2\]](#)

当你戴着迈克的头戴式显示器[\[3\]](#)时，你的大脑正在从每一个略微不同的角度观察虚拟世界的模样。只要时刻准确，也就是说，只要跟踪器是完好的，那么角度也会是准确的。这就意味着，大脑可以将低分辨率图像流组合成分辨率更高的、更精确的内在体验。

对大脑来说，这没什么特别，只是它的日常工作。人的眼睛是很强大的，但同时也是一种软弱的、缺乏一致性的、奇怪的传感器。由于我们眼睛的特性，在视觉方面，大脑总是比预期的做得更好。为了使VR在视觉方面更加出色，某种程度的猜测和欺骗也同样令人高兴，因为我们的大脑在日常现实中也在做着同样的事情。

在20世纪80年代，即使新手能尝试VR演示，我们也很难向他们解释VR的基本特性！我练习了好几年，才知道该怎样用语言来表达这个简单的概念，不过现在这个概念应该是我们司空见惯的。

第26个VR定义：一种优先刺激认知动态的媒介技术，以此模拟替代环境，进而让人准确认知世界。

移动的体验

如果你是我们VPL古怪实验室的早期受试者之一，你就会最初体验到“相信”虚拟世界的过渡阶段。这被称为“转换时刻”。

随着VR多年来的进步，在一个人戴上头戴设备后，转换时刻来得越来越早了。大约在20世纪与21世纪之交时，这就不是个问题了。[\[4\]](#)

今天，大多数人的感觉是，幻觉的质量会突然让人感到震惊和喜悦。这不是逐渐发生的，人们根本没有时间注意到自己的感知变化。

这个例子可能证明，更好的技术实际上并不意味着改善。没有什么比更多地了解自己更有价值，而更老的、性能更低的VR设备，可能在揭露人们自我感知的过程方面做得更好。

这是不可能的！也许VR设计师会在现代VR设备上设计出一个狡猾的“慢启动”体验，甚至比旧设备更明显地突出转换时刻。

无论如何，过去你会经历转换时刻，但这只是第一步。由于我们的重点是多人体验，你很快就会被介绍给VR内的另一个人。

你可能已经把这个人看作一个早期的化身，一个光滑的、色彩鲜艳的人物，有着卡通人物般的头，几乎没有特色的身体，以及灵巧但奇怪的管状手。这个时期的VR，视觉质量相当模糊。

脸是通用的，人们不得不共享化身。从少得可怜的资源中获得有效化身的人很少，而出于同样的原因，也不大可能有变化。VR中第一个化身的脸部是由安·拉斯科设计的，她用20多个多边形制作了一个折纸般的脸。

虽然视觉细节很贫乏，但能显示人类的存在，已经算是取得了成功。效果令人感到毛骨悚然、万分惊诧。在日常生活中，当与另一个人接触时，你并不会特别注意你的感知状态有什么不同，但在这些粗糙的早期VR系统中，这种不同是很明显的，是相当戏剧化的，让人汗毛竖立。

另一个人突然出现在那里，在那几个多边形里！你可以感受到他们，这是人类存在的温度。

发生了什么事？如果你记录了一个人的动作，并重放该动作，用以制作化身的动画，那么虚拟世界中的人将明显看出，此时的化身中并没有真人。当你的化身与另一个人的化身进行互动时，就是完全不同的情形了，你甚至可以认出这是谁。

这些关于化身的早期实验与长期的研究“生物运动”感知的科学圈实验可以相提并论。这个圈子的典型实验就是，为一个全身隐藏在黑色覆盖物之下的受试者制作一部视频，他身上的某些地方粘着几个亮点。这样，在整部视频中，出现的就是四处移动的亮点。

当受试者看到这样的视频时，会出现一些很有意义的情景。他们通常可以认出具体的的人，或仅通过几个运动的点，就能感知到陌生人的性别、情绪和其他特质。

至于人们能或不能准确地从视频中的移动点感受到什么，仍然存在争议。无论人们对生物运动有哪些假定的偏好，化身都可能会揭示更多东西，因为它们是一些实验的交互版本。

在化身中存在着发自人类内心的真实，我认为这是在VR中最激动人心的感觉。交互性不仅是VR的一个特点或特质，还是体验核心的自然经验的过程。这就是我们了解生活的方式。这就是生活。

第27个VR定义：强调交互式生物运动的媒介。

这一定义排除了大多数的数字体验，比如典型控制器操作的游戏，因为它们只是按下按钮，不能传达身体的连续运动。这个定义包括了最吸引人的Kinect体验，甚至是最具挑衅性的多点触控设计，它们是新的数字前沿。

跟踪器不仅是VR显示器能够工作的关键支点，它还可以对人进行测量，使其变成彼此的化身。传感器是VR真正的核心技术。VR在更大程度上应该是一门测量科学，而不是合成科学。

每当我们建立一个经典的VR系统，第一步工作就是设置和校准跟踪器。我们最想实现的就是摆脱这个步骤。

一个名叫鲍勃·毕晓普（Bob Bishop）的学生在他的博士论文中提出了一个方案：利用机器视觉来摆脱外部跟踪基站或参考点。除了北卡罗来纳大学教堂山分校，哪里的学生还会想出这么棒的点子？这个方案是有用的，但仍需一个准备就绪的视觉目标环境作为参考点。

当时还没有人开发出具备完全独立的机器视觉跟踪器的头戴设备，在HoloLens之前，还是需要准备就绪的环境或基站。

不晕船，不晕VR

消除延迟不需要浪费时间在豪言壮语上。你的时间以微秒为单位。[\[5\]](#)

第28个VR定义：与时间抗争最激烈的数字媒介。

如果你在VR中感到恶心，这种现象通常与跟踪问题有关。

当VR在20世纪80年代第一次成为流行文化热潮时，我接到了电影导演斯皮尔伯格的电话。“你必须来洛杉矶，向娱乐从业人员进行VR演示。也许我们可以做主题公园专用的VR游乐设施，或者其他一些什么。”

“你是认真的吗？VR系统需要巨型计算机和很多奇特的设备。让人们来硅谷体验演示就好啦。短途飞行而已。”

“这是好莱坞，人们更喜欢来这里。”

“硅谷会改变这种状况，等着吧。”

“也许吧，但与此同时，我们会为你这一趟付钱.....很大一笔钱！”

“呃，好吧.....”

于是，我们推出了“轮子上的现实”，就是一款装着价值数百万美元的VR演示设备的18轮大车，从硅谷一直开到了好莱坞。（类似的演示在今天可能只值几百美元。）它转遍了所有主要的影城，每次停留一个

星期。

当它终于停在环球影城时，斯皮尔伯格先生正在拍电影。他担心我们已经去过了迪士尼（也就是他的竞争对手）。“老鼠可是有牙齿的！”我的耳边响起了警告。

环球影城的元老级工作室负责人卢·瓦塞尔曼（Lew Wasserman）是一位来自波希特地区的奥纳西斯式^[6]人物，他看着我们带着充满渴望的志愿者走进车里，尝试这种异国情调的新体验。当然，他们的确是眼花缭乱了。

我偶尔还会遇到在当年体验VR演示的人。直到今天，他们中的一些还活跃在VR世界。他们继续编写基于VR的电影和电视剧脚本，或已成为资助VR初创公司的风险投资人。

瓦塞尔曼手掌朝上指着，把他消瘦的食指像魔杖一样卷起，招呼我过去。当时，我就像一只兴奋的兔子一样跳了起来。

“孩子，他们在里面会吐吗？”

我语气急促但断断续续地回答：“好问题，瓦塞尔曼先生！我们一直在研究这个问题。目前，在数百个例子中只有一个出现了恶心状况。在不久的将来，这个比例将会是几万分之一。最终将完全消失。我们已经控制了这个问题。”

瓦塞尔曼对斯皮尔伯格吼道：“你为什么给我带来一个完全不了解娱乐业的小屁孩儿呢？”

然后他对我说：“孩子，我想读到的是这样的新闻标题——我的看门人因为呕吐而辞职！”老实说，在那个年代，由于呕吐而辞职这种情节，很有助于炒作《大白鲨》（*Jaws*）和《驱魔人》（*The Exorcist*）这样的片子。

“如果这就是你想要的，瓦塞尔曼先生，没问题！”

今天我们已经大大减少了人们在VR中眩晕的概率，正如我所承诺的那样。

然而，尽管我们在解决模拟器眩晕方面取得了进展，但并不完美。我偶尔会发现，有人看着VR演示里的其他人会觉得不舒服，但是对方没出现任何问题。

我曾经见识到，有些人单单是想着VR就会头晕目眩。可惜除了成为思想警察，你无法解决与主观经验相关的所有问题，因此，我们不得不允许生活存在不完美。

我要是有瓦塞尔曼先生的煽动天赋就好了。

虚拟现实主义与虚拟理想主义

在设计VR设备或体验时，当然要有一个标准使其尽可能有效地成为幻觉。但我认为，划定虚幻的边界会让VR的效果有所改善。

因此，我们提出了一种有趣而根本的张力。VR的目标之一就是，幻想必须尽可能地让人信服，不然我们在做什么？但最高层次的VR享受并不完全令人信服，就像你去看魔术表演时的感受一样。

微软Kinect的推出就是这种张力的一个例子。我对Kinect感到十分兴奋！

20世纪90年代末，由我牵头的一个研究联盟，即美国远程浸入项目，创建了首个带有深度地图的交互体验。[\[7\]](#)这就意味着，人和环境都是通过容积法以全3D形式实时感知的。在早期的3D交互中，比如西雅图上空的数据手套，你的身体是以点状的形式断断续续地被感应到的。但在这种实时感知的情况下，你的整个形状都是以3D的形式连续扫描的。这个软件将你呈现为一个动态的雕塑，而不是只有几个关节的木偶。

有一个消费类设备将会在我这个实验室新鲜玩意儿问世后十多年，就把这种类型的互动带给大众，这个想法令人振奋。

Kinect的引入也为虚拟理想主义和虚拟现实主义之间的张力提供了一个非常明确的例子。微软公司推出了“舞蹈中心”这一颇受欢迎的舞蹈学习体验，但他们没有公开原始数据、内部结构以及设备运作的实际情况。

这些隐藏的秘密让人着迷，让人兴奋。这时，出现了一种叫

作“Kinect黑客”的文化现象——业余程序员为Kinect编写自己的软件，并在YouTube上发布视频。

这些视频没有精修过，并不是由一个长镜头构成。这些人都是书呆子和粗人。他们大多数只是暴露了原始数据。你可以在T恤衫上看到居家普通人的低画质3D动态数字模型。

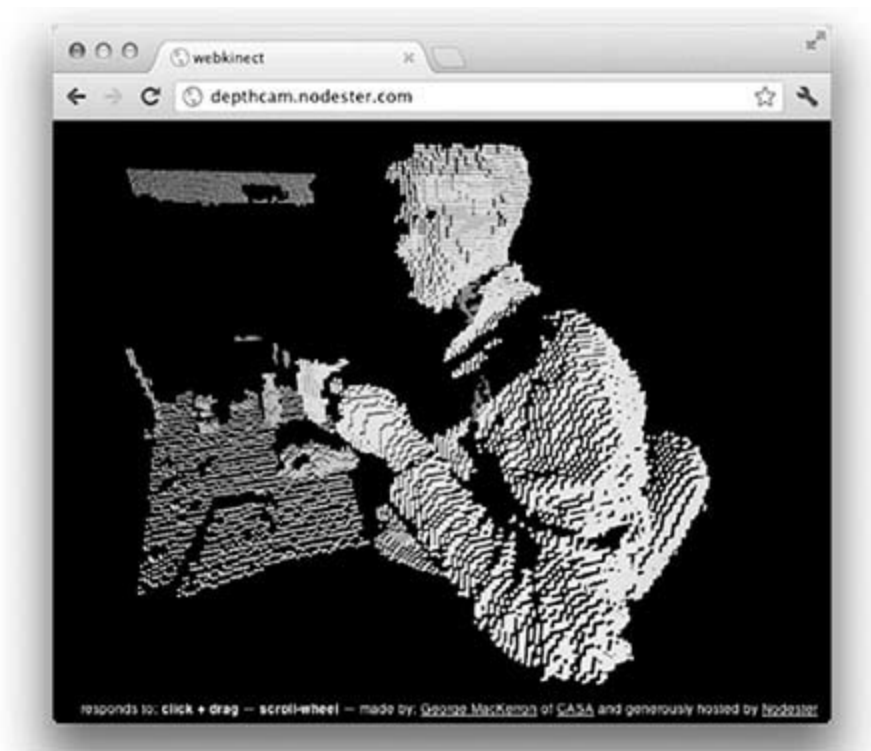


图13-1 来自Kinect黑客视频的图片

这种对原始数据的暴露是否破坏了这一宏大的幻想？并没有！当Kinect的内在本质被揭露出来时，很多人为此疯狂。看到原始的内部结构让这个设备更加迷人！

Kinect黑客的数量可能总共也就几千个，而这个产品在市面上的销量达到数千万，成为历史上最畅销的消费电子设备。Kinect黑客是真的如此重要，还是只是消费者市场这一巨大海域上的泡沫？

我认为他们很重要。虽然这些黑客数量很少，他们的文化知名度却

很高。黑客对这个设备进行了解释，并在一定程度上定下了数百万人欣赏这一设备的基调。

第一代Kinect的原始数据是存在噪音和毛病的，[\[8\]](#)它以一种特殊的、高度当代化的方式让人沉醉。人们终于看到了计算机可以看到的東西，而这又反过来阐释了人们在数字世界所处的层次。

如果Kinect黑客运动被包装成一个发声实体，它会说：“这些设备看到什么，你就可以看到什么。在进入技术人员正在向我们展示的新世界之前，你的眼睛比以前明亮了一点点。”

Kinect黑客以及小部分观看视频的人，进入了引导我们文明的对话中：人们将如何修改我们认识并影响这个世界的感觉运动循环？数字文化就是为了修改这个循环，而Kinect黑客视频大多表现出了某种奇特的扭曲。[\[9\]](#)

使自己成为一个自我膨胀的版本，使自己透明。黑客把自己变成了怪物，或者用手中的波浪控制着圣诞灯的浪潮。

这是我们的时代中典型的文化事件：与现实相关的因果关系被扭曲，并用数字设备演示现实。VR演示就像幽默一样，稍稍打开了人们的思路。

第29个VR定义：一场文化运动，其中，黑客利用小装置改变了演示中的因果和感知规则。

HoloLens并不像Kinect那样隐藏原始数据。直到今天，当我戴上HoloLens的时候，仍会沉醉于目睹世界数字化这样一个最简单的经历，所有东西都包裹在模拟的猎人的大网里。

几十年来，我已经目睹这个过程数千次，但它仍然吸引着我。这是实现我们的算法世界转折的齿轮。它并不是转折的意象，而是实际的转折本身。它是具体的，是自由的。这个计算是惊人的，但并不是完美的。它是偶然的碰撞，存在着缺口，而且粗糙。

一个优秀的编剧从来不会试图塑造完美的英雄，但我们的技术人员经常犯菜鸟级的错误，试图展现出我们技术的原始状态。

这是一本有关VR的书，但我必须说，热闹的柏拉图式的技术思维方式远远超越了VR。当公司设计大数据算法向你推荐约会对象或电影的时候，他们默认你属于没有主见、容易轻信别人的人类群体。人们愿意合作，但不希望看到合作的真实数据或算法的实际运作方式。

我最喜欢VR文化的一个方面就是，很多表面上准备接受其他备受吹捧和炒作的数字服务的用户，都对VR幕后的技术很好奇，甚至要求看到幕后的东西。

这就说得通了。VR数据是个人观点体验的衍生物，它是直接而明智的。当你看到VR数据时，它自有一种风情，你能理解它。VR让人们感到好奇，而对一项技术来说，这项功能是再重要不过的了。

第30个VR定义：它是这样一种技术，其内部数据和算法就像实时的人类视角经验的转换一样容易理解，因而能激发人们对幕后的好奇心。

是时候看看我生活的秘密了。

[\[1\]](#) 在日常生活中，一个令人十分惊讶的例子就是盲点。你的每一只眼睛在离视野中心不远的相当大的一个区域内都是看不见的，因为在这一区域内，视神经附着在视网膜上，阻断了视

觉功能。但你并不知道，你的大脑正在填补这个漏洞。

[2] “头戴式显示器”（HMD）是VR头戴设备早期的一个术语。

[3] 这个例子说明了一个重要的原理：便宜的芯片可以提高其他零件的性能。

随着机器视觉的发展，芯片可以通过惯性感应运动，并且会越来越好，越来越便宜。今天，每个便携式设备都有一个加速计。把来自加速计的数据与来自相机的数据相结合，就能创建更快、更精确的跟踪器。摩尔定律似乎解决了一切问题。

除此之外，快速芯片使预测未来值得一试。一般情况下，其中涉及的数学原理被称为卡尔曼滤波器。就像你的大脑（或许是小脑）可以预测你的手需要去哪个位置捕捉运动中的棒球一样，卡尔曼滤波器也可以预测头部将要定位的位置。更专业的算法可以利用身体和颈部的特殊解剖学，你的头只能以特定的方式移动，因此也就没有必要考虑不可能的头部运动。

并且，等到你能渲染一个3D场景时，这可能就有点过时了，因为即便是对今天的廉价芯片来说，3D图形仍然意味着大量的工作。因此，高性能的VR设置将在更简单的基础上进行最后一微秒的调整，使图像更加流畅。（例如，整个图像可能会被移动、倾斜和扭曲。）

[4] 当某些感知延迟下降到七八毫秒时，VR就开始运转良好。

[5] 亚里士多德·奥纳西斯是已故的希腊船王，曾经的世界首富。——编者注

[6] <http://www.scientificamerican.com/article/virtually-there/>.

[7] 第二代Kinect能生成更流畅、更精细的数据。

[8] https://www.youtube.com/watch?v=ho8KVOe_y08.

[9] 跟踪具有不同的类型。由于眼睛基本是球形的，并且大致围绕其中心旋转，因此，我们通常所知道的是眼睛的位置，而不是眼睛在看哪里。只要你能够在眼睛周围呈现一个足够宽的虚拟全景，它们就能环顾四周，正确地看到虚拟的东西。这就是所谓的眼动跟踪。事实上，在转动时，眼睛在头部的位置是相当固定的，因此，你有时可以通过单纯的头部跟踪来实现眼动跟踪。而在某些VR显示器中，你必须知道眼睛看东西的方向，而不仅仅是它们的位置。这就是所谓的视线跟踪。（跟踪是没有尽头的，就像测量没有尽头一样。跟踪每只眼睛的焦距或虹膜的扩张有时是至关重要的。）

14 发现

先见之明

1984年是多事之秋。

扬正在开发他的三维设计工具，查克正在研究动态学，斯蒂夫正在研究用户体验，汤姆正在构建不同类型的跟踪器。我们对苹果公司发布的麦金塔计算机感到非常兴奋，并想办法在最早的版本中一定程度地实现了中等水平的VR相关体验，尽管这并不是真正的三维技术。虽然麦金塔计算机刚刚问世，并且在之前被人们视为深奥的秘密，但实际上，自Mac开始出现以来，我们一直在跟进它的发展。史蒂夫·乔布斯偶尔会惹恼他的工程师，造成人员的流动，所以当人们访问小屋时，会看到绑在摩托车座上的随意暴露的铁丝网包裹的Mac原型机。

苹果的爆炸性事件[\[1\]](#)发生之后，曾经写过麦金塔操作系统的安迪·赫茨菲尔德离开了苹果公司。他来到了小屋，我们制作了一个基于Mac的演示，这十分让人兴奋。它将我们的反语言方法与基于手套操作的高级编程相结合，还添加链接跟踪和其他超文本元素。

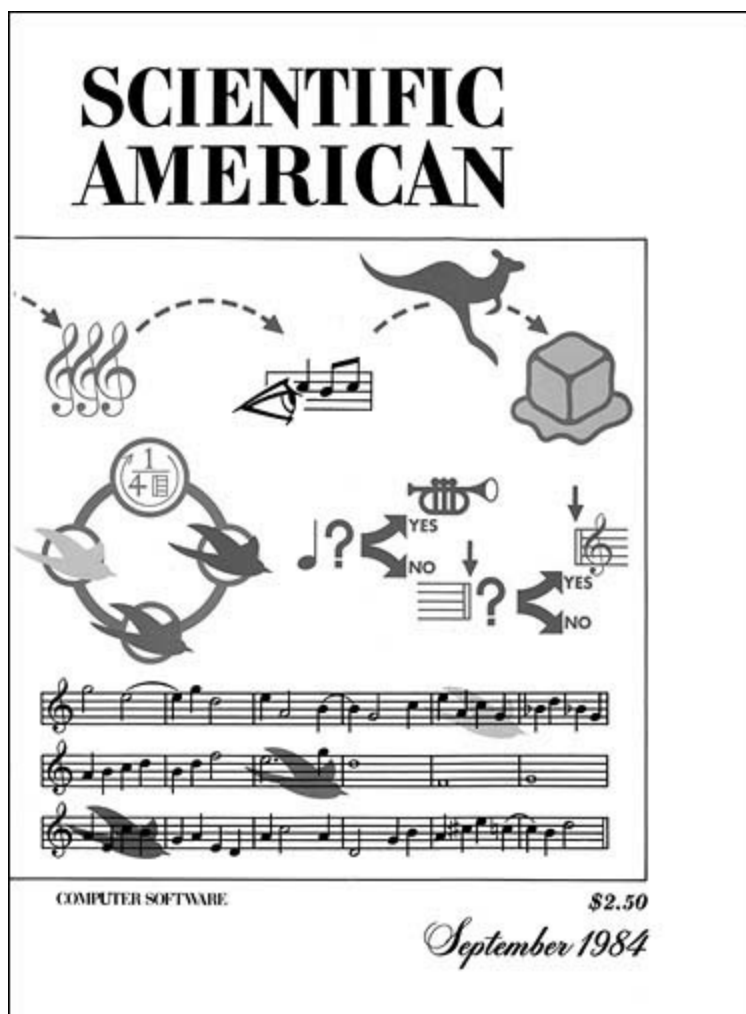


图14 - 1 我的一个早期可视化编程语言设计登上了《科学美国人》的封面。

我担心还有另一个旧的“神器”会败给老平台上的残余势力。我甚至不记得我们是怎样叫它的。天哪，安迪可以编写代码，他是我见过的最好的程序员之一。（顺便说一下，安迪不是泄漏苹果公司机密的人，但我也不会说出那到底是谁泄露的。）

我们侥幸得到了一些宣传。我的一个早期可视化编程语言设计登上了《科学美国人》的封面。

这是因为施乐帕克的科学家拉里·特斯勒（Larry Tesler）看过我的作品。这么多年来，我遇到了如此多的贵人，真是难以置信。拉里被称为浏览器的发明者，这不仅仅是指像Edge或火狐这样浏览Web页面的浏

览器，还指用于探索信息结构的基于选择界面的更基本的概念。在有一段时间里，人们不得不发明这种基本的东西。拉里先后在苹果和亚马逊开展了这方面研究。

无论如何，在准备出刊的同时，我收到了杂志编辑的电话，要求我提供工作单位。当时我不仅没有工作单位，而且还一直抱着一种黑客的态度，根本不要工作单位。结果这成了一个问題。

“先生，这里是《科学美国人》。我们的编辑指南上清楚地指出，在目录和文章标题上需要标明作者的工作单位。”经过几轮荒谬的争辩，我投降了，编造了一个单位。

“我的工作单位是VPL研究。”

编辑听起来松了一口气，好像鞋里一块烦人的石头神奇地消失了。“VPL是什么意思？可视化编程语言？”

“不，是虚拟编程语言。”

不知道为什么，我突然说：“哦，写成VPL研究公司吧。”也许有朝一日VPL将会是一家真正的公司。谁知道呢？

我们这一期杂志在发行后引起了轰动。

硅谷的先驱风险投资人之一艾伦·帕特里科夫（Alan Patricof）看到《科学美国人》上这个虚构的机构是一家“公司”，于是前来参观我们这个被人遗忘的、放克式的帕洛阿尔托一角。他看了一下演示，并说（这就是他的原话）：“年轻人，你需要风险投资。”

我回答道：“但我没有公司！”

“我们马上解决。”

“能给我几天时间考虑吗？”

“硅谷是没有时间考虑的。”

“好吧。”[\[2\]](#)

花生酱美术馆

成败在此一搏，而我突然有机会成为一个赢家。我应该放手一搏，开创一家硅谷公司吗？

没有惯例可循。没有创业孵化器，没有年轻企业家奖，没有众筹网站。此外，在这个规划好的世界里，别人可能会有一个做律师的表兄弟认识一个银行家，而我还懵懵懂懂，我不认识任何与此有关的人，对此毫无头绪。

今天的硅谷，远远看起来是狂野的、新兴的，但实际上是相当结构化和正式化的。它已经成为一个知名人士的小圈子，他们投资初创企业和一些大公司，并在之后决定是否购买这些公司。但在当时，我们还在构建这个圈子。

对于想成为什么样的人，我是很矛盾的。我心中有一只模糊的“老虎”正在骚动：也许我应该像乔布斯一样成为一个英雄式的CEO（首席执行官），而我的另一部分感觉更像一个永远嘲笑那个CEO的黑客。黑客文化认为，CEO要么是白痴，要么是聪明的混蛋。没有中间地带。[\[3\]](#)

在小湘菜馆，一个并非我们VR团队成员的大胡子黑客朋友说道：“你必须创建一家公司，并且完全控制它。”

另一个说：“别侮辱他了。他为什么要自降格调，穿上西装呢？”

我无法让这些人闭嘴。“天哪，这些人啊！我们甚至不知道是否会开公司。”

“你必须保持完全的控制权，否则，董事会的白痴就会觉得他们应

该做点什么，而且他们一般都是白痴神经病。”这个人是最近从苹果公司辞职过来的。

“这是一个很好的想法，但是我认为黑客创办一家具有相当规模的公司后就不能控制它了。”

“有一天，总有一天会发生！”人群中响起了一阵模糊的欢呼声。

几十年过去了，黑客控制公司的梦想终于在新世纪实现了。Facebook成为第一家明确由单个技术人员控制的巨型“公共”公司。让我们再回到小湘菜馆。

我开始说我的白日梦。“也许我们不需要开公司。如果它只是一个艺术项目呢？我们制作VR设备，就像城里的免费打印店那样免费发放。”

“我不知道。你有没有经营过电子产品工厂？这点很难做到。我从没看到过任何志愿者团队成功过。”

“谁负责客服电话？”

致命一击！

当数字商品仍然是个新鲜事物时，很难想象怎样提供客户服务。人们会打电话来问：“我刚刚给孩子买了《月之沙》。纸箱里只有一个塑料盒子。闪光灯和音乐都在哪里？我需要摇晃这个盒子吗？”

“把那个小塑料盒插入计算机上的相应插槽。”

“我们也买了一台计算机，但是插上似乎什么都没有。”

“你把它连到电视上了吗？”

“要把计算机连接到电视？”

“对，对，电视上会出现闪闪发光的东西。”

“能把小塑料盒直接连到电视吗？”

“不，要通过计算机把盒子和电视连接起来。”

这样的通话在整个工作时间内会源源不断。人们会为《月之沙》卡带支付四五十美元，其中大部分钱都用于打电话让客服告诉他们基本的计算指令。

小湘菜馆里的每一个人都沉默了，想象着VR的客户服务将会是怎样的场景。请记住，当时还没有VR产品，甚至还没有我们今天认为是VR的那种VR实验。这一切都只是想法。

“天哪，你是对的。我们必须有一家公司。如果不付钱的话，没人会去负责接听这些愚蠢的咨询电话。”

“我以前从来没这样想过，但事实的确如此。如果我们想拥有大量计算机，就必须在以后有大量人手来处理这些超级无聊的事情，而只有创办一家公司才能让人们接受无聊的工作。”

“根据摩尔定律，到21世纪末，将会有数十亿台计算机。在哪里呢？在门把手上？想想所有那些密码！我们能迅速拥有大量人手维持它们的运转吗？”

“唯一的可能就是大家不用花钱，但得自己解决问题。”

“不可能。”

“确实不可能。我们可以用计算机培训人们维护计算机。这样，虽然是这些人在做这些工作，但他们还是会付培训费给我们的。”（说这

句话的人最终成了谷歌的早期雇员。)

“兄弟们！安静一会儿吧。到目前为止，没有公司，也没有公社。请给我们5分钟的时间做些有用的事情。”

我们很多人都闭嘴了，静悄悄地吃着担担面。

虚线

我要面对的下一个问题重要得多，但没那么严峻。我不能一次性解决整个团队的问题，而是向和我一起工作的每个伙伴都提出了关于VR未来的问题。

“你为什么要当CEO？有点怪怪的。”

“是的，我知道，我一直在想这个。或许我可以成为CEO，阻止董事会的白痴破坏公司，但我们也可以聘请一位总裁来负责日常事务。”

“我不知道，但你不觉得只有在必要的情况下，你才需要真的去做一件事吗？”

“是的，这也是我一直在担心的。”

“股权呢？你会怎样分配股权？”

“如果真的要开公司，为保持稳定，我会持有大多数股权，但我们可以通过其他方式来补偿大家。也许那些反应强烈的人可以保留自己项目的部分所有权，这样会更公平。”

“听起来挺复杂的。”

“我想我们只能放手一搏，就当是一次冒险。”

“我们都很年轻。就算这是件蠢事，也要不了我们的命。”

“不知道为什么，我认为要成立伟大公司的人不应该这样说。”

我打电话给帕特里科夫先生，告诉他我决定接受他的建议。“很

好。让你的律师和我联系。”

“呃，好吧，我今天晚些时候再联系你。”

“你有律师吧？”

“当然，我就是要想想让谁来处理这件事。”

我马上打电话给一些GNF。于是，我在当天下午就去了一位很有威望的硅谷律师的办公室。

有律师的感觉真的太好了。我问那个人，如果我被捕了，该怎么办？我觉得自己好像说了令人印象很深刻的话，等待着他的回应。我的意思是，我从来没想过自己可以在新墨西哥州有自己的律师。有一个律师好像就能证明我现在身处一个高级的地方。这个人是一个商业律师，他认为我的问题太奇怪，不太确定。

“帕特里科夫是什么情况？谁把他介绍给你的？”

“他自己突然打电话给我的。”

“这是一个好的开始。你这一轮准备让哪些人给你融资？”^[4]

虚张声势的时候到了。“呃，一直有很多人给我打电话，我只是期待值得我出面的人。我并不是故意这样说，我只是说，有关我们工作的风声一旦被放出去，就会有人打电话给我。”

害羞的乡下男孩天真烂漫的一面逐渐退去，但在那个时候，我的脸上仍然是青涩的模样。

“嗯.....也许是可行的。我告诉你哪些人能帮你，可以吗？请记住，我是你的律师。你不需要取悦我。”

“好吧。实际上，如果你能帮忙的话，那就太好了。”

文件摆在我面前的桌子上。签了这些文件，第一个VR公司就会变成现实。

我拿起笔，时间慢了下来。我手中的笔滑过了一条弯曲的路径，将快干的墨水留在了纸上。

奇怪的是，人类这些大型的双足哺乳动物竟然会轻轻地将平滑的椭圆形物体引导到脆弱的纸张上，制造出这些微小的痕迹，然后把它们视为重要的东西。

完整的地平线

结果，“第一轮”既简单又复杂。

简单的是，我们有一招致命的演示和很棒的参与者。当潜在投资者前来参加演示时，会变得非常激动、十分震惊。我不止一次听到参观者惊呼，他们经历了一场“宗教般的体验”。

别忘了，当时我们的演示与你可以体验的任何其他东西都不一样。如果能坐着时光机回到过去，以现在的期望来体验当时的东西，估计你不会有很深刻的印象。感受都是相对的。

至于在小湘菜馆被我嘲笑的可怕的“金钱”问题，我制订了一个简单的商业计划，它分为三部分：（1）开发高端VR产品，以每台数百万美元的价格出售给企业、军方和学术实验室；（2）放弃VR游戏手套和3D设计工具等消费品；（3）创造有价值的专利，授权知识产权。

我们会在这“三条腿的凳子”上发展壮大，或者在最糟糕的情况下苟延残喘。最终我们会被大公司买下，或支撑足够长的时间，让VR的零售价变得足够低，然后，我们会上市。

目前一切进展顺利，我推动VPL同时以多种方式进行实验。例如，我坚持持有大部分股权这一尴尬计划，但同时保持淳朴，我不会有行政官的架子。公司会有一名总裁，作为真正的最高管理人员，但他不会有太多的权力。

投资者不喜欢这样，但他们接受了。这不是唯一的问题。技术资本将保持一定程度的自治，以平衡我对股权的控制，投资者担心这样会很难建立团队凝聚力。最终证明，那些投资者是正确的。

回想起来，如果早期的投资者立场更加坚定，那么，每个人都可能会得到更好的结果。但他们能怎么办呢？经过漫长而尴尬的考虑后，这一轮结束了。

第二最高管理人员

另一个挑战是招聘总裁，这样我就不会是唯一的最高管理人员。有几个候选人的简历看起来不错，但实际上能力一般。

这点让我很惊讶。商界中有一群人善于瞄准各种高端工作，但他们并不会做这些工作。有一个人看起来很严谨，但他花了全部的时间纠结于公司手册的蓝绿色阴影。我很生气。“嘿，我才是那个有创造力的疯子。你应该像个成年人，聘用员工来使生产线更好地运作。”

我正在学习如何成为一名CEO，但在第一年前后，我仍然十分温柔、天真。进入合法世界的美妙荣光让我无法看到最根本的游戏规则，至少在刚开始的时候确实如此。在整个公司，我是最不擅长板着脸的人。

我初出茅庐。有一次，我代表VPL签署一份重要合同。对方在合同背面加了一些内容，想暗算我们，律师也忽略了这部分内容。结果我们搞砸了。我也没往心里去。之后，我与这家公司又有了合作。

你必须对科技商业文化的侵略性保持优雅的姿态。2013年左右，在硅谷的一次大型婚礼上，当时最知名、最元老级的风险投资人之一（不是帕特里科夫，是后面一轮投资的一方）走向我，他兴高采烈地回忆起以前要暗算我是多么容易。我想，这个游戏是公平的。我们都笑了起来。

幸运的是，来自斯坦福研究院价值观与生活方式改善计划的一位名叫玛丽·斯彭格勒的GNF带来了一位总裁。这位总裁名叫让-雅克·格里莫（Jean-Jacques Grimaud），后来他一直在我的公司工作，直到公司解散。原来斯坦福研究院正在帮助一家法国初创公司尝试研究比VPL更不

成熟的东西。

“口袋大脑”是第一款看起来像智能手机的设备。老实说，它有一英寸^[5]厚，像素低得只能在两个灰度之间切换，没有背光。最糟糕的是，它没有无线信号，所以它就像是数据荒原里的一声呼唤。但“口袋大脑”已经实现了总体设想和设计。它有一个触摸屏、几个图标、一套应用程序和一块电池。其创造者提出了被称为3G的无线标准，并认为这个标准有朝一日会实现整个世界的的数据连接，甚至是户外连接。最终3G确实出现了，不过是在几十年后。

“口袋大脑”这个项目比VR更加疯狂。我们至少可以从一开始就向特殊客户销售昂贵的VR版本，我们有直接的业务。可是没有人愿意花100万美元购买一台无法连接信号的袖珍设备。

所以玛丽想，为什么不试试让这些疯狂的人做一件稍微没那么疯狂的事情呢？

让-雅克成了总裁之后，带来了一群欧元投资者、客户和合作伙伴。VPL突然超乎寻常地成了一家跨国公司。

足迹

我们搬进了单调的办公室，因为和其他初创公司一样，当初的车库已经容不下我们了。这对我来说是一个艰难的过渡。我心中一直有情绪，毫无灵感。

没过多久，我就无法忍受了。我们搬到了雷德伍德城旧码头上一座放克风格的红木建筑中。大部分办公室都在二楼，刚好在水上面，有玻璃推拉门和一个公用大阳台。这里有维普人（我们VPL的员工是这样自称的），他们住在船上，还有一个可爱的码头熟食店。真是太棒了。可惜的是，现在它已经被拆了，取而代之的是一幢毫无特色的高端公寓。还是去硅谷吧。

当时，中国还没有任何工厂能够按我们要求的规格生产小批量产品。我们在硅谷有工厂，生产芯片和苹果计算机等。这可能是当时和现在最大的区别。VPL必须建立自己的生产线。

我们在雷德伍德城建了一家小工厂，用来制造头戴设备、手套等。在今天看来，当时做的这些似乎不可思议。我们聘用当地人，并对他们进行培训。本地蓝领工作！来自硅谷的初创公司！它诞生了！

但这并不完美。针对成立初创公司的每一个方面，都有对应的成熟顾问。当时制造业仍被视为大公司的一部分，是东部旧经济的一部分，而不是狂野新西部的一部分。没有人支持硅谷的小规模生产。要么大批量生产，要么不生产。我在想，如果美国填补了这个鸿沟，是否还会在技术制造领域失去如此大的份额。

所以，当我说我们从来没有成功生产过始终保持高品质的硬件时，那只是我的借口。关于VPL，还有一件事让我直到今天仍感到内疚。

我千方百计在美国采购零件。一位来自田纳西州的名叫阿尔·戈尔（Al Gore）的技术参议员对我们的工作产生了兴趣，帮我们联系了仍然在制造显示器的一些美国公司，可惜没有结果。我们最终从日本购买了大部分零件。我经常去那里，在当时，每周两次往返东京是家常便饭。

我们终于出货了

VPL为数千个实验室和企业提供了各种设备，使他们能进行基本的VR研究和原型工业VR应用。我们经常与客户合作，是VR应用程序领域的先头部队。

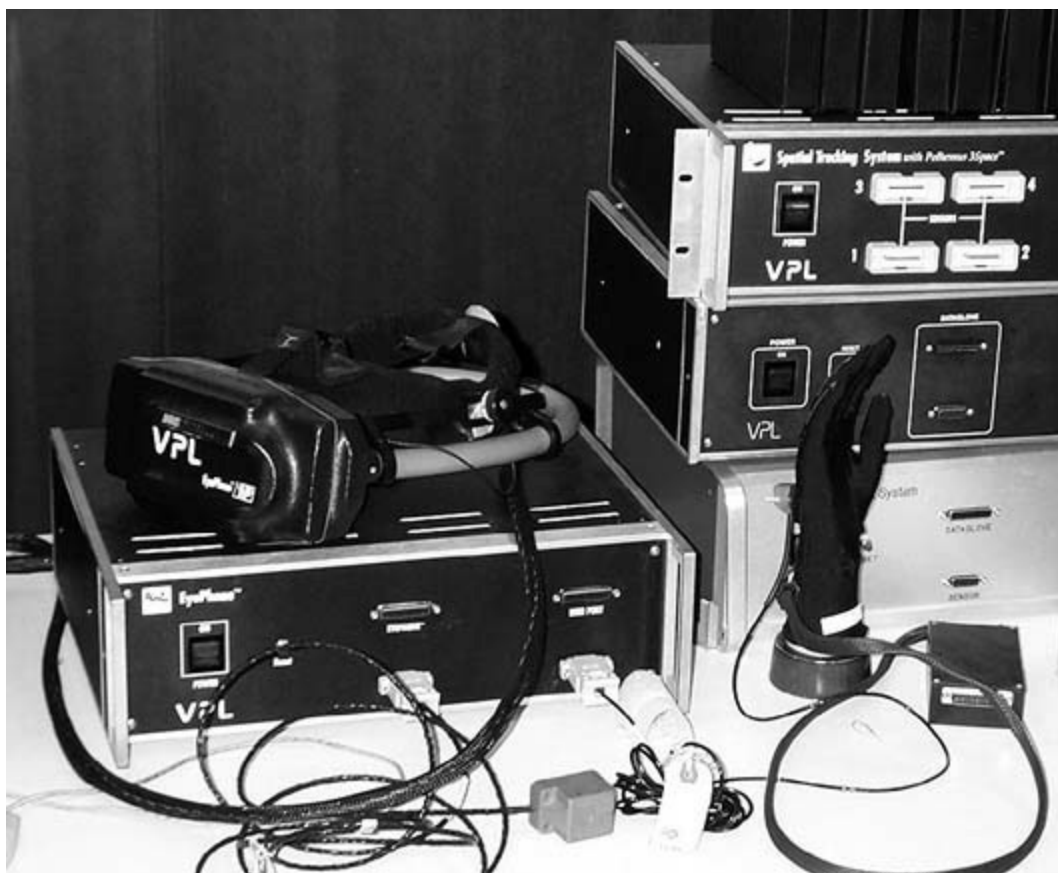


图14 - 2

VR相关的设备是很贵的。在20世纪80年代，普通眼机的价格超过了1万美元，但这还远远不够。5万美元的HRX模型更好，性能与本书出版时价值数百美元的头戴设备差不多。

我们出售了大量的个人眼机和数据手套，但我们的旗舰产品是完整

的VR系统，即RB2，意思是“双人现实”。实际上，可以同时玩儿的不只两个人，每个人对对方来说都是化身，但是我喜欢这个类似于双人自行车的比喻。

艾伦·凯曾经把计算机比作“自行车”，而对VR来说，这个比喻包含了双重信息。蒂莫西·利里和一些早期的VR研究人员将VR想象成了一种“电子致幻剂”，而事实上，享受VR需要注意力、精力和技能。它像是自行车，而不像过山车。另外，我一直想强调人类和超人类“心智界”（noosphere）[\[6\]](#)概念的个人联系。也许我们会共同创造一个全球虚拟空间，但即便如此，我们也应该珍惜彼此之间的联系。

RB2很贵，价格为数百万美元。RB2中最大和最昂贵的部分是计算机，有冰箱那么大，通常由硅图公司提供。

眼机和数据手套这样的零售部件与整个系统（如RB2）之间的主要区别在于，购买部件的顾客经常自己编写软件。对VR应该如何运作，他们有自己的理念，我们也很乐意帮助他们实现自己的版本。

如果客户订购整个系统，VPL就会提供软件。这个软件实际上是VPL的核心，但是硬件更有名，因为硬件变成了可以拍照留念的持久收藏品。眼机已经被用作电影道具，但至于软件，如果你不努力尝试，仍然很难对它做出解释。

也许是我的个人偏见吧，但据我所知，我们的VR开发工具比我今天所知的那些还要好。在虚拟世界运行的时候，你可以改变其中的一切，无论是可视化编程还是更传统的界面都能实现。

我们的软件并不完美，这是由VPL的怪异结构造成的。（公司结构和公司制造的软件架构会不可避免地相互影响。）

令人惊讶的是，书呆子式的忠诚影响着我们，并持续到今天。扬用

一种叫FORTH的计算机语言为我们编写了被称为Swivel的3D设计工具，这个工具具有一定的叛乱式吸引力。查克没有使用FORTH。因此，必须在不同的程序中对动力学和几何学进行调整。它们可以同时运行，但其中也存在人为的概念鸿沟。我们从来没有发布过具有如此统一性的设计。事实上，如果我们当时已经发布了一个统一系统，它在今天也许就会成为所有人的标准。我们占得了先机，制定了规则。硅谷就是这样。我们留下了长长的“影子”，无论好与坏。

虽然我觉得我们的产品还不够可靠，但我仍然热爱它们。我的书桌上现在还摆着一套眼机和数据手套，我仍然能从它们那里感受到温暖。

[1] 帕特里科夫是VPL的投资者中最终未能成功的一个。我对此感到很遗憾。听说他再也没投资过VR领域。

[2] 当时也许真的如此，但今天情况就不一样了。现在，硅谷已经有了一些非常聪明的、绝对不会干浑蛋事儿的CEO。

[3] 初创公司必须定义具有指定股数、成本和股东权利的几轮连续融资。通常情况下，在新一轮推出之前，一轮交易已经告罄，而越早的投资者交易条件就越好，但风险也更高。

[4] 1英寸=0.025 4米。——编者注

[5] “心智界”曾经是世界大脑超级有机体后人工智能领域的黑客很喜欢的一个术语，这种人工智能可能会通过互联网上的算法出现。一个心智界可能会把人类当作认知元素进行吸收，或实现无人操作，这其中没有太多明显的区别。这个词最初是由皮埃尔·泰亚尔·德夏尔丹（Pierre Teilhard de Chardin）在20世纪20年代创造的，是一种集中思考人类思想领域的方式。在今天的黑客思想中，这个术语用得并不多，但它仍然包含着对未来全球组织水平的愿景，而这个愿景将超越宗教、市场和国家等早期的结构。

[6] 苹果公司解雇了史蒂夫·乔布斯，这是一个举世震惊的行为，整个Mac团队都辞职了。之后，苹果几乎毁掉了，直到乔布斯归来。他随后让苹果成为世界上最有价值的公司。这就是为什么马克·扎克伯格这样的人在今天得到了如此的尊重。

15

成为自己的金字塔

(关于VR视觉显示)

不可遗忘的眼机

眼机不仅是第一个商业VR头戴设备，而且还有可能是设计中任何部位都没有凸出金属导轨的第一个例子。就我所知，这也是第一款彩色VR头戴设备——即使算上研究实验室里的头戴设备也是如此。

眼机很棒！我仍然记得每次准备戴上眼机时迫不及待的心情。作为实验对象，最早的眼机看起来有点像现在的Oculus Rift。它们是黑色的，配有尼龙搭扣带，有明显的凸出。主观上，它们的视觉体验最像现在的索尼PlayStation VR头戴设备。眼机展示了一个具有类似于散射视觉质量的虚拟世界。

早期眼机最大的问题可能是重量。

在VR目镜出现的头半个世纪，重量是一个很大的问题。伊凡·苏泽兰将他1969年的头戴式显示器的目镜支架称为“达摩克利斯之剑”，因为它必须悬挂在天花板上。20世纪70年代，在一个实验性军事训练系统中，另一个重型头戴式显示器的电缆出现了故障，最终导致了一次死亡事故。

早期的VPL眼机采用了厚实的立体放大镜^[1]（来自一家名叫LEEP的精品光学公司），它可以靠人的脖子支撑，但确实很费力气。另一个叫Fakespace的早期VR公司使用了相同的光学元件，但使用时，是用小吊车支撑使用者的。

20世纪80年代，当你在帕洛阿尔托大学路人行道上的咖啡馆闲逛时，可以很容易地分辨出哪些人在过去一天左右观看了VPL的演示。因为眼机的重量，他们的脸上会留下醒目的红色印痕，这就是我们以前所说的“部落印记”。



图15 - 1 正在使用VR眼机的安。

20世纪80年代后期，VPL转型使用轻量级的菲涅耳光学——也就是由同心圆脊组成的薄薄的放大镜。VPL的菲涅耳设计主要由迈克·泰特尔（Mike Teitel）负责，他是早期的维普人之一。

我们在当时就能达到今天的分辨率和视野水平，不过我们不得不收取每副5万美元的高价，而且这个数字在今天并没有因通货膨胀而有所调整。多年来，我一直很想念那种轻型目镜，而在最近，新的一批VR企业家重新体会了轻量级光学带来的喜悦。

头戴设备

大型经典VR目镜最糟糕的一面，其实也是它最好的一面。VR头戴设备是最不时髦的时尚配件，但我很喜欢这一点。

明显的笨拙感恰恰具有应对恐惧的潜力。如果你身处VR中，就无法假装置身事外，因为在别人眼里，你看起来就像身处幻觉中的曲棍球运动员，在参加20世纪50年代通俗科幻小说中描写的火星运动。这就是VR应有的样子。

第31个VR定义：你享受其中有趣的体验，但在旁观者看来，你呆里呆气、笨手笨脚的。



图15 - 2 从VR外面看沉浸在VR里面的我。

在我看来，让VR设备尽可能接近隐形的希望总是对人造成误导。想想谷歌吧，它已经进军了平视显示器领域：谷歌眼镜。设计师越想把眼镜作为一个小小的时尚配件嵌在脸上，它就越凸出，像一个丘疹似的。

到底在设计中要强调哪一部分，这始终是一个有争议性的问题。谷歌眼镜和相关设备颇为自负，认为这种装置的佩戴者最终将被赋予一种万能的X射线视觉的隐形超能力。但对周围的普通人来说，它给人的感觉可能就像一个监视器，好像人脸已经被重新设计成一个奥威尔式的恶魔面具。

核心问题是，佩戴者和设备所面对的裸脸普通人实际上都是屈从的一方。从信息优势的角度来看，远程监控整个安排的云计算机的运行者将是双方的主人。即使佩戴者也只能甘拜下风。

因此，追求超级英雄神奇心灵力量的幻想，实际上是对这种屈从性的掩护。悬挂在眼睛上的微小光学镜头使整个脸都变小了。

与往常一样，我处在一个矛盾的位置，因为推动谷歌眼镜项目的一些人都是老朋友。^[2]我也曾尝试过类似谷歌眼镜的设计，如果这些设计之中的任何一种成功了，我都可能会发现其中的合理性并爱上它。只有你们这些读者才能判断我是否客观。

无论如何，这是一个很好的、很真实的原则：在信息设备的设计中，迟钝不是件坏事。权力关系是不可避免的，但如果事先把话说清楚，往往更符合道德规范。

如果照相机正在看着你，那么，你也可以看见它。如果你漫游其中的世界不是真实的，那么，这应该会很明显。人的思维有强大的幻想能力，因此，如果幻想不完美，我们也没有太大损失。同时，由于我们很容易产生幻想，强调错觉的界限通常是一种很好的公民权利。

魔术师的舞台与世界其他地方不同。如果不是在舞台上表演，或者魔术师有一招背后的秘密被公开，魔术师就会成为骗子。

也许对这些问题的态度与人们喜欢真实世界的程度有关。我崇尚自然世界，喜欢活着的感觉。VR是美好宇宙的一部分，既没有任何手段可以使其消失，也不要幻想它会被打败。

我极其喜欢VR，因此我不会试图使其被周围同化或变得无法察觉。我喜欢古典音乐，当我看到某些人仅为“放松”而欣赏古典音乐时，就会感到沮丧。只需给它一个机会，它就不仅仅是背景而已。简简单单就好，因为注意力并不是无限的。

何时出手

VR头戴设备在设计方面的另一个道德十字路口将很快出现：有两种方法可以实现混合（增强）现实。你可以像使用HoloLens一样利用光学技术将真实世界和虚拟世界结合在一起。如果你没有佩戴头戴设备，那么，你看到的现实世界的图像，就是由你在现实世界中看到的相同的光子构成的。

还有另外一种方法可以实现这种效果，这种方法有时也被称为“视频直通”。通过这种方法，面向世界的摄像机为传统或经典的VR头戴设备提供图像流。你看到的所有东西都源自头戴设备中的显示器，但它们代表着真实的世界。视频直通头戴设备与夜视目镜没什么不同。

当你使用视频直通时，会出现各种可能性。例如，你自己的手和身体可以被修改，你甚至可以变成一只伶盗龙。

世界也可以改变。微软研究院的兰·盖尔（Ran Gal）为这样的头戴设备制造了一个滤波器。在这个头戴设备中，你看到的所有东西都经过转换，以保持原有的功能和相同的尺寸。它们被即时重新设计，好像是来自“企业号”飞船一样。这很有趣，也很吸引人，作为研究，兰的工作真是太棒了。

总有一天，社会可能会进步到一定程度，使这一领域的消费品符合伦理规范。但我们现在还没有做到。

我们已经看到可恶的虚假新闻泛滥所带来的社会危害。[\[3\]](#)可恶的虚假现实元素的泛滥既是危险的，也极有可能导致权力的滥用。控制了一个人看到的现实，你就控制了这个人。

充斥在我们身边的愚蠢错误

有一件事，我一直在拖延。我很难过的是，为什么在科幻电影、概念视频和电视节目中描绘的大部分VR在物理上都不可能实现呢？

我们一次又一次地看到虚拟的东西飘浮在半空中。当然，莱娅公主做到了，但这个描述几乎无处不在。

我不介意在科幻小说中出现这种场景，但国防承包商和欺骗性地推广VR产品的公司，也在视频中使用了这种场景。它还被用在众筹网站上骗钱。

更糟糕的是，所有这一切都是以一种自欺欺人的方式发生的！我会定期与军官或高科技管理人员碰面，他们被自己委托制作的视频中的浮动全息图所引诱，于是将巨额资金投入实际并不存在的技术中，至少在当今时代是不存在的。

这样的东西需要花很多钱！人们认为虚拟的东西可以浮现在现实世界中的任何地方，而不需要在特殊的光学表面的正前方，也不需要通过头戴设备或其他干预措施来实现。因此，我可以随便地数出这些年来浪费的数十亿美元。

那不可能发生！

好吧，我非常熟悉科幻大师阿瑟·克拉克（Arthur C. Clarke）的著名布告。布告中说，当某专家说不可能的时候，最终总是会证明他是错误的。也许有朝一日，我们可以操纵一个令人难以置信的强烈的人造引力场，与光子相互作用，从而使光子在房间里精确偏转，同时不会撕裂人类旁观者的肉体。也许这不是完全不可能的，但在我们今天所处的这个

充满选择的世界里，这是根本无法想象的。

原因是这样的：物理学家现在十分了解光子。描述光子的量子场理论已经近乎完美，正如人们所希望的那样，它可以预测每一个已完成的实验中的行为。

我们知道，光子内部没有任何内存寄存器来隐藏将来会发生的轨迹变化的指令。一旦朝着某个方向行进，它们就会一直前进，直到与使它们偏转的物体进行交互。

这就意味着，你不能把一个光子发送到一个房间里，让它按照预先设定的直角转向你的眼睛，让你能看到它。你必须正在看着或看透一个真实的东西，这就是光子直击你的视网膜之前碰到的最后一个东西。

这最后一个光学物体，可能是最开始产生光子的屏幕内部的发光像素，普通的电视机或计算机屏幕就是这样。抑或是光子的波前镜面反射，当你看自己刷牙时，就会发生这种情况。抑或是一些光子使劲穿透玻璃镜片，最终改变了前进的方向，正常的眼镜也会发生这种情况，即我们所说的折射。抑或是光子可能被光栅或全息图中的微观结构所引导，即我们所说的衍射。

在疯狂科学家的玻璃器皿或秘密特工的枪柜前，空气中不可能浮动着肉眼就能看到的虚拟的东西。

我知道这是一个十分令人失望的启示。[\[4\]](#)

第32个VR定义：这种技术常被错误地表现为能制造浮在空中的所谓的全息图，而这是根本不可能的。

你可以感受到我的绝望。为什么投资人和军事规划者这样的聪明人很难理解呢？这就像试图说服人们不要买昂贵的假药。人类喜欢相信不可能的事。

令人欣慰的是，我们有很多方法来设计可以实现的VR显示器。每当我觉得所有可能的VR策略都已经发明了，就会有人提出一个奇怪的新想法。只要你给它机会，这种可能的事情就会比不可能的事情更有趣、更好玩。

设备光谱

下页有一张图，它根据VR小装置介入的位置，组织了许多VR演示的光学方法（而不是不可能实现的浮动全息图），以创造虚拟物体的幻觉。当我们创办VPL，决定是否应该制造头戴设备或其他视觉设备时，我就画了这样一个简单的图。

朋友圈每日书籍免费分享微信 shufoufou

图里显示了9类VR显示器，共有17种方式能在视觉上实现VR，但这并不是全部！我想这个图可能会吓到没有技术背景的人，但其实只有几个重点需要理解。

我喜欢使用近眼显示器（我们熟悉的VR头戴设备，如老式的眼机或者现在的HoloLens），所以我把这些选项加入图里，我已经使用过图里展示的几乎所有类型的设备。这个清单不完整的一个原因是，我和我的同事希望增加新的条目，而我还没有准备好将这些信息泄露出去。

为什么这个图必须如此复杂？为什么有这么多条目？原因就是，没有任何一种形式的视觉VR仪器是最终完美的设计。每个VR显示器都有自己的长处和短处。我期望的是，各种不同的VR小装置都能在我们的世界里找到自己的位置。

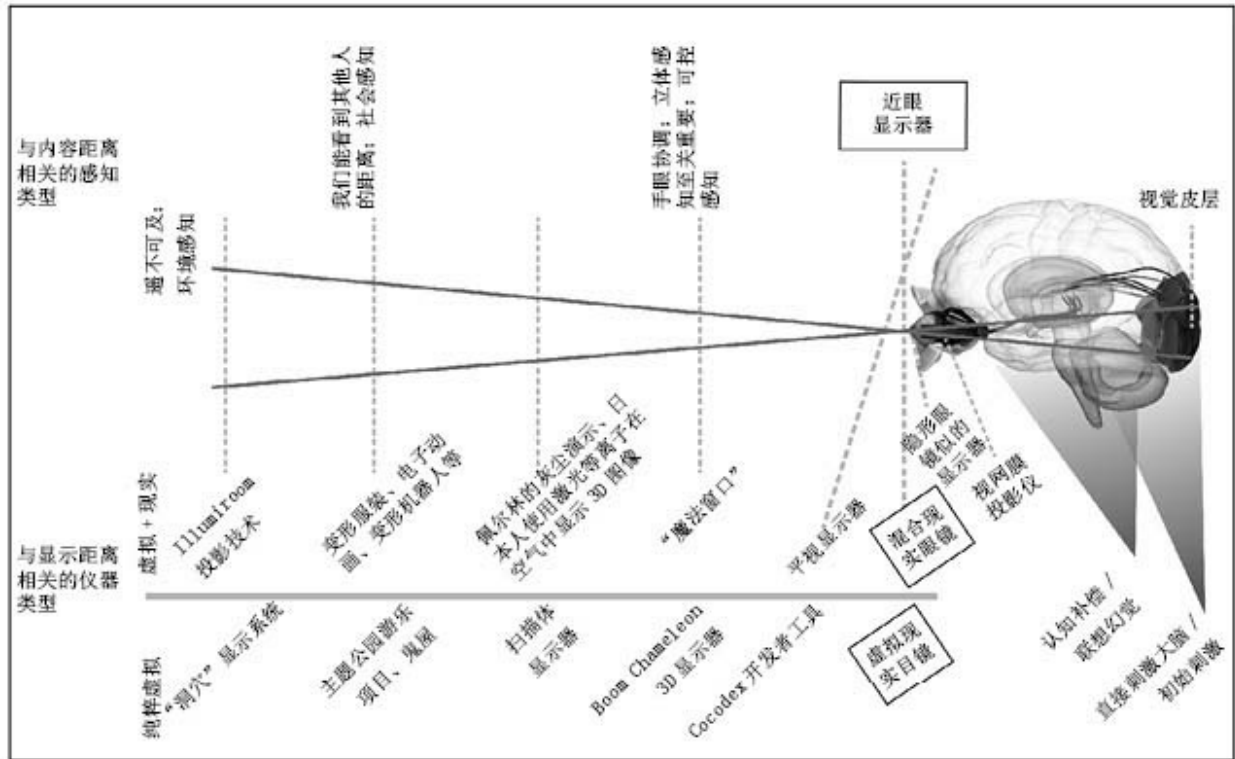


图15 - 2

VR最终是与人及其大脑有关的，因此，我以大脑为中心组织了各种实现VR的方法。从VR科学家的角度来看，感知是在基于距离和位置的区域进行组织的，每个区域都强调不同类型的注意力和感知力。

例如，你看可以用手操作的现实部分的方式和你看遥远的东西的方式是不同的。比如说，在分界线更近的那一面，立体视觉是最重要的。

我们会将周边视觉中正在你面前的、你聚焦的东西，与远离这一侧的东西进行进一步区分，这需要不同的敏锐感。你对周围的某些运动、地平线，甚至是稍微不同的颜色会更加敏感，特别是在黑暗的时候。精心设计的VR头戴设备会将所有这些细节都考虑在内。

图中有一条很长的水平线。在线下面的一些VR版本中，你只能看到虚拟的东西。线上是混合现实，也称为增强现实，你会看到虚拟与真实交织在一起。

光谱内部的末端

让我们首先看一下这张图最右边的选项，它揭示了VR实践哲学的一个方面：在电子刺激下产生了对可见光的感知，这已经成为可能。

现在已经有刺激视觉皮层或视神经的初步实验以及制造人造视网膜的尝试，但结果仍然很粗糙。这项工作被定位为医学研究，而不是媒介研究。病人通常只能看到少量的点，大部分实验都是侵入性的，但进展稳定，因此，盲人希望在未来有更好的义眼，这是完全有可能实现的。

这是否意味着未来应该通过直接连接大脑来完成VR呢？这是我在VR的萌芽阶段就一直被问到的常见问题之一。

在某些情况下，直接的大脑刺激可能是有意义的，但这个问题是有误导性的。它假设感觉器官可有可无，但事实上，人们必须模拟它们，才能模拟感官体验。大脑和感觉器官是一个有机的整体。在胚胎中，它们彼此学习，而在童年时期，它们相互训练。

请记住，眼睛不是插入薯头先生大脑里的USB摄像头，它们是间谍潜艇探索未知世界的门户。探索就是感知。

因此，“绕过眼睛直接连接到大脑是否会更好”这个问题有误导性。真正的问题是，什么时候应该模拟眼睛的存在，模拟它们看的方式、探测的方式和探索的方式？这种差异可能听起来很学术化，但非常关键，因为眼睛是其使用者的力量的一部分，是表明力量将留在反馈源的一种直接反馈。

外部的末端

图中显示的大多数光学策略都位于眼睛外部，并且根据要使用的那只眼睛的距离远近进行组织。设备根据这个距离来呈现特征形式。在最左边，也就是距离眼睛最远的地方，VR显示器变成了一个装有惊人仪器的特殊房间。VR房间的典型例子就是完全由3D显示墙制成的“洞穴”（“洞穴状自动虚拟环境”）。你通常必须佩戴立体声/3D眼镜才能使用它们。（在小说里，相应的幻想设计是《星际迷航》中的“全息甲板”。）

洞穴非常适合这样的体验：你的身体没有奇幻的改变，而虚拟的东西处于遥不可及的远方。这一类别包括许多科学可视化技术，在巨大的数据雕塑内部是很有用的。譬如，你有可能处于一个巨大的脑部模型内部，观察发射神经元的3D模式。你也有可能飘浮在城市中心的大型建筑上方。

洞穴是由卡罗琳娜·克鲁斯-内拉（Carolina Cruz-Neira）发明的。当时，她在伊利诺伊大学学习，是丹·桑丁（Dan Sandin）和汤姆·德凡蒂（Tom DeFanti）的学生。当年的她管理着一个非常有趣的地方——阿肯色大学小石城分校的仓库，里面装满了不同风格的实验洞穴。另一个例子是加州大学圣巴巴拉分校的Allosphere，这是一个球形洞穴，中央悬挂了一条猫道。[\[5\]](#)

我猜测，自动驾驶汽车中会应用很多VR。在这样一辆汽车里待着会非常无聊，我们会困在里面好几个小时。汽车的内部空间对仪器来说足够小，不会有太多的麻烦，但也足够大，能解决双向问题。你甚至可以让路上的移动感消失，从而防止晕车。VR和自动驾驶汽车是完美的结合，甚至比你驾车时收听广播还要好。我很好奇，那些没有房子的人

是否会在VR中花费大量的时间，开着车从一个地方到另一个地方，这会比住宿更便宜。

VR显示器越来越接近眼睛，也变得越来越小。VR显示器不是触手可及，但也比墙壁要近一点，它的大小和形状可能和大尺寸显示屏或电视机差不多，但具备3D和深度能力。

在图中，我使用了“人造现实”这一术语，这是为了纪念迈伦·克鲁格（Myron Krueger）。他很喜欢这个术语，并开创了屏幕上的视觉互动。在今天，他的工作领域就是具有高度交互性的屏幕技术，如微软的Kinect，但是现在还没有完整的VR屏幕投入商业使用。[\[6\]](#)

继续看这张图，我们暂时跳过某些条目（变形服装、定容容器或灰尘演示），进一步靠近眼睛。你的手里可能会拿着一个具备平板电脑形状因子[\[7\]](#)的小装置（通常被称为“魔法窗口”），用于传达深度及立体声，并跟踪眼睛。（可以做到这些的显示器将被称为“光场显示器”，稍微没那么强大的方法但也可能有不错效果的显示器被称为“多视图显示器”。）

就更大的VR屏幕来说，目前还没有人销售魔法窗口，但有适用于常规平板电脑的应用程序可以提供近似的效果。来自VPL的戴维·莱维特正在提供其中一种应用程序。

这又让我们回到了熟悉的VR头戴设备。

镜头是长着羽毛的[8]

没有任何VR头戴设备是完美的，而追求完美的头戴设备往往成为VR项目投资的驱动因素，因为我们对视觉十分重视。其实这是在钻牛角尖，除了视觉，其他的感官模式同样重要。其中一个起因就是工程师被吸引到了头戴设备光学领域，其中有大量诱人的工程挑战。[9]

根据我的经验，当工程师第一次进入VR时，他们通常会痴迷于为一系列光学/显示挑战提出解决方案。团队得到了资金，围绕一个特定的方法建立了一个完整的VR系统，确保其余的问题将得以解决，但到目前为止，这些还没有发生。

值得一提的是，头戴式显示器的光学设计通常从光学平台开始。我很喜欢这个早期的研究阶段。激光器和镜子安装在特殊抗震工作台上的小金属柱上。这些结构总能让你有疯狂科学家般的美妙感觉，特别是在关灯后，你能看到激光纯净的颜色。

作为VR视网膜显示器的联合发明人，我的同事乔尔·科林（Joel Kollin）曾经建议我们在实验室墙上贴一张海报，上面写着“建议在凳子上观看”。对大多数高风险或奇怪的VR头戴设备发明来说，从在凳子上观看到在头部观看已经成了一种奢侈。

VR头戴设备已经有数以百计种光学/显示设计，而且每一种设计都只能解决部分难题。你就别想让年轻的VR工程师最终妥协了。他们总是感到震惊，每一次都是！

作用域

在实践中，建立一个有效的VR系统总是与平衡有关，并始终围绕着一个目的或设置。尽管近年来，组件性能已经得到了大幅提高，但要放弃平衡仍需一段时间。也许那一天永远都不会到来。

在每个可行的VR设备设计中，妥协和平衡都有自己的魅力。同样，也不能把黑白摄影称为过时的形式，它有自己的文化，自己的感觉。

第33个VR定义：一种终极媒介技术，这意味着它永远不会变得成熟。

与其他一切一样，感知是有限的。我们只能通过弱化一件事来强调另一件事。没有焦点，就没有感知。

在每一步，每种形式的VR都是自己本身的媒介。这些年，我们通过它们进行创新，放弃一些设计，进入下一步，但没有花时间去真正了解它们其中的任何一个。我怀疑，未来的VR爱好者会追随我们的脚步，消除每一个差异。

双重问题

下面我会介绍VR头戴设备设计中一个尚未解决的问题作为本章的总结。VR仍然是一门年轻的学科，仍然充满神秘。

我们在VPL构建了一些独一无二的实验性眼机，包括朝内的面向脸部的传感器。为什么呢？请记住，在VR中，测量比显示更为重要，这样，不管在任何时候，你都应该测量关于一个人的更多信息，即使不能马上知道最终目的，最后你往往会发现它的重要性。

也许有朝一日，程序员会利用面部表情更细微地调整算法设计。毕竟，面部是有表现力的。

这是一个长远的目标，但直接的动机是让VR能够呈现有表情的化身。当真实的你笑了，你的化身也会微笑。

在20世纪80年代，要将这种能力纳入产品中，是不大可能的。光学传感器还不够好。我们采用微型接触滚轮来测量皮肤的移动情况。（在那个时代，我们用的鼠标都拥有在桌面上移动的小小的滚动球，而不是LED。）

近年来，传感器并不是问题所在。通过精心挑选的内置光学传感器，不仅可以测量目光所及的位置，还能测量瞳孔的变化。不仅能测量变化的眼皮形状，还能测量眼睛周围皮肤的透明度。不仅能测量嘴巴的形状，还能测量脸红。相机已经足够小巧、精确、便宜且低能耗了。

我很喜欢玩面部追踪。我最喜欢的一次经历就是受邀在NAMM会议上做主题演讲，这个会议是美国乐器行业的大型展会。我用一组有趣的脸部表情触发了一组声音，并一直练习，直到我可以通过反复而疯狂

的面部抽搐获得稳定的节奏。这是我在舞台上做过的最好笑的事。为什么在流行文化中这不是一件大事呢？它在嘻哈音乐里会很棒。这又是一个谜。

无论如何，我们现在可以测量脸部正在做什么了，但当我们把适当的传感器放在VR头戴设备中，用以驱动化身的脸部时，可能不会产生很有吸引力的结果。我们陷入了著名的“恐怖谷”中。

人类的大脑能以很高的精细度观察人脸，因此，如果稍有偏离，这种奇怪感很快就会让人毛骨悚然，这真是令人震惊。之所以被称为“恐怖谷”，是因为如果情况真的变得很怪，比如你有一个龙虾化身，你的大脑也不会太介意。

当大脑有充分的理由期待与世界和谐相处时，就不能违背这种信任。当一个化身很奇怪但很有表现力时，大脑就有点迷惑了。当一个化身稍有偏离时，大脑就会感到恐慌。

你可能会认为，抽搐音乐或龙虾脸将足以驱动人们开发商业VR头戴设备的面部感应器，但你错了。测试人员和焦点小组总是希望至少尝试下人性化的设计，之后，每个人都会因为恐怖谷而感到不安。当精于计算的人抱怨产品成本太高时，面部感应器就不可能走到最后一步。我已经看到这个剧情在不同的公司反复上演了。

如果我们至少能在VR头戴设备和化身中跨过恐怖谷，就可能会收获巨大的回报。这可能会使远程协作效果更好，也可能会减少人类的碳足迹。便利的交通将会议、课堂、喜剧俱乐部等聚集在一起，但燃烧了大量的碳，并造成严重拥堵。

通过相机获得的直接联系，比如我们熟悉的Skype体验可以做很多事情，但依旧不能满足我们的需求。还记得我之前提到人们之间存在通过头部运动传播的潜意识信息通道吗？眼部运动、肤色、微表情变化，

肯定还有我们尚未意识到的其他因素，都会被添加进去。麻省理工学院的阿莱克斯·彭特兰（Alex Pentland）把这些因素称为“诚实的信号”，没有它们，我们在与彼此相处时，就不会那么开放而轻松，特别是在陌生人之间。

人们戴着太阳镜，试图隐藏这些信号，但这不起作用，因为太阳镜不会隐藏头部运动和其他信号通道。佩戴者可以假装信号是隐藏的，这能够提升自信，就像化妆一样。这很好，但如果信号真的被阻断了，人们就无法与彼此相处了。

要诚实地看待诚实信号，人们就必须在3D中准确地体验对方。例如，你需要能够分辨眼睛接触的位置。即使人们不在同一个房间，一切也必须是真实的、可以测量的。（我并不是说人们总会有目光接触，这因文化而异，但人们如果没有目光接触，这通常也会表示一定的意义。）

它不只是目光接触。观察角度对感知肤色、潜意识下的头部运动、身体语言，甚至语调都是至关重要的。这是值得用一整本书来讨论的另一个话题。

使用VR头戴设备查看正在由一系列3D立体摄像机实时扫描的对话者时，这种体验非常棒。你可以四处走动，从任何位置观察那个人，就好像你们在同一个房间一样。在这种信息传输下，你会感觉到这个人的等大动态雕塑，这种感觉是现实的。很显然，它并不是一个真正的人，但非常具有吸引力。

作为我牵头的国家远程全息计划的一部分，这一效果在20世纪90年代首次得到了证明。最近，由沙赫拉姆·伊扎迪（Shahram Izadi）牵头的微软团队展示了一个更好的版本，称为“全息传送”。

对任何尝试过这种体验的人来说，很显然，具有这种功能的产品更

容易建立信任，避免会议偏离议题，或避免参与者被隔离在外。

但是，由于你正戴着头戴设备，所以没有办法建立双向对话。如果其他人能够看到你，他们会看到你戴着一个头戴设备。

这是因为，3D立体摄像机必须至少从对方的脸上移开一点点，才能像摄像机一样工作。如果你把它们放在一个VR头戴设备中，它们会变得非常近，你就必须搜集元素数据来重建脸部。然后，你又回到了恐怖谷中。

你可能正在想：“解决这个问题有多难？”你能提出一个超越恐怖谷的渲染算法吗？你可以让头戴设备对容积相机透明吗？或者，你可以制造一个足够大的头戴设备来给摄像机留出足够的距离，但同时又是实用和可取的吗？

这就是我们要在VR领域解决的复杂问题中一个很好的例子，它处于认知科学、文化研究、传感器物理学、高级算法、工业产品设计和美学的交界处。针对VR中的双向问题，已经有几十个部分解决方案了，但没有任何东西能够改变世界。

听起来很容易解决，对吗？一旦解决，这些就会变为现实了。

第34个VR定义：有朝一日可能用诚实的信号激活远距离通信的工具。

让我们再回到20世纪80年代的帕洛阿尔托吧。

[1] 在我写这本书时，最流行的设备可能是Snapchat的眼镜。

[2] 附录三讨论了这个问题。

[3] 有几种方法可以稍微伪造一些不可能的东西。你可以用强大的激光加热空气，直到它离子化，从而产生一些在半空中闪烁的明亮的蓝色“星星”。少量的这种火花可以经过充分的协调和补充，从而形成基本的浮动3D幻象。（这有点像人们期望从充满活力的日本VR研究圈子中看到的极端VR实验。）参见<http://www.Lashistar81.jp/pdf/2016to6.pdf>。

空气并不是空的，它会将光弯曲一点。通过协调强烈的声波，产生能比平常更大幅度弯曲光线的密集空气袋，是有可能的，但这不足以让光子从房间的中部猛地转向眼睛。但也许有一种方法，至少能做一个很酷的演示。就我所知，还没有人利用这种方法对不可能的场景进行基本的演示，但也许迟早有人会这样做。这将是奇怪的、不切实际的。

到目前为止，最有可能在空气中实现自由飘浮的全息图的方法，可能是我一个很有创造力的朋友肯·佩尔林（Ken Perlin）创造的原型。肯的钻机使用不可见光的激光器扫描了一个小空间里的灰尘，然后立即用较大的可见激光照亮了偶然出现的灰尘颗粒，以产生效应。虽然将灰尘照亮的方法有一点作用，但结果肯定是相当模糊昏暗的，也是十分麻烦的。

还有另外一些近似的方法：一台明亮的投影机可以将图像投射到房间里任何已有的物体上。我在微软研究院的一些同事，特别是安迪·威尔逊（Andy Wilson），探索了通过协调投影图像来匹配已有真实物件的方法。他们可以创造出房间跳动的幻觉以及其他有趣的效果。如果人们戴上3D眼镜，就可以把3D图像注入房间的体验中，但这样远离了“无眼镜”的幻想。

如果你碰巧对光滑但不闪亮的纯白室内表面装饰有一种执念，那么，你可以把整个房间作为一个普通的投影表面。这种效果在舞台制作以及一些精心策划的交互式艺术场景中非常有用。迈克尔·奈马克（Michael Naimark）是使用这种方法的先驱。这种方法有时被称为“投影增强现实”，在这方面有很多文献。

[4] 沿着微软研究院一个部门的大厅往下走，就能看到Allosphere。Q站进驻了校园，数学家和物理学家在这里尝试理解一种量子计算的方法。

[5] 在这里，区分一些截然不同但相似的小装置是很重要的。每个人都看过3D电视。一个拥有大屏幕的VR小装置将拥有不同于这些电视机的能力。首先，你会看到深度。3D电视提供立体声，这就意味着，每只眼睛会看到不同的图像。另外，“深度”意味着眼睛可以集中注意力，这样，当附近的事物看上去很清晰时，远方的事物就会变得模糊，反之亦然。而更重要的区别是眼动跟踪：显示器知道你的每一只眼睛在哪里，并调整视角，以随时进行匹配。（我在之前的章节解释过为什么这很重要。）最重要的是，和VR显示器一样，VR大屏幕也必须有VRish输入法。你不只是在VR中启动视频，你还会进行雕刻、抛掷和黏合。

[6] 形状因子是一个常见的硅谷术语，用于描述事物的大小和形状，以前主要应用于电路板，现在可以应用于任何能够想象到的产品。

[7] 如果你没有搞懂这个笑话，请查查诗人艾米莉·狄金森（Emily Dickinson）的作品《希望是长着羽毛的》。

[8] 显然，你不能只是在眼前悬挂小屏幕，因为眼睛会失焦。因此，至少要把小屏幕放在焦点上，但这还不是全部。以下是部分其他要求：

- 视野往往成为一种具有男子气概的竞赛。谁可以设计出最广阔的视野？马克·博拉斯（Mark Bolas）进行了一项实验，以90度为基准，为消费者的经典/封闭式VR头戴设备提供合理

的视野。

- 图像不应该扭曲，立体声配对在整个视野中必须是正确的。
- 在现实世界里，不同距离的物体通过眼睛进行差别化的聚焦。虚拟的东西会为眼睛提供这一选择，这很好。行话中把这称为“调节”。
- 重量应该较轻，因为脖子很可能被挤得不舒服。
- 戴着头戴设备时头部的重心应该与没有佩戴头戴设备时相同。
- 图像应该足够清晰，保证使用者能阅读小字。
- 头部周围不应该有太大的力量，以免造成危险。
- 不应该让人发热。
- 不应该让人出汗，不应该有冷凝现象。
- 在理想情况下，应该能够在没有电源线的情况下工作，这意味着使用电池供电或以其他方式自行提供能量。
- 应该提供至少与现实世界一样好的对比度和色域（色彩范围）。
- 不应该有闪烁或其他破坏性的人为现象。
- 像素的纹理、时序、分布和其他特质应该是不可察觉的，或令人愉快的。
- 价格足够低，可以用于实际用途。

上述列表仅适用于经典的封闭式头戴设备，你所看到的仅仅是虚拟的东西，比如原始的VPL眼机和升级产品，如Oculus Rift或HTC Vive。如果我们正在讨论HoloLens这种混合现实的头戴设备，那么，这个清单会变得更长，需求也会随之变化。混合现实的头戴设备是很难设计的。

[\[9\]](#) 立体放大镜会将安装在眼前的小显示屏集中起来，以提供广角效果。

16 VPL的经历

螺旋状

在这个时候，一本硅谷初创公司的日常回忆录往往会进入一种“八卦模式”。接下来会发生的就是董事会的明争暗斗，争夺股权，争吵和离职，背后捅一刀，背叛。

所有这些事情也在VPL上演了，这些可能会组成一个精彩的故事，但那不是我要讲的。原因如下。

首先，你必须了解创业经历的基本要素，那就是比你以前想象的多得多的努力。我们努力工作，没有太多时间反思发生了些什么。我们都只是在努力地游啊游。

另一个更好的比喻就是陷入黑洞。你看不到黑洞，因为光都被黑洞吸收了。但天文学家会观察它们。怎样观察？当物质被吸入黑洞时，就会开始以螺旋状旋转，就像水在螺旋状的排水管中旋转一样。在物质被黑洞吸入的过程中，这种活动十分明显，完全可以观察到。这种活动显示了黑洞的存在，但它并不是黑洞本身。

VPL一开始运转，纯粹的工作强度就会抹去其他一切。到目前为

止，这本书中的一切就已经以螺旋状进入了一个时期，即我没有心理空间将不重要的记忆适当地写入意识。

还有另一个原因。还记得在新墨西哥州搭我便车的那个女孩吗？那个不想有心理负担，因此希望没人知道她在哪儿的女孩。谁会把其他人的注意看成心灵入侵？

我也正在经历她的那种体验，不过是作为一个作家。我所叙述的大部分故事几乎没有涉及其他人的记忆，但是，VPL一成立，对除了我之外的其他人来说，风险就陡然上升了。金钱和荣耀对他们中的某些人来说很重要，但这也与身份和目的有关，这是生命中的珍宝，很难得到。

我知道有人非常关心VPL的问题，我也知道他们会讲出不同版本的故事。

对那个多事之秋，我记得不是很清楚，而且我也知道，无论我以怎样的结构来讲述故事，都会辜负别人的关怀，我真的不知道为什么还要去尝试。也许我选择了他们，而没有选择读者。也许你应该读一堆描写老派政治的生动读物，即使这会让经历过的人感到难过。也许这是我作为一个作家的责任。或许，如果我没有因为你而辜负他们，我就不是一个真正的作家。

此外，还有第三个原因。我不记得有关VPL的肥皂剧似的情节，有一部分原因在于它很无聊。我能告诉你的与你读到过的关于野心和冲突的所有其他故事都是类似的。

忘记那些吧。我可以告诉你一个螺旋状的故事，它对我们这个时代来说是新鲜的。你读到的是重要的内容，而且它本身也很生动。

维普人

人们听到的许多与最新VR浪潮相关的小故事和冒险，都与VPL的老故事很相似。2015年年初，Valve（维尔福）[\[1\]](#)的一名工程师推出了在VR中熟睡并醒来的非凡体验，这激励了各地的VR工程师尝试复制这种体验，毕竟黑客常常在实验室里睡觉。是的，这就发生在20世纪80年代的VPL，首先是偶然，然后才是设计。顺便说一句，这是值得一试的。

我们还很年轻，也很淘气。20世纪80年代中期，玛格丽特·明斯基（马文·明斯基的女儿）在VPL工作了一段时间，参与了我们一个情色可穿戴设备的项目，这个项目被称为“非常愉悦的内衣”。项目创意是，在触摸内衣时，它会产生和弦，在划拨时，和弦会更加强烈。只有在特定部位，和弦级进才会分解为基音。我记得最近在Kickstarter之类的网站上再次看到了这个创意，希望现在正在进行的人能完成这个项目。这是一个非常值得开发的项目。

当时在VPL接待室的桌子上，还有一个振动器由MIDI连接器（用于控制音乐合成器的一种电缆）连着，用于终止振动，这显然是为了整蛊访客。我不确定它是否做了什么，也不知道是谁把它组装起来的。从来没人问过这个问题。我看到布莱恩·伊诺（Brian Eno）曾经盯着它很长时间，但他并没说什么。也许他正在看着我们观察他。

我是VPL中最年轻的人。为什么？我与年长的人（多希望他们只比我大一点点）在一起，难道是为了找妈妈吗？就算我抗拒，也很难避免必须要接受成年人的角色。我想成为一个叛逆的怪人，但我周围都是在这方面有多年经验的人，所以他们胜过了我。

有一次，我接到了政府部门的一个紧急电话，称我们的一个黑客在日本走私大麻，被抓住了。我不会说是谁。这是一个特别可怕的困境，因为它可能意味着终身监禁。我十分害怕，但事实证明，这个人让日本的侦探完败了，使他们无法出示任何证据。整件事的结果只是高风险的黑客娱乐，马上就被遗忘了。

我记不得每一个同事的名字，但是我会提到其他一些维普人。米奇·奥尔特曼（Mitch Altman），我们叫他米奇彗星，因为他有点“季节性”。他会在半年左右来一次，帮助汤姆处理硬件。最终，他成为创客运动的领军人物之一。

安·麦考密克·皮斯塔普（Ann McCormick Piestrup），我该从哪里开始描述她呢？安曾经是一位修女，乐观外向，就像是从马奈的画布上走出来的人物，她沉迷于计算机教育的潜力，创办了“学习公司”。这家公司出售沃伦·罗比内特的开创性编程游戏《洛奇的靴子》（*Rocky's Boots*），这个游戏是《我的世界》（*Minecraft*）这类建造者游戏的鼻祖。她希望我们为孩子开发VR工具，并改变教学方式，尤其是数学教学。

比尔·阿莱西是另一位杰出的程序员，也是有史以来最好的程序员之一。他曾在惠普工作，被称为公司的常驻代码恶魔。他渴望成为一名音乐明星，也有成为明星所需的足够的外貌和才华。他住在帕洛阿尔托市区最后一个破旧的彩色酒店，这是纽约切尔西酒店的“山寨版”，而他也曾在后者住过。（不用问了，那家酒店已经拆了。）他常常编程到半夜，作为休息，在城里的一个朋克俱乐部演出。但他总是会回来，他的代码也没有漏洞。

还有很多其他人。英俊的乔治·扎卡里（George Zachary）致力于早期VR市场营销中的新奇问题，并最终成为一位知名的风险投资人。迈克·泰特尔是另一位来自麻省理工学院的全息摄影师，他是一个体贴且绅士的人，设计出了新一代的眼机光学镜头。在我任职期间，VPL的规

模变得很大，我没法认识每一个人。可爱的码头已经容不下我们了。

（如果住在硅谷，你可能知道圣马特奥大桥南边的那栋高楼，就是顶部有大八角形窗户的那栋。我们就在那里。）

约翰·佩里·巴罗（John Perry Barlow）为自己对迷人女性的吸引力而感到自豪，他会跟我讲在那里工作的有趣女性，而这些人我从来都没见过。据说，其中一个长得像奥黛丽·赫本和阿尔贝·加缪（Albert Camus）的后裔。也许她就在那里，谁知道呢？

我不仅遇到了新人，还见证了VPL的新版本。我从一个悠闲的乡村嬉皮士变成了一个压力巨大的CEO。很难相信这还是我，但天哪，我开始学会发脾气了。

我想举一个我无法解释的例子，但我并不想用迷信去解释它。VPL的工程师言之凿凿地说，当我不高兴的时候，附近的计算机都会死机，甚至隔着一堵墙壁也是这样。不过幸好日志保存了下来，统计数据也分析完毕。

不仅软件如此，硬件也会受到威胁，而这不仅仅是精神力量。我记得有一次与一家供应商召开了紧急会议，他们希望延后交付我们需要的零件，但不想支付合同中规定的违约金。我狠狠地盯着那家公司的代表，在他们的眼皮子底下，我慢慢地徒手把一台计算机砸成了碎片。我没有说一个字，但最后我们按时拿到了所需零件。

之后，彬彬有礼的汤姆小心地从会议室的桌子上收集了一些碎片，用来恢复计算机里的内容。我也不想变成那个样子。

VR的用途

人们经常问我的最常见的一个问题就是：“VR的杀手级应用程序是什么？是游戏程序吗？”

即使在撰写本书时，VR的故事也才刚刚开始，所以我仍然期待VR应用程序给我带来惊喜，但我们在20世纪80年代创造的应用程序一次又一次地重现。我怀疑它们最终可能会成为人们心目中的杀手级应用程序，或至少具有致命的魅力。

我将以我们合作伙伴的类型来分类我们在VPL开发的应用程序。VR是关于合作关系的。VPL具有煽动性和促进性，但它并不孤单。

（我们还有几个特殊的合作伙伴，他们不仅涉及VR的具体使用，还涉及很多不同的应用程序。有的是学术部门，有的是初创公司。有一些比较突出的曾经是客户、合作者、旅伴以及合作发明人：美国国家航空航天局[\[2\]](#)、华盛顿大学[\[3\]](#)、北卡罗来纳大学[\[4\]](#)和另一家初创公司Fakespace[\[5\]](#)。勉强提及对这个故事如此重要的人物和地点，我觉得是远远不够的，但我至少可以给出一些提示。）



图16-1 永不服输的萨莉·罗森塔尔（Sally Rosenthal）通过VPL的手套，使用美国国家航空航天局20世纪80年代的虚拟环境系统。这个头戴设备和整个系统都由VR先驱人物斯科特·费希尔和他的团队设计。

我们现在来谈谈其他一些更专业的合作伙伴和客户，以此了解为什么有人会在20世纪80年代花费数百万美元购买VR设备。

外科手术训练

乔·罗森（Joe Rosen）是一名再造整形外科医生，VPL时期，他在斯坦福大学工作，现在在达特茅斯学院。他曾经是一名雕塑家，对身体有很好的感觉。他在艺术界感到如鱼得水，曾为马克·波林（Mark Pauline）再造被爆炸毁掉的手，因而声名大噪。马克·波林是臭名昭著的生存研究实验室背后的推手，这是一家研究被机器强化了了的豚鼠的机构。

最初，乔和我在他的“神经芯片”项目上合作。这是世界上第一个假肢神经。当神经束被切断并重新加入时，他们会用错误的映射来进行治疗。个别神经连接到错误的目的地。因此，虽然整体已经治愈，但大脑仍需花费多年时间来学习如何处理这种混乱感。我们的计划就是，在神经治愈的路径上放置一个带孔的硅芯片，再让芯片重新正确地映射神经。但我们怎样才能找到正确的连接呢？

我们设想的情景是通过神经芯片治愈神经束，从而将患者被截肢的手重新接上。（不幸的是，被截肢的患者经常出现在乔的手术室里。）患者会戴着一个数据手套，当他试图弯手或握拳时，手套会详细检测实际发生的情况，算法会自适应地重新映射芯片里的神经信号，直至手开始按照患者的意图做出反应。

这项工作超越了时代，虽然乔做出了芯片，并且在原则上证明了这一点，但它并没有走得太远。

随后，乔、安·拉斯科和我制作了第一个实时手术模拟器，即一个虚拟的膝盖。这项工作最终被分拆到另一家初创公司，而这家公司最终演变成一家所谓的医疗信息公司，转手赚了数十亿美元，最终成为辉瑞公司的一部分。但那是在我参与项目之后很久才发生的。

第一个手术模拟器更像是一个概念的证明，而第二个更具挑战性。第二次是一个胆囊手术，我们的医疗合作者是里克·沙塔瓦上校（Rick Satava），他是一名部队医



图16-2 乔·罗森博士和安·拉斯科。乔即将尝试我们的顶级VR头戴设备，即VPL眼机HRX。

生，在美国国防部高级研究计划局（DARPA）启动了一项非常有影响力的医学VR研究计划。

在我开发的所有虚拟世界中，我最满意的就是这些手术模拟器。

第35个VR定义： VR可以将训练模拟器用于任何领域，而不仅是飞行领域。

信风

日本与早期的VR文化有着特殊的联系。斯科特·费希尔尤其喜欢去日本。部分原因在于日本文化具有异国情调，颇能代表我们在实验室发现的奇特新世界。在灯火辉煌的夜晚，漫步在新宿街头，就像是置身于未来的虚拟世界。早期的赛博朋克作品，尤其是威廉·吉布森（William Gibson）的作品和《银翼杀手》（*Blade Runner*）中就有很多日本元素。

日本人也很喜欢虚拟现实。日本各地都有很棒的早期VR实验室，令人叹为观止。亨利·富克斯和我曾对虚拟现实研究进行了分类，如单人VR、多人VR、增强VR、非增强VR、触觉VR、非触觉VR等，但我们无法将“日本的奇怪实验”单独归类，他们总是在不断推出最奇特的项目。

有一次我在京都谈论VR时开玩笑说，生产虚拟食物简直比登天还难，“想想要用促动器就让人觉得恶心。你要在嘴里放一个黏糊糊的机器人异物，来模拟不同的食物纹理，并在你咀嚼时释放出美味的化学物质”。

一年后，我收到了来自日本某大学实验室的消息。这家实验室是VPL的客户之一。“我们很高兴地宣布，我们最近研发的成果可以使人产生恶心感。”毫无疑问，他们已经开发了这种装置原型，每次演示后都需要进行三种形式的杀菌消毒。我不知道现在进展到哪一步了，但起码这个发明在音乐视频中有点用处。

VPL在东京有个展厅，来访者都是日本文化和技术界最有趣的人士。我们以前在日本上过很多次电视节目。有点尴尬的是我们的产品质量没有达到日本标准。和日本人比起来，我们太懒散了。

让我惊讶的是，在早期VR产品中，最赚钱的产品之一是日本的厨房设计工具。这款工具是我们与工业巨头松下公司合作开发的，我们还在东京的一个高档厨房展厅搭建了VR体验区。松下会派专门的团队将现有厨房数字化，之后消费者可以在VR中体验各种可能的厨房改造。

其中最难的部分是调整眼机的松紧度，以免弄乱前来体验全新虚拟厨房改建的女士的昂贵发型，而这些体验全都花费不菲。之前，对所有VPL工程师来说，所谓的发型问题毫无意义。厨房设计模拟器实现了赢利，使用了好几年，直到VPL解体，无力提供支持后才停止。

第36个VR定义：在正式改变现实世界之前进行尝试。

我们在巴黎有一家经销商，其华丽展厅正对着埃菲尔铁塔，中间隔着塞纳河。在来来往往的顾客头顶上，高悬着一个玻璃柜，一位来自米兰的穿着入时的年轻模特一直在没插电源的苹果计算机上敲打键盘，进行展示。直到现在，我都不太能理解这种法国时尚。

我们通过法国的关系，最终与石油勘探技术公司斯伦贝谢

（Schlumberger）达成合作。其中一位斯伦贝谢员工的孩子还曾在VPL工作了一段时间。我们两家公司共同开发了早期的可视化地理数据融合模型。通过这一模型，你只需在油田上空环绕，就可以模拟不同的钻井策略。现在看起来很普遍，但在当时十分新颖和震撼。

我们的客户还包括各大城市。我们为迅猛发展的新加坡建立模型，进行城市规划，而这一模型就是受前文中所说的虚拟西雅图的启发。我们与德国大学的杰出研究团队以及我们在德国的合作伙伴ART+COM合作，帮助柏林在柏林墙倒塌之后规划修复工作。我相信，这些柏林渲染模型是最早具有实时阴影和倒影的虚拟世界。我们后来将其中的一个柏林地铁模型用于设计“环球虚拟恐怖世界”，火车大小的巨蟒潜行其中，对人类发动攻击。

第37个VR定义：一种尽可能清楚地显示数据的仪器。

我们的美国项目

我们曾帮助波音公司建立机舱设计、现场维护和生产线设计模拟器。波音后来成为混合现实，也就是所谓的“增强现实”的早期关键驱动者之一。

我们还协助福特和其他汽车制造商利用VR建立设计原型，现在这种做法早已在汽车行业得到普及。我们也与火车和船只设计公司达成了类似合作。运输通常是我们一年中合作最多的领域。过去20年你所乘坐的每一辆商用车辆都采用了VR原型。这可是个默默无闻的杀手级应用，还是个连环杀手级应用。

我们的客户之一是一家拥有巨大商业机密的制药公司。他们曾计划推出名为百忧解的药物，这是首个轰动一时的抗抑郁药。

我们参与设计了一个虚拟世界，向精神病医生介绍百忧解的工作原理。戴着眼机的医生坐在一个模拟的咨询室里，情绪低落的虚拟病人斜靠在沙发上。这个项目中的人像渲染要用到当时最大绝对值的计算机绘图能力，不过幸好我们的客户负担得起。我们成功设计出一个看起来很郁闷的病人，对此我很自豪。



图16 - 3 VPL的乔治·扎卡里在试用驾驶模拟器。

嗒嗒声之后，参与其中的精神病医生成为电影《神奇旅程》（*Fantastic Voyage*）中的一员。缩小后的医生穿过患者的虹膜，经过视神经，进入大脑，之后在那儿变得更小。我们会将他带到一个突触，他可以抓住一个百忧解分子，将其推入受体，使其发挥化学作用。这可能是当时最具野心的虚拟世界了，它将化学模拟和其他难题融为一体。

我没有想到的是，自己之后会在每年的精神病医生大会上度过疲惫

又奇异的几天，将这些世界上顶尖的精神病医生缩小并置于虚拟世界中。这种情形比VR本身更加离奇。在那几天里，他们中有一半人看起来像是弗洛伊德的冒名顶替者。

第38个VR定义：在广告里吸引人们的一种终极途径。让我们希望VR尽可能避免这一点吧。

我曾怀疑我们有趣的小型促销世界能否对抑郁症患者有治疗作用，而事实证明，VR最终被用来治疗抑郁症了。

士兵和间谍

起初我对军事合同很谨慎，对此我也有充分的理由。其中之一是大多数维普人认为自己是和平主义者，而我也担心和军事机构的合作会陷于缺少创新的机械循环。合同是为了达成事先商定的目标，可VR刚刚出现，我们无法提前得知自己的目标是什么，一切都只能说是信仰的巨大飞跃。

尽管如此，我们还是学会了假装知道自己在做什么，并且与美国国防部高级研究计划局和其他军事机构签订了几个合同，创造了当时史无前例的疯狂的东西，但我目前还无法对此进行具体说明。

遇到的军人越多，我就越尊重他们。军队里不乏非常慷慨和聪明的人。

我还见识到军队对高科技工具有多么着迷。我担心我们VPL的技术不能增强军队，反而会削弱他们，但我不知道如何表达这种顾虑，并使

他们了解。向技术爱好者说明这种顾虑直到现在都很难。无论人们怎么看待和平主义，没有人想要一支不够强大的军队。我一直担心人们可能有点过于吹捧高科技工具。

有些项目涉及VR中复杂的数据可视化，以便于理解。当然，我不会说这些数据具体是什么。

如果你将复杂数据变成一个虚拟世界，比如可以漫游的宫殿或是可以游览的城市，你的大脑会记得更多，注意到更多。在印刷术之前，世界各地的文化就已经进化出“记忆艺术”了，人们通过想象宫殿或其他地方来放置记忆。在欧洲，这种方法被称为“记忆宫殿”^[6]。你可以在假想的宫殿墙壁上，在漂亮的框架内标记需要记忆的事实。澳大利亚原住民可能设计了最精致的方法，它被称为“歌之版图”。通过记忆地形，你的大脑得以优化。当我们将复杂的记忆转化为领土时，我们就征服了它。

第39个VR定义：“记忆宫殿”的数字实现方法。

这一方法也被用于帮助有记忆障碍的退伍军人，以便他们用更坚定的步伐迎接新的记忆。^[7]

第40个VR定义：认知增强的通用工具。

我们通过军队认识了行政执法人员。我们为联邦调查局设计了工具，帮助他们找出威胁公共活动的狙击手所在的可能位置。到目前为止，最难的部分是早期如何在计算机中建立精确的城市模型。对此我们主要依赖测量人员。

第41个VR定义：信息时代战争的训练模拟器。

虽然上述应用获得了成功，但同时也揭示了负面的可能性。另一个机构看到演示后问我是否可以选择摄像头的安装位置，从而用最少的摄像头持续监视城市中游荡的个人。我的回答是当然可以。

之后就是同样的问题，但角色进行了反转。如果国外的城市也安装了摄像头，可以持续跟踪个人，我们的间谍在未来还能否发挥作用，怎样才能避免被跟踪？

我对客户的建议是侵入国外网络，造成成千上万个间谍同时存在的假象，这样，对方就需要时间确定哪个才是真实信号。分散注意力是占领先机的老套思路，也是目前的常规战略之一。

（后来，我为电影《少数派报告》设计了一个场景：男主人公在逃离警方追捕时，他的影像被投影到他所经过的每一个广告牌上，这样警方就可以轻而易举地掌握他的动态，每个人都可以。我在一次脚本会议上就用了这个技术模型。）我们的秘密客户很喜欢我的建议。毫无疑问，这是一次成功的展示。但当我离开时，突然间产生了怀疑，就像当你徒步旅行时，脚步突然变得不够坚定，而你面前恰好就是一条深深的裂缝。我们需要停下脚步，认真地想一想。

如果数字网络可以用来隐藏真相，甚至可以在公开的信息流中高效地做到这一点，那么我们凭什么确信网络会全心全意地为整个真理事业服务呢？

不过还是让我们回到早期VR应用的快乐故事中吧。

人物

我们可能是最早的运动捕捉产品供应商，我们研发了DataSuits，并将其出售给娱乐业中的各色人员。这比任何人工渲染的逼真的计算机显示影像（CGI）电影角色都要早得多，但它们在当时仍有可用之处。

例如，有个只播了几集的电视游戏节目，参赛者会穿着DataSuits来控制火柴人拿东西，我不记得是什么东西了，不过这个想法值得再尝试下。

我们当时还有个奥运项目，打算在VR中创造一项新的体育运动。这在当时还为时过早，但现在也值得重新考虑。

我们建立了主题公园原型，主要依赖环球影业的资助，可惜没有一个原型完美到可以布局真实场景。我们的主要合作者是电影导演亚历克斯·辛格（Alex Singer）。他后来利用全息甲板拍摄了《星际迷航：下一代》剧集。我很喜欢去现场拜访他。这可能是最后一部兼具人性、创造性和乐观精神的科幻剧集了。



图16-4 利用眼机HRX的滑雪模拟器

直到兰迪·波许（Randy Pausch）[\[8\]](#)与迪士尼合作之后，VR才得以真正运用到主题公园的设计中，面向大众。在VPL时代，兰迪正在弗吉尼亚大学担任教授。我们当时私下里认为，VR将成为一种新的语言。

（你们可能之前听说过兰迪，不过不是关于他在VR领域的工作，而是他著名的演讲“最后一课”，它讲述了如何体面地生活和面对死亡。兰迪和我的年纪差不多大，但他2008年就因胰腺癌去世了，像一位尘世的圣人离世。）

当时很少有人尝试将VR应用于剧院。乔治·科茨（George Coates）设计了用薄布隔开的倾斜舞台，创造出现场演员在虚拟世界四处行走，与虚拟事物互动的幻觉。他把舞台设在隐蔽在旧金山早期一栋摩天大楼内的教堂般的空间中，效果令人着迷。虽然我们的数字工具在放映期间经常出现问题，来自VPL、美国国家航空航天局和硅图公司的人员会私下将设备偷偷转送给他，并协助编程。

杰瑞·加西亚（Jerry Garcia）[\[9\]](#)的女儿安娜贝勒（Annabelle）曾在感恩而死乐队演唱会上用数据手套和我们在外科手术模拟研究中所用的手骨，投射出一个巨大的骷髅手。她说，她喜欢看歌迷的目光都注视和跟随着骷髅手，就像小猫盯着钟摆。

我们与吉姆·亨森（Jim Henson）[\[10\]](#)合作，设计了名为沃尔多（Waldo）的简单计算机绘图木偶原型。（沃尔多后来经过装扮，比原型要别致得多。）在我们的实验室里与木偶师合作很有趣。我喜欢在纽约参观杂乱喧闹的亨森木偶工作室。我们从那里学到了很多角色和表达相关的知识，他们也从我们这里学到了不用记住特定的摄像机观察视角，直接设计虚拟角色的全新怪异理念。除此之外，吉姆还是个特别可爱的人。

第42个VR定义：数字木偶戏。



图16-5 我教吉姆·亨森的木偶弹奏锡塔尔琴，我旁边是木偶师戴夫·戈尔兹（Dave Goelz）。

我们也有一些稀奇古怪的客户。有一年冬天，我乘坐私人飞机去加拿大，与圣苏玛丽的欧及布威部落的长老会面，评估VR能否用于保护他们的语言。他们的语言基于对部落神话事件的隐喻，不太适合通过字典进行保存。（这次经历间接地启发了《星际迷航：下一代》的编剧，这部剧中有一集讲述了面临类似问题的外星人种族。）

我对VPL最满意的一点就是拜访客户和合作伙伴。无论发生了什么，VPL都成功完成了自己的核心任务，那就是发起和推动VR应用。

其他

上述内容中消费者级别的VR应用很少，原因很简单，VR对消费者来说不够便宜。不过我们也做了一些努力。最著名的可能就是之前提到的威力手套。

我们建立了有趣的消费者体验原型，之前没有推出过，之后可能也看不到了。我们利用旧的Amiga计算机、3D眼镜（3D电影或电视所用的眼镜，比眼机简单和便宜得多）以及威力手套，获得了介于弹球和壁球之间的体验。但是Amiga不够用，事实证明，其他家用计算机也不行，直到16位彩色计算机的到来及时拯救了这个项目。

我们还创造玩具原型。我们将VR中映射的泰迪熊命名为“大鼻子”，部分原因在于它的鼻子上有传感器，另一个原因是VPL早期有个叫鼻子的logo（V看起来像是朝上看的眼睛侧面，P像耳朵的耳郭，L则像是伸出拇指的拳头）。

扬的3D建模器成为独立产品，也就是Mac上的第一个3D设计工具：Swivel 3-D。这个产品之后被分离出来成立了Paracomp公司，后来该公司与拥有Mac上第一个动画编辑器的Macromind合并。合并后的公司Macro-media最终又被Adobe收购，因此那里只保留了很小一部分VPL。Swivel仍然是我最喜欢的3D设计工具，虽然它现在已经不在任何计算机上运行了。

我们曾向投资者承诺获得专利，因此提交了专利申请。VPL专利一直是个存在争议的问题。一方面，新兴的黑客理想主义蔑视知识产权这一想法；另一方面，我们很早就将VR用于现实，能够申请很多VR相关的基本专利。比如还没有人描述过如何连接同一世界的不同人物，如何将计算机角色与人的动作联系在一起，或如何像拿实物那样拿起一个虚拟物品。

我的黑客朋友不希望我们申请这些概念的专利，投资者则希望我们尽可能积极地提交申请。最终，我们想出了一个有趣的折中办法。

我们确实申请了专利，但我们全面详细地列出了所有的源代码，这样就没有了商业秘密。一方面，拥有这些专利的人可以进一步挖掘代码，进行新的专利申请，太阳微系统公司收购VPL后就是这样做的。

另一方面，我们完整地介绍了我们的做法和工作内容。这意味着任何人如果想基于我们的知识产权开展工作，都会知道他们所需的一切。这有点类似于我们在开源的同时也受知识产权的驱动。

这种方式是否奏效？在当时不算奏效。这些专利被认为具有很高价值，人们执着于争夺专利的所有权，可是过度的争执也很可能破坏了很多机遇。

现在，VPL专利已经全部到期了，这些都是历史了。

[1] 当然，在麻省理工学院时，是玛格丽特·明斯基把我介绍给斯科特·费希尔的。他到了西部，在硅谷成为美国国家航空航天局艾姆斯研究中心的研究员。他计划创建一个杰出的VR实验室。实际上，斯科特最喜欢的术语是“虚拟环境”。他的实验室的工作是那个时代的标志性工作。他制作了自己的头戴显示器，并出售了第一批VPL手套。斯科特后来在南加州大学创办了一个系，并在那里任教。

[2] 汤姆·富内斯是VR领域的另一个关键人物。他一直在空军部队研究模拟器、平视显示器等与VR类似的技术，后来决定进入大学。他在位于西雅图的华盛顿大学创办了一个伟大的实验室，也就是HITLab。这个实验室的成员意气相投，实验室和VPL之间达成了各种各样的合作。本书开篇提到的那个让我的手变得巨大的虚拟西雅图，就是在HITLab编写的，但手的尺寸错误跟他们没有关系。

[3] 我获得过各种奖项和荣誉，为此我感到十分荣幸，但最让我感到激动的就是在北卡罗来纳大学的实验室看到他们使用VPL的设备。我所期望的事情正在发生。通过提供基本工具，我们可以加速学术研究的进步。

[4] 其他小型VR公司在20世纪90年代初涌现。他们一般都是我们的合作伙伴和竞争对手，虽然没有其他人会疯狂到制造和销售整个VR系统，但多年后，这种制造和销售终于得以实现。我最喜欢的是Fakespace，这家公司由马克·博拉斯和伊恩·麦克道尔（Ian McDowall）创办。他们制造了一种安装了微型起重机的VR头戴设备，其性能有点像眼机。他们还和VPL一样，与有

趣的客户合作，有时还与我们一起合作。

马克继续担任南加州大学的教授，在二十几岁年轻人的复兴时代中起到了至关重要的作用。他设计了一款名叫FOV2GO的开源纸板智能手机支架，在谷歌发布自己的版本的前几年，将手机变成了一个基本的VR头戴设备。（顺便说一下，微软也为此提供了帮助。）由于这个设备，VR的价格终于可以让很多人接受了。马克还让他的学生设计了更多重要的头戴设备，其中一些人继续这项事业，创建了Oculus。

[5] 夏洛克·福尔摩斯也使用了这一方法，至少在康伯巴奇主演的电视剧版本中是这样。

[6] 这一系列VR应用很少提及针对残疾人的帮助。实际上我们做了很多工作，如手语手套、针对失语症患者的治疗等，但我厌倦了围绕VR和残疾的大肆公关宣传，所以最近我宁愿只采取行动，而不再高谈阔论。大肆宣传非常容易，但它就像是药物依赖，实际上可能成为资助者和相关组织坚持到底并最终发挥作用的障碍。

[7] 提到兰迪时，我必须要提到他的博士生导师安迪·范达姆（Andy van Dam）。安迪是布朗大学计算机科学系的主任教师。他的学生们发明了我们的时代。本书中已经提到了其中几位，比如安迪·赫茨菲尔德等，安迪的学生遍布各个领域。

[8] 年轻的读者可能不知道，杰瑞类似于感恩而死乐队的领导者，虽然领导者这种词与该乐队的理念正好对立。让我感到惊讶的是，互联网出现后，我们的记忆反而消失了。年轻的时候，我知道了之前好几代的音乐明星，如歌舞杂耍表演时代的伊娃·坦格伊（Eva Tanguay），她是Lady Gaga等明星的榜样。现如今，和我一起工作的千禧一代甚至大多没听过感恩而死乐队。对20世纪八九十年代的硅谷来说，这个乐队可能比计算机还要重要。感恩而死乐队与迷幻药物相关，他们与观众建立了心灵连接，拥有非常热情的支持者，许多支持者会跟着乐队去各地观看演出。（我自己不算是忠诚的粉丝，因为我是个局外人。）

[9] 吉姆·亨森，著名木偶大师，青蛙克米特、猪猪小姐等形象的制作人。

[10] Valve是让VR进入二十几岁年轻人的复兴时代的公司之一。它可能是这一批公司中最具魅力的，让我想起了我在VPL度过的大部分时光。这家公司也因Steam游戏平台而闻名。

17

内外翻转的球体 (关于VR“视频”和声音的简单介绍)

VideoSphere

我们基本上已经完成了一场20世纪80年代“经典”VR系统之旅，了解了我个人关于这些应用的全部想法。只有两个部分我还没有提及：与VR配合使用的摄像机以及立体声的创建方法。

格雷厄姆·史密斯（Graham Smith）是一位友善的加拿大人，他最早解决了一个难题，即如何制作那种可以用VR头戴设备观看的环绕“全景视频”[\[1\]](#)。格雷厄姆在VPL工作之前就已经制作了自己的头戴式显示器，这可是个不小的成就。他设计了我们的环境视频捕获和播放产品，也就是VideoSphere。

VideoSphere是另一个领先一时的VPL产品。它是个造型奇怪的摄像机，可以一次性拍摄全方位场景，当然，拍摄这样的全景视频比一般的几何学问题更棘手一些。

这类摄像机在今天并不少见。你可以在音乐会或在喧闹的城市中拍摄一段全景视频，视频播放时，观众戴上VR头戴设备就可以全景观看。

我需要暂停VR视频这个话题了。

起初，捕获全景视频的局限性在于缺少互动。以音乐会舞台上的视角四处观看确实有趣，但你无法做任何事情。你不是真的在那里，只是个影子。我之前谈过这一点。

但VideoSphere的视频记录可以进一步改善这一点。你可以在其中叠加虚拟事物，计算机绘制的角色可以在摄像机捕获的实际空间中走动，而且完全是可交互的。他们会回应你，让你觉得自己就在现场。

计算机已经变得足够强大，我们可以互动式地修改空间捕获视频中的事物。视频捕获不再是简单的现实记录。

空间视频通常比传统的平面视频更容易修改，因为空间视频的算法在数据中有更可靠的连接点。如果是警察拍摄的老式二维视频，我们可以很容易地检测出其中是否存在视频修改，因为修改后的某些视频细节会很奇怪，或者会出现接合处。空间沉浸式的视频记录修改起来会更容易，而且可以跟踪每个连接点，预测所有潜在的错误。比方说，如果算法可以识别手和枪的完整形状，那么一旦手和枪的动作发生改变，就可以很容易地确保在正确的位置显示出它们的投影。

这将很快成为一个政治问题。新一波记者正在寻找具有乌托邦色彩的全景视频。这让我想起了过去的岁月。我曾经预计，空间视频捕获技术的普及将促进地球和平，放大人们的同情心。人们会身临其境地体会真实的暴力、战争的可怕，从而难以忍受其存在，和平也将会来临。但是等着看吧，通信技术越强大，越可以用于编织谎言。

无论如何，格雷厄姆自加入VPL以来，用了几十年时间，通过远程呈现技术改善了医院患儿的生活。他为我们树立了明确的技术使用方式，那就是利用技术使世界变得更美好。

AudioSphere

斯科特·福斯特（Scott Foster）设计了VPL的3D声音技术。当时VPL坐落在码头上，工程师经常在船上生活，偶尔乘船上下班。斯科特是我记得的唯一一个坐小飞机上下班的人。他会从约塞米蒂的简易机场出发，在码头旁边降落。

斯科特设计了定制的PC板来计算立体声。人们可以通过眼机内置的音频耳机听到声音。

什么是立体声？这很复杂！我们能听到这个世界上空间内的声音，部分原因在于我们有两只耳朵，大脑可以比较听到的内容。例如，如果声音到达每只耳朵的时间稍微有所不同，大脑就可以利用这一差异监测声音来源的左右轴方向,但这只是感知的第一步。

我们的大脑也善于破译回声。虽然不如蝙蝠那么厉害，但比我们通常意识到的要好。我们听到的回声的模式可以传递出很多信息，比如所在空间的形状、空间表面构成、空气潮湿度和我们在空间中的位置等。

所以VR的声音子系统有两个明确的任务：它必须使声音到达每只耳朵的时间不一致，同时必须模拟在真实空间回荡的回声。

耳郭，也就是耳朵从头部伸出的那个奇怪的部分，是我们听到声音的另一个原因。为什么耳郭是不规则的、螺旋状的一块？这个奇怪的设计会使你从前面收集的声音比从其他方向收集到的声音稍微清晰一点，但这也使来自不同方向的声音呈现出不同的音色，略有差异。

斯科特的计算机板利用卷积来模拟耳郭的功能。卷积可以被看作一

种数学方法。如果我们检测到早期信号发生了变化，新的信号也会通过卷积算法发生类似的变化。我们在VR中一直使用卷积。

在这种情况下，一些倒霉的研究生不得不待在一个完全无回音的安静房间（消声室）里，耳朵里塞着让人讨厌的微型麦克风，接着我们会四处移动一个发出测试音的扬声器，卷积算法会分析之前来自特定方向的记录在耳内的声音，并将相同的变化应用于虚拟世界内可能发出的任何新声音。

结果出人意料地令人满意。实际上，相比于真实世界，VR盲人用户可以通过声音更好地游览虚拟世界。模拟的空间声音也比现实的空间声音更加清脆。

现在，芯片的质量非常好，价格也很低，VR系统中都预置了立体声，但很多新系统似乎都没有正确校准立体声。我们对待便宜的事物就会变得态度随意。

如果不提及与此相关的戏剧性诈骗史，关于空间声音的介绍就不算完整。有个方法可以很容易地获得非交互的空间声音，而且这种方法在音频录制初期就已经存在。将两个麦克风放在仿真人头类似于耳膜的位置，就可以收集到通过仿真耳郭接收到的声音。

我们每10年就会重新发现那几个经典的仿真人头录音演示。最常见的是关于理发的演示。我不太记得真正的理发是什么感觉，或听起来如何了，但那些记得的人告诉我，剪刀在头部周围剪发的声音（来自理发师靠近仿真人头剪东西的录音）逼真到让你起鸡皮疙瘩。（如果喜欢恶作剧，你甚至可以得到剪刀似乎移动到头颅内的声音，你要做的就是撕开一个足够大的洞，方便剪刀进入仿真人头。）

这个戏剧性的演示在过去几十年来被反复使用，从天真的投资者那里获得了空前的巨额资金，这些投资者从来没有意识到这是个多么简单

的伎俩。

[\[1\]](#) 实际的方案比在文字上描述拍出全景视频要更复杂，但它是个合理的方案。

18

场景

（从VR演示的艺术到火人节）

拆除

我们用一半的时间进行演示，用另一半的时间避免演示。当时的机器造价非常高，我们不可能买一套设备专门用于演示，但又不得不向访客进行展示。VPL的演示曾是世界上少有的体验之一。

董事会成员或投资者会要求我们向穿着华丽的身份不明的客户进行演示，这构成了硅谷内隐秘的易货交易。有些客户十分看重演示，将其列入合同条款和争议解决之中，为此我们必须承担演示的法律义务。我们的大客户会要求为他们的员工或为远道而来的客户进行演示。

在我的印象中，一场午后VPL演示的经典场景是这样的：巨蟒剧团成员兼电影导演特里·吉列姆（Terry Gilliam）会走进我们名为“仪式世界”的超现实幽灵虚拟世界内的休息场所，一进去就开始讲话。他告诉我，随着年龄不可思议地增长，他不得不担心年轻人会抢走舞台。他说：“这些年轻人真的很棒。”

之后，主接待员打开演示厅的大门，用浓重的苏格兰口音喊道：“接下来是莱昂纳德·伯恩斯坦（Leonard Bernstein）的演示。”

演示不算公平。即便是晚上的非正式演示，有些政治家和名人还是会比其他人更容易看到。短短的几个小时内，各种反主流文化的人物涌进实验室，尝试将VR与奇怪的性别或药物结合起来。我确定有一半我都毫无所知。

原本应该令人疯狂的演示最终却推动了理智的事业。有一次是刺脊乐队的参观，他们的假发被小心地挂在金色的水桶上。他们在大厅遇到了正要进来的参议员阿尔·戈尔和正要出去的彼得·加布里埃尔（Peter Gabriel）。新鲜的是，我们这些人一起谈了谈技术，大家都很有见解，也很有创意，这很少见。在音乐生活被互联网摧毁的多年之前，我们谈到了网络和音乐家的权利等。

我后来与戈尔共事了很久。他推动了各种新兴数字网络的统一，并在1991年取得了突破。最后，充足的资金和时代的发展将所有先前分离的网络合并成了互联网。

支持戈尔很有趣。我曾与弗雷德·布鲁克斯等其他来自VR世界的人一起去参议院做证。那可能是我自受戒礼之后第一次穿西装、打领带，也是最后一次。连戈尔都认为我看上去很好笑。他让参议院感谢我在选择得体服装上做出的真诚尝试。

据说戈尔后来因为“声称自己发明了互联网”而遭到嘲笑，这很遗憾。一方面，他并没有这样说，另一方面，他确实算是“发明”了互联网，因为互联网的缺失不是技术问题，而是政治问题。戈尔被抹黑，正是他所倡导的互联网出现了设计原型信息错误所产生的结果。

关于戈尔还有个故事。他刚刚担任美国副总统时，我去哥伦比亚特

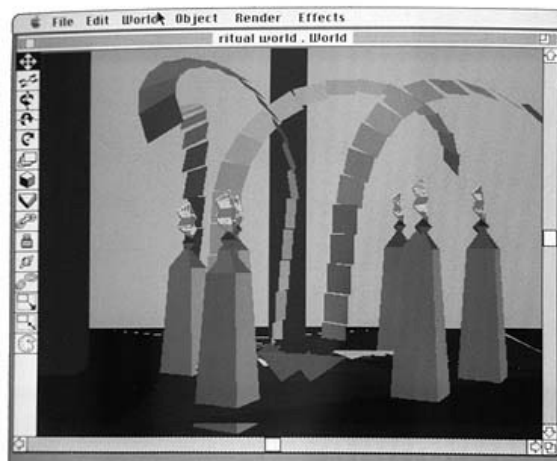


图18-1 我的早期虚拟世界中的几何设计

区的老行政办公大楼拜访他。我对他说：“在互联网的支持下，每个人都能够直接访问科学世界，就无法再否认全球变暖了。”是的，我这样说了，而且当时的我对此深信不疑。这显示了一个人多么容易被自己时代的流行文化所迷惑啊。

演示时谁是最喜欢的观众？我真的不知道如何找出最喜欢的那位。我想我最喜欢的回忆可能是坐在轮椅上的孩子来这里体验飞行。

哦，我想起来了，我最喜欢的是莱昂·特雷门（Leon Theremin）！20世纪初期在莫斯科时，他就发明了我孩童时用到的类似VR的乐器特雷门琴。莱昂后来在美国成为富有魅力的企业家，与一位迷人的芭蕾舞演员结婚了。冷战期间，他被苏联绑架，被迫为其建造间谍装置。（他狡猾地弄坏了装置，例如窃听器会发出警告的哔哔声。）之后很多年，大家都没有听到过关于他的消息，直到斯坦福计算机音乐实验室找到他，在他90多岁的时候带他来美国访问。莱昂在VR中高兴地颤抖起来，我很为他担心，甚至很为站在他身边的人担心。

演示还带来了终身友谊。小野洋子曾带着她十几岁的儿子肖恩来观看演示，之后这些年来，我们一直保持着友谊。

演示的艺术

VPL拥有当时最强大的制图计算机，但即便如此，我们在早期也只能提供折纸般的世界，直到20世纪80年代末才有所好转。当今VR演示的细节更为具体，视觉上可以媲美电影，但VR体验的核心还是互动性。早在VR的视觉效果刚刚起步时，我们就可以实现互动性。

要进行一场伟大的VR演示，你必须设计出脚本，把握好时机。通常会有一位主讲，可能还有助手，助手负责确保没有人被电线绊倒或者走出安全区域。主讲会带着访客通过一系列虚拟世界，尽可能让他们留下深刻印象。

如果你是一位出色的VR演示者，你可以在引导访客感受虚拟世界时让他们觉得自己才是一切的主导。正如你准备了让访客掉落的暗门，或者一朵小花，当有人触摸它时，它会变成精心制作的雕塑，可惜访客偏离了你事先准备好惊喜的地方，你可能会碰到戴手套的手，没关系，大方地道歉，然后设法将访客带回原路，让他们看到你准备的惊喜。

演示开始时，你需要用哑剧、玩笑或者任何其他技巧，帮助访客尽快学习关于虚拟世界的一些规则和技能。在很多VPL世界中，伸出一根手指代表向前飞行，两根手指则代表向后飞行，等等。

我们发现，有些老套路仍然是今天VR演示的主角。渲染演示所在的房间可以制造奇妙的效果，你可以利用它吓一吓你的访客，使墙壁突然向内融化。

访客刚刚将头探入一个虚拟物体时，他们会惊讶地发现里面可以看得一清二楚。人们可能会前倾着穿过铬龙的头部，然后突然陷入正对着他们旋转的齿轮和电缆中，这些齿轮和电缆马上就会穿透他们的皮肤。

人们会大叫起来，吓得颤抖。

我今天还能看到这个把戏，另一个常见的把戏就是你变得很大，而你的同伴变得很小，可以走在你的手上。还有一个把戏是地板上有个深坑，即使你知道这不是真的，也不敢踩下去。（梅尔·斯莱特发明了那个坑。）杰里米·拜伦森曾经评论说，这个坑已经成为VR的第一个标志性事物，就像卢米埃尔兄弟迎面而来的火车那样。

经过几年的实践，我们掌握了如何快速地向参观者展示绳索，就像他们之前就知道一样。对此我们一点都没有不好意思。在开始的几分钟，通常会有不被透露身份的接待员在虚拟世界里像孩童般学步，为访客加油打气。

今天的VR公司可能很难相信，虽然我们的演示在过去的视频里看起来很拙劣，但在当时非常有吸引力。

现在的很多VR既廉价又常见，VR演示文化已不像过去那样流行。人们在家里或者任何地方，无须设计者的任何指导就可以体验VR世界。不过，我们应该继续欣赏课堂、展会或者团队设计演示等特定情况下的演示文化。

有个小窍门特别适合完善VR演示：游客在里面体验VR时，偷偷地将一朵真花放到旁边。这样，他们出来看到真花时，就像看到了他们小时候第一次见到的那朵。VR的最佳魅力就在演示结束后的那一瞬间。

世界的艺术

由于VPL的客户大部分是企业用户或者学术机构，我们大多数的虚拟世界都注重用途，而不是幻想。你可以用来学习做膝盖手术、修理喷气发动机、设计厨房等。所有这些虚拟世界用的都是基本图形，但展示了一种理解和获得技能的全新方法。

但也有很多人真正想要的是奇异。为了满足这一需求，我们创造了单纯用于娱乐的光怪陆离的世界，尽管我们很少有时间这样做。

我喜欢为传统的无生命物体添加动物元素，比如云和桌子长着调皮的尾巴，甩来甩去。在我的世界里，有些细节会以微妙和出奇的方式根据用户做出反应，模糊化身和环境之间的界限。吊灯可能会根据你耸肩的方式摇摆，但这只发生在你感知的细枝末节中，你可能不会有意识地注意到。我的虚拟世界的色彩总是在慢慢变化。你可能会发现自己逐渐变大或变小，这种变化也是感知的细节。我拒绝将任何直线元素纳入我的虚拟世界，因为这会让人想起地球站。

在SIGGRAPH展示的世界中，在众多电影观众面前，安和扬的小女儿曾变成了一个茶壶，这就是著名的计算机图形茶壶[\[1\]](#)。是的，她还唱了“我是一个小茶壶”，我们觉得丢人极了。

安绝对是一位充满奇思妙想的人。她曾经制作了一个有趣又特别的“爱丽丝梦游仙境”世界。在那里，你可以跑进兔子先生的嘴里。很可爱，它是对约翰·坦尼尔（John Tenniel）原始插图的克莱因瓶[\[2\]](#)式的阐述。

如果你最近在旧金山自拍，那么你的照片背景中肯定有人是VR设

计创业公司的老板。他们有时会问我对虚拟世界设计的想法，可能你现在已经猜到了，我不会一言不发。

给VR设计师和艺术家的建议

- 最重要的画布不是虚拟世界，而是用户的感受运动回路。拉伸它，收缩它，扭转它，把它与其他人的回路交织起来。

- 注重生物运动而不是僵硬的用户界面（UI）元素，用户界面会丢失身体的大部分动作。最糟糕的是按钮。不要用按钮，用连续控制。

- 我们已经有一些VR的老旧套路了，所以有必要避免套路。已经存在太多陷阱，比如物体在面前飞来飞去，或者你的视线来回之间东西会变。此外，你或许可以用旧套路达到更大的目的。

- 找不同的人体验你的世界，最好是让不同的人加入你的团队。与其他媒介相比，人们对VR的接受程度受文化背景、年龄、性别和认知风格的影响更大。确保你了解自己的设计如何符合更广泛的人类认知风格，因为这里是唯一的剧场，而在这里，这点尤为重要。

- 上条原则的推论：VR技术还很年轻，所以多多考虑VR的目标用户。如果有人告诉你VR更适合男士而不是女士，你应该想想这不是因为所测试的虚拟世界是由男士设计的。

- 最重要的叙事弧不存在于虚拟世界中，而在现实世界中，是一个人开始接触你的设计，参与其中，然后离开的过程。可能从他或她戴上头戴设备开始，做要做的任何事情，最后拿下设备。想想整个体验过程。他在进入虚拟世界前的期望是什么？离开后觉得怎么样？

- 试着放弃设计工具最容易做出的效果。

- 考虑一下不存在于虚拟世界内的周边其他人。他们是体验的一部分吗？他们会在老式屏幕上看着体验者看到的一切吗？虚拟世界内部和外部的人有没有什么共同目标？

- 抑制一下你在电影学院所内化的冲动，VR不是电影院。一个例子就足以说明这点，观众在电影中是无形的，但在VR中是有形的。可以游览的虚拟世界不如用户的身体重要。当她看着自己的手时，她看到了什么？在镜子里时呢？如果答案是她看到了模块化的故事，而不是故事的核心，那么你就不是在设计VR。

- 与内在的游戏冲动斗争。例如，传统屏幕上激动人心的游戏在VR头戴设备中可能会有点孤立和沉闷。原因是人比屏幕上的游戏大，但比周围的游戏小，所以玩家的状态从游戏中通常的追逐、射击变成了被追逐和被射击。

- 用户必须能够留下痕迹，影响宇宙，否则他们就不是真正存在于虚拟世界中，这意味着你没有成功设计出一个虚拟世界。

- 不要以为一切都必须遵循算法，都是自动的。也许你的世界恰好适合有位现场表演者，也许你的世界会出现在网上，甚至可以获得付费？

- 一定要考虑危险和安全。如果你使用的是线性头戴设备，考虑一下有的动作会不会让人绊倒。即使是坐着体验也要考虑到这点。例如，不要让他们在同一个方向无止境地旋转。当你的设计有可能意外出现模拟器眩晕时，对自己坦诚，也对用户坦诚。如果真是这样，告知人们体验完毕之后，不能立即开车。

- 关注电力动力学以及可能导致的混乱或滥用，但不要因此放弃改善未来的大胆想法。战术上要悲观，但战略上要乐观。

- 不一定要同意我或其他任何人的看法。自己思考。

第43个VR定义：一种必须摆脱游戏、电影、传统软件、新经济权力结构甚至先驱想法束缚的新的艺术形式。

竖起旗帜

经常有人说我创造了“虚拟现实”这个词，但这取决于你如何看待语境、语言和历史之间的界限。有个很好的例子可以证明不是我创造了这个词。

第二次世界大战之前，激进的剧作家安托南·阿尔托（Antonin Artaud）在讨论“剧场残酷”时使用了“*réalité virtuelle*”（虚拟现实）。这不是一个贬义词。阿尔托指的是剧院的非语言形式能够超越传统语言的界限，从深层激发人类的体验和理解。

在我知道阿尔托之前，我就开始使用这个词，但我很高兴看到这种跨越几代人的联系。现在的VR人员读到苏珊·兰格（她在20世纪50年代提出了“虚拟世界”）或是阿尔托时都会大吃一惊。

关于VR词汇的起源还有其他争议。我清楚地记得科幻小说作家尼尔·斯蒂芬森（Neal Stephenson）创造了“化身”这个词，显然是因为它源自古代的印度教，但这个词也指你在VR中的身体。这也是观点不同。

“虚拟现实”并不是粗略描述这种技术的唯一术语，很难相信人们在20世纪80年代为此进行了多么激烈的争执。术语有着部落般的重要性。

各方在会议上据理力争，说服大家把它命名为“虚拟环境”而不是“虚拟现实”，或者反过来。也有人支持“合成现实”和“人造存在”，虽然我不太记得到底哪些人支持的是哪个了。回想起来很难相信有人会在意这些事情。

迈伦·克鲁格是我们VR领域的另一位开拓者，他倾向于“人造现实”这一表达。20世纪70年代，他可以将人体轮廓实时渲染到电视屏幕

上，与人造物品进行交互。这是非常出色的早期作品，它预见到了我们今天利用Kinect传感器所做的类似的交互。

“虚拟环境”与美国国家航空航天局这样的“大科学”地点有关，当时很多正式文献都使用了这个词，它可能是由美国国家航空航天局的斯科特·费希尔创造的。

“远程呈现”用来表示与机器人连接时，你感觉自己成为机器人，或者至少处在机器人的位置上。对远程呈现的研究可以追溯到模拟时代，早在伊凡·苏泽兰，甚至艾伦·图灵（Alan Turing）之前。最近，远程呈现具有了更广泛的用途，包括在VR或混合现实中类似Skype的交互。

“远程存在”一词由杰出的日本VR研究开拓者多知进（Susumu Tachi）创造，它包括了远程呈现和VR。

我希望我能记起开始使用“虚拟现实”一词的确切时间，大概是在20世纪70年代，在我来硅谷之前，它既是我的北极星，也是我的新名片。

我喜欢“虚拟现实”这个词，因为它表达了虚拟世界中第一人称的存在，尤其是有人与你在一起时。在技术环境中，“现实”可以作为伊凡·苏泽兰“世界”的社会版。

20世纪70年代的嬉皮士文化痴迷于“共识现实”的想法，我一直不喜欢这种懒散的新时代哲学，可能是因为当我的想法失败时，这会成为我坠落的悬崖。在那个年代，我们经常听到如果所有人同时相信某一事物，那么任何事情都可以改变。天空可能变成紫色，牛可能飞起来。现实只是一个集体梦想，而悲剧都是坏梦想家的过错。

在我看来，对现实的贬低只会阻碍这种思维方式最积极的一面：如果每个人的想法都可以改变，也许世界可以变得更加宽容和智慧。即使在这种情况下，我们也很难知道人们应该思考或者期望什么。要使世界

变得更好，这个问题的解决不可避免。

在硅谷周围的信徒曾要求我们都向往乌托邦，但随后变成了自由主义，最近他们支持的是人工智能至上。完美的梦想还没有明确，也许永远不会明确，没有人为此做好准备。

无论如何，“现实”一词在20世纪70年代不仅仅具有乌托邦色彩，我也喜欢这种感觉，如果它不完全是文化负担的话。

据我所知，我也创造了“混合现实”一词。但当时我们最大的客户之一波音公司有一位工程师更喜欢“增强现实”，所以我们很高兴地使用了“增强现实”。我自己还是更喜欢“混合现实”。或许“搅拌现实”也不错？

现在，“增强”意味着为世界增加了注解，而“混合”意味着世界被额外添加了某些可视为真实的事物。

“虚拟现实”曾有品牌价值，因为它最初与VPL有关。在VPL，不是每个人都喜欢这个词。我们的首席黑客查克认为，这个词听起来太像“RV”，也就是休闲车的缩写。“听起来像是我们希望把老年人关在模拟世界里，这样我们就不用管他们了。”希望他之后会被证明是错的。

好了，下面是另一个定义。

第44个VR定义：如果你偏袒VPL的这些怪人，在20世纪80年代，你可能会用到这个词。

散漫的名字

在本书记载的事情发生很久之后，1999年秋，《全球评论》（*Whole Earth Review*）杂志刊登了我的一篇文章，描述了“虚拟现实”一词在当时的广泛使用，它用于指代很多事物。我摘录了以下内容，稍微进行了修改：

几十年前，我将一种计算机用户界面技术称为“虚拟现实”。社会和躯体两种特质共同创造了与孤独的虚拟世界完全不同的事物。虚拟现实成为人与人之间的间隔或连接，这个角色之前只能由物理世界担任。“现实”这个词很恰当。

当意识相信它所感受的事物持久存在时，就会产生“世界”。当意识相信存在其他意识与它共享这个世界，能够进行沟通，产生共鸣时，就会产生“现实”。之后再加上身体部分。意识可以占有世界，但身体生活在现实中，VPL的人体界面，包括手套和服装，既是为身体，也是为意识打造的。

流行文化幻想曲

我们现在不考虑实际技术，跟着流行文化幻想曲这个比喻，跳出实验室，进入宽广的世界。虚拟现实的隐喻潜力无穷，我们几乎无法跟踪得到。

以下是截至1999年夏，对目前使用情况的不完整统计：

• **违反真相的犯罪行为**：在上次总统大选中，4位全国候选人^[3]中的每一位都曾指责对手“活在虚拟现实”中，这还是他们

的委婉说辞。在其他时候，他们用的是“过家家”这种更过分的词。“虚拟现实”指的是不够友善和聪明，是一种错觉，而不是操纵。

- **一次创造力的全面胜利：**弗兰克·西纳特拉（Frank Sinatra）的CD（高密度光盘）封面上吹嘘“弗兰克唱歌时创造了虚拟现实”。这个词后来在小说、电影和唱片的大肆宣传中反复出现。

- **普遍异化：**技术文明使人与自然现实之间产生距离。不仅是马克思主义者所讲的与工作疏远，个人还因大众媒体和其他普遍技术的极度混乱疏远了自然生活。曾有人给我一个伪X世代中期的冰箱贴，冰箱贴上恶意书写的“虚拟现实”一词覆盖了诺曼·洛克威尔（Norman Rockwell）家族。在这里，虚拟现实在本质上被憎恨和恐惧电视的人视为电视的终极形式。

- **技术带来的狂喜或顿悟：**《华尔街日报》（Wall Street Journal）第一个关于虚拟现实的封面故事，竟然将其称为“电子迷幻药”。

- **技术带来的超越视角：**好莱坞剧本经常将虚拟现实作为赋予人物、观众知识优势的设备，认为带着护目镜的人会看得更远。在早期的《割草人》（The Lawnmower Man）中，知识常常用于统治世界或破案，而在最近的作品《黑客帝国》（The Matrix）中，英雄使用逃脱虚拟现实的能力，成为佛祖或基督式的人物，比普通人更聪明的人物。

隐喻核心的模糊性

为什么关于这种用户界面技术的隐喻会有如此多流行的引申含义？我认为原因是虚拟现实让人想起了计算机和数字化产品地位方面的未解之谜。

计算机科学家可能会将整个世界看作一个大型计算机或算法有机体集合，如树木或人类的集合。他们向公众提出了这样一个问题：现实和一台很好的计算机之间是否存在根本区别？

他们用流行隐喻的方式解释了虚拟现实的两面性。虚拟现实是超越的，因为如果现实是数字化的，就可以被编程，一切都会成为可能。你可以享受像梦想一样多元的宇宙，并与其他使用设备的人共享，而不是困在自己的头脑中。在相互关联的人们眼中，一棵树可以突然变成闪闪发光的瀑布。

另一方面，如果现实是数字化的，一切事物都与其他事物并无两样。幽闭恐惧很快就会到来：比特就是比特。当你看到树变成瀑布，你会意识到无论比特是树或者是瀑布，无论你是不是你，都不重要。

派对

曾经有一个派对场景，也不只是派对，它算是一个与VR连接的整个文化设施。不太好描述，这个场景有点尴尬。就像是因为终其一生都不会拥有一艘真正的太空飞船，所以太空旅行的梦想家选择待在寂寞沙漠中的一艘假太空飞船上。

最开始，大家通常都不会实际去体验VR，因为设备很少，价格也很高。因此先会有一些“大师候选人”对VR大肆谈论一番。发言之后还会有发言，然后是VR主题乐队、奇怪的派对装饰、奇怪的场所，这些都构成了人们对未来VR的设想。

怀着对旧世界VR的迷恋和思索，这场迷幻技术派对最后发展成了今天的“火人节”，至少是夜晚的火人节，不过人们再也看不到山了，只能看到人类发明的闪烁灯光。这个节日完全是对即兴拼凑现实的模拟，一种对模拟本身的模拟。

回想起那些VR主题派对的时光，我都会觉得内疚和愤怒，直至今天依然如此。愤怒是因为当时有太多的大师推崇者咄咄逼人地攻击我，希望以此获得声望。就像一个晦涩难懂的艺术世界或学术“小宇宙”里充斥着嫉妒和背叛，虽然最终的奖励少得离谱。我与其他真正研究VR技术的人建立了友情，但有不少演讲者只是在自我推销，毫无用处。那些江湖骗子利用这个机会推销自己的假药和其他骗局。

我感到内疚是因为有一些可爱的年轻人很关心这些活动，并从中找到了一种生活方式，我不再出席之后，许多人公开指责我背叛了他们。

在这些派对上进行VR演示也给我带来了很大的社会压力。有一段时间，在大型活动中，VPL会允许参加派对的人分批进来观看演示。大

型聚会可能是在废弃的工厂、遗弃的渡轮或其他一些令人毛骨悚然的旧金山湾区派对地点举行，每次会有一些人从那里乘坐秘密面包车到湾区附近的VPL办公室，整晚都是这样。

几个稳定的演讲者和乐队因此确立下来。我最喜欢的乐队叫D'Cuckoo，琳达·雅各布森（Linda Jacobson）是我最喜欢的GNF和VR专家之一。VR的“派对宇宙”会与迷幻世界和感恩而死乐队的活动重叠，成为湾区乌托邦和邪典文化的不规则且无尽目录中的一部分。

在伯克利山上潺潺有声的温泉旁坐落着一个19世纪的不规则形状的美丽木屋，这里聚集了一些神秘迷幻杂志的出版人。他们通过出版一本名为《Mondo 2000》的迷幻风格科技杂志，应和了VR派对的审美。（2000这个数字代表了极其遥远、超验和可怕的未来。）

《Mondo 2000》是之后许多硅谷熟悉的沉迷于晚熟风格的原型，一种鲜明的迷幻式疯癫。他们乐于为世界上任何新的事物起无意义的押韵名字，像是那些蹒跚学步的孩童对超级大国抱有的幻想。《连线》（*Wired*）最早出现时看起来像是模仿了《Mondo 2000》，但《连线》很酷，早期的《连线》人也在我们这个圈子里。[\[4\]](#)

女人

猜猜是谁住在《Mondo 2000》那间小屋里？是我在剑桥遇到的那个女人，我之前说过会娶的人。

我们在麻省理工学院第一次相遇后，仅仅几年内的时间，我就变成了名人。《危险边缘》会在电视节目中讨论与我相关的问题，我还出现在了杂志封面上。我就这样成了一个“圈内人”。

她低声说：“你会为人类历史带来一场革命。你会改变沟通、爱和艺术。我会在你身边。”

我们结婚了。这可能是我一生中最大的错误。

我现在很难再与她交谈，因为我会不停皱眉。我当时在做什么？

有些自大的男人和女人会让彼此觉得他们的名望确实存在。我成名后，在20世纪80年代末的硅谷，我看到也感受到了性和权力的巨大能量，这是一个似乎总有巨人在格斗，有鲸鱼和巨型章鱼的隐秘世界。年轻女性会花几个小时打扮自己，带给有权有势的男人些许神秘感，以此换得些“面包屑”。

后来我认识了几位玩这种游戏的女人，我成了她们的朋友，而不是对手。她们通常精通世故，完全有能力照顾自己，但即使如此，她们有时也难免被那些花言巧语所迷惑。

这就是我的生活，事实上，在20世纪80年代末，我曾经得意忘形，自讨苦吃。

浪漫与自负结合后的作用强大到可以重塑现实，包括重塑你周围人

的认知，就像史蒂夫·乔布斯著名的“现实扭曲力场”那样。

准确地说，这不是欲望，而是更强大的事物，是古老又深刻的人类事业，让你可以与伟大的历史人物交流，将你带入他们不朽的交际中。内心的虚荣“恶魔”会变成诱人的怪物，包围你和你的内心。“那些我们铭记的伟大科学家和征服者，你会加入他们的行列。”

因为太愚蠢了，我简直没办法再谈下去，但我希望指出这个巨大的陷阱，也许这样就能打破别人的“咒语”。我不知道当时有什么能打破我的“咒语”。

我和她在《Mondo 2000》小屋住了一段时间。她和《Mondo 2000》的主要编辑之一奎因·穆（Queen Mu）产生了巨大争执，穆占了冰箱的大部分位置，放置她所说的狼蛛毒液样品。我不记得这种毒液到底会对人有什么影响，只记得我的妻子说：“如果由女人掌管世界，战争就会少得多，但下毒会多很多。”

我们搬到附近由伊莎多拉·邓肯（Isadora Duncan）^[5]的圈子建造的一座华丽的、带有花环的仿希腊神庙。那些日子就像住在马克斯菲尔德·帕里什（Maxfield Parrish）^[6]的画中。我们参加了各式各样有关新奇事物的聚会。之后，我们在一座夸张又昂贵的房子里住了一小段时间，从房间里可以俯瞰旧金山，这座房子就像是个电影场景，就像是个声望的圣地。

她想结婚，但她谈到结婚时就好像结婚是一种奖励，是触底得分，是同花顺。回想起来，我不觉得她是我的对立面，她更像是一个陷入创伤和传统深渊的受害者。她身上有着漫画般夸张的淘金者性格，像是电影里的某个典型角色。我想，她是我身体里那个愚蠢虚荣的“怪物”的镜像。她的“恶魔”有一天把我的“恶魔”拖到了法院的结婚仪式上。虽然当时看起来像是幸福的，但实际上我在整个仪式中因羞愧和愤怒而流泪满面。她和我都因为可怕的、与生俱来的，但又不属于我们自己的虚假欲

望而一败涂地。

婚姻完全就是谎言吗？不一定。

除了欲望外还有热恋。热恋可以包括自恋、野心和不存在的童年幻影。生活变得如此热烈，颜色如此饱满，香味如此甜美，这些让你彻底缴械投降。我记得那种感觉就像现在的一个理论，一个结构，一个占位符，盛放着那些一去不复返的旺盛好奇心。

我奇怪又短暂的第一次婚姻中，最特别的是，经过这种自我诋毁式的迷恋后，又没有真正受到对方吸引，我感觉到一种纯粹的形式。用书呆子的语言来说，我感受到浪漫展示的力量，就像是计算，像是造就了我们并创造了生命未来的基因工程。迷恋可能转瞬即逝，但有些东西确实存在：与生活的纠缠书写了漫长的数十亿年的时光，在这个浩大的结构中，你只是一个微小的幼芽，或是下一个幼芽的护根。

但是，每一个小小的幼芽都一点一点引领着这数十亿年的开花结果。浪漫可能会使我们成为无能的傻瓜，但我们也在创造，我们是宇宙的艺术家。我能感觉得到。也许这一整个可怕的经历也是值得的。

黑暗家族

20世纪80年代出现了与VR相关的新文学形式：赛博朋克。在我看来，赛博朋克是对E. M. 福斯特（E. M. Forster）《大机器停止》（*The Machine Stops*）的延续，通常是些警示性的黑暗故事。

赛博朋克作品里的角色通常彼此操纵和欺骗，或者陷入不安的境地之中。弗诺·文奇（Vernor Vinge）写了一本名为《真名实姓》（*True Names*）的小说，后来又有了威廉·吉布森的《神经漫游者》（*Neuromancer*）。

我很喜欢《神经漫游者》。我有种荒谬的想法，觉得有人在召唤我支持赛博朋克运动。重现我和比尔之间的对话可能会是一团混乱，大致是下面这样的。

“尽管赛博朋克的目的是驱逐人类，但它也会吸引人们。”我这样说。比尔很愿意谈论赛博朋克。他听起来仍然像来自田纳西州，不过加拿大的生活最终改变了他的口音。

“拉尼尔，一本书不是被计算出来的，它已经出现了。我还是个孩子的时候，就被《裸体午餐》（*Naked Lunch*）所震撼，现在我可以想象到一个孩子被《神经漫游者》所震撼。”

“《神经漫游者》绝对会震撼年轻时候的你，毫无疑问。但是，你能不能试图想出一个更积极的未来？让人渴望的事情？因为你正在做的是使书中的一切更有吸引力，但实际上它却让人不快？”

“我可以试试，拉尼尔，但这就是结果。”

“我只是担心，科幻小说中有关计算机的一切都带着某种黑暗气息，这似乎无法起到警示作用。相反它们变得很酷，大家都想要。”

“我的工作可不是修复人性。你可以试一试，你其实是在创造。”

“哦，谢谢。”

“如果有机会重新来一次，我可能会试着开个VR公司，而不是写小说。”

“欢迎你来我们公司工作。”

“呃……”

当时我不知道，写一本不算好而只算还可以的书有多难。我希望当时我没有打扰到比尔。

后来出现了其他伟大的赛博朋克作家。布鲁斯·斯特林（Bruce Sterling）像是年轻版的海明威，有着得克萨斯懒洋洋的说话调子，尼尔·斯蒂芬森则是我们阿波罗式的学者。

如果仔细观察，你会发现早期赛博朋克小说中有对我的描述。我的思想可能飘浮而过。

奉承的镜子

自赛博朋克之后，VR相关小说大多是黑暗风格的，比如《黑客帝国》系列、《盗梦空间》（*Inception*）等。与此同时，科技新闻却坚决关注其积极的一面。

VR使新一代的记者非常忙碌，例如史蒂芬·列维（Steven Levy）、霍华德·莱茵戈德（Howard Rheingold）、卢克·桑特（Luc Sante）和《Mondo 2000》的肯·戈夫曼（Ken Gofman），也就是R. U. 赛瑞斯（R. U. Sirius）。在这里，我会主要介绍两位非常有影响力且与我私交很好的人物：凯文·凯利和约翰·佩里·巴罗。

凯文是一位值得信赖的朋友，虽然我完全不同意他的观点。我遇到他时，他正在为斯图尔特·布兰德的后期《全球概览》编辑和撰写文章，后来他成为《连线》的首席编辑。

在凯文看来，我们在软件中感知到的存在对象是真实存在的。我不这样认为。他相信人工智能，他认为心智界不仅存在，而且随着计算机联网也可能获得自主意识。我不相信这点。凯文认为技术是对其他东西有需求的一种超级存在。他认为这个超级存在是善意的。我很高兴推荐他的书《科技想要什么》（*What Technology Wants*），这是对我并不认同的哲学的最好介绍。

凯文认为我们都是刚刚得出自己的想法的，不应该将我们关于计算的想法神圣化。他开放又风趣。

有一次，约翰·佩里·巴罗声称清楚地记得他曾在黑客聚会上见过我，但我可以证明我不在那里。这很奇怪，因为他应该是对一切都记忆清晰的人，而我是生活得云里雾里的那个。

巴罗和我很快就亲近起来。我们有很多共同之处。他在怀俄明州一直是个牧场主，认为奇幻的城市生活大多是骗局，我也这样想。我们喜欢阅读和写作，这在科技界更为新奇。巴罗在音乐界工作，我们也有那个圈子里共同的朋友。

他是感恩而死乐队的作词，在当时，感恩而死不止是个乐队，还是乐迷的生活方式，所以巴罗备受推崇，地位很高。

我们的社交方式不同。巴罗像是一直生活在镜头前，他总是以一种或另一种方式被人围观，努力让自己说出的每句话都值得记忆，他喜欢和女士打交道，总在制定策略。[\[7\]](#)

我拒绝参加巴罗的聚会。我们只会单独见面，或者和另外一两个真正的朋友，而不是奉承者一起见面。确立这些基本原则后，巴罗和我越来越亲密了，我很喜欢他。

巴罗最初写VR文章时，有些偏激主观的新闻记者的味道，这很有趣。之后他与推定数字乌托邦的理论家产生了很大的共鸣。

这种变化对我来说很难接受。

虚拟现实在《神经漫游者》中被称为网络空间，记住，当时的规则是每个人都必须提出自己的VR术语。

巴罗采用了音乐人比尔·吉布森（Bill Gibson）的用语，把它重新用于描述他所认为的比特现实。

后来，在20世纪90年代中期，巴罗为网络空间书写了“独立宣言”，认为网络空间是新的狂野西部，但它又是无限的，永远超越政府的管辖，是自由主义者的天堂。

我曾认为巴罗对网络空间的重新定义是错的，但对此没有必要争

论，因为有足够的空间可以容纳我们所有人的想法。但巴罗是组织者，他最终将我放在了我不得不做出选择的位置。

[1] 克莱恩瓶是一种可爱又奇怪的几何形状，一个瓶子就在另一个瓶子内部。

[2] 这4位候选人是比尔·克林顿、阿尔·戈尔、鲍勃·多尔和杰克·肯普，按照今天的标准，他们任何人说的话都不算过分。

[3] 《连线》重塑了早期的计算文献形态。一半是书呆子式的系统思维，带着乌托邦的敏感性，意识到书呆子现在掌管了世界。我更喜欢另一半，即个人视角的迷幻狂欢。我作为早期特约编辑出现在杂志人员列表中。

[4] 伊莎多拉·邓肯来自旧金山地区，是现代舞的早期代表人物之一，也是众人皆知的自由精神人士。

[5] 马克斯菲尔德·帕里什是一位有影响力的美国画家，以渲染梦幻场景出名。

[6] 这不是我的判断，是巴罗自己这样描述自己：<http://www.nerve.com/video/shameless>。

[7] 多年来，所有计算机图形人员都在使用相同的茶壶模型来演示渲染技术。你甚至可以在皮克斯的《玩具总动员》中看到这个茶壶。

19

我们如何安顿未来的种子

虚拟权利，但不含虚拟经济权利

1990年，我受邀在旧金山教会区的一家墨西哥餐厅吃午餐，考虑联合组建一个新的组织来争取网络权利。VPL的首席黑客查克和我去见了米奇·考波尔（Mitch Kapor）、约翰·吉尔摩（John Gilmore）和巴罗。他们三人后来一直推进这个项目，成立了电子前沿基金会（EFF）。

不过我犹豫了。（查克一直在忙于编程，没有太多精力关注我们。）

我当时没有解释原因，还没有准备好向这些亲密的朋友说明我的怀疑。在大多数情况下，我都支持基金会工作，但我不支持基金会的基础理念。

电子前沿基金会旨在支持“隐私”，比如使用安全加密的权利，但它没有阻止他人在获得私人信息后进行复制。

早期的例子就是音乐。在新的乌托邦中，以前支付版税后才能合法复制的音乐现在可以“免费”复制。

我认为我们在拥有隐私的时候，也会在信息空间中形成新形式的私

有财产。这就是私人财产的意义。

一个人有空间才能成为个人。如果你分享的一切突然被拥有最大、最坏的网络计算机的人商品化，那么你注定会成为被监听的信息农奴。推进不含经济权利的抽象权利，只不过是施加在被遗弃者身上的残酷计谋。

我认为，“免费”音乐只会导致自动化最终完成时，没有人能够以此谋生。如果信息是唯一剩余的价值（一旦人们认为机器人可以承担所有的工作），而且信息是“免费的”，那么从经济的角度看，普通人将毫无价值。

当然，关于机器人工作的这种观点是个谎言，因为机器人实际上无法自己做任何事情，没有了人，机器人甚至不存在。在我的故事中，我对机器人和AI（人工智能）的敏感性非常重要，我将以两种不同的方式进行表达。在本章后面，我将回顾之前对这个话题的观点，附录三则是我目前的看法。

关键点是数字理想主义在1990年左右转向荒诞。我们开始基于比特，而不是基于人，去组织我们的数字系统，而人才是使比特有意义的唯一媒介。

统治世界的捷径

20世纪90年代初出现了名为万维网的网络框架，它迅速得到了关注。在数字网络中，如果一个设计开始是成功的，之后往往会不断成功。虽然万维网起初只是一个微小的新事物，我们很快就清楚地看到，它会使我们所有人沉迷其中。

部分原因在于标准降低，至少从我的角度来看是这样。万维网采用了网络设计的一点小变化，使其成为“网络空间”思维方式的完美载体。

早期的网络信息设计要求保留来源记录。任何在线访问的信息都可以追溯到源头。如果网上一件事与另一件事之间有链接，链接会是双向的。例如，如果一个人可以下载文件，那么提供文件的人会得知谁正在下载。^[1]因此，下载的所有内容具有上下联系，艺术家可以获得报酬，骗子也会被发现等。

之前的设计基于人而不是数据。没有必要复制信息，因为我们总是可以回到与人有关的数据来源。的确，复制在当时被认为是降低效率的罪行。

蒂姆·伯纳斯-李（Tim Berners-Lee）的万维网采用了不同的做法。这种做法在短期内更容易被采用，但在长期上我们付出了很大的代价。开始使用时，个人会简单地链接到网络信息，链接是单向的。没有人知道信息是否被复制过。艺术家得不到报酬，上下联系丢失，骗子得以藏身。

蒂姆的做法非常便于使用。任何人都可以通过拼凑他人提供的资料，快速大量地在网上发布信息，几乎无须任何管理支出或维护，也无须对其他人负责。

用现在的话来说，万维网像病毒一样扩散开来。我们当时却不是这样谈论话题的。“病毒”和“破坏性”这样的词在当时听起来仍是负面的和破坏性的。我们还没有被莫比乌斯-奥威尔式（Möbius-Orwellian）的科技演讲催眠。现在我们可以准确地描述正在做的事情，但我们会假装在嘲讽，这样自我感觉会更好。也许我们可以称之为“非奥威尔式”。

我还记得有一次与施乐帕克人员和泰德·尼尔森（Ted Nelson）一起浏览最早的网页。“真的有人会用单向链接的设计，真让人难以置信。”当时的普遍看法是，这是骗人的。但新生的万维网中存在无法否认的活动，比其他任何地方都多。

我们技术人员集体默许，屈从于忽略反向链接的决定，人为地使网络变得神秘了。也许我们担心，可知的网络不符合我们创造奇迹的能力，因为它已经存在很久了，于是我们选择了含糊的、不可知的网络。

没有了双向链接，我们就没有办法全面了解什么对应的是什么，因此，出现了完全人造的、无法追溯的特性，就像是在荒野上一样。狂野西部得以重生！但这是人为造成的。

我们开始使用万维网时会感到内疚。与网络一起长大的人一定很难体会这种感觉。

很久之后，谷歌和Facebook这样的公司通过提供部分映射服务获得了数千亿美元，而这项服务原本在万维网一开始时就可以做到。

这绝对不是批评蒂姆·伯纳斯-李。我仍然欣赏和尊重他。他没打算统治世界，只是为了支持实验室的物理学家而已。

尽管我们觉得内疚，我们也惊叹于网络的兴起。我曾在讲座中热情洋溢地赞叹它。这是有史以来第一次数百万人不是因为胁迫、利益或任何影响，而是因为项目本身的意义而共同合作。实际上，现在回想起

来，虚荣过剩曾是、现在仍是其动机之一，即便如此，那曾是支持我们人类乐观主义的伟大时刻！如果可以去掉网络无影无踪这个问题，也许我们就可以解决我们的大问题了。

我仍然觉得这是个奇迹，但它浮动于其上的基石是空虚的。我们付出的长期代价太高了。

微重力

在互联网普及的早期，存在的争议是：网络数字体验应该看起来是休闲的、无重的，还是通过成本和成果变成严肃认真的？例如，早期的杰出人物，包括埃丝特·戴森（Esther Dyson）和马文·明斯基，主张对电子邮件收取小额费用。如果电子邮件不再免费，即使费用很低，也能在很大程度上避免垃圾邮件。同时，人们会感激电子邮件，电子邮件本身也是个成本很高的大项目。

邮件付费的反对者赢得了这场辩论。他们认为，即使是最少的邮资也会为那些穷到甚至没有银行账户的人带来不便，他们也有使用邮件的权利。除此之外，当时人们普遍希望在互联网上创造无重的错觉。

提供无重服务时，互联网零售商不需要像实体店那样支付相同的销售税；云公司不会有同样的责任来监测他们是否因侵权或伪造获得收益。责任被看成负担或阻力，因为付费是对无重的冒犯。

同时，互联网的设计尽可能地简化，便于企业家进行实验。作为原始资源，互联网不能提供持久的个人身份关联符号，没有交易方法，也无法知道其他人是否与其所声称的身份相符。所有这些必要的功能最终必须由Facebook这样的私营企业提供。

结果，在之后的几十年，我们不计代价，甚至牺牲了谨慎和质量，疯狂获得用户。19世纪与20世纪之交时，硅谷的口号改编了鲍比·麦克费林（Bobby McFerrin）的著名歌曲《别担心，要开心》，鼓励大家“别担心，要拙劣”！[\[2\]](#)

我们最后得到的是一个未知的、特别的互联网。在本书所描述的时期里，我们使生活变得更容易，但整个世界在多年之后将付出沉重的代

价。

一方面，我们不信任互联网^[3]，每个科技公司和服务供应商都运行在自己的“宇宙”中，这些“宇宙”之间的裂缝为黑客提供了机会。

计算本身不存在草率或不严谨。例如，银行间的在线交易系统是很可靠的，没有人曾经侵入或泄露谷歌、Facebook等公司的关键运行算法，是我们自己选择了不严谨的网络。

看不见的手成为化身的手，变得可见时就得到了改进

对无重的向往源自一种愿望，即让数字网络成为针对一个永久无解问题的便捷解决方案。最终人们有可能摆脱乏味和烦恼，实现独特个体之间的真正自由的合作，推进不受政治影响的民主形式，实现卸去其他人的权利负担的自由，消除危险的无政府状态。要做到这一点，唯一的方法是让人们不那么真实。

让我感到惊讶和悲伤的是，许多数字思想家将其激烈的、形成中的VR体验内化，进而导致了很多人在我看来是信息时代巨大混乱的东西。巴罗只是其中之一。他直接从对VR的迷恋转移到我认为的对理想信息时代社会的可怕规划。

也许，我们的分歧与我在农场而巴罗在牧场长大的生活经历有关。栅栏是他的敌人，却是我的朋友。

如果以网络空间的方式思考网络中的比特，那么网络就是个悬浮的世界。你不能指望别人的帮助，同时你也不用承担责任，你可以自由漫游，你可以摘取土地上的果实，获得免费的内容和服务。

这是牛仔的想法，电子前沿基金会的名字中就包含“前沿”一词，巴罗著名的“网络空间独立宣言”中更是反映了这一点。[\[4\]](#)

至少这是个实际上有益于黑客的方案。真正的西部世界（与电影中的不同）很少对骑兵或持枪者宽容。虽然最终的受益者是那些拥有大型云计算的人，就像在真正的西部世界中，拥有了铁路和矿山就拥有了一切。

巴罗还算温和！有些黑客倾向于更极端的黑客至上，巴罗对此也很

沮丧。

在万维网存在之前，曾有个无处不在的、类似于电子公告栏的服务，名为Usenet（新闻组）。Usenet出现于1980年左右，比互联网要早得多^[5]，所以在1987年左右，它已经不算一个新组织了。Usenet在1987年经历了重组，来支持“用户创造话题”的混乱大爆发。重组者之一就包括后来电子前沿基金会的联合创始人约翰·吉尔摩。这个无政府主义的“新宇宙”被称为“alt. hierarchy”（另类层次）^[6]。

令人诧异的是，其中出现了很多色情内容，同时也出现了另一个问题。在“alt. universe”（另类宇宙）上的交流开始变得极端，例如，现实中最应受到谴责的人，如恋童癖者，也建立了论坛。

更糟糕的是，理智的人们开始通过在线体验发生改变。我知道一些黑客起初只是游走在边缘，但在网上，他们陷入了相互强化的偏执模式，阴谋论得以放大，任何持不同意见的人都受到欺凌。这在当时只属于边缘现象，几十年后却造成了可以改变世界的后果。

我要解释下，“alt. ”的大部分内容都很棒。我曾经在上面谈论过奇怪的乐器，但其令人讨厌的边缘地带也很显眼，而且难以避免。垃圾邮件由此诞生了，“怪物”开始出现并迅速发展起来。

新的媒介将极少数人最黑暗的部分激发出来，而这部分人就在你面前。我们突然间有了可以连接人们的新式全球网络，但即使“怪物”只潜伏在偶尔出现的桥梁下，这也改变了你过桥的方式。

政治讨论小组开始合并，而且变得更加易怒。想法来自左派或是右派并不重要，只要它包括了广泛和恶意的伪技术阐述并贬低了圈外人，就可以了。对“特定失败者”（通常基于性别或种族）的敌意令人震惊地大幅增长。

（关于退化社会的规模模型如何爆发，进而形成主流政治和社会的故事，请见附录三。）

我很爱巴罗、米奇和约翰。我们会一起找个方法，度过这段时间。

事实上，我和巴罗还有米奇参与了后来菲利普·罗斯代尔（Philip Rosedale）创立的公司，名为“第二人生”，它指出了一种解决方法。

可能有人没见过，《第二人生》是一个屏幕上的虚拟世界，里面的化身在PC或Mac上进行了优化（在智能手机出现之前，这一点很重要）。在《第二人生》中，人们可以创造、购买和出售虚拟物品，如化身设计、虚拟房屋所用的虚拟家具等，所以这个世界里会有经济增长。

我不是说这个设计很完美，但它很好地证明了人们在购买和出售自己的比特。为什么社交媒体不能这样做呢？游戏中的一点点“重力”、一点点“触感”就会削弱互联网政治吗？

《第二人生》还可以用于证明之前Kinect破解讨论中提到的现象。通过3D图形和化身建立的虚拟世界激发了关注个人价值的经济实验。计算机内部的数据不再那么抽象，也更便于透过比特了解人们。

与此同时，社交媒体等“网络空间”的出现促成了双层方案，其中普通人群以货易货，所有者则从所谓的广告商那里获得真正的巨额报酬。^[7]这种模式以最快的速度产生了历史上最多的财富，加剧了已经使大部分发达国家失衡的财富聚集危机。

正如我之前关于Kinect数据所说的那样，相比于仅仅将虚拟现实作为一种隐喻方案，虚拟现实数据的经验更有利于信息时代的健康发展。虚拟要优于虚拟的虚拟。

第45个VR定义：以人为本、基于体验的数字技术有

望推动数字经济，使作为价值来源的真实个人不被忽视。

硅谷仍然过于相信比特。有很多严肃的对话都是关于在虚拟现实
为普通人、消费者提供虚拟永生的。雷·库兹韦尔（Ray Kurzweil）推动
了这一想法。还有些硅谷领袖投资了一些很疯狂的项目，来实现自己在
生物上的不朽。

宗教的诞生

说起人们太相信比特时，最糟的借口就是AI。我整理了本书出版时期内的AI话题如下。我和我的朋友曾就此展开过多次论辩。

在人们还把AI当成一种宗教（但其实是已经跨过的门槛）进行讨论时，我曾嘲笑过AI。现在AI成了一种敏感的信仰，相信它的人希望AI能带来不朽，联合分离的部分，或者自动解决人类所有的问题，用无限的智慧统治我们所有人。见证宗教的诞生真是一种神奇的体验。[\[8\]](#)

因为我见证了AI的诞生，在我眼里，AI起初是老式的、单纯的、没什么思考的实验，后来变成了获得融资的有效故事，最终爆发成为古怪的信仰体系，使得它本身的进步都显得不再那么有用。[\[9\]](#)同时，鉴于目前人们对AI的真实信仰，我必须把讨论姿态转换为自由和宽容模式。

宗教宽容必须是双向的。我认为除了人们解读的内容，比特没有任何意义。我希望至少能够有自由基于这个前提探索未来社会。但有些AI信徒已经变成狂热分子，甚至认为其他观点不可以存在，宽容根本都不在讨论范围内。

回到1990年左右的小湘菜馆。

一个硬件工程师一边吃饺子一边说：“好吧，拉尼尔，在AI问题上，我同意你的看法。我被AI吓坏了。我做噩梦梦到计算机突然进化了，只吃人类，直接除掉了我们。我不相信他们会喜欢我们或者把我们当成宠物。”[\[10\]](#)

“天啊，你并不同意我的看法。害怕AI比喜欢AI更糟糕。如果

你害怕AI，说明你最相信AI。如果你让人害怕魔鬼，这不仅是在宣扬宗教信仰，可能还是在促进宗教的偏狭专断。人们害怕时就会变得偏执。”

“恶魔不是真的，但是计算机是真的。”

“如果AI只是我们在设置好的比特中看到的幻象呢？如果这是一种避免人类承担责任的方法呢？”

“这个问题已经争论了几十年。当人和AI难以区分时，AI就是真的。图灵测试就是这样。”

另一个大胡子黑客刚才一直在吃面条，现在他开口说：“他已经有了答案。”

“对。你认为人们会停留在原地等着AI赶上我们，然后超过我们。但是，如果人们是动态的，甚至比计算机更快呢？如果你在计算机之前改变了自己呢？如果你让自己愚蠢只是为了让计算机看起来很聪明呢？”

“这永远不会发生。”

现在我必须用最近的故事来捍卫自己之前的观点。这已经发生了！现在，计算运作着我们的生活，我们一直让自己愚蠢，而让计算机看起来很聪明。

想想奈飞（Netflix）。

奈飞声称它的智能算法可以了解你，为你推荐电影。奈飞还提供了100万美元的奖金，奖励能让算法更聪明的点子。

奈飞算法的问题在于它无法提供完整的目录，尤其是最近热门电影的目录。如果你想到某个特定的电影，可能它无法在网上播放。推荐引擎类似于魔术师的误导，它分散你的注意力，让你注意到并非所有电影都可以看到这一事实。

智能算法也是如此。人们是不是让自己显得盲目愚蠢，让算法看起来非常聪明？奈飞的做法令人钦佩，因为奈飞就是要带给你戏剧性的幻想。做得好！

（顺便说一下，过去几十年，人们自以为是地恶意攻击版权，要求制作者“免费”自愿提供艺术和娱乐，可现在奈飞和HBO等公司让人们为好的电视节目付费时，你看看发生了什么？我们正处于所谓的“电视巅峰”复兴。）

与奈飞算法类似的误导行为为你带来了朋友、恋人、花销和不安全的经济诈骗。网络上似乎有太多的选择，我们无法自己挑选。生命短暂，所以你放弃了质疑，转而相信这些算法，一个傻瓜诞生了。

一位看起来甜美又悲观的数学家慢慢喝着馄饨汤，说道：“拉尼尔，你把VR当成了AI的对立面。但它们不会融合吗？我的意思是，想想摩尔定律，我们应该可以算出在哪一年VR性爱会比真实性爱更棒。算法会了解你，自动为你设计最终的伴侣。我做了些初步计算，我认为那可能会发生在2025年。”

这个想法已经被称为“性奇点”[\[11\]](#)。你可以花一整天的时间去了解它。也许我可以把这个留作读者练习？在这里，我只引用几句我的典型回应：

“你是在倒过来想。这不是算法可以为你做什么，而是你是否可以拓展自己的想法。一天结束后，这就是计算机可以帮我们做的。为什么不把性爱看作你可以提升自己的事情？你不仅要和别人

接触，你还会活着、成长、变化，而不是与算法陷入循环中。如果设备为你计算出了完美的性爱体验，那么真正发生的是，你在斯金纳箱中接受了完美训练。不要做小白鼠。”

人们告诉我AI算法有一天将可以谱出理想的音乐、写出理想的书籍或导演出理想的电影时，我的答案是相似的。前提从一开始就颠倒了。

“但是如果人们喜欢呢？你现在那么高傲，但是如果有人喜欢自动设计的虚拟情人，以及由算法专门为他们创建的完美书籍和音乐呢？你是在挑剔，我们都有权拥有自己的审美。”

“我们都想成为优秀的工程师，对吧？我的意思是，当我们把机器当成人时，我们就把让我们成为优秀工程师的反馈回路颠倒了。”

“你把简单的问题复杂化了。”

“不，想一想。当你让一个人信任人格，相信另一个人真的是人时，就会产生尊重。你不能重新设计人，那是法西斯主义。你要让人们自己发明自己，即使他们很烦人。他们确实经常是这样，但那就是我们爱人性的原因，对吧？开放的不可预测性、多样性。如果你决定把计算机当成人，你给了计算机同样的尊敬。这意味着你失去了计算机设计决策的基础。你无法让他们变得更好。”

“也许我们需要避免过于敏感，接受我们需要重新设计人的观点。”

“天啊，不。”

“我不明白，如果你不同意需要重新设计人类，那么怎样建立心智

界。至少要有点儿！”

“我不觉得必须尽快地建立心智界。《星际迷航》的基本原则有错吗？[\[12\]](#)不要自上而下的设计者，让文明自行出现，然后才有深度和多样性。急什么？”

“听起来我们像是决定如何处理地球事务的高级外星人。”有人低声赞同。也许那就是我们当时的身份。

一个瘦得像铁轨一样的小伙子正在挑鱼里面的小骨头，他觉得该把话题转回来：“你说AI不是真实的，唯一依据就是它现在还不是真实的。等它实现后，就会有大量的证据。”

大胡子一边吃着面条，一边说：“小心，拉尼尔的‘过早的神秘减退’要抨击你了。”

“我想那个观点已经折磨过你很多次了。我们是否可以同意，所有人都可能对事情的发展感到惊讶，我们都不应该如此确定自己知道未来会发生什么？”

“这是不证自明的。摩尔定律告诉我们，计算机未来会比现在厉害数百万倍，之后会再进化，再进化。它们会超越我们的大脑。它们将享有权利，要求权利。”

“那我只能再次用我的移情圈理论来回应你。如果你的移情圈过大，就会变得无力，这不会帮助任何人。当你开始支持这些完美的小生命，也就是我说的“特殊代理人”时，你就会变得可笑，就像有的人会因为不想杀死细菌而不再刷牙。”

在座的人不自在地喃喃低语。

“你拿这一点举例，不太公允。我认为你真正不喜欢的是，你将因为虚拟生命支持而被起诉。”（我们会在下一章中看到这个故事。）

“我希望你们至少想想，我们该如何向世界上的非技术人员解释。如果你听到巫师说他们会创造出更高级的生命，守旧的人会被淘汰或者成为宠物或者其他的什么，你会怎么想？你不觉得这会让他们不信任现代世界吗？他们不会恨我们吗？他们不会成为骗子的目标，转而相信科学不是他们的朋友吗？我们要为非技术人员服务，这难道不是我们工作的全部意义吗？”

当你读到机器人值得同情的评论文章时，请记住以下观点：科技作家有个坏习惯，他们善于表述一些在特定时刻服务于大科技公司利益的“大想法”。谷歌通过侵犯版权迅速获得前所未有的财富时，曾有很多文章批判版权多么罪恶。同样，Facebook首次将个人数字身份变为商品并进行垄断时，有大量的“激进”文章赞扬隐私终结和集体性价值。[\[13\]](#)

“那么，如果巨型机器人或超智能纳米粒子群决定没必要留下你，你的想法也不重要。你会被消灭，你也无法继续讨论它们是否真实。”

“你现在惹着我了，还记得生存研究实验室中，那只操作带喷火器坦克的豚鼠吗？动物知不知道自己在做什么并不重要。为了看表演，你需要签合同，承诺不起诉把豚鼠放在驾驶座上的人，而不是不起诉豚鼠。”

发现摧毁人类的邪恶AI机器，与发现科技人员和军队无能为力，二者唯一的区别在于第二种解释可以被起诉。

你每次相信AI，你就会不那么相信人的力量和价值。你正在消解自己和其他人。

第46个VR定义：VR = -AI（VR是AI的对立面）。[\[14\]](#)

我知道这会怎样被解读。VR的推崇者说VR是实现数字信息的最好方法。他反对AI，反对社交媒体，还反对万维网！他是想告诉我们他做的才是最好的吗？谁不这样说呢？

我也只是人，不能说自己没有偏见。

我的观点是，VR是实现数字技术最清晰的方法，其原因类似于专业魔术师也是最好的魔术解密者。从霍迪尼到佩恩和特勒，再到神奇的兰迪，魔术师非常善于看穿和拆穿把戏。同样，《流言终结者》（MythBusters）也是电影特效专家。以创造幻想为职业的人都了解幻想。

VR科学家是科学的幻术师。我们告诉你我们在骗你时，说的是真话，我们指出我们不是唯一的骗子时，你应该认真考虑一下。

第47个VR定义：一种全面幻觉的科学。

爱工作，而不是爱神话

不要误会我。我所在的实验室恰好是世界上最好的AI实验室。我们对完成的工作感到非常骄傲。

我不“相信”AI。我希望我们能不同的术语和方式来构造工作。我们所做的事情是数学和算法、神经系统科学、云建筑、传感器和执行器，这些都很棒，都有用，甚至对我们物种的未来至关重要。但是，如果我们能用另一种方式描述我们的成就，我相信可以变得更好。

我的很多同事都不同意我的看法。大多数科技新闻人以及很多股东也不同意。请注意，我在这里讲的不是共识。

我的许多同事认为AI是我们构建的事物，而我认为AI是用来包装我们所构建的事物的。不同情形下，这种分歧可能是有意义的，也可能是无意义的。

如果程序应该像是可以对话的模拟人，而且这个幻想就是我们的目标，那么我们显然别无选择，只能把它看成AI。

如果除了这个幻想外，我们还有别的目标，比如提高医疗记录分析效率，那么我一直认为我们应该试着抽出医疗记录分析相关的算法，看看能否设计出尽可能清晰地展现结果的用户界面，而且不涉及虚构物体。根据我的经验，我们这样做时，速度会很慢，需要很多努力，但是结果往往会很好。

VR在清晰表达复杂事物方面的能力令人惊叹（想想记忆宫殿的效果，或孩子可以学习操纵四维物体的方式），所以非常适合解决这样的问题。

从这个观点再引申一步，如果我们没有优化的用户界面来查看分析结果，怎么确定机器人是在向我们展现最有用的结果？换句话说，如果我们依靠机器人了解重要事物，了解如何最好地进行表现传达，那么如果没有其他方法来检查机器人的工作，我们怎么知道机器人有用呢？所以我认为我们应该先攻克高级用户界面这一难关，可能是通过VR，然后再考虑用AI包装。（这种优先级反映了附录二所述的表现型理想：中间结果应该始终采用可理解的用户界面格式。）

我知道，如果跟别人说你正在开发工具，用于在医疗记录中找出我们之前未能发现的模式，这听起来很无聊，但如果说我们正在开发完成这一工作的机器人就听起来很棒。如果说我们在用VR实现这一点，会不会更令人激动？

无论VR是否会更好，即使在基础技术是美丽和必需的时候，AI也会使设计更混乱。我们应该先做哪个？坚持做一个爱幻想虚构的人，还是确定一个目标，比如改善医疗记录分析？

外星人VR

我要提到的最后一个VPL时期留下的文化遗产是，一种可能比AI信仰更极端的比特信仰。如果AI成为新的宗教，那么我们会遇到新的经院哲学，变得更加书呆子气。

有一批技术人员相信我们已经生活在VR之中。用格雷戈里·贝特森（Gregory Bateson）的理论来说，除非他们的信仰变成有害的痴迷，这种观点不会产生任何影响。黑客最大的恐惧是被黑客攻击，如果我们已经生活在VR中，那么也许我们很容易受到元黑客的攻击。

回到像小湘菜馆这样的场所，在我讲话的问答环节上，经常有人问这个问题：我们怎么确定自己是否已经身处VR之中？

我在不同的时间回答不一样。只要我们能观察到的物理世界性质——实验可以重复，优雅的物理定律从未被违背，这就表明如果我们是别人操作的VR中，那么操作者没有进行微管理。我认为，相信虚拟操作者的存在类似于相信上帝，不过虚拟操作者只是拥有超级能力的初始神，而不是超越的神或具有道德意义的神。

这谈起来就很长很长了。

我曾经提出另外一个观点：运行VR系统的神为什么不会被嵌入另一个更高级的神操作的VR系统中？在原始神链条的顶部将会是最深远的神的概念，不用考虑中间的所有神，一样可以接触到。终极现实总是在你面前，为什么还要考虑中间的神呢？

或者，我曾预测量子密码学的成功将表明没有人观察我们，我们并非以任何会产生重大影响的方式存在于VR中。量子密码学使用自然最

基本的特性，证明消息以前绝对没有被读取过。无论是人还是神，观察的行为会改变量子系统。

量子密码学最终成功了！所以，如果你相信这个观点，现在就不用那么担心我们可能身处VR中了。

另一个论点通常与尼克·波斯特洛姆（Nick Bostrom）等哲学家最近的工作有关，但最初成型还要回到小湘菜馆。[\[15\]](#)简单来说：如果存在大量的外来文明，就会有一批文明能够开发出高质量的VR，会有许多VR系统在运行，但真正的宇宙只有一个。因此，当你发现自己在现实中时，很有可能会是在VR中。

我对这个观点和类似观点的回答是，可能不止有一个真正的宇宙。想想李·斯莫林的宇宙景观论，宇宙会进化出支持有趣化学进程的特性。李提出这个想法后，出现了各种变体。弦理论现在有自己的宇宙景观版本。这些理论中，有的认为可以有无数个宇宙，所以将宇宙数量与其中运行的VR数量进行比较不是个明确的问题。你最终可能是用无穷比较无穷，所以还是不要担心了。

这些都不重要，但我知道已经有几位年轻的男性技术人员，因为过于担心这些问题而伤害了自己。因为他们相信VR操作者会毁灭与自身利益或存在相悖的人类或整个宇宙。

这并非在暗示存在一个邪恶的操作者或神，它可能只是网络达尔文效应。你看，我们可能正在发明一个超级AI，类似于神的黑客。如果我们的现实没有出现这个结果，它就不会出现，就像没有遗传下自己基因的动物一样。那些钻牛角尖的年轻人相信他们的想法可能会毁灭自己，或是整个宇宙。他们用精神困住自己，以免有犯罪的念头。[\[16\]](#)但大多数人只是消化不良和失眠，虽然也有谣言说有人自杀了。

针对这种痛苦的解药就是不要想太多，用VR进行真正的物理研

究。研究传感器，感受实际现实的美丽质感。与真正的人一起工作，你甚至可以放弃VR部分，只和真正的人在现实中工作。

另一个解药就是想出更具异域感、更有趣，但不是自我毁灭性的理论。

我和现在的布朗大学的理论物理学家（也是爵士音乐家）斯蒂芬·亚历山大（Stephon Alexander）想出了这样一个疯狂理论：如果宇宙中存在大量智慧生命，那么外星人肯定会想要最强大的计算机来运行VR。

外星人会更喜欢时空拓扑量子计算机，因为这是最好的选择。这些假设的计算机通过在时间和空间上打结来存储信息，进行计算。我们的想法是，这类计算活动过多的话将会改变宇宙曲度。

显然这个想法很疯狂，但我们还没有其他更理智的想法可以解决决定宇宙曲度的宇宙常数要比它应有的数值小得多这个问题。那么为什么不是外星人的计算机在影响宇宙曲度呢？宇宙常数将能够衡量宇宙硬盘的存储程度，因为外星人的信息广泛存储在整个可见的宇宙中。我们看着夜空时，不仅看到了一个充满生命的宇宙，还看到了有其他生命入侵的宇宙。外星人计算机太夸张了。球形列队的宇宙飞船将激光朝内使用，来操纵微小的黑洞。^[17]

外星人VR可能已经在帮我们了。没什么好担心的。

^[1] http://guykawasaki.com/the_art_of_inno/.

^[2] 美国总统特朗普建议公民不要依赖互联网：“如果你有非常重要的内容，写出来，通过快递这种老方式寄出去。”之前发生过类似的事情吗？汽车行业成为国家的领头行业时，一国总统有没有阻止公民使用汽车？（<http://www.cnn.com/2016/12/29/politics/donald-trump-computers-internet-email/index.html>。）

^[3] <https://www.ef.org/cyberspace-independence>.

[4] 互联网之前已经有联网，但都是分散联网，互联网是政治上实现的网络互通。

[5] 它被称为层次的原因在于利用树形结构划分话题。例如，树上有一片叶子叫alt.arts.poetry.comments（艺术诗歌评论），另一片叫alt.tv.simpsons（电视辛普森）。在2017年仍然有大约两万个这样的活跃团体。

[6] “广告”一词不能精准地表示大部分线上广告。你可以在附录三中读到我的观点。

[7] 这使我重新思考古代一些宗教的诞生方式。第二代信徒总是比第一代更虔诚吗？

[8] 与早期让AI管理人类事物的极端方式类似，这些想法用处不大。例如，市场是有用的，但是极端的自由主义者认为市场应该是人类事务的唯一组织原则，或者不受监管的市场将永远趋于完美，这样的观点妨碍了市场发挥作用。同样，民主是有用的，但认为应该尽可能多地通过民主程序做任何小小的决定，也削弱了民主的作用。宗教也类似，我就不详述了。

[9] 斯蒂芬·霍金（Stephen Hawking）和埃隆·马斯克（Elon Musk）是当前代表这种恐惧的主要公众形象。

[10] 性奇点假想在未来某一时刻，VR性爱将比真实性爱更具吸引力，根据这一典型框架，女性将失去对男性的掌控力。

[11] 《星际迷航》的虚构宇宙中著名的基本原则是不要干涉技术落后星球的事务。

[12] 疯狂效忠软件的一个极端例子是公司成为人，至少根据美国最高法院的说法是这样的，公司同时也成为算法。

谷歌和Facebook等公司的运行算法从未被黑客入侵，因为它们是新经济中唯一的决定性资产。所有其他比特都是别人的问题，但算法会受到严密的保护。

讨论过开源和共享之后，这些算法是地球上唯一被成功保护的秘密。任何其他资产，也就是内容，都由第三方提供，这样这些公司就可以免于承担责任。

最高法院裁决与新经济惯例的结合，难道不意味着美国已经支持算法不仅是人，而且是超人？我们有没有意识到我们已经这样做了？

[13] 一个相关的表达方式是，AI就像交换了时间和空间的VR。也就是说，VR中的化身是对实时反应的人的空间修改。例如，一个人可能会变成龙虾，但他仍然能与其他人和环境中的一切进行实时互动。但AI是从人们中搜集数据，之后通过所谓的AI角色进行映射和重演。AI实体不是实时化身，这让人们幻想它根本不是化身。AI程序运行时，提供数据的人们不在房间内，所以我们很容易想象AI程序拥有独立人格，而不是反映了人类数据、资金和能力。

[14] 机器人专家汉斯·莫拉维克（Hans Moravec）可能是其开山鼻祖。

[15] 我不想在这里全面解释这个问题，因为没有任何意义。如果你好奇的话，可以去查下“罗科的蛇怪”。

[16] 微软研究院正在研究拓扑量子计算机，但是他们还没有使用黑洞，所以我们目前还没有改变宇宙的形状。

[17] 当时，许多黑客出于隐私的考虑支持单向链接。

有人会问，如果能对什么人得到什么消息进行跟踪，会不会不好？那样做会不会出现监视型社会？我的反驳是，如果匿名复制使信息变得毫无价值，那么随着技术越来越受信息所驱动，大多数人将会处于不利地位，因为他们的贡献不会获得回报。这将使所有的权力和财富集中在最强大的网络计算机的所有者身上，而那些所有者仍然能跟踪任何地方的任何人，因为他们最终将控制网络。

我讨厌自己当时不得不这样想，我也讨厌现在看起来我好像是对的。

特别的是，单向链接在以微妙的方式破坏资本主义。回想起圣克鲁斯的虚伪或有吸引力的雅皮士，他们通过拒绝他人获得信息而赚钱。我喜欢市场和资本主义，因为它们有办法避免奥斯卡·王尔德发现的严重问题（太多会议），同时不屈服于独裁者。但只有各方都有与他人不同的信息时，市场才有效力。这种信息的不同为市场上的不同参与者提供了多样化的机会。如果某些计算机可以积累比普通人所用的计算机更多的普通人信息，那么顶级计算机的所有者将开始累积极大的财富和权力。我们今天已经在优步这样的大公司看到了类似情况。工人阶级的工作不再那么安全，运行监督计算机的少数人则变得非常富有。整体上看，虽然万维网为最大计算机的所有者创造了巨大的机会，但从宏观上看，它一直都是非常反市场的。我在《互联网冲击》一书中更充分地表达了这一观点。

20 1992年，出局

微观世界

1992年，一切都变了。在VPL里，伴随着一系列奇特的活动，这一年如我所愿地开始了。

精彩项目包括我们将德国、美国加州和日本的人们在生动、共享的虚拟世界中联系起来，并让他们横跨各大洲远程操作机器人。我们小心翼翼地将机器人的手放到化身的手里，让化身拿起手术工具。手术模拟已经扩大范围到了大脑。

在20世纪90年代初，VPL就开始了一个雄心勃勃的秘密项目，名为“微观世界”（MicroCosm）。它是第一个独立的VR系统。它的基本单位包括跟踪传感器和一台个人计算机，其中各种特殊卡片被嵌在一个漂亮而弯曲的塑料雕塑中。它本将以约7.5万美元的价格完成销售，这在当时算得上是显著的成本降低了。

微观世界的眼机可以转换成手持立体观看器，有点像歌剧眼镜。使用者可以手持手柄把眼机立在眼前，而不需要总是用头环安放，这样人们就可以随时进出虚拟世界。在该配置中，虚拟世界的视觉访问可以随意共享。发型也不会被弄乱。手柄也是一个控制装置，配有传感器和主

动触觉反馈。用户的另一只手，通常是惯用手，可以戴上手套。

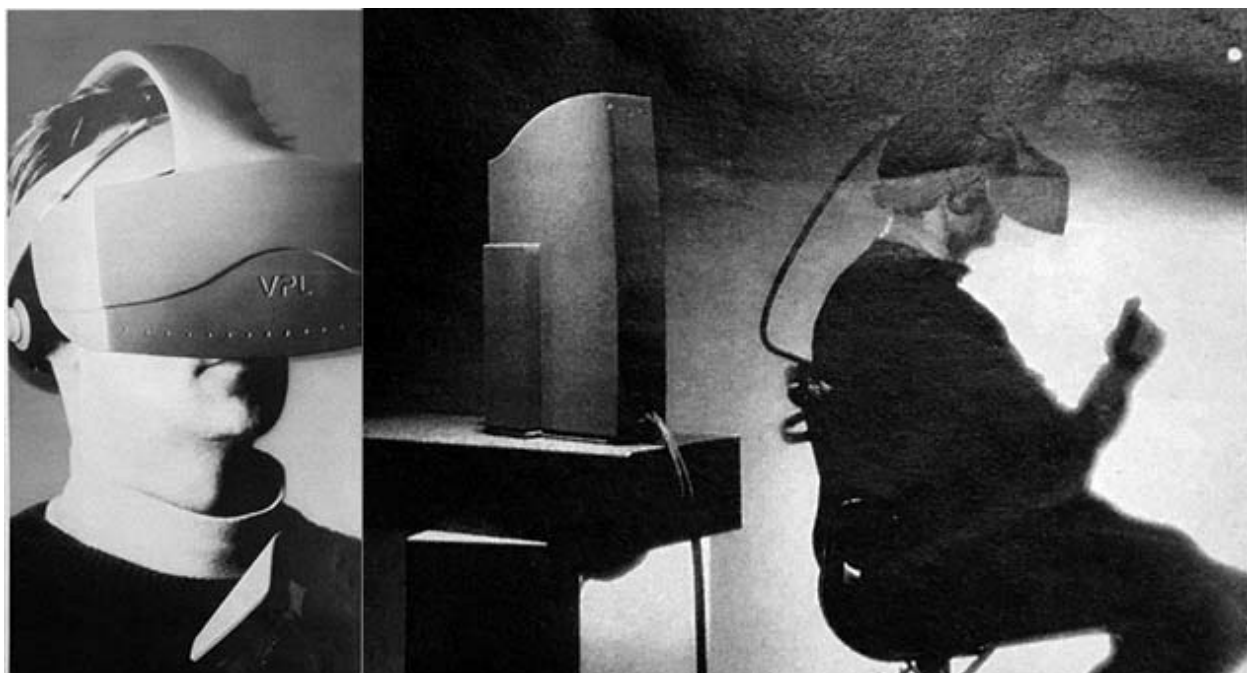


图20-1 从未发货的VPL微观世界VR系统原型的照片。微观世界由艾迪欧公司（Ideo）为VPL设计，本应成为第一个独立的VR系统。未示出的是具有触觉表面的可拆卸手柄，通过它可以举起头戴设备，而不需要头环，这非常像歌剧眼镜。这些图片来自1992年10月发行的《大都会》（Metropolis）设计杂志，是唯一公开发表过的图片。微观世界被认为是最能代表美国设计的产品，不仅仅这一年是，一直以来都是这样。



图20-2 微观世界项目团队的部分人员正在进行原型测试。从左到右依次是：我、安、“彗星”米奇·奥特曼、戴尔·麦格鲁（Dale McGrew）、戴夫·莫里茨（Dave Molici）、戴维·莱维特和迈克·泰特尔。

微观世界使用的并不是硅图公司的冰箱大小的计算机，而是采用了由我们的英国合作伙伴和经销商DIVISION公司为个人计算机设计的第一个3-D显卡。微观世界可以用配有手柄的小巧软箱进行运输，运输简便，安装迅速。

微观世界比我以前尝试过的任何VR系统都更美观、更好用、更舒适。可是对一家小公司来说，它依旧非常昂贵，因此，它从没有真的卖出去过。

VR陷入电影的困境

1992年年初，我们还没有搬到拥有大八角窗的新奇大楼里，当时我们正在打包。也就是从那时起，我们开始感觉到现实世界变得太奇怪了，随时可能会走向破裂。

在昂贵的公寓可以直接建到水面上之前，有一个汽车影院恰好停在海湾的砾石上，房东通过它赚了点小钱。VPL公司面向内陆的窗户成了模糊屏幕的框架，高高地悬在汽车里约会的夫妇头顶。通常我们可以看到蹦蹦车追逐和伤感的亲吻，但在1992年，我们看到的是我们自己。

《割草人》是一部使用真正的VPL装置作为道具的科幻电影，讲述的是阴谋收购一家VR公司的故事。皮尔斯·布鲁斯南（Pierce Brosnan）扮演的大概就是我的角色。

这部电影以斯蒂芬·金（Stephen King）小说的改编为开始，但最终成为一个关于阴谋的故事，说是受到VPL真实故事的启发。[\[1\]](#)但至今为止，我还真的不知道到底怎么就是真的了。

据新闻报道，我们心爱的VPL已经成为法国情报部门的关注目标。法国人显然认为我们掌握了有价值的技术秘密，或者基于这一前提，至少有一名法国官员欺骗他的上司去资助冒险行为，按照推测，我们的法国投资者和董事会成员与渗透到硅谷各公司的更广泛的秘密行动有关。

荒唐是“美味的”。法国人！渗透VR公司！一家报纸头条写着：VR已经被渗透。另一家报纸上写着：VR公司几乎不存在。



图20 - 3 《割草人》中使用的VPL设备

《国家问讯报》，一家可靠的超市小报，撰写了一篇恳切的文章，透露中央情报局雇用了一个秘密地下间谍组织，他们的成员都戴着数据手套。这些间谍整天摆动手指，远程控制独立的机械手爬入敌方领土抢夺文件。据说这是一种法国人所追求的获奖技术。

法国董事会成员可能并没有试图去实现这种幻想，但是他们仍然是深不可测的。（其中一个人几乎在每一句话中都喜欢使用“尽管”一词。）

董事会坚决拒绝让VPL联网。严重的是，我们无法注册vpl.com。我几乎不可能说清楚这有多么荒谬，他们给出的原因竟然是存在安全隐患，认为有人可能侵入我们并窃取文件。而且他们也担心每个人都会花时间在alt. hierarchy的各种分支上，从而变得粗暴且无用。

我们逐渐变得沮丧。

丧失巨大的可能性

VPL有段时间看起来像个大型公司，但事实上如果它要成为VR中的苹果或者微软，它还要爬过一座高山，并且要想出一个办法潜伏数十年。现在考虑这些还为时过早。

我们正在打造的产品更像是VR中的PDP-11，而不是Mac。PDP-11是20世纪70年代每个实验室都需要用的计算机。它对普通人来说太贵了，但对大学来说就很便宜。它拥有很棒的疯狂科学家的气质，带着闪烁的灯光和旋转的磁带卷轴。

VPL太小了，不能集制造商、软件公司和文化力量为一体，这需要一定的时间。核心算法无效。我们没有足够的资金建造昂贵的VR设备，然后一劳永逸地等着收钱。当我们帮助公司解决这个问题时，法国董事会成员一直在阻挠。

其他问题更加古怪。我开始怀疑威廉·吉布森是否描写的是我们的生活。

当威力手套出现的时候，我们与挡在我们和美泰公司之间的许可代理公司发生了争议。那家公司里有一些优秀的员工，他们为产品做出了真正的贡献，但领导者是一个经典的纽约角色。

他在销售和人际交往方面非常出色，在情感上也很疯狂。这是一名优秀销售人员的必备素质。他们最终通过愚弄自己来达到愚弄他人的目的。

他的造型看起来像20世纪80年代的好莱坞巨人，全身闪闪发光，留着很长的大波浪卷发。如果没有花大价钱对头发精心修剪，看起来就会

有点嬉皮士的感觉。他会让每一次对话为销售铺路，让每一个缺乏完美的协议变成歇斯底里的故事。

“看着这些眼睛，它们好多年没有看到自己亲爱的母亲了。你必须明白，在这位亲爱的女士对我表达不满后，这些眼睛甚至不会看她。现在你告诉我，你不觉得我可以放弃这个交易吗？”

事情就这么继续着，令人惊奇的是，这对他还总是有用的。

那家伙有着自我毁灭的犯罪倾向，美国联邦法院宣判他犯有欺诈罪和其他罪行。也许你会问，为什么我要和一个有过犯罪记录的人交往？律师和董事会也提出了同样的问题，并且比你刚刚问的更不客气。答案很明显，我不知道我在做什么，经验不足。

多年以前，这位活得很精彩的家伙已经决定要停止特许权使用费，我们去了法庭，他态度软下来，然后问题就解决了。

为了解决问题，他只问我是否同意出席他向其他方推销包含VPL技术的交易。我没有义务接受任何这些交易，只是出席。成为一个由优秀的推销员推出的舞台剧中的人物，这很好。

终于到了我要履行义务的时候了，但是我们的游说对象看起来毫无反应，包括伊梅尔达·马科斯（Imelda Marcos）、唐纳德·特朗普（Donald Trump）和迈克尔·杰克逊（Michael Jackson）。那家伙想要我全年全天候在全世界飞来飞去，我基本上就是一个在不合理交易达成的超现实镜头下的抵押物。

与迈克尔·杰克逊的家人在他们的厨房里打发时间很有趣。我猜在那些年，与迈克尔的任何相遇都很奇怪，但是那个优秀的推销员暗示我的头发里可能有虱子，而迈克尔对这样的事情很是痴迷。当我们相约在一个美妙而巨大的模拟调音台上讨论技术时，我坚持认为混音增益调整

器在最右边，但他认为输入通道在最左边，我们礼貌地互相大喊大叫。

那个优秀的销售员从来没有把整个目标列表都看过一遍。我可能限制了他的风格。

真实现实的怪异超越了VR，而且我不知道会继续多久。没有任何意义。

在日本，我了解到我们的一名被许可方卷入了与有组织犯罪有关的指控中。虽然讨回那些人欠我们的钱是一件麻烦事，但在等待的过程中，有幸见识一些东京的奢侈享乐和据称是罪恶的一面，确实使拖延变得有趣。戴着各色流动面纱的艺妓的现代后裔和女性服务员闪烁着的金色光芒，漂浮在摩天大楼顶上微微发光的水池中的贡多拉游船，无处不在的夜景，黎明时分远处的富士山，这一切让人迷醉。

回想一下，VPL当时已经为虚拟化身和在模拟中的人物联网等技术申请了基本专利。这些专利真是纯正的“蜂蜜”，它们吸引了无数的诉讼和争议，但是这还为时尚早，所有人都在浪费时间。如前所述，VPL专利现在早已过期。只有在几十年后的今天，VR才准备开始赚钱。

当价值不可实现时，对价值的感知便是引发冲突的最坏的磁铁。没有人能得到满足。

花言巧语和秘密行动

婚姻短暂且痛苦。

她说：“你没有一点喜欢我。”

“我只是不喜欢你的尖刻。”

“哈哈。你太聪明，但还不够聪明。”

离婚有可能成为一场荒唐的泰坦尼克式的斗争。

一位名叫马文·米切尔森（Marvin Mitchelson）的著名好莱坞离婚律师决定在我身上尝试一番。情况是这样的，我拒绝让我前妻怀孕，因为她年纪大了，生物钟已经被打乱。这样做的结果是，我有可能会因为“虚拟的孩子抚养费”而被起诉，但其实他的真实意图是那些专利。事实上，米切尔森在诉讼取得进展之前就被取消了律师资格，并且因一些不相干的事件被监禁。（我的前妻后来跟另外一个人有了孩子，所以一切都结束了。）

在这个过程中，我感觉像是不断被人跟踪。一天早晨，我在曼哈顿漫步、思考。当时我还住在加州，只在城里做生意。午后，我在中央公园的一个长凳上坐下来，然后收到了一份与离婚有关的文件。一定有人告诉司法文书递送员要一整天跟着我，所以我才会有一直被人盯着的感觉。

这一经历使我明白了理论与经验之间的差异。我一直认为，人的生命是神秘而神圣的，而且一个人不能霸占别人的身体。因此我支持妇女选择堕胎的权利。

但是我从来没有经历过这样的事情：法律可能会强行要求我用自己的身体来满足别人的生殖目的。我必须提供一个精子样本，以便在法庭上证明我的生殖力。这就像这个情节本身一样怪异，我希望其他男人能体验一下这是什么样的感受。有关堕胎的辩论会很快得到平息。

这件事情的副作用是，我不幸地体会了一直被跟踪是什么感受。在那一刻，在公园的长凳上，我得到了一个几乎令人心悸的发现：如果事情未经查实就被传开了，硅谷很快就会跟踪所有人，就像跟踪我那样。你不能以这种方式生活，除非你逃避现实，最终不得不在内心死去，被这个骗局欺骗一辈子。

不幸的是，我们的数字专家即将推动每个人远离诚实的生活经验，因为除非他们也逃避现实，否则任何人都不能适应被监视的生活。

但是，当我聪明地使用微观世界的原型时，至少我能够享受最后一个奇妙的时刻。

单手之音

1992年，SIGGRAPH在芝加哥举办活动。电影节始终是活动的一大亮点，它让业界在欢呼声中率先观看最新特效。电影节上通常会有一个中场演出，在舞台上进行现场表演。那一年我利用微观世界在VR中演奏音乐，这是微观世界唯一一次公开亮相。

朋友圈每日书籍免费分享微信 shufoufou

我开始设计虚拟世界，并称之为单手之音（因为我戴着一个数据手套进行演奏），我在演出前一个月才开始学习如何演奏。我不得不完全沉浸在创作过程中。投入音乐中是多么不计后果而奢侈的一件事啊。回想起来，我意识到我已经在试验将技术业务抛在脑后会是什么状况了。

在演出中，我戴着微观世界头戴设备，举着歌剧眼镜般的手柄，进入虚拟世界中，观众可以在我身后一个巨大的投影屏幕上看到我所看到的一切。当然他们也可以听到我正在演奏的音乐。

单手之音的每一个音符都是由我的手部动作产生的，这些动作通过数据手套传送到虚拟乐器上，没有预定的顺序。让观众相信这是真的很难。表演者可能只是跟着预先录制的音乐在模仿。为了在舞台上进行互动，你必须从一个小演示阶段开始，就让观众相信互动是真实的。

为了展示互动，我演出的第一个虚拟乐器被称为节奏万向架。（万向架是旋转接头层次结构中常见的一种机械结构。）

节奏万向架像一个陀螺仪。静止的时候，它是白色的，完全没有声音。当我拿起来移动它时，它开始发出声音。其实声音是由环相互摩擦发出的，他们在相互接触时也改变了颜色。一旦开始运动，节奏万向架会放慢速度，但需要很长时间才能完全停止。因此，除非我小心地放开

它，没有任何旋转，否则当我没有顶着它的时候，它就会继续发出声音。当我演奏其他乐器时听到的“背景音”就是来自节奏万向架。

我们可以通过练习旋转万向架来探索一系列的和声和结构风格，从开放、和谐、平静的声音到疯狂的不和谐的声音，变幻莫测。我最喜欢的是中间区域，它听起来像晚期的斯克里亚宾（Scriabin）和巴伯的弦乐柔板（不是开玩笑）之间的一种交叉。

令人震惊的是，这个简单的小发明如此善于产生和谐之音。这全是由一个作曲家的大脑完成的吗？将万向架描述为一个自适应的算法音乐生成器是不恰当的。在发现这种奇怪乐器的和谐之音时，存在一个直观表现的必要元素。

我无法可靠地从节奏万向架中获得特定的和弦，但是我可以从和弦进行中找到一种感觉，进而决定和弦在何时改变以及这种改变有多么强烈。这感觉并不像是失去控制，而是一种不同的控制。它无法用来测试乐器，但是你可以测试当你进行探索和学习时，是否会变得对它更敏感。一个好的乐器，人体是可以感知到它的深度的，而无论是语言还是视觉思维都无法感知到这种深度。

本来的计划是，单手之音将是一个精心制作的VR演示或说明。但是当我在这个世界上工作的时候，一种情绪或者一种本质就开始显现，而且我的情感和精神体验也是真实的。虽然内容并没有让人很愉快，但也是意想不到的、令人兴奋的。所以我采取了一种更沉闷、更依靠直觉的方式，而不是符合清晰而轻松幽默的计算机文化的方式。我很少会觉得自己在以一种直觉的方式进行编程。要使一个人的技术和情感能力保持一致并不容易，但用直觉编程是其中一种方式。

当然还有其他的乐器^[2]，它们全都在一个空心的“小行星”里面飘浮着，我在它们周围四处游荡，孤独失落，为看不见的观众演奏音乐。

由于其编程的性质，计算机音乐不得不使用由音乐概念构建而成的乐器。这与过去的“无声”乐器是完全不同的。钢琴不知道什么是音符，它只是在敲击时震动。对生命奥秘的敏感和敬畏是科学和艺术的核心，但是具有内在的强制性概念的乐器可能会使这种敏感变得迟钝。如果你假装你编程的内容能反映你对你所做之事的完整理解，那么你就看不到万物^[3]边缘的奥秘，这可能导致“乏味”或平淡的艺术。为了使计算机艺术或音乐起作用，你必须特别小心地把人和人的接触作为关注的焦点。

我很高兴地发现，单手之音在表演者、观众和技术之间创造了一种不寻常的地位关系。在表演中使用稀有而昂贵的高科技，可以用来创造提升演员地位的奇观。表演者是相对无懈可击的，而观众应该为他感到惊叹。

单手之音设置了一种不同的场景。观众在我“遨游太空”和操作虚拟乐器时看着我以各种方式扭曲自己，但是我戴着眼机，在我摆着尴尬的姿势时，有5 000人看着我，但我看不到他们，也不知道他们看到的我是什么样子。尽管有技术，但我很脆弱，而且非常人性化。这创造了一个更真实的音乐场景。如果你在观众面前演奏过音乐，特别是即兴演奏，你就会知道我所谈论的那种真实表演之前的脆弱性。^[4]

相比于我在20世纪70年代后期在纽约参与的所有奇怪的“实验性”表演，单手之音是向未知的一次更大的飞跃。我完全不知道这个作品是否会带有一种情绪或一种意义，或者观众是否能理解这个经历。表演对我来说是愉快的、使人心情放松的事情。这是一种技术上的布鲁斯，一个我可以玩得很高兴的单调工作。这是一个与VPL团队合作进行纯创意项目的机会，一个将VPL的所有材料视为一组既定的（可靠的）原材料，而不是作为工作去做的机会，一个实践我所宣扬的虚拟工具设计的机会，一个仅仅为了美而使用VR的机会，以及一个在我那可笑的充满抱负的专业同行面前演奏音乐的机会。

观众反应很好，这出乎我的意料。我没有听到任何人把这件作品描述成一个样本唱片。它就是音乐。[\[5\]](#)

有限游戏的终结

回想起来，单手之音就是我人生中类似于电影《陆上行舟》（*Fitzcarraldo*）的时刻。忙完堆积成山的工作，紧接着完成一场表演，然后“遁入旷野”。

1992年的SIGGRAPH活动是一个巅峰，之后我不得不面对现实。我与VPL董事会其他成员的看法不一致。我们已经捉襟见肘了，这是真的。我希望我们为了微观世界全力以赴，即使这意味着将整个公司拖入风险。我希望VPL主攻网络增长。我们的软件已经准备好成为第一批联网的应用软件之一了。但是，董事会的其他成员希望VPL改变方向，成为一个低风险的、更传统的公司，拥有军事合同，出售少量高成本、高利润的产品，等待其知识产权足以卖出高昂的价格。董事会的愿景付出了非同寻常的代价：战略性破产。

根据这个计划，VPL将会破产，之后将出现一个没有债权人的新公司，然后它会被法国投资者彻底控制。在这里我必须指出，债权人也是董事会成员，但是没人介意。我本可以在这个时候争取一下，也许会赢。我看到了一个进行高风险投资的机会，而不需要破产。

在我的脑海里，我开始怀疑自己是否转而追逐错误的梦想。如果我想成为硅谷的巨头之一，我还有机会。VPL有机会成为一家大公司，这与网络的兴起有关。我可能会一边领导一家大型科技公司，一边与一个无能的董事会、所谓的日本“暴民”、所谓的法国“间谍”以及坚定的好莱坞离婚律师进行荒谬的斗争。我开始怀疑这是否是我想要的。

如果那时对自己做一个客观的评估，我会说我的问题是我想要被爱。我还是那个失去了母亲的小男孩，我无法忍受在硅谷取得成功所带来的嫉妒和烦恼。

但那不是全部。我也怀疑商业世界中男性成功的神话。

商业世界里有一种氛围，它是对军事文化的微弱的回声。领导者是能够神奇地将事件变成现实的人。史蒂夫·乔布斯谈到了“在宇宙中留下印记”，正如新时代迷信所认为的那样，一个人的思想创造了现实，这就是男性的商业神话。这些都是神奇的思考，永无止境。

然而这段时间我还是了解了一些企业，例如科技公司、大型玩具公司和军事承包商。据我所知，事实与商业超人的神话并不相符。领导者争权力、争声望，但是只要有事情能以有用的方式完成，这都要归功于某个不知名的人，一个看不见的天使。属于我的“神话”更加明显，查克和安等人为了让VPL获得实质性的进展做了很多“努力”。

如果你不再相信伟人的神话，那么你就很难成为一个伟大的人。

于是我得出了一个让人难以理解的结论：是我离开VPL的时候了。

这就像放弃你的国家或你的宗教一样。我迷失了方向，惶惶不安。

据我所知，VPL在没有我的情况下继续运转，销售同样的产品，但不再创新。我没有远远地密切关注它。VPL于1999年被太阳微系统公司收购，并最终成为甲骨文公司的一部分。

我的一部分又一次死去，是时候重新开始了，忘记我所承受的一切。

[1] 网络萨克斯是最符合人体工程学的复杂乐器。当抓住萨克斯的时候，我虚拟的手开始慢慢地握住它，它试图避免穿过途中的手指。我一拿起它，我的虚拟手指的位置就相应地响应我的真实手指，被调整到萨克斯键上的适当位置。这是在虚拟手工具设计中非常重要的控制过滤的例子，特别是在力反馈不可用的情况下。

[2] “万物”这个词的用法和莱昂纳德·科恩（Leonard Cohen）《赞美诗》中的“万物的裂痕，这就是光线进入的方式”是同样的意思。

[3] 我发现，写一本书也能产生一种类似的力量。

[4] www.jaronlanier.com/dawn.

[5] 源自导演布雷特·莱昂纳德（Brett Leonard）在谈话中提到的内容。

21

尾声：现实的挫败

1992年以来的这些年里，发生了各种各样的奇迹。我已经变了，一切都变了。

我被最可爱的家庭所包围。我很高兴。

至于那个遥远的世界，它的故事是复杂的。

小时候埃尔帕索对我来说是一个可怕的地方，但今天它是美国最安全的城市之一，少了很多种族分歧，让人感觉更加放松。文化中轻快的氛围是令人愉悦的、平易近人的。

与此同时，我亲爱的华雷斯却成了世界上的“谋杀之都”。年轻女性在那里可怕地集体失踪。在2008年到2011年最黑暗的年代，从埃尔帕索漫步过桥，感觉就像进入了中世纪的地狱。现在这座城市似乎正在爬出黑暗。

在其他新闻中，顾客不再在美国餐馆吸烟，而年轻时候的我甚至可以在餐厅乐队演奏。

纽约和洛杉矶有了相当多的可呼吸的空气。参观美国的大城市不再感觉像进入外星球的大气层了。

然而，曼哈顿被你在任何地方都可以看到的相同的连锁店所占领，感觉不像以前那么特立独行了。

与此同时，文化深度在洛杉矶扎根，这座模糊不清的城市已经不再是一个“死胡同”了。据我所知，这里的人们生活很充实。到底是谁变化更大，是洛杉矶还是我感知洛杉矶的能力？[\[1\]](#)



图21 - 1 2015年微软研究院高峰论坛上的一次聚会，包括了本书中提到的许多VR研究人员。这不是一张照片，而是一个容积捕捉的二维图像。从左到右：研究实习生维克多·马特耶维茨（Victor Mateevitsi）、纽约大学的肯·佩尔林（Ken Perlin）、戴着HoloLens的马克·博拉斯（Mark Bolas，他那时还在美国南加州大学，现在就职于微软）、研究实习生安德里亚·王（Andrea Won）、微软的克里斯托夫·黎曼（Christoph Rhemann）、布朗大学的安迪·范达姆（Andy van Dam）、我、戴维·金（David Kim）、北卡罗来纳大学的亨利·富克斯（Henry Fuchs）、实习生约瑟夫·蒙克（Joseph Menke）、哥伦比亚大学的史蒂夫·费纳（Steve Feiner）、微软的沙赫拉姆·伊扎迪（Shahram Izadi）、佐治亚理工学院的布莱尔·麦金泰尔（Blair MacIntyre）、阿肯色大学的戴着HoloLens的卡洛琳娜·克鲁斯-内拉（Carolina Cruz-Neira）、研究实习生基肖尔·拉蒂奈维尔（Kishore Rathinavel）、华盛顿大学的汤姆·弗内斯（Tom Furness）、研究实习生杰瑞克·斯佩希内尔（Gheric Speiginer）（实际上被现实捣蛋鬼的实验耳机挡住了）、斯坦福大学的肯·索尔兹伯里（Ken Salisbury）、微软的韦恩·张（Wayne Chang）、普林斯顿大学的肖建雄（Jianxiong Xiao）、微软的拉恩·加尔（Ran Gal）、两名不认识的访客、微软的哈维尔·波勒斯·卢兰契（Javier Porras Luraschi）和微软的张郑友（Zhengyou Zhang）。

硅谷改变了大多数事情。我们赢了！我们控制了“租一个妈妈”。董事会不能插手。黑客直接拥有了自己的公司。

我们告诉世界要为了我们的快乐而改变，它做到了！全球的孩子把自己的隐私权交给了我们，我们的算法现在拉着“提线木偶”。算法敲击着我们的斯金纳箱子的按钮。

黑客拥有有史以来世界上最富有的公司，而且不用担心有太多员工。个别年轻的黑客通常而且很快会变得比世界上大部分的人更有钱。

“帝国”在循环。太阳微系统公司的老园区现在是Facebook的总部。硅图的总部旧址现在是谷歌总部。（我曾经在谷歌总部的午餐室做过VR实验。）

在硅谷的感觉怎样？一个重大的变化是种族多样性。这些日子典型的会议中会有来自印度、中国和其他地方的许多工程师参加。

我的感觉是，认知多样性略有减少。每个人似乎都比过去表现出稍微多一些的自闭症谱系上的能量。

另一个变化是政治。硅谷还是相当“左倾”的，但自由主义的压力变得相当强烈。[\[2\]](#)

在这本书的开头，年轻的我认为未来听起来像是地狱和天堂，而最近，我造访“地狱”的次数远远高于“天堂”。

躁动政治的数字温室从Usenet的另类层级迁移到了Reddit、4chan和其他中心，并且孕育了像“玩家门事件”一样的恶意爆发，以及最近的另类右翼。不幸的是，VR的故事与这种迁移交织在一起。（你可以阅读附录三中的遗憾故事。）

关于计算的警示性故事有很长一段时间不足以引起人们的警醒，人们似乎总是想要反乌托邦式的技术，因为它看起来很酷。[\[3\]](#)

在离开VPL之后，我试着用自己的风格写文章。我写了一些关于社

会如何会在某一天被算法之间的抽象战争弄得荒谬的文章，以及有关“病毒式”的在线动态如何能够引发突然的社会和政治灾难的文章。我的警示性故事在一些圈子中得到了赞赏，但那显然并没能阻止我在其中警告的事件。

在这里，我再次尝试预警，但又有所不同。太多的经历已经证明，故事不再具有警示性。我撒下“面包屑”让你跟随，让你了解我们如何走到现在的位置。它会有帮助吗？但愿如此。

现在，让我们转向更愉快的话题。

我仍然热爱VR，所以我放手去做。尝试来自年轻设计师的虚拟世界是一种享受。观察人们头晕目眩的VR体验令人愉快。

VR仍然教导着我。我喜欢注意自己运行中的神经系统，这在VR中比在其他情况下更有可能实现。我喜欢在自然世界的光和运动中，在森林的叶子^[4]和孩子的皮肤上观察我过去视而不见的细微差别。当你比较真实现实和虚拟现实时，这种情况最为强烈。

提高VR装备的科学技术依然是新鲜的。用一个更好的方式去捡起一个虚拟物体仍然是一件激动人心的事情。

除此之外，显而易见的核心乐趣是，VR可以很美丽。

我最喜欢的就是看到别人也喜爱VR。在20多岁的年轻人中，VR又一次焕发出勃勃生机。新一代的年轻人不仅发现了VR的乐趣，而且变得很狂热。

有时候有人会问我，当20多岁的年轻人认为VR是几年前才发明的，或者只有在最新一家VR公司获得资助时，它才值得一提，我会不会恼火？我一点也不恼火，相反我很激动。年轻人很在意VR，他们想要拥有它。

年轻人应该拥有VR。他们也确实拥有VR。无论我说什么都不如即将到来的一代又一代的人自己了解VR重要。

这本书大多是关于经典VR的，但近年来，混合现实发展迅速，这很大程度上是因为HoloLens的发展。我非常期待尝试年轻设计师在混合现实中创造出的虚拟素材。

VR和混合现实的关系是什么样的呢？它们互相重叠。未来的设备可能能够在任一种模式下运行。即使这种情况发生，我怀疑VR和混合现实仍然会保持文化上的独特性，就像电影和电视，即使它们现在通过相同的频道传送到相同的屏幕上，但仍然保持着不同。

到本书出版之时，经典VR热潮的最新一波可能会到达顶峰。如果发生这种情况，而且你是一个在过去几年被虚拟现实所吸引的年轻人，请注意，不久后将会有更多的VR浪潮出现。即使在实验室，VR也很难运转得很好。如何做出好的VR产品，还有很多要学习的。请耐心一点。[\[5\]](#)

我意识到某些读者可能会觉得我精神分裂。如果你是一个技术人员，你可能想知道我怎么可以花这么多时间在令人沮丧的警告上，也就是我们如何把自己变成“僵尸”的警告。如果你是一个人文主义书籍的爱好者，你可能想知道我如何同时成为技术的狂热支持者。在这条“钢丝”上走并不容易，但如果我们要生存，就必须学会走路。[\[6\]](#)

在我写作的时候，越来越感觉到，反乌托邦式的20世纪中叶科幻小说中的幻想世界已经成为现实。这种流派总是把未来的技术描绘得十分炫目，但即使科幻小说也警告过我们其中的危险。

有一天，我的家人去探望另一个家庭。我们的孩子玩着HoloLens，看起来很高兴，父母却对美国的权力转向感到担忧。这不是最初出现在菲利普·迪克小说中的场景吗？还是从电影《发条橙》中删除的场景？

通过观察年轻人使用技术，我找到了希望。据我所知，我下面将分享的认识还没有得到科学的证实，但它让我稍微松了一口气。

年轻人似乎不容易被网上的愚蠢言论所愚弄。他们在愚蠢过度的社交媒体中长大，所以会更小心一些。年长者被社交媒体上的新技术重重打击，似乎已经被带到一个比我在VR中梦想的任何东西都更加虚假的世界。

一个人越年轻，他似乎就更能明智而适度地使用技术。现在看来，X一代比千禧一代更加沉迷于社交媒体，[\[7\]](#)而千禧一代很快就厌倦了相似虚荣的无穷繁衍。

《我的世界》特别会讨好年轻版本的我。如果你还没有见过它，它就是一个最初在计算机屏幕上显示的、异想天开的、看起来斑驳的虚拟世界。这个虚拟世界经常被使用它的人重新设计和重新编程，它是有史以来最受孩子欢迎的数字设计之一。

微软收购了《我的世界》的制作公司，我与《我的世界》的工作人员一起调整它的VR版本。我9岁的女儿和她的朋友一起测试了一下我们的设计，能表达我感受的词必须是“欣喜若狂”。他们不仅掌握了技术技能，还创造了美好。当我还是一个十几岁的孩子时，我曾试图寻找词语来表达这样一个未来的梦想，他们实现的比我所希望的更好。

深入而全面地享受技术是拥有技术的最好方式，不要被技术所拥有，要“潜入”技术。

[\[1\]](#) 我可以理解为什么许多年轻的技术人员已经摆脱了自由主义。由政府运营的硅谷在某方面看起来好像是专门为了阻挠技术人员一样。这点经常被人抱怨。

例如，我们的海湾大桥最初建于1933年至1936年之间，是世界上最长的大桥。

这座桥实际上是通过海湾中间一个岛上的隧道连接起来的两座桥，其中一部分在1989年的地震中受损。受损部分不在旧金山一边的壮丽的吊桥上，那是一个古老的工程。问题出在通往奥克兰的粗制滥造的部分。

政府开了很多次会议，直到2002年才开始修理。2013年，更换的部分还没有开放。在本书出版之后，破坏部分的拆除才会完成。

如果你是硅谷的千禧一代，那么政府已经花了比你整个生命还长的时间，来修复一座在最原始的条件下仅用了三年时间就建好的桥梁，它的诞生甚至早于最早期的实验性计算机。而像苹果手机和Facebook这样的硅谷产品可以在几个月内改变世界。

我相信民主是值得的，因为我已经看到了足够的选择，但如果你看到的只有科技公司和海湾大桥，你可能会有不一样的感觉。

[2] 2017年消费者电子展的热门产品是一个固定的圆形设备，它可以倾听，与您交谈，并优化您的生活。人们想要买机器人哈尔！

[3] 当我写这本书的时候，我的一个实习生朱迪斯·阿莫雷斯（Judith Amores）制作了一个HoloLens的应用，为现实世界添加艺术和雕塑。你可以雕刻彩虹结构，在墙上甚至人身上涂鸦，它还可以粘贴，或者你可以把大量的黏糊糊的东西扔向空中，发出啪嗒声，然后它们会掉下来。

我把它带到了森林里。你可以轻松地走过一棵树，并把它当成理所当然的存在。你可以毁坏或摧毁一棵树，只看到你自己。或者，你可以装饰一棵树，然后去掉你所添加的一切。现在这棵树的真实面目出现了。

[4] 我们都被苹果手机宠坏了。它是强大的，而且随着时间的推移，它的智能手机类型变得越来越强大。但这是不寻常的。

这几乎从来没有发生过。个人计算机的发展并没有那么顺畅和迅速，社交媒体也没有。当然，上述设计也变得非常强大，但是花了更长的时间。只是因为花了一段时间才能解决技术问题，并不意味着世界已经拒绝了它。

到这本书出版的时候，这种安慰性的想法估计恰到好处，不过这只是我的猜测。也许VR将是强大的、庞大的、巨大的，而且最重要的是要遏制涌现出的不幸的过度行为。

[5] 走钢丝，也就是“在线上”，你明白了吗？

[6] 实际上有一些初步的研究支持这一观察，尽管现在称之为趋势还为时尚早。就称之为希望吧。<https://www.nytimes.com/2017/01/27/technology/millennial-social-media-usage.html>。

[7] 这感觉就像打破了一个相互奉承的沉默誓言——我们都应该知道别人知道的东西，但是我必须提到这本书以及通常讲故事的最基本的特质之一。我花时间来描述各种社交场景和物理环境在不同时代对我来说完全不同的原因之一，是我想强调内心生活的真实性。感觉不一定是事实。你可能会对你感知到的东西有强烈的反应，但有时这些反应可能与你内在的精神和情感过程有关，而不是你所感知的东西的本质。数字文化已经变得如此关注行为和测量，以致我们很容易忘记我们感知世界的方式可能不仅仅是关于世界，而是关于内在体验如何影响感知的。如果你对疫苗、麸质、女人说话时的声音、移民、政治正确性或任何使你生气的事情感到不安，也许这不完全是关于那些东西本身。也许值得注意的是内在发生了什么。我发现，对内在生活和经验认识的提高，使我和其他人成为更有效的科学家和工程师，也更加亲切。

后记

2014年，我获得了德国图书贸易和平奖。我认为没有什么能比我在颁奖仪式上的演讲更好地传达当时发生的一切，所以我将引用那次演讲的结尾来结束本书。

你可以相信人是特殊的，在某种意义上说，人不仅仅是机器或者算法。这个命题可能会招致科技圈的粗鲁嘲讽，而且确实没有绝对的办法证明这个命题是正确的。

我们相信自己、相信彼此，这比传统的相信上帝更加务实。它带来了更公平、更可持续的经济，以及更好、更负责任的技术设计。（相信人与相信上帝或缺乏信仰都是可以相容的。）

对一些技术人员来说，对人的特殊性的信仰听起来可能是感性的或虔诚的，他们讨厌这样。但是，如果不相信人的特殊性，那么怎样谋求一个富有同情心的社会呢？

我建议技术人员至少试试假装相信人的特殊性，看看感觉如何？

最后，我必须把这次演讲献给我的父亲，他在我写下这些的时候已经去世了。

我悲痛万分。我是独子，现在我没有父母了。我父母承受了一切痛苦。我父亲的家庭在大屠杀中经历了如此多的死亡。他的一个阿姨在一生中一直保持沉默。当时她不敢吭声，躲在她姐姐身后的床底下得以幸存，而姐姐被剑刺死了。我母亲的家人来自维也纳，很多人都被抓进了集中营。所有这一切结束之后，只剩下小小的我。

然而，我很快就被更强烈的感激之情所征服。我的父亲活到了

90岁，得以看到我女儿的出世。他们相互了解，彼此爱护，他们的存在让彼此感到快乐。

无论我那些信奉数字至上主义的朋友和他们的“永生实验室”如何认为，死亡和失去都是不可避免的，尽管他们宣称对创造性破坏充满热爱。无论我们多么痛苦，最后的死亡和失去都必须面对，因为它们最终都会到来。

我们建立的奇迹、友谊、家庭和意义是惊人的、有趣的、令人叹为观止的。

我们热爱创造。

附录一

后象征性交流

（关于我的一场经典VR演讲的遐想）

更多的副本

标题为“副本”的文件记录了我1980年或1981年的一次演讲。演讲的开始讨论的是山峰大小的头足类动物和我早期的童年经历。自然而然地，介绍这个主题的唯一可能的方式就是：“技术如何能变得足够引人入胜，使其永远更多的是关于意义而不是权力？”

副本继续写道：

假设21世纪的头几十年，机器人已经变得更加先进。[\[1\]](#)

也许你可以建造一个巨大的、珠光宝气的章鱼形水生电子动物小屋。或者也许在将来的某一天，生物工程将能够生产出一个城市规模的定制章鱼屋，供人类睡眠使用。

我们对技术的了解是，随着技术的进步，某些事情可能会变得越来越快，越来越容易，但其他的事情仍然会像以往一样需要大量的工作。随着芯片运行得越来越快，为此建造工厂却变得越来越难。

所以我们有理由猜测，虽然我们不确定会出现什么样的困难，但制作真正的超级章鱼将会成为未来的一个无限期解决的问题。

别忘了，你可能会花更多的时间在政治上，而不是在这个项目上。即使将来生物工程不受监管，也可能存在谈判的权利，或者有

关该类大型项目中土地和水的使用规定。

即使是一个成年人也有几种方法自发地认识世界上的新事物。

如果仔细思考一下人体，你会注意到有几个特殊部分的移动速度与思想一样快，并且这些部分具有足够的多样性，能反映各种各样的想法。

你知道这些部分是什么吗？告诉你，是舌头和手指！

手指可以用钢琴家能想到的最快的速度在钢琴上弹奏音符，最快的钢琴演奏者正在以人们能听到的最快的速度表演即兴创作。如果你不相信我，那就听一下阿特·塔特姆（Art Tatum）的独奏。如果你真的注意到了这些，它就会变得势不可当。

经历了越来越长、越来越缓慢的间接训练，我们用手也创造出了每一种人造的东西。双手创造了火，火将铁融化，再制成刀剑等。

在长时间的技术培训开始的时候，我们总是用手来完成，但也通过舌头来协调。我们通过说话来计划用手做什么。

我们保留的最早的记忆通常与我们最早的语言经历相吻合。为了理解语言，你必须从匆忙思考开始。

语言是人们用物理现实的一小部分就可以操纵的事情，我们有能力以思想的速度操纵像舌头这样的物理现实，来唤起对所有其他现实操纵的幻想。我们只能很慢地实现，并且需要付出很多努力。

语言就是我们所说的硅谷文化中的“黑客”。

通过舌头的几次轻击和声带的刺激，你就可以将“巨型紫色章鱼”这个短语脱口而出。跟这个短语相比，可能人们要花费几十年的努力，甚至在遥远的将来才能在实际中发现这样的生物。

符号是为了效率而使用的一种把戏，它可以让大脑在没有意识到物理现实变化的情况下，快速地向其他人表达思想。象征主义将我们可以控制的宇宙的一部分，比如舌头，转变成宇宙其余部分的

召唤者，以及我们无法在匆忙中控制的所有可能的宇宙的召唤者。

现在我们就把VR看作将来可能存在的现实。

想象一下，有一天我们会开发出一种用户界面，用于在VR中创建新鲜的东西，它可以像现在的乐器一样有效快速地工作，甚至可能带来乐器的感觉。

也许你可以在沉浸式的虚拟世界中找到一种虚拟的萨克斯风式的东西。也许你将不得不佩戴特殊的眼镜和手套来观看和感受它，或者也许会有其他的小玩意儿来实现这个把戏。拿起它，学会用手指拨弄它，用嘴巴吹奏它，它将把虚拟的章鱼屋和拥有其他奇妙事物的世界轻松快速地幻化出来，就像今天的萨克斯风可以轻松快速地吹奏出音符一样。

这将是我们的物种剧中的一个新把戏，是人类故事的一个新转折。你身体中使语言成为可能的部分将被用来制造经验的素材，而不是象征性的参考假设的经验。

诚然，学习如何将事物变成现实，需要花费数年的时间，就像学一门语言或弹钢琴也需要数年时间一样。但回报是有形的，其他人会体验到你所创造的东西。你的自发发明将会客观存在，它将被人们共享，就像物理实体被人们共同感知到一样。

为了实现这个理想的目标，VR将不得不包括那些富有现实表现力的萨克斯管或者其他各种各样的工具。这些工具是否可以被创造还是未知的。但是，我们在此假设可以做到这一点。[\[2\]](#)

然后，VR将以一种全新的方式，结合物理现实、语言和天真的想象力的特性。

VR的命运就是我所谓的后象征性的交流。与其讲一个鬼故事，你不如做个鬼屋。

VR就像想象一样，会产生无限的变化。它会像物理现实一样客观存在和被人们共享。它也会像语言一样，成年人能够使用它，至少与思维速度相当的速度来表达。

关于“蓝色”

这是副本的结尾，我记得接下来发生了什么，人们提了很多问题。我现在只回答其中的一个。

“等一下，虚拟的东西不会只是一种新的符号吗？它们不是抽象的或柏拉图式的对可能发生的事情的一种参考吗？它们真的和语言不同吗？”

很高兴你问到这个问题。首先要明白的是，我们还没有对意义、符号或抽象进行科学的描述。我们不能把这些事描述成大脑中的现象。几千年来，我们一直在思考这些词语的含义，但是我们仍然无法探测它们到底代表的是什么。我们假装用计算机程序来实现它们，但这只是营销和投资的立场。

即使如此，我仍然可以认为，后象征性的交流与以前的任何交流都是截然不同的。

关于“蓝色”，科学家可能将其描述为与视网膜中的一类传感器最匹配的光的频率。但这不是它的全部。我们在不是那种意义的蓝色中感知到了蓝色，比如海洋和音乐。那么什么是“蓝色”呢？

想象一下，VR中的一个桶里有各种蓝色的东西。把你的头伸进去，它就像《神秘博士》的TARDIS一样，里面很大，每一件蓝色的东西都向远处延伸开来。你能感觉到共性，而不需要一个词来形容它。

那将是一种新的蓝色。足够流畅的有形物应该至少能够承担一些抽象的职责。

另一种说法是，如果整个宇宙都是你的身体，那么说话就无关紧要了。你只需要意识到你需要描述什么。（前面的两句话对没有尝试过VR的人来说可能很难理解。）

有学者争辩说，古代人甚至没有注意到蓝色的存在，直到出现了蓝色这个词。^[3]古代文献中很多都没有相关的记载。我们怎么能不想知道我们今天可能会错过什么呢？也许后象征性的交流会让我们的认知比词语更开阔。^[4]

说话吧，触手生物们！

任何听过我讲座的人都对头足类动物有所耳闻。我痴迷于这些动物。

像我们之前说到的模拟章鱼一样，更奇特的头足类动物可以将图像投射到皮肤上。它们也可以通过操纵触手和提高贴边来改变形状，达到惊人的程度。一只章鱼可能会突然变成一条鱼，这是一种很好的伪装，只要捕食者不喜欢鱼，它们就能逃过一劫。头足类动物进化得很聪明。它们不仅可以变形，而且可以明智地变形。

有一个著名的视频，是由伍兹霍尔研究所的罗杰·汉隆（Roger Hanlon）拍摄的。视频里加勒比海章鱼成功地变形为珊瑚，至少人类看不出它与真实珊瑚的差别。另外一类高性能的头足类动物，各种各样的墨鱼，被认为可以从一种性别变为另一种性别，这样做或许是为了在交配季节迷惑竞争对手。头足类动物可以学着变成之前没有见过的东西，比如棋盘。（这是真的！）

只要我们能够这样变形，就会成为自然的化身。我们可以变成我们想到的任何东西。头足类动物的生活远非完美。头足类动物出生于没有亲代关系的卵子，这对它们很不利。它们非常聪明，但是它们不能一代一代地传承和发展文化。假设能选择一次，我仍然会选择成为人类。

通过VR，人们可能近乎成为头足类动物，只要我们弄清楚如何制作出优秀的VR设计软件就行了。[\[5\]](#)

再现

我以前演讲中的一些想法可以加入稳定的VR定义中。请注意，VR可能会具有下面的定义。

第48个VR定义：一个共享的、清醒的、有意识的、交流的、协作的梦想。

也可以换一种说法。

第49个VR定义：将早期童年的“私人魔法”延伸到成年的一种技术。

童年的幻想终将实现。实践活动会变得神圣。我想知道，如果我们诚实地对待幻想，并且在幻想周围创造出可持续的技术，我们幼稚的本性是否会变得不那么糟糕？

VR中的情感比对新奇事物的渴望更加深刻。人们在我们短暂的生命筑成的围墙内斗争，我们能够想象那种情景，可惜行动能力有限。技术是我们用“头颅”对这些“墙壁”的冲击，我们至少要留下一些痕迹。

所以，这里产生了另外一个定义。

第50个VR定义：一点生活经验，没有任何界定人格

的限制。

迷恋与自杀

这里还有一个问题经常会出现，如果没有其他人问到，我会自问：“思考童年的本质和广泛的人类联系有什么重要的意义？这不是一个相当复杂难懂的困扰吗？”

我的回答是：“这事关我们物种的生存。”

如果沿着现在的道路继续走下去，我们最终会毁灭自己。我们未来的技术能力越强，就会有越多的方式来结束人类的故事。数字游戏对我们不利。[\[6\]](#)

我常常发现自己夹在技术怀疑者和技术空想家之间。我不得不经常重申，我是毫不含糊地赞成技术进步的。在人类历史上越往后退，情况越糟糕。直到最近，人们还是在尽可能地促进生育，因为我们都知道，并不是所有的孩子都能活到成年。令人厌恶的疾病无处不在，饥饿也是如此，还有很多人是文盲，是无知的。

尽管有这样的历史，我从来不认为科学或技术会自动让生活变得更好。它们只是创造选择和回旋余地，通过它们，人们可以变得更道德、明智和快乐。对任何道德或伦理进步的希望，科学和技术从来都没有被视为充分条件，而只是必要条件。

硅谷的巡回乌托邦大会中的一个延续多年的比喻是“富足”。这个词在我们的语境中意味着，人类很快就会在技术上变得非常优秀，每个人都能够生活得很好，甚至可以永远活着，而且几乎是免费的。有时候这个想法被认为是在谴责我们对极端财富集中的担忧。“很快，你想要的一切几乎都将免费，所以有没有钱无所谓。”

人类已经实现了这一潜力，在20世纪的某个时刻。我们已经习惯了这样一个事实，即我们已经有能力养活、安置和教育每个人。每个人！但我们其实还没有这样做。长期以来，这是整个技术企业核心的黑暗耻辱。

我认为，技术进步作为一个主要的指导原则会使我们有所提升，直到我们不可避免地到达“悬崖”，并陷入自我毁灭的“深渊”。但是，我们不能因技术进步而退缩，因为这太残酷了。也许我们可以随着技术水平的提高重新审视和改善我们正在攀登的进步之路，或许能找到其他的出路。

我一直在跟你讲关于孩童、头足类动物和奇幻经历，原因在于它们指出了一条更好的进步之路，一条生存之路。我把这条路叫“麦克卢汉之路”^[7]。

考虑到自物种诞生以来，人们一直在彼此联系的方式进行创新。从数万年前的口头语言，到几千年前的书面语言，再到数百年前的印刷语言，直到摄影、录音、电影、计算、网络，然后到VR，最后是我希望我的演讲中可能会大概提到的后象征性交流，再然后到我无法想象的东西。^[8]

麦克卢汉之路是由发明构成的，但发明并不仅仅是完成实际的任务，它们培养了新的人格维度，甚至可能是同理心。我曾经谈过，不像其他边界，“我们之间的边界”被定义为无尽的，因为我们通过探索它而变得更加复杂。

“这些梦幻般的追求，”我惊叹道，“后象征性交流的哲学概念、表现型建筑的工程项目，^[9]我已经在这些疯狂的项目上投入了这么多精力，这些都是为了在麦克卢汉之路上一小步一小步地前进所做的尝试。”

除了探索遥远的恒星系统之外，我们也可以想象，未来我们将会找到更好的方式来了解彼此。既然我们从根本上具有创造力，那么这个过程便永远不会结束。随着越来越多地被他人所知，我们会变得越来越有趣。

我有时会把它称为同理心之路。随着我们不断提升，出现同理心的机会将会变得越来越多。

第51个VR概念：一种可以让你换位思考的媒介，它有望成为增强同理心的途径。

麦克卢汉之路与成就之路不同。它可能不会通向“悬崖峭壁”，可能只是继续上升。从某种意义上来说，武器不会变得更复杂。一旦每个人都可以随心所欲地杀死地球上的其他人，那么军事提升之路就会完成。我们已经到达“悬崖”。

关于演讲中的这一点，我通常会提到詹姆斯·卡斯（James P. Carse）的《有限与无限的游戏》（*Finite and Infinite Games*）一书。书中提出，某些游戏即将结束，其他游戏则开启了无尽的冒险。一场篮球赛结束了，但整个世界和篮球文化不需要结束。到底哪种类型的游戏是技术？

我的讲座经常以一句告诫结束：“技术人员有责任提出那些美丽的、有魅力和有深度的媒介技术，这将引导人类远离集体自杀。”

我用力地讲着这段话，观众倒吸一口气，可是他们记得的只有华丽的嬉皮士神秘主义。我本来打算以“引导人类远离集体自杀”那句话结束我的第一本书《你不是个玩意儿》（*You Are Not A Gadget*）[\[10\]](#)，但当时我的经纪人坚持认为那样会令人沮丧，甚至会破坏人们对书的接受

度。

事实上，黑暗现实主义是华丽乐观主义的唯一体面的基础。战术上悲观，战略上乐观。

一团糟

我在1992年之后基本上停止了发表“专家演讲”，不是因为梦想的失落，而是因为人们反响太好。这让我感觉不舒服。最终使我厌烦的是在“学习附录”这个网站上的一件特别矫情的事，它吸引了一群荒谬的谄媚者。我不想成为真正的大师，尽管很多人都以此为追求。

[1] 附录二中，关于显性，我大概解释了我为何认为它可能会实现。

[2] 参考盖伊·多伊彻（Guy Deutscher）的《话/镜：世界因语言而不同》（*Through the Language Glass*）。

[3] 多年来我一直在思考“蓝色的桶”，但今天我可以引用具体的实验。也许是时候让我的老麦高芬消失了。

在机器学习算法中，就像能够分辨猫和狗的算法一样，我们要求很多人来识别属于某个类别的东西，比如猫、狗或蓝色的东西。因为是网络游戏或新奇事物的一部分，人们通常愿意为我们免费做这项工作。

然后，我们使用统计相关性的反馈网络（机器学习算法）来捕捉所有这些人告诉我们的内容。由此产生的软件可以将猫、狗和蓝色的东西进行分类，其效果往往跟一般人一样或比一般人做得更好。

所以我的旧思想实验已经实现了。（我甚至需要研究算法的早期例子。）

在20世纪80年代，当我进行VR演讲时，不得不挑战抽象和符号的优越性，因为它们是学术界的宠儿。但是现在机器学习算法不仅工作得很好，而且获得了有史以来最大的财富，而我却恰恰相反。

最近，每个人都需要明白，仅仅是因为你可以辨别猫狗，并不意味着你理解所有的认知。

在人类的大脑中存在着某种超越相关性的东西。例如，我们不只是将随机的新的数学表达式与旧的正确的数学表达式相关联来检测新的数学表达式是否正确。我们理解数学，但是我们不明白理解是什么。目前还没有对大脑中思想的科学描述。也许有一天会有，但不是现在。我们有能力忘记我们不明白的东西。我们很容易自我困惑。

我的朋友布莱斯·阿格拉·阿尔卡斯（Blaise Agüera y Arcas）（以前在微软实验室工作，现在就职于谷歌）和他的同事试图反向运行机器学习算法，查看是否会出现狗或猫的柏拉图式的图像。出现的東西必须以艺术家的触觉来引导，才会有意义，但它可以变得有趣和超现实。

我们不知道人脑中是否有柏拉图式的狗或猫。我们所知道的是当看到一只狗或一只猫时，不同的神经元被激活，但我们不知道如何或为什么。

因为我不知道什么是象征性的交流，或者即使它在50年内仍然被认为是一个可敬的概念也

是一样，所以我不能真正地理解后象征性的交流会变成什么。几十年后，我仍然会喜欢后象征性交流的概念，因为它强调我们应该尽可能地发现VR中的新事物。

[4] 我在《你不是个玩意儿》的末尾详细地描述了这一思路，所以我不在这里完整介绍了。

[5] 回到狩猎采集时代，小团伙或部落互相监督，少数人可能伤害少数人。后来，随着农业的发展，规模越大，回报越多。城墙在城市周围筑起，暴力也被正规化，多数人可能会伤害多数人。军事战略和创新能力提高了，中等数量的人可能会伤害多数人。

现在，我们面对摩尔定律之类的影响，少数人会有更多的方式杀死多数人。大规模暴力的手段越来越便宜，最终它将几乎免费。

同样，过去很多人暗中监视很多人，民主德国的史塔西和帝国操纵就是这样。但是现在，少数人可以监视其他所有人，也可以阻止大多数人做同样的事情，因为数字网络并不像其宣称的那样公平。

[6] 这个称呼是为了纪念20世纪60年代成名的著名知识分子马歇尔·麦克卢汉（Marshall McLuhan），他率先对媒介进行了研究。

[7] 威廉·布里肯（William Bricken）曾是华盛顿大学人机界面技术实验室的首席科学家，该VR实验室是由汤姆·弗内斯创办的，也是虚拟西雅图的诞生地。威廉·布里肯已经开始探索数学的后象征性方法，你可以在他即将出版的《标志性数学》（*Iconic Mathematics*）一书中了解到相关内容。

[8] 关于它们的信息，见附录二！

[9] 杰伦·拉尼尔的《你不是个玩意儿》一书简体中文版已由中信出版社于2011年8月出版。
——编者注

[10] 当我编辑这份旧的副本时，终于身处遥远的“未来”，但海湾里仍然没有巨大的人造生物。

附录二

对显性系统的狂热

（关于VR软件）

强制变形

本书是一本计算机科学相关的回忆录，因此里面包含了很多计算机科学显性层面的讨论。如果技术类内容会让你觉得头疼，请跳过此部分，因为下面的内容主要与VR软件有关。不过你可能会惊讶地发现这些内容其实很有趣。

思考一个问题：VR软件应该是什么样的？VR软件的形式应该与其他软件完全不同。原因如下：

几乎所有的软件都存在两个阶段，其关系类似于毛毛虫和蝴蝶。第一阶段是软件编写或调整阶段，第二阶段则是软件运行阶段。程序员反复编写代码、再调整、再运行。软件的这两个阶段实际上普遍存在。在某一时刻，程序员要么在编写软件要么在观察软件运行。

（确实，像《我的世界》这样的建造类游戏，你可以一边玩儿，一边修改，但通常改变程度会有限制，你必须切换到“毛毛虫模式”，才能拥有更深层次的变化。）

这对VR来说还不够。VR不像你的智能手机，不是在外面的一个盒子中运行的。你就在VR里面，VR就是你。

以你在现实世界中的厨房为例，你第一次做完饭，然后吃饭时，现

实的规则不需要在两种活动之间进行改变。你不会成为一个被暂停的动画形象，也不会有技术人员走过来，重新设计你的手，方便你用刀叉，而不是用煎锅和铲子，至少我们没有理由相信这种情况会发生。你只需要在同一个世界里做完一件事情，接着做另一件事，保持同样的连续性。如果VR软件能做到这一点，不是很有意义吗？无模式？[\[1\]](#)

这一点从一开始就显而易见。所以我和我的同事不得不从最基本的原则入手，重新考虑我们的软件架构。

格蕾丝

开发和运行代码之间的来回交换模式主要由海军少将和计算机科学家格蕾丝·霍珀（Grace Hopper）发明，她编写了现今创建软件时仍需沿用的核心模式。

“源代码”是我们在毛毛虫阶段修改的代码，这一阶段负责创建和编辑计算机软件。源代码通常由英文和其他符号组成，有一定的可读性，就像是在讲计算机应该做什么，但这只是假象。源代码更像是法律文件，它详细说明了计算机为达成任务必须采取的确切行动。

这种风格上的误导经常会使刚开始编程的学生感到困惑。虽然它看起来有点像人性化的文本，但只有你在编程时做到像机器人一般绝对精准，源代码才能真正起作用。要为机器人编程，你必须自己先成为机器人。

源代码对完美的要求主要源自霍珀和其女性海军数学家团队的惊人工作。她们发明和完善了编程语言、编译程序以及实施“高级”源代码所需的其他技术。[\[2\]](#)

顶尖的男性数学家被困在新墨西哥州的洛斯阿拉莫斯，研究如何制造原子弹，所以只剩下女性数学家推动计算机事业的发展。霍珀的团队很了不起，早在计算机科学成为热门话题之前，她们就已经开发了优化编译程序。

由于需要提供词汇，基于文本的代码使得特定的抽象成为主流。因此，霍珀的做法使抽象看起来是最根本的，而且是难以避免的。

设想

大多数早期的计算机，比如在普林斯顿大学高级研究所约翰·冯·诺伊曼地下实验室运转的那台，都包括一个基础的视觉显示装置。在这个装置中，每一个比特都有灯，所以你可以看到比特时不时地跳动一下。^[3]通过这种方式，你可以真实地看着程序运行。^[4]我喜欢这样看待计算，计算是材料状态变化、比特翻转的具体过程。

可以想象，如果程序员想让这些灯更有用，就可能会出现不同的计算机编程方法。想象一下，这个模糊又原始的可视比特阵列的跳动会变得越来越好，直到你可以在屏幕上绘制和重新绘制比特，这样我们就可以一边运行程序一边修改程序。

怎么做到这一点呢？你如何知道你所绘制的比特的意义或含义？你怎么知道哪个比特负责做什么事情呢？

你如何保证计算机不死机？你的绘制能不能做到足够完美？记住，即使最细微的错误也可能导致计算机死机。

这些比特不能仅仅显示为无意义的混乱，我们必须将比特组织成有意义的图片，因此一定要有清晰的、带强制约束力的绘制方法。

请暂时放下对这一方法是否实际、可取或可行的怀疑。

我怀疑，如果当时的计算机编程沿着这个方向发展，今天的整个社会将截然不同。主要原因可能有些难理解，不过之后我会再回到这一点：当你看着这些比特并进行操作时，你会对计算机有更加实质和现实的感觉。

然而，源代码不是完全现实的。它是与特定计算机语言相关的抽象描述。源代码使我们一直专注于这样的抽象语言，数字文化的居民从一开始就相信这样的语言，也许还因为过于相信AI等抽象实体或所谓的完美形态而变得有些脆弱。

我们先将这一假设放在一边，可视化、可实时编辑的具体计算方式将实现“无模式”，更适合VR。你可以在身处VR的同时改变VR，这会更有意思！

我刚刚描述的只是个设想，但源代码编程的概念已经盛行起来。

源代码有很多值得喜欢的地方。你每次测试软件时都清楚软件的状态，所以理论上至少可以让测试更加严谨。在实际中，软件仍然很难调试，这是另外一个话题了。有的人可能不知道，“软件错误”（software bug）一词源自霍珀在一台早期计算机里抓到的飞蛾，这只飞蛾导致了程序中断。

我见过霍珀几次，我也非常尊重她的工作。老实说我有点怕她，但这个例子很好地说明了还存在一些计算机科学忘记探索的路径。我们没有必要认为所有软件都必须遵循霍珀设定的模式。

手法

人为划分的代码编程和执行是文本代码理念的副产品，不是计算固有的特点。

我所描述的另一种可能会在未来出现吗？它会不会允许你在运行程序时，重置计算机程序的比特，而不用遵循不可变的抽象语言？

等这种方法足够成熟，编程可能会变得更加实验性和直观化。这反过来又会开创重新认识编程的方式，用编程来表达整个世界、体系、经验，表达我们尚未阐明的深层意义。这就是我希望计算机做的事情。

我将这种理想描述为“显性编程”，尽管有时候也称为神经模拟或有机编程。“显性”意味着是面对面的。

显性软件仍然是个实验性想法。在商业VR早期发展阶段，曾出现过短暂的实验激增。例如，VPL的虚拟世界软件就支持你身处虚拟世界时，对该世界中的内容和规则进行任何方面的根本改变。

我们通过一个狡猾的设计实现了这一点，我就不多解释了。大体说来，就是通过误导，在中央处理器没有注意到的瞬间，用新的比特模式替换了旧的比特模式。这个替换必须精准，因为我们要在正确的时间用正确的方式替换大量比特，以免出现死机。（在比特层面，一切都必须完美，计算机才不会死机。）

我们最初这样做是因为，只有这样才能使当时运行缓慢的计算机达到足够快的速度。通过这种机制，可以提高代码运行速度。

我们身处虚拟世界时，可以改变该世界的运行，而这起初只是一个

不错的副作用。

编辑器和映射

我们将显性架构的组件称为编辑器。最开始，习惯于传统架构的计算机科学家要愉悦地接受这个概念可能有点困难。

显性编程与当前人们熟悉的编程最大的区别在于，显性程序员不需要一次又一次查看相同的源代码格式。

目前，特定编程语言的所有代码看起来都很相似，不断地反复出现IF、THEN、REPEAT或任何特定的字词和符号。

在显性系统中，不同程序、同一程序的不同方面都会有不同的、特定的用户体验。

你在显性编程期间感知和操作的这些设计就叫作编辑器，它看起来像是计算机屏幕上的图像，或是虚拟世界中的虚拟物体。

编辑器还是用户界面体验和比特模式之间的映射。

如果你要编辑正在运行的程序的比特，这意味着你所用的编辑器必须能够解读和显示比特，以便你了解如何进行更改。可能会有不同的方式能做到这一点。不同的编辑器可以指向同一比特模式、同一程序，并以不同的方式呈现给程序员。

由于显性编程是基于人类体验和比特之间的映射的，程序员不需要专注于特定的抽象。一个编辑器可能会以迷宫的形式展示运行程序的比特串，另一个编辑器可能会让映射的同一比特串看起来像是家族树。

每个基于源代码的传统编程语言都不可避免地与其抽象有关，比如Fortran的功能、LISP的列表或是Smalltalk的对象。这些都是我学编程时

的例子。你不需要知道它们具体是什么，你需要了解的是，这些概念都将计算机内部跳动的比特与人类意图相连接。每一种概念都是在某些情况下好用，在其他情况下又不好用。

显性编程在不同时间支持同一工具内的不同概念，通过混合和匹配抽象概念来迎合当下的需要。

变体

这并不意味着抽象已经过时了。

想象一下，在未来，VR会以我和我朋友以前尝试的方式，显性地完成程序设计。在这种情况下，你可以通过各种操作改变其中的比特，使你所在的虚拟世界突然发生变化。

上面所说的操作到底有哪些？你操作的模拟控制面板看起来会不会像是“企业号”星舰的舰桥？你是不是要拉动中世纪地下城的锁链，或者像叶子一样跳舞？还是要编辑目前大家都在用的与格雷丝·霍珀源代码类似的文本？所有这些编辑器设计可能都会存在。

无论如何，一定要存在某种设计。你不可能不接受任何观点或思维方式，就完成某件事情。但是从根本上说，我们没有道理在特定的时间内坚持同一种设计。

在霍珀的非显性源代码世界中，每种计算机语言都对应着特定的抽象对象，使用一种语言时将不可避免地用到这些真实、强制和永恒的对象。我之前提到了Fortran的经典功能和Smalltalk的对象，我正在写本书的时候，可以很轻易地在当时流行的云软件中添加“机器人程序”（bots）。

每个对象在有的时候都很好，很有用，但没有任何一个对象是必不可少的。如果“现实”指的是你不能拒绝的事物，那它们不是真实的。如果它们看起来像是真的，那就会比较麻烦。

如果不是历史的扭转，其他抽象对象可能已经替代了我们熟悉的对象。（是否要重新考虑目前广泛使用的软件抽象对象还是个开放性问

题。在之前出版的《你不是个玩意儿》中，我认为软件中要表达的想法可能会被恶意的“网络效果”锁定，但是在本书中，我假设我们还有改变的时间和希望。）

你在使用计算机时，唯一基本的、不可侵犯的真实现实是你和计算机中运行的比特模式，但这两个真实现象之间的抽象连接不是真实的。

计算机架构能否表达出这种看法？是否真有办法更换不同的编辑器设计，呈现当前的特定比特模式，方便你在不同时间以不同方式理解和修改比特模式呢？

显性试运行

我和我的朋友曾在20世纪80年代初进行了几代显性试验。最开始的试验叫曼荼罗，之后一个叫“抓住”，再之后一个叫“拥抱”。（抓住用的是手套，拥抱则采用了全身服，名字既有字面含义，又有比喻含义。）VPL的无代码软件完成了一些VR主要应用类别的原型。

“无代码”不是比喻，和字面意思一样，我们确实没有使用代码。我们使用了传统代码和开发工具来启动系统，但虚拟世界的运行不需要代码，它依赖的只是比特模式，再重复一遍，是可以通过映射到这些比特的编辑器进行修改的比特模式。

编辑器与编译程序、解释程序等创建软件的常用工具完全不同。

在基于代码的传统软件的变形方案中，编译程序类似于茧，你编辑一个文本文件，也就是源代码，编译之后，你需要查看修改后的代码的效果，然后你再来来来回回地调试。[\[5\]](#)

对在霍珀影响下长大的年轻计算机科学家来说，显性设计听起来像是个难以置信的外来想法。人们普遍认为代码几乎等同于计算，但其实并非如此。

显性编辑器会模仿传统代码吗？换句话说，我们能不能将比特模式映射到屏幕上看似高级文本语言的图像中，从而编辑比特模式？在许多情况下，我们可以这样做，这就意味着我们模拟了代码。显性编辑器可以通过设计和限制，看起来像是文本，虽然这一效果来自更普遍的图形构造。编辑器可以做编译程序能做的任何事情，但不能做实时的视觉调整。[\[6\]](#)

我们会倾向于一些编辑器设计。进行代码的视觉展示时，我们通常更倾向于所谓的数据流原理。数据流通常看起来像是连接模块的电线，但数据流不是根本。我们也可以换成类似于格雷丝·霍珀文本的编辑器或其他编辑器。

编程很快就会变得更加即兴了，像是将铜管演奏爵士乐和绘制数学图表结合了起来。

第52个VR定义：一种不用代码的计算机使用方式。

我们最终不得不要求VR客户在常规显示器，而不是在虚拟世界中进行程序开发，主要原因是常规显示器比VR头戴设备要便宜得多。更多人可以同时在不同地方工作。

一想到这个，我现在还觉得很难过。更让我难过的是，在今天的VR复兴浪潮中，所有人仍在常规屏幕上使用传统的编程语言来开发VR。这就像是看书学习外语，而不直接和当地人对话。

我们在传统显示器上的编辑器设计通常看起来有点像MAX，MAX是今天用于实验性计算机音乐和动画的一种视觉编程工具。[\[7\]](#)

我们当初至少开拓了另一种未来，希望在今后几年能够有更加深入的探索。

规模

计算机科学的根本推动力就是“扩大”，这意味着计算机科学家希望自己的成果能够不断扩大，直到无限大和无限复杂。

如何让显性结构变得越来越大？显性编辑器将计算机的比特映射到用户界面，方便人们更改比特，但编辑器可以编辑其他编辑器吗？有没有可以编辑编辑器的编辑器塔、编辑器网，会不会出现类似真菌的大规模增长？

当然可以，这个想法棒极了。在这种情况下，是否要遵循每个编辑器都要遵循的抽象原则，方便其他编辑器进行编辑？这是不是背离了避免遵循任何特定抽象规定的目标？答案令人难以置信，不用！显性编辑器不用遵循任何特定的抽象原则就可以被其他编辑器编辑。

原因在于每个编辑器都是可用的用户界面。因此，编辑器通过模拟人类就可以操作其他编辑器。编辑器可以解读用户界面，并根据这一界面的规定进行使用。

例如，用于底层访问数学库的编辑器看起来可能像是个计算器，我们可以直接使用，或者另一个编辑器可以通过模拟用户交互来进行使用。

需要调用算法来计算未来赴约日期的日历程序，将通过模拟行为按下模拟计算器的按钮。

不需要通用的抽象原则去规定程序如何调用其他程序。每个编辑器负责了解如何使用其他编辑器上为人类设计的用户界面。[\[8\]](#)

这听起来像是实现程序中的一部分与其他部分交互的不确定和低效的方式，事实也是如此！它只适用于比较小的程序。

显性假设认为，如果用巨大的程序处理非常大的系统，显性原则会比传统方式更为有效，因为传统方式要求必须执行抽象原则。

你可以将显性系统看成一群编辑器，每个编辑器后面都有模拟的角色在操作。在我们原来的设计中，你可以将整个大程序侧过来，看到侧立的基本编辑器排成队浮在空间中，就像是太空战争中的盾牌。

每个编辑器后面都有个侧面看来类似卡通人物的角色，它看起来像是在操作其他编辑器，其他编辑器后面也有这样的角色。当时完全是通过唯一可用的方式——八位游戏图形完成的。我们没有完全实现整个愿景，但我们已经很接近了。我希望能有图片可以向你展示，可惜一个都没有保存下来。

当然，侧面视图只是另一个编辑器，没什么特别的。

（如果你已经读过我对人工智能的看法，设想一下，AI中模拟的人物是面对着你，而在显性系统中，这些角色都背对着你，受你的控制，面对着其他编辑器。显然这些角色都是工具，不会等同于你。它们采用了与AI相同的算法，但属于不同的概念。）

动机

接受显性假设有很多理由。在谈到功效的具体细节之前，我们先考虑一下系统的可用性。

编写新的程序永远比理解和修改别人的程序容易，但如果程序是显性的，至少当你打开它时，你看到的部分都是为人类设计的用户界面，因为它就是这样设计的。

由于每个编辑器最初都是为人类使用设计的，显性系统将倾向于选择适合人类使用的部件。这意味着显性系统往往具有比其他架构更加“粗糙”的组块。

显性系统没有庞杂的抽象小功能，它的组织架构将分解成更大、更清晰的组块。每个组块作为用户界面，其本身具有连贯性。这种组块自然遵循了人类实际的使用习惯，而不是工程师的理想方案，它们往往更容易理解和维护。

在显性系统中，你应该可以看到每个编辑器背后的动画人物，看到它们所做的工作，从而了解整体程序的工作原理。你也可以将自己定位在编辑器网络的任何位置，体验直接操作程序。

这一观察暗示了一个基本原则：计算机只有作为工具服务人类时才有意义。如果使计算机“高效”的前提是使人们难以理解和保持理智，那么这台计算机实际上是无效的。

角色转换

计算机安全很好地反映了上述原则。我们设计了无数的抽象层次，让程序与程序互相通信，但这些抽象设计很难理解。因此，黑客不断发现之前未预料到的漏洞，我们不得不承担入侵、维护、安全软件、选举篡改、身份窃取、勒索等方面的惊人开销。

显性软件真的会更安全吗？我还需要更多的测试来证明这一点，但我对此很乐观。

我们今天是这样构建系统的：采用精准比特结构的抽象通信围绕着“深度学习”[\[9\]](#)等“有利”模块，来实现最有价值的功能。

这些关键的“类AI”算法在比特层面并不是完美的，这些算法虽然只是近似估计，但仍然很强大。算法提供了支撑我们现有生活的程序所需的核心能力，不论是分析医疗试验结果，还是运行自动驾驶汽车。

在显性架构中，程序中“完美比特”和“近似/强大组件”往往扮演着相反的角色。

显性系统中的模块，通过深度学习和其他通常与AI相关的近似但强大的方法进行连接。

同时，只有部分显性编辑器，如计算器访问等功能，会要求比特完美的精度。绝对精度将不再用于通信。

为什么这样做会更安全？为了防止计算机遭黑客攻击，我们有时会创建“气隙”，这意味着执行关键功能的计算机甚至不会联网。因此，黑客无法侵入计算机，而用户只能在现场使用计算机。

在无代码的显性网络中，每个模块或编辑器都被气隙的关键因素包围，它们无法从彼此处获得抽象消息。没有消息，只有模拟角色按下模拟按键，也没有抽象的“按键”消息。

在回到有关安全的话题之前，我会详细解释气隙的工作方式。

表达

我要坦白：在20世纪80年代，没有“按键”动作就没有办法做出显性效果。当时的机器视觉和机器学习还不够好。

因此，我们需要小部分语言来描述屏幕按钮等显示和用户界面功能，但我们知道这只是对临时问题的临时修补。[\[10\]](#)摩尔定律表明，计算机最终将变得足够快，不仅能够识别身份，还可以辨别相似性。到那时，编辑器就能够通过机器视觉观察另一编辑器，并用虚拟的手进行操作，不再需要像按钮这样的用户界面元素的抽象表达。

在20世纪90年代中期，计算机的速度终于足以实时识别视觉相似性了。我和一群新朋友创立了名为Eyematic的初创公司，进行面部识别、面部特征跟踪等机器视觉任务。（我们当时赢得了美国国家标准技术研究所举办的比赛，在现实世界的不同困难条件下识别和跟踪面孔。）

Eyematic团队的大多数科学家都曾是神经科学家克里斯托夫·冯·德·马尔斯布尔格（Christoph von der Malsburg）的学生。以前VPL的几位同事也在这里重聚，其中包括查克和一些之前的投资人，不过公司的核心是哈特穆特·内文（Hartmut Neven）。最终谷歌收购了这家公司。

我得承认，最开始参与其中几个有效的面部跟踪和识别项目时，我有些不安。我们是不是创造了一个怪物？我利用Eyematic的一些原型制作了邪恶技术的工作模型，用在了《少数派报告》的场景中，比如男主角在逃离警方追捕时，他经过的广告牌会识别出他，并将他的位置向所有人广播。

我还是坚持做了，原因在于我觉得这个技术带来的益处会弥补可能产生的遍地监视的罪恶。如果能够通过机器视觉识别人脸、跟踪表情

等，我们能否通过这一能力让编辑器使用其他编辑器？我们最终会抛弃暂时的补丁，利用恰当的气隙，建立适当的显性系统。

在这种情况下，除了自己的用户界面外，显性编辑器不用支持任何交互界面或方法。没有任何协议，没有需要记录的抽象变量，没有应用程序接口[\[11\]](#)。

编辑器中的机器视觉和机器学习算法将用于解读和操作虚拟手，虚拟手会被用于触摸其他编辑器。编辑器无法识别在特定时间进行操作的是人还是另一编辑器，因为这两种情况下的界面都是相同的。

编辑器内的代码，其本质就是支持编辑其他编辑器，它不会被标准化。特定编辑器的编程方式也不会被标准化。

一些编辑器可能会通过训练执行任务（就像我们用例子来训练机器学习算法一样），另一些编辑器可能必须进行明确的编程。所有编辑器都可以和其他编辑器交流，就像人一样。

我相信这个好处足以弥补监视带来的问题。如果我们的信息系统可以基于类似我所描述的显性原理来构建，那么我们最终使用工具时，将不再需要接受某些普遍和永恒的抽象概念。

鉴于从现在起，我们的信息系统将服务于社会各个方面，担任年轻人成为社会个体的指南，转向这种拥有多元的、可撤销抽象对象的信息架构变得十分重要。这可能就是未来鼓励开放和自由的方式。

我知道这个希望听起来可能有些深奥，像是信仰的巨大飞跃，甚至像是乌托邦式的冲动，但它实际上试图超越乌托邦。

我们暂时将这些宏图大志放在一边，能用虚拟面孔追踪人脸表情就非常有趣。有段时间，我曾有一些俱乐部（如20世纪90年代纽约的Knitting Factory）里，用我们怪异的乐队尝试了一些富有表现力的化身

面部形象。比如，我们这些古怪的乐手身后会有个大屏幕，将我们映射成当时那些腐败的政客形象。

不完美的智慧

未来理想显性系统的模块会通过近似的方法，采用机器视觉和其他通常与AI有关的技术进行连接，因此，今天的许多疯狂、棘手的黑客游戏不会再出现。

例如，人们很难通过深度学习网络将恶意软件安装到计算机上，比方说让摄像头对着一幅可能会引起病毒感染的图像。但“难”不等同于“不可能”，追求完美的安全本身就有些愚蠢。

明确地说，你可以利用图像植入恶意软件（人们一直都在这样做），但只有在软件一个比特接一个比特地接收图像，并通过精确协议处理图像时，才能较容易地完成这种植入。

欺骗刻板的协议很容易，因为你通常可以想出协议的原始设计者之前没有预料到的技巧。一个常见的例子是，图像中放置的比特数多于描绘图像的协议识别的比特数。协议读取图像时，一些比特会溢入之前未曾料到的计算机位置，而这些多余的比特可能就包含恶意软件。

利用这种风格的策略实现的计算机感染，可能是目前地球上最常见的人为事件。

但是，如果我们只是以模拟近似读取图像，并只对其进行统计分析，就像有个摄像头对着这个图像，那么系统就不会那么脆弱。[\[12\]](#)图像不是问题，僵化的协议才是问题。

有时候，工程师最好不要知道软件的精确工作原理。

与深度学习等类似术语相关的现代算法具有近似性及其他相关特

性，能够在本质上抵御黑客的攻击技巧，但是我们只用这些能力执行特殊任务，而不用来建构体系结构。另一种设计显性结构的方法是在架构中使用这些算法。

和生物学一样，当系统变得强大时，安全性也会增强，这与完美不同。完美的系统会崩溃，而强大的系统可以调整。

弹性

有的显性假设认为，如果将类AI算法用于结构和连接，而不仅仅用于有效载荷，那么系统将不易出现持续的灾难性故障。

当然，显性在小系统中连接模块时效率很低，我们依靠机器视觉和学习算法来联合最基本的任务。但在非常大的系统中，维护协议会变得低效。例如，会有不断的更新和病毒扫描，而且每次更改协议时，都要停机很久。

我要举个音乐方面的例子。这么多年来，我为音乐软件的插件花了上万美元，来为混音添加混响等，但最后这些插件都不能用了，没有一个能用！

软件组件很快就会过时，因为它们需要完全符合软件生态系统的协议和其他方面，而我们很难防止微小变化的出现。[\[13\]](#)

我还买了很多物理音效踏板，甚至还有20世纪70年代的，又买了一大堆音乐合成器物理模块。这些硬件中，许多都有计算机芯片，功能与我购买的软件插件的功能完全一样。但是它们与软件插件最大的不同就是，所有的物理设备现在都能用，全部都可以。

物理设备和软件插件的区别在于，物理设备采用的是不会过时的模拟气隙连接。

理论上，软件插件应该更便宜、更高效、各方面的功能更好。可实际上，硬件设备更便宜、更高效、各方面的功能更好，因为它们都还能用。硬件音效踏板和模块就是音乐技术的显性版[\[14\]](#)，而插件就是协议版。

我们不能只看技术在一段时间内的表现，而必须着眼于包括开发和维护在内的整个技术生命周期。

我购买音乐工具的经历展示了显性假设的另一面：从大范围和长期的使用与修改来看，显性架构比以协议为中心的、基于代码的传统结构更加有效。

适应

我经常批评传统计算机架构“脆弱”，只要出现一比特的错误，传统计算机架构就只会崩溃而不会调整。

要找到解决脆弱的方法，我们可以转向生命，想想自然进化是如何实现的？我们的基因有时候类似于软件，偶然的单一突变可能就会致命。

即使我们没有相同的基因，不同个体也可以存活，这非常正常。微小的变化并不总会摧毁我们。

可以说，我们不完全了解基因，但我们清楚：基因强大到足以支持进化。

进化是一个渐进的过程。很长时间内积累的微小变化会成长为几乎难以估量的巨大变化，比如单细胞生物体到我们人类的进化。

在进化的过程中，关键的微小的一步就是：微小的基因变异只会导致生物体的微小变化。一旦这种从小到小的关系发生得足够频繁，进化核心的反馈回路就有机会发挥作用了。

如果微小的基因变异经常导致生物体的剧烈变化，那么基因就不能“教会”进化很多，因为其结果太随机了。就是因为微小的基因变异在许多情况下产生的影响也很小，种群才可以逐步进行一系列相似新特性的“实验”，从而实现进化。

如果你随意改变一个比特，可能会使计算机完全死机。如果你狡猾地改变一点点，可能会危害非显性计算机的安全性。

实际上，在今天的程序中，我们几乎无法通过难以预料的方式改变一个比特，实现微小的进步。这不是意味着我们在用错的方式使用比特吗？

所以，显性假设的另一个方面是，在显性编辑器中做出的微小改变应该导致其行为的微小变化，且这种变化频繁到足以促进大规模的适应性改进。[\[15\]](#)现在的系统中不会发生这种情况。

摇摆

我设想未来的显性系统会扩展至形成网络，编辑器在全球各地互相操作，一群动画角色互相对峙。

对云计算和自然人来说，恒温器和无人机等物理设备的操作控制将没有区别。因此，妨碍人们理解小型仪器的秘密将越来越少。

我想象，一开始学生会通过世界的云架构浏览、使用、调整和探索为人们设计的一切，一切都便于理解。当然，我设想这一切都是从VR内部开始的。

如果人们身处虚拟世界，就可以改变这个世界的运转方式，那么，我不知道怎么描述，这就是我之前曾在演讲中努力描绘的“后象征性交流”。

我曾经提到，21世纪成熟的VR将会融合20世纪的三大艺术：电影、编程和爵士乐。其中，爵士乐将会是最具挑战性的元素。

爵士乐是即兴的，是音乐家即兴创作的。

我们已经看到了一些可以快速创建计算机内容的基础工具。人们一直在用智能手机表达当下，包括文本、照片、电影，还有录音。灵活的用户，尤其是孩子，在《我的世界》这样的建造类游戏中修改虚拟世界的速度令人惊叹，但更深层次的即兴编程还只是个晦涩难懂的想法。

原则上，类似语言翻译或图像解读的“深层”或卷积网络可能可以适应性地修改程序，这样用户可以通过跳舞或演奏萨克斯管等变化来指导程序。

到时候，我们就可以在说话或者跳舞时，灵活、轻松地虚拟世界定义新的交互方式或改变其物理形态了。组织语言或者设计舞蹈动作确实需要花时间，但是我们想到和感觉到时基本就能做到，所以感觉是“实时”的。

那能做到实时编程吗？我用过多种方法，帮助人们快速地“感觉到”程序是一种创作的手段，而不需要一句一句地编写。

一种方法是让人们选择，而不是建造。理解这一点最简单的方法是：想象意识的纯声音版本。假设你为用户设计了一个杂音，任何时候只要他的手一动，这个声音会再次出现，成为整个环节的一部分，其他没被选中的声音会小一些。那么他就会重复这个过程，选择更多的声音加入这一重复环节，同时允许其他声音消失。

到最后，这个可能不是音乐家的人也可以创造出属于自己的声音效果，并且这些创作会比库乐队（Garage Band）这种程序创作出的音乐更加多变，更加个性化。整个过程完全不涉及发明，只有选择，当然我们也可以花一个晚上争辩发明和选择的区别。

我们也可以通过视觉设计实现这种方法。在这种设计中，人们会处在嘈杂多风的虚拟世界中，挤压周围经过的小涡流，将其固化，直到制好雕塑。这有点像罗夏测试的活动版，不过这个是从零开始。

这个策略和相应的方法可以应用在普遍编程中吗？到目前为止，我还没有令人信服的证明示范，但我仍然希望能够实现这一点。主要问题在于观察行为需要时间，而程序可以描述行为。

在用户界面设计中，我一直期待能从乐器中获得灵感。如果我们把技术看作一种表达形式，那么毫无疑问，乐器是迄今为止最先进的技术，不过这种赞美只适用于目前的非数字乐器。

人们可以即兴创作爵士乐，这总是让我感到很惊讶。即兴创作涉及有一定深度的实时问题。未来编程在很多地方都要像爵士乐一样。

这就是为什么我花了很多精力在虚拟萨克斯管之类的精巧设计上。至少现在，它们吹奏起来还不像真正的萨克斯管那么好，当然更比不上真正好的萨克斯管。

我现在设想的未来显性即兴演奏者将会面临的问题与现代爵士萨克斯演奏者的问题不同。如果你要观看“外星飞行乌龟”在你的头上拍动翅膀的100万种行为变化，可能需要观察很多年才能选出最好的。

假设你看到几百只，甚至成千上万只乌龟，每只都是透明的，它们形成了“乌龟行为云”，而你要从中选择看起来最明显的行为。也许乐器，比如虚拟的萨克斯管，可以根据你想突显的乌龟的动作，同步演奏。

从显性角度来看，我们需要学习如何设计编辑器，以方便、可行的方式传达程序可执行的范围。记住我的话，人们会在这个问题上花几百年的时间。[\[16\]](#)

目前我们通过抽象来处理大量具体的可能性。需要解决的问题是我们能否找到更加流畅的具体表达形式，可以切实替代抽象。这种情况大约只有在超越我们所知的用户界面中，或许在VR的未来版本中，才可以想象。

瓦砾填充了柏拉图洞穴

计算机科学可以被看作工程学的分支，或是一门艺术、一门工艺，甚至是一门科学，这些都是计算机的特性，但对我来说，在大多数情况下，计算机科学是应用哲学，更恰当地说，是实验哲学。

计算机科学家了解生活的意义，知道如何实践能使生活更美好，并且可以用这些实践形成模式，指导人们的现实生活。我们通常是理想主义者。因为理想从来没有完全实现，计算机科学的历史可以被理解为布满破碎梦想的大道。

我清楚地知道，显性可能永远不会得到充分的关注，可能为时已晚。即使现在出现了大规模显性研究的复兴，也会出现我之前从未预料到的问题。没有什么是完美的。

这是计算机科学的思维定式，你需要不断追寻。伊凡·苏泽兰多年来一直在探索异步计算机架构。异步计算机架构指的是没有主时钟的硬件系统，同时它还具有更深的含义：这种计算的本地化和分层程度从根本上有所降低。这一直是伊凡前行的动力。同样，泰德·尼尔森还在与不断更替的学生和追随者一起，实现他们理想的“上都”——一种在20世纪60年代就开始了的数字网络的原始设计。我相信这个设计比万维网更好，但只有充分实施后大家才能知道到底如何。

计算机科学家的理想主义项目不是那些最终决定世界运转的项目，但它们会间接地影响世界。比特和字段最后被嵌入了奇数位。万维网只是对泰德最初构想的一种苍白的模拟，但万维网确实受到了他的想法的启发。

数学是一座不断攀升的真理塔，计算机科学则更像是来自一场被遗

忘的战争的碎片堆，这可不是哀叹，而是两者的区别。另一个区别是，计算机科学确实可以创造财富，也会继续如此，直到计算机科学家视金钱如粪土。

然而，财富带来的可悲副作用是，人们过度关注目前顶级公司正在做的事情，而无视其他想法。计算机科学理想的丰富多样性没有在广阔世界中获得应有的关注。每一个多样性都代表着另一种可能的生活方式，或者未来可能的生活方式。

许多洞穴，许多阴影，可是你只有你的眼睛

经历过简单的显性实验后，我的哲学观点也发生了改变。我意识到将软件视为真实的存在是多大的错误。比特是真实的，因为它们可以在芯片中进行测量或传输；人们也是真实的，比特仅仅是因为人才有意义。

我曾经说“信息是异化的经验”，也就是说，人们将比特输入计算机，或者从计算机提取比特时，比特基于人们的经验才有了意义，如果没有人类的文化和解释，比特就毫无意义。[此书分享微信wsyy5437]

另一种说法是，对外星人来说，智能手机和熔岩灯没有区别，随着内部程序的运行，两者都会越来越热。

我在费米悖论中找到了支持这一观点的依据。我们在夜空中进行筛选时，为什么会看不到宇宙中其他生命的证据呢？也许是因为没有共同的文化，我们很难识别出其他生命。我们所认为的噪音，对外星人来说可能就是文学。^[17]

一旦你认识到比特从来没有其内在的意义，计算机的完善就会更容易，因为剩下的唯一标准就是“为人设计”。

这种思维方式提升了人类的地位。我们一定有特别之处，我可以接受这一点。

[1] “高级”这个词的意义不准确，但它通常意味着离比特更远，离描述比特是什么的抽象表述更近。

[2] <http://alvyray.com/CreativeCommons/AlvyRaySmithDawnOfDigitalLight.htm>.

[3] 典型的（非量子）计算机内部只是一堆或开或关的开关。我们把这些开关叫作比特，将

它们描述为位于零或一的状态。计算机在运行时，开关会开或关很多次。这就是计算机里发生的一切。剩下的就是我们感知周边设备时做出的解读，比如一串比特在屏幕上可以显示为图像。

[4] 解释程序与编译程序类似，是一种特定的计算机语言，也与文本代码固定的词汇和语法相关。但解释程序不在计算机比特上直接运行，而在模拟计算机上运行，模拟计算机则是在真正计算机上运行的程序。这意味着解释程序支持更改运行中的程序，因为真正的计算机没有在运行代码（所以不用担心真正的计算机死机）。解释程序的缺点在于，因为它是间接的，所以可能很慢。更重要的缺点与编译程序一样，解释程序无法改变运行中的抽象对象，因为抽象对象固定在语言设计中。

[5] 通常，我们可以迅速完成小的变化，实时改变体验，但是不同调整的系统开销会不同。

[6] MAX看起来像是通过网线连接起来的一堆散落的小盒子。MAX大致模拟了鲍勃·穆格（Bob Moog）和唐·布赫拉（Don Buchla）设计的老式合成器的编程体验（通过将大量电线插入框架内金属盒中的插座完成操作）。

MAX的名字是向在贝尔实验室发明数字音频的马克斯·马修斯（Max Mathews）致敬。当马克斯还活着的时候，每周四，我们和唐·布赫拉、汤姆·奥伯海姆（Tom Oberheim）、罗杰·林恩（Roger Linn）、基思·麦克米伦（Keith McMillen）、戴维·韦塞尔（David Wessel）以及其他电子音乐产品的先驱者，都会在伯克利大学吃早餐。他们和鲍勃·穆格是我进入VR行业时的榜样。

[7] 这类似于创建无须提前设定就可以探测和使用设备的程序。相关成果的例子见<https://cacm.acm.org/magazines/2017/2/212445-model-learning/fulltext>。

[8] 深度学习指可以识别图像和其他自然数据的算法，目前这一术语仍在变化。在本书回忆起的时期中，人们更倾向于使用“模式识别”，而在21世纪，“机器学习”变得越来越受欢迎，因为它与基于访问更大规模数据库的更有效的想法有关。最近，深度学习也受到大量关注，它与实现更有效算法的另一步骤相关。当科学家试图将自己的进展与前几代算法区分开来时，就会产生不断变化的术语。因为这些算法和相关术语的差异对显性系统来说并不重要，所以我没有严谨地使用这些术语。

[9] 20世纪80年代的显性实验依赖于方案。方案中会描述你将在虚拟世界或屏幕上看到的一切，包括房间、化身、文本、窗口和图标。里面包含5个原词，每个原词描述了一种视觉/空间关系，如遏制或秩序等。我们使用这种系统描述和渲染了一切，甚至包括对传统源代码的模拟，尽管里面没有任何源代码，只是机器语言（运行程序设置的比特模式）到屏幕内容的具体映射。

[10] 应用程序接口（API）是目前封装用于连接程序的抽象层的常见方式。

[11] 显性系统的原型包括隐藏在机器中的实体小屏幕和摄像头，这样就可以实现物理上的气隙。

[12] 在我看来，问题在于苹果Mac OS系统的缓慢变化。

[13] 为避免混淆，我需要说明的是，硬件不是造成差异的原因，真正的原因在于它们的连接不必完全遵循数字生态系统的协议等其他方面。显性软件也有同样的好处。

[14] 如果能够建立大型显性系统，那么一个典型的显性系统可能包含许多类似但不同的编辑器的冗余并行路径。（类似于我们今天认证用户的多重方式，除了输入密码外，还可以拨打他们的电话。）

一旦编辑器的两条或两条以上的路径产生了可比较的中间结果，特殊编辑器就会对这些路径进行比较。冗余将弥补不精确统计连接的不确定性。

除提高可靠性外，冗余也将支持架构的大规模系统性适应，而不仅仅是算法的大规模系统性适应。

编辑器和编辑器集合将通过冗余相互测试，从而改善整个系统。如果某条路径更为有效，它就会成为优先选择，并且可能会影响新路径的设计。

这一机制让人想起生物族群遗传多样性的价值。

工程师已经在用这种方式完善算法了，但还没有涉及算法间的连接架构。这种遗漏将通过显性系统进行纠正。

[15] 不是所有程序都会这样，只有可表达行为范围受限的程序才会如此。

[16] 我认为加密是一种文化形式，是解释比特的一种方法。因此我们无法察觉带有加密信号的外星人，但区分加密和纯粹的外星人语言，目前来看没有实际意义。

[17] 这是对拉里·特斯勒（Larry Tesler）在20世纪80年代著名的车牌号码“NO MODES”（意为“无模式”）的模仿。模式会让软件更加难用。拉里·特斯勒发明了我们数字世界的浏览器等很多我们熟悉的元素。

附录三

神神对决

奥尔德斯·赫胥黎在《美丽新世界》（*Brave New World*）中提到了虚构的媒体技术“感官电影”，预测了VR的阴暗面。我之前没有讨论过赫胥黎的愿景，因为我不可能把所有东西都放进一本书。我感到特别遗憾，因为我父亲埃勒里曾在加州南部和赫胥黎住了一段时间，众所周知，赫胥黎也与致幻药物文化有关。想到这本书完成时，唐纳德·特朗普已经当选美国总统，我觉得需要写下以下内容，与赫胥黎呼应，同时提供与这个时代相关的细节。我不知道本书出版后读者会如何看待这部分内容，但我还是要把它加进来，反映当下。

不是人为，而是虚构

在第19章“我们如何安顿未来的种子”中，我写道，即使机器人和算法有一天会抢走我们所有的工作，它们仍然没有真正地做到任何事情。机器人或云算法中的所有信息最终都来自人，所有的价值都在于人。我们一直在被分解为数据，这些数据将被用于不同的机器学习项目，而这些项目最终使我们失去工作。

这个道理最浅显的例子来自机器翻译，我一直使用这个例子。互联网严重压缩了专职翻译人员的生活空间，录音师、调查记者和摄影师也是如此。

但是，如果仔细观察机器翻译的工作方式，你就会发现，算法必须每天收集数百万现实生活中真人翻译的内容，建立实例集。（公共事件和流行文化每天都在变化，语言也是如此。）算法似乎是自给自足的，但实际上它们只是在重新包装来自隐藏个体的价值。拉开AI的帘幕，幕后有数百万被剥削的人。

我不是说AI不好！我要说的是AI什么也不是。对AI的恐惧只是用另一种方式扩大以AI的名义造成的伤害。对人们想要使用的单纯算法的恐惧，只是人类幻想的必然结果。例如，担心算法会造成失业或意义危机，这是假装算法有生命，可以不依赖从人类那里获取的数据，自己获得价值。减少这一伤害的唯一方法就是不再相信AI是一种新型生物，将算法视为人们使用的工具。

机器翻译服务是有用的。害怕机器翻译，甚至放弃它只会适得其反。理想的、道德的、最重要的和可持续的做法是感谢和酬谢提供数据的人，也就是提供短语翻译的人，是他们使算法成为可能。

20世纪80年代，我的许多朋友都喜欢这样一种关于未来的观点：假装经济无价值。这样一来，每个人都将被迫接受纯粹的社会主义或其他乌托邦式计划。最近，这种想法在关于基本收入模型（BIM）的讨论中再次出现，即一旦机器人开始接手所有的工作，所有失业的人都将得到津贴。

（最近，在“另类右翼”的时代，我看到了一些黑客圈子也采用了同样的策略，这次是让人们接受某种种族主义专制。机器人让每个人失去工作时，如果我们还继续沿着这条思路思考，那么普通人将无处可去。）

我怀疑基本收入模型是个陷阱。人们会觉得自己毫无用处，荒唐可笑。当价值被有意忽视时，经济学就会变得具有破坏性，投机者可以玩弄的虚假的社会安全网根本就不安全，会出现一个集权的超级政治机构指导整个方案，腐败由此滋生。

我曾在《互联网冲击》（*Who Owns the Future*）[\[1\]](#)中提到这些担忧。概括地说：不同的AI算法对大数据更新频率的依赖程度不同，但整体的AI项目依赖于无须承认且酬劳微薄的对大量人类数据的隐藏式访问。我在书中提议通过纳米支付将人类的隐性数据价值纳入正规经济中，替代现有的隐形或以货易货的互联网经济[\[2\]](#)，进而替代基本收入模型。这一提议超越了对基本收入模型可能会退化到计划经济的担忧。普遍的数据经济还可以替代基本收入模型，抵制无法持续的政治集权，增强个人创造力和人的尊严。

我们的第一直觉是这可能意味着每个人都没有足够的收入，请记住，将来会有各种各样所谓的AI算法同时进行纳米支付。假设极端情况下，所有的活动都是通过AI算法进行，这意味着没有任何事情是由人直接执行的。人类数据产生的价值至少和历史上人们直接从事这些工作的价值一样大。如果以前人们有足够的价值和价值多样性，那么未来也会

如此，只要我们将AI看作对人力资本的重新包装，而不是其他资本来源。

例如，假设我们未来仍然需要刷牙，基因工程、纳米技术或任何其他技术不能替代这一行为。那么在未来，你不用自己刷牙，会有机器人借鉴成千上万被扫描者的刷牙实践，为你完美地刷牙。如果我们继续通过盗窃数据为机器人提供算法，那么机器人为你刷牙时，你会坐在那里，感觉自己很没用，受到控制，并且荒谬可笑。但是，如果你知道有些人是“刷牙天才”，他们提供经验，使你的牙齿看起来和感觉上都很好，这些人也会因此获得报酬，就像你因为自己的专长获得报酬一样，同时，这些人也因此有钱购买你在数字经济中所提供的数据，数字经济的增长源自人们的创造性.....在这个世界，你不会觉得无用或荒谬。一切都应该是有尊严的，即使是刷牙这样简单的事情。

这种思维方式可能会遭到真正AI信徒的宗教式反对，也许我们可以为了可持续经济，推迟这种思辨的形而上学。

平庸的无重

在第19章中，我还谈到了使互联网体验看似“无重”的迫切原因。其中的一个后果，最早出现在alt. Usenet网站上，那就是令人难以忍受的废话激增，因为除了关注之外什么都赚不到，没有人会因为有礼貌得到奖励。

今天，虚拟现实最大的问题之一就是，明显愿意花钱的用户群是游戏玩家，而游戏文化正在经历一场“厌女动荡”。

这种现象就是人们所知的“玩家门”。对游戏中女性角色设计的抱怨被仇恨言论的胡乱抨击所淹没。一旦有人推广女权主义的游戏设计，得到的回应就是炸弹威胁和个人骚扰。敢于参与游戏文化的女性要面临真正的风险，除非她们选择以男性为先的人物角色。玩家门造成了一连串生活的毁灭，更为荒谬的是，有的肇事者还觉得自己是受害者。

源自科技世界的设计和文化无法解释所有事情，但它们确实能够产生巨大影响。

在过去几年，玩家门只是数字文化中的一场瘟疫，但到2016年，玩家门的后遗症影响了选举，尤其是美国选举。玩家门变成了“另类右翼”的原型、预演和发射台。^[3]这类问题之前只是导致Usenet的界限更为模糊，现在却在折磨所有人。包括美国总统在内的所有人都很厌恶“假新闻”，连新闻这个词本身也很快沾染上了虚假的含义。“假新闻”一词的故意滥用，导致这个词出现几个月后就发生了意思扭曲^[4]。

幸运的是，我们还可以使用其他更准确的词。例如，本书开头提到，社交媒体公司花几十亿美元收购了一家VR公司。据报道^[5]，这家

公司的创始人将那种残酷的线上交流的病毒式传播称为“烂帖”（shitposting）和“文化基因魔术”（meme magic）。还有报道称，该创始人在2016年大选期间投入巨资推广这一活动。当你真正花钱买东西时，你需要能够明确描述它的词汇[\[6\]](#)。

烂帖与低劣的新闻或愚蠢的见解完全不同。烂帖是少有的会阻碍发言而不是鼓励发言的言论形式之一，就像是在被俘人员关押的房间一直播放聒噪音乐，直到被俘人员崩溃一样。它阻碍了对话和思想，使得真相和信念不再重要。

整个政界向科技公司发出广泛呼吁，采取措施反对烂帖的蔓延。谷歌首先采取行动，Facebook尽管最初有些勉强，但也紧随其后。这些公司现在试图标记烂帖，并拒绝为其来源付费。这些都是好的尝试，但我怀疑这样做能否解决核心问题。

整个社会，不仅是美国社会，而是整个世界，都在请求几家被严格控制的公司为真诚的新闻报道提供可用空间，想想这是不是很奇怪？虽然这些公司现在就醒悟过来，并积极响应，这样做是不是也有奇怪、危险和不可持续之处？

我们真的要将公共言论空间的把关环节私有化吗？即使真的这样做了，我们愿意之后无法再挽回吗？谁知道Facebook创始人去世之后的运营者会是谁呢？数十亿用户真的能够一同离开这个应用，以示抗议？如果不能，用户的作用力在哪儿？我们是不是选择了另一个名义的“新政府”，而且它更少地代表我们的利益？

多点触摸屏上“看不见的手”

还有一个需要考虑的更深层次的问题。科技公司与烂帖的斗争包括算法新秩序和经济激励的旧秩序之间的有趣对抗。

新旧秩序有很多共同之处。最忠实的支持者不仅将其看作人类发明的技术，更将其看作有生命的超人。在经济激励中，18世纪的亚当·斯密赞美“看不见的手”，出现了类似的提升。就算法来说，类似的情况出现在20世纪50年代后期创造出人工智能一词。

看不见的手助长了烂帖和其他堕落行径的流行，解毒剂则是人工智能的神话。因此我们即将见证旧人造神和新人造神之前的“职业摔跤赛”。

我们先来看下“旧神”，这位拥有无形之手的神如何影响网络世界的行为？

维持谷歌、Facebook和Twitter这类公司运作的商业模式被称为广告，但这种模式实际上与广告完全不同。它更依赖于人们的关注，而不是说服力。

这些公司试图成为个人与世界之间的过滤器。这听起来和广告类似，它也因此得名，但实际上与广告不同。这种模式是一切都变得无重后唯一可用的商业模式。

与广告不同，社交媒体和搜索的现有商业模式不是基于偏向最具说服力的信息最有用，而是依赖于偏向要获得最有用的行动选项，比如要阅读的帖子或要点击的链接。

这种模式特别有用的原因在于“选择成本”。科技公司通过操纵你对无限的感知来赚钱。例如，要阅读和理解它们所提供服务的协议，你需要花上无数的时间，所以你没读就点击同意了。

同样，你无法看完数百万的搜索结果，所以你同意AI算法是唯一选择。选择的成本，或者说我们认为的选择成本，在选择似乎无限多时，就变得无限大了。这就是所谓的广告客户向Facebook和谷歌等公司支付这么多钱的原因。它们使你避免付出无限大的开支，但这意味着你让它们为你做出部分决定。这种模式中更多的不是说服，而是以更直接的方式影响行为。

同样的设计也被应用于新闻。

大部分人现在通过社交网络服务接收新闻。你可以拥有多个社交媒体账号，每个账号都扮演不同的角色，这样你就会获得不同的推送。没人有时间浏览全部新闻，而且这也将违反你所点击的合同的规定，所以你必须相信智能算法能够在无尽的新闻海洋中进行筛选，为每个人带来最好的、与自己切身相关的新闻。

新经济正在破坏调查性新闻。之前报纸的广告和订阅收入目前大部分都流向了科技公司。因此，与美国内战前相比，真正可靠的一手新闻来源很少。现在几乎没有本地调查性报告了。偶尔会有博客作者进行真正的调查工作，但他们大多数时候只能发表评论。

史蒂夫·班农（Steve Bannon）声称：“如果《纽约时报》（*The New York Times*）不存在，CNN（美国有线电视新闻网）和MSNBC将会变成电视信号测试图。《赫芬顿邮报》（*The Huffington Post*）和其他一切都是基于《纽约时报》……那是我们的开场。”^[7]在新经济崛起之前，他不会这样说。与评论类新闻不同，过去曾有很多调查性新闻，而且分为不同类别。

但是，大多数人都陷入了类似奈飞的幻想，[\[8\]](#)认为主要问题在于有太多新闻来源，让人无法整理归类。

如果调查性报告几乎不存在了，那这些看似无限多的新闻全部来自哪里？这些新闻是由看不见的手，也就是老式的经济激励带给我们的。

病毒式帖子、推文和文化基因构成的世界在本质上与现实脱节。它们像流行音乐一样容易记忆。流行歌曲没有事实核查，但这不是重点。重点是，提供信息的设备会记录在某一时刻谁在阅读或者观看这些信息。这才是重要的事实，而不是屏幕上展现什么内容。烂帖比以往任何形式的通信都更贴近现实，但这种现实的传递是从读者到服务器，而不是从服务器到读者。

虽然诱惑不是主要目的，但吸引眼球的内容通常是诱人的，这种情况也令人困惑。我们必须将用户行为变化看作产品，内容则是这一产品的原材料。

网络世界里清晰可见的内容，比如可爱的猫、奶声奶气的童言童语、不可靠的消息，都不是产品。这些内容构成了原材料。我不是说这一切都不好。爱猫的人和有共同爱好的人可以彼此建立联系。在这些原材料中有许多好东西。

但产品不一样，产品将最容易获得的选项集合起来，影响用户的购物、行为或看法。

那些抹黑希拉里·克林顿的人赚了些钱，因为他们在销售原材料，但那些原材料还没有转化成产品。[\[9\]](#)他们拉动了流量。你购买鞋子或咖啡的公司向科技公司付钱，而这些科技公司扮演了守门人的角色，锁住了你的注意力。指导你购物的整个过程才是产品。

再次声明，我不是说社交媒体没有积极价值。也许社交媒体公司增

加了足够的价值，并据此收费，但不管它们有没有增加价值，重点在于它们不像之前的报纸那样，仅仅依靠吸引用户某一时刻的注意力获得收入，虽然在大部分时间是这样。[\[10\]](#)

如果我读的是《纽约时报》这种真正的新闻来源，我读过之后就得到了新闻，一切就结束了。如果《纽约时报》的商业模式包括让我顺便看看广告，也许我因此被说服进行购物，这也还行。但是，如果它的商业模式是要紧紧抓住我，管理我一天中好几个小时的选择，那么真正的新闻就没什么用了。读完就用完，这太快了。

与新闻不同，新闻推送让我感到暴躁、不安、害怕或者生气。这是要让我生活在斯金纳盒子中，由服务管理我最容易按到哪个按钮。

社交媒体目前的商业模式要求社交媒体成为用户生活的一部分，无论是在用户白天醒着的时候，还是半夜睡不着的时候。真正的新闻和深思熟虑的观点无法很好地实现这一目标。对现实的清醒反思用不了这么长的时间。

社交媒体公司要做的是，通过让用户生气、不安或者害怕，抓牢他们。公司也可以利用服务将用户和他们的亲朋好友隔开，也许让他们感到内疚。最有效的情形是让用户陷入同意或者反对其他用户的奇怪混乱的漩涡中。这样就会没完没了，这才是关键。

社交媒体公司没有计划，也没有实施任何这些模式。第三方受到激励去完成这些勾当，就像人们为了挣点外快就去发布恶意的假消息一样。[\[11\]](#)

科技公司从来没有要求用户变得敏感、暴躁、偏执或心怀妄想。雪花般的表象恰好可以用来解决这一明确提出的纯粹数学难题：如何拉动大部分流量，占据最多的时间和注意力？

值得注意的是，如果社交媒体的用户不将社交媒体视为是无重的，而是把它看成专业价值的来源，那么烂帖就会少很多，就像领英（LinkedIn）一样。无重很容易，也很有趣，但只要有一点重力似乎就至少能激发出用户本性中好的一面。

要想完全描绘两位“人造神”的互动，我必须指出，社交媒体的无重商业模式只是公司利用大型计算机运作交易，将风险与奖励分离的趋势的一个例子。另一个例子是，将最终导致大萧条的不良抵押贷款证券捆绑在一起的人并不想知道自己在卖什么，原因是知道就要承担责任，而不知道就像是在经营赌场，风险由其他人来承担。

要求AI自我修复的荒谬性

如果“新神”无法战胜“旧神”，该怎么办？也许社交媒体需要改变它们赚钱的方式。可能任何类似的做法都是在无可救药地支撑永远会被经济激励浪潮推翻的算法。

我要说的是，鉴于我们目前的科学理解水平，我认为依赖道德过滤不会有效果。这些修复行为会被玩弄，变成操纵、胡言乱语和腐败。如果保护人们免受AI威胁的方法是发展更多AI，比如所谓的道德算法，那就相当于什么都不做，因为这个想法本身就是胡说八道，是对幻想的幻想。

目前我们还不能科学地描述大脑中的想法。也许有一天可以，但现在还不行。因此，我们现在甚至没有办法设想将道德纳入算法后会是什么样的情形。按照我们在互联网上令人惊讶的全球监视体制来看，现在所有的算法能做的就是将人们所做的拼凑起来。我们正在让很多这些自然人变成浑蛋。

为了便于论证，我们假设科技公司最终成功地用所谓的AI解决了烂帖问题。假设这些过滤算法非常成功，所有人都信任它们。但即便如此，深层的经济激励措施仍将保持不变。

有可能会出现另一种拉升奇怪流量的方法，但总体结果会是类似的。

想想美国情报人员如何发现俄罗斯情报部门干涉美国选举，这就是另一个奇怪流量的来源。这种方法不只是在烂帖，而且是将维基解密作为武器，有选择地散布信息，只伤害其中某位候选人。

假设科技公司通过道德过滤阻止了恶意的、有选择性的信息泄露。下一次道德过滤出现时可能是针对某人或某事的无意识偏执，以此锁定注意力。

如果科技公司能通过过滤预防上述种种问题，它就还会提出其他方法。我们要求算法对我们的社会有多大的控制力？算法最终会变成什么？请记住，在我们要求科技公司处理假新闻之前，我们也曾要求他们处理仇恨言论和有组织的骚扰。科技公司已经开始驱逐某些用户，但社会有没有因此变得更温和呢？

在某种程度上，即使可以实现道德自动化，我们仍有必要求助于古老的经济激励。确实有可以替代目前社会媒体经济的办法。例如，我之前也建议过，人们可以在Facebook上提供内容，以此获得报酬，同时可以购买他人提供的内容，Facebook可以从中抽成。（我们知道这可能会有效果，因为像之前所述，《第二人生》等已经尝试了类似的做法。）

毫无疑问，还有其他值得考虑的潜在解决办法。我提倡实证做法。我们应该勇敢地尝试为他人提供的数据付费等办法，同时也勇敢地接受结果，即使结果会令人失望。

我们不能放弃。

人类系统有人性化的用处

这不是说看不见的手总是比假想的AI更有用，也不是相反。人们必须停止期望任何现有的“人造神”会变得完美，我会更明确地把这些“人造神”定义为多人组织系统。

我们的信息时代喜欢像计算机一样善于思考的人，这种思维模式并不是这个时代才有的。它一直存在，全身心地投入某一系统、某个程序中，就像之前去寻找社会主义天堂、绝对神权，或者是无人纳税但社会仍旧运行的纯粹自由主义空中花园。如果你能像计算机程序一样思考，你就可以通过现在掌控世界的计算机程序挣到大钱。

为了生存，人类还必须支持那些从模棱两可的境况中成长起来，没有向单一的社会组织原则宣誓的人。宗教、市场、政治、云算法、社会、法律、群体认同、国家、教育，我们需要所有这些系统，但它们没有一个完美的。用工程师的话来说，所有这些系统都有故障模式。作为一个物种，我们能够成功的唯一方法就是用看待汽车或冰箱的方式来看待这些系统。即使是那些最可靠的系统，即使是我们的云算法！让我们时不时平静下来。纯粹主义者会很难接受这一点。

如果商业有一天胜过算法，正如我说的那样，我们的系统之间也可以提出和探索其他的制衡办法。仅仅因为算法是大系统中最新出现的，并不意味着其他系统就要突然停止。

有些专家一直在说，AI将能够在三分钟之内摧毁所有其他系统，如果你能比那些普通人、非技术人员更了解我们即将到来的厄运，就会发现我们别无选择，只能享受这一感觉优越的时刻。但这是在放弃自己的责任，尤其是作为工程师的责任。

我们有很好的系统可以利用。如果我们不摒弃前人留给我们的价值，就可以建立一个有尊严的、可持续的高科技社会，使其成为发射台，开启我们难以想象的旅程，但我们这些工程师可能必须学会谦逊一些，才能做到这一点。

我在最后几页内容中一直十分小心，不去设想AI成“真”，成为深度通用的智能，或者拥有自己的意识。对包括我在内的一些人来说，有意识的就是真的。无论在可预见的未来中，AI将继续依赖来自人类的大数据，还是开始使用少量的数据，变得更加“独立”，上述论断仍旧成立。

例如，即使AI不像现在这样依赖大数据，用小额支付替代基本收入模型，仍然不失为一个可持续的、创造性的和有尊严的做法。

即使人们普遍同意AI应该在未来“承担所有的工作”，AI算法仍然需要搜集人们的数据，为人们服务，除非人类变得十分乏味，可以预测，或者已经决定大规模自杀。所以，即使你是个书呆子，等着计算机不用糅合人类作家的措辞，就为你写出一本理想的书，你也可以获得报酬，因为从你这里搜集的数据优化了为你写作的算法。在这个交易中，会有社会的权力和财富的分配和至少一点点尊严的来源。

我知道，反对者会说计算机只会带来人类的灭亡。我听到这个普遍反驳时，会想起在小湘菜馆，我让我的朋友想想在喷火坦克里的豚鼠。你可以把互联网看作有生命的，你可以把美国混乱的总统选举解读为互联网开始清理人类。没有超自然的警察会从天而降斥责你。但是，认为人类有责任，是唯一给我们机会承担责任的解读方式。

不要把本书看作对时髦的未来主义的保守或传统的反对，这样想是错误的。在未来主义的对抗赛中，我通常都能比其他未来主义者更超前。

我的未来主义是真实的，而目前很多未来主义都是虚假的。要求与过去完全决裂的、单一的，或者由AI掌控的未来是虚假未来主义。与过

去决裂只意味着重新开始，它使我们变得原始。事实上，我们已经证明自己可以在网上变得肤浅。也许我们可以使自己足够肤浅，这样算法相比之下就会特别聪明。

附录一结尾提出的“麦克卢汉之路”只是一种至少和AI至上主义一样丰富多彩的未来设想，但“麦克卢汉之路”是在真正地展望未来，而不是倒退回过去。

假装我们已经了解未知的科学，这样的未来主义也是虚假的。如果有人假装我们已经知道关于大脑如何工作的一切重要信息，他就是个假未来主义者。这实际上表明，他正深深地陷入了当下的理念中。

即使有人设想AI在不久的将来必定只需要少量的数据，不会再大量窃取数据，我还是会感到沮丧。

如果你听过我为学生做的演讲，你可能会听到我提醒他们注意本书之前提到的一个例子：在19世纪末，人们曾自信地宣告物理学已经终结，结果20世纪出现了广义相对论和量子场理论，而且这些理论互不相容，所以我们知道了物理学还没有终结。我告诉学生，科学会推赶着你。如果你不能承认未知的存在，就无法成为科学家。

我们的命运取决于目前科学还无法解释的人类特性，如常识、善良、理性思考和创造力。虽然AI幻想认为我们将随时实现智能化，我们能否至少同意，目前的系统还只能利用，而无法生成这些特性？

我们的时代所面临的问题是，我们能否透过充满诱惑的信息系统诚实地看清我们自己和我们的世界？在科技文化认为有必要质疑我们最珍视的神话，将我们从混乱中解救出来之前，事情还要变得多么糟糕？

^[1] 在大型互联网计算机运行一切的时代，尽管在美国只有精英阶层的财富上升，发展中国家的赤贫人口却在大大减少。虽然我不建议用数字技术解释一切，但这一成果似乎与廉价手机中云连接的小工具有关。有种假设可以解释为什么普通人在这种情况下会比其他情况下更好：

使用低端手机发短信和打电话的人是市场的一等参与者，这意味着他们从个人角度寻求机会，而不是按照中央算法的指示行事。另一个例子是，在巨型互联网公司崛起之前，个人计算机使小企业获得了更多利润，而现在，这些小企业普遍停滞发展。我们的算法时代正在重演计划经济的谬误。

[2] 要记住，科技不是我们这个时代唯一的力量（比如，还有部落主义），但科技是最普遍乐观的力量，所以科技会产生夸大的影响。

[3] 非奥威尔式话语成为主流。

[4] <http://www.thedailybeast.com/articles/2016/09/22/palmer-luckey-the-facebook-billionaire-secretly-funding-trump-s-meme-machine.html>.

[5] 为什么会有人花大量的钱资助已经得到资助的活动（之后会证明）？正如本书其他例子所述，即使是很少的钱也会引发混乱。这个例子也证明了即使是圈里人也在寻找出路，网络世界纷繁复杂，没有人能看清全局。奇怪的新现状是，几乎没有人有隐私，没有人知道发生了什么。

[6] <http://www.hollywoodreporter.com/news/steve-bannon-trump-tower-interview-trumps-strategist-plots-new-political-movement-948747>.

[7] 我在本书第19章“宗教的诞生”一节中描述过这一点。奈飞利用AI建议创造出可选项比实际上多很多的幻觉。

[8] https://www.buzzfeed.com/craigsilverman/how-macedonia-became-a-global-hub-for-pro-trump-misinfo?utm_term=.ghOlzDWAQ#.jj3XrKoY0.

[9] 这里还存在人口统计学的差异。上了年纪的美国人明显花费大量的时间看电视，在这种情况下，电视扮演的是门户的角色，而非说服者。我的观点聚焦于年青一代，他们花更多的时间在云连接的小玩意儿上。

[10] <https://www.washingtonpost.com/news/the-intersect/wp/2016/11/17/facebook-fake-news-writer-i-think-donald-trump-is-in-the-white-house-because-of-me/>.

[11] 杰伦·拉尼尔的《互联网冲击》一书简体中文版已由中信出版社于2014年5月出版。
——编者注

致谢

本书部分内容改编自我在约翰·布罗克曼（John Brockman）的Edge网站上发表的文章，以及我的科学文章选集。其他内容改编自我在《全球评论》或《纽约时报》上发表的文章。

我的妻子莉娜·拉尼尔（Lena Lanier）在我撰写本书时给予我很大的支持和关怀，我也很敬佩她与癌症斗争时的力量和勇气。谢谢！

感谢莫琳·多德（Maureen Dowd），她的信函给了我很大启发。

感谢萨提亚·纳德拉（Satya Nadella）、彼得·李（Peter Lee）、沈向洋和微软研究院其他所有人的支持和友情。当然，本书任何内容均不代表微软公司观点。

感谢玛丽·斯威格（Mary Swig）和史蒂夫·斯威格（Steve Swig）在“阴影”那里提供的写作小屋。

感谢我的编辑，美国的吉莲·布莱克（Gillian Blake）和英国的威尔·哈蒙德（Will Hammond），感谢他们从中斡旋，特别是在我拖延一年和遇到困难时的耐心等待。感谢我的代理人，特别是杰·曼德尔（Jay Mandel）。感谢Holt的埃莉诺·恩布里（Eleanor Embry）对原稿细节孜孜不倦的关注。

感谢以下各位阅读初稿：迈克尔·安吉洛（Michael Angiulo）、汤姆·安诺（Tom Annau）、杰里米·拜伦森（Jeremy Bailenson）、史蒂文·巴克莱（Steven Barclay）、莫琳·多德（Maureen Dowd）、乔治·戴森（George Dyson）、戴夫·埃格斯（Dave Eggers）、马尔·冈萨雷斯·佛朗

哥（Mar Gonzales Franco）、爱德华·弗伦克尔（Edward Frenkel）、亚历克斯·吉布尼（Alex Gibney）、肯·戈尔德贝格（Ken Goldberg）、约瑟夫·高登-莱维特（Joseph Gordon-Levitt）、莉娜·拉尼尔、马修·麦考利（Matthew McCauley）、克里斯·米尔克（Chris Milk）、简·罗森塔尔（Jane Rosenthal）、李·斯莫林、玛丽·斯威格和格伦·韦尔（Glen Weyl）。

译后记

随着VR的发展，它在人类生产生活中的应用日益深入和广泛。VR不再只是高成本的高级科技，不再只局限于小范围的高端研究，也不再仅存于虚幻的游戏世界。VR已经进入人们日常生活的方方面面，并将凭借自己独特的力量，在人类未来蓝图中担任举足轻重的角色，发挥无可替代的作用。

VR正在悄无声息地对人类世界产生不可忽略的影响，我们在生活中可能会接触到它，却不识其真面目。到底什么是VR？VR的发展经历了怎样的历史，其现状又如何？VR是通过什么技术手段实现的？VR的发展面临着怎样的困境，又将如何解决？VR的未来在哪里，又将对人类未来产生什么影响？人们对VR的种种疑惑急需解答，却苦于缺少相关的专业知识。杰伦·拉尼尔的《虚拟现实》一书另辟蹊径，无论你是知识丰富的专业人士，还是一窍不通的门外汉，都将通过此书窥见自己独有的虚拟世界。

《虚拟现实》不仅仅是纯粹的技术宣讲和解读，它还是作者关于虚拟现实的回忆录。国家制造强国建设战略咨询委员会组织相关专业力量翻译此书，旨在向中国读者展现作者杰伦·拉尼尔通过自己和朋友们在VR的开发应用中的故事，介绍了VR的过去和现在，还展望了它的未来。此书专业知识丰富，内容精彩纷呈，描述引人入胜，情节细腻深刻。作者用一个个鲜活的人物，一件件难忘的事件，娓娓道来关于虚拟世界的种种精彩和神奇。

赛迪研究院专家组

图书在版编目 (CIP) 数据

虚拟现实：万象的新开端/（美）杰伦·拉尼尔著；赛迪研究院专家组译.-- 北京：中信出版社，2018.4

书名原文：Dawn of the New Everything: Encounters with Reality and Virtual Reality

ISBN 978-7-5086-8634-9

I. ①虚... II. ①杰... ②赛... III. ①电子计算机工业—工业企业—研究—美国 ②虚拟现实 IV. ①

F471.266② TP391.98

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第030890号

虚拟现实——万象的新开端

著者：〔美〕杰伦·拉尼尔

译者：赛迪研究院专家组

出版发行：中信出版集团股份有限公司

（北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编100029）

电子书排版：萌芽图文

中信出版社官网：<http://www.citicpub.com/>

官方微博：<http://weibo.com/citicpub>

更多好书，尽在中信书院

中信书院：App下载地址<https://book.yunpub.cn/>（中信官方数字阅读平台）

微信号：中信书院

朋友圈书籍每日免费分享微信 jnztxy

THE SENTIENT MACHINE

[美] 阿米尔·侯赛因 (Amir Husain) 著
赛迪研究院专家组 译

The
Coming Age
of
Artificial
Intelligence

终极 智能

感知机器
与人工智能的
未来

人工智能已进入感知时代，具备感知的智能才是终极智能
伟大的人是能够自我进化的人，只有与感知机器合作，
人 类 才 能 实 现 自 我 进 化

和机器相比，人类的独特之处是什么？

我们不惜一切代价保护的“人性”，其中有多少是独属于人类的？

我们是否可以将人工智能视为我们的创造，一个诞生于我们自身想象力的孩子？

这本书将带你进入一个“人机共生”的未来。

中信出版集团

终极智能

——感知机器与人工智能的未来

[美] 阿米尔·侯赛因 著
赛迪研究院专家组 译

中信出版集团

目录

推荐序

前言

第一章 什么是人工智能

- 01. 我们在害怕什么
- 02. 人工智能、机器学习和认知计算与人类智能的比较
- 03. 尝试制造一个人类大脑：深度学习的故事
- 04. 从狭义人工智能到广义人工智能：获得感知的过程
- 05. 对能够设定宏大目标的广义人工智能的恐惧：人工智能将使人类变得毫无用处
- 06. 人工智能会杀死我们
- 07. 漫漫前路

第二章 当今世界与不久之后的将来

- 01. 物联网的出现
- 02. 医疗行业
- 03. 网络时代的安全
- 04. 战争与人工智能
- 05. 金融市场
- 06. 认知空间
- 07. 思维入侵

第三章 未来的世界

01. 缺失的部分

02. 工作与生活目标的分离

03. 对知识的渴求

04. 人工智能创世纪

后记

致谢

注释

献给未来的孩子们
愿你们可以提升人类的境况

推荐序

现今，人们对人工智能的兴趣大增。人工智能正在被加快应用于生产、生活和社会的各个领域，它使我们能够对此前看不见且无法衡量的场景进行评估。人工智能已经深刻而广泛地改变了人们的生活。从智能手机、图像识别到机器视觉，从嵌入式软件到智能控制，从大数据采集到分析理解等，其中都渗透着对人工智能的创新应用。许多过去被视为只有依靠人的智力才能胜任的复杂工作，也开始出现被机器完美替代的可能性。今天，我们要选择的已经不是要不要接受人工智能了，而是要选择是否以科学理性的方式应用人工智能，造福人类，共同应对人工智能应用可能带来的法律、伦理、公共安全和国家安全等新的挑战。

人工智能是一个广泛的研究领域，约翰·麦卡锡（John McCarthy）和马文·明斯基（Marvin Minsky）在1956年的达特茅斯会议上正式提出这一概念。它涵盖了可以使机器具备推理、学习和行为智力的多种技术。其中一些技术以建造系统时具有代表性的知识和规则集为基础；有一些技术则使用“试探法”，即通过合理推测从大量可能的选项中选出最合理的选项；还有一些技术先做出核心假设，然后考虑新的信息，从而一边工作一边“学习”。

人工智能是一个关于智能的跨学科领域。其中，机器学习是人工智能的一门重要的子学科。机器学习即从数据中学习的算法，这种学习可以分为多种类别，如“监督式学习”和“无监督式学习”等。

人工智能有着人类难以比肩的优势。一是人工智能可以完全脱离载体。在基础层面，人工智能无须考虑保护载体；在更高层面，人工智能还可以同时在多个地点复制或展示智能。我们人类无法了解在同一时间

出现在11个地点是怎样一种感受，但人工智能可以。二是人工智能具有快速迭代改进的能力。数千年来，人类一直在追求这一能力。我们尊敬学者、老师和指导者，因为他们能够以多种方式帮助我们学习和提高自我，培养我们使用智力的能力。提高智力对我们来说是一种缓慢的、间接的过程。我们无论是通过对行为、知识的直接感知还是通过输入学习，都无法简单地将他人的智能复制给自己。人工智能却不局限于这种自我改进形式，它可以复制出100万个自己，进而操控它们、测试结果、摒弃不良的更改。这是对智能实施的非常直接而快速的操控，而且它不会对本体造成任何影响。如果人类一直局限于我们的生物智能，就不可能实现如此直接而快速的自我改进。

从20世纪中叶至今，人工智能虽然快速发展，但仍处于单台或局域成组机器处理简单任务的弱人工智能阶段。依靠全球网络、大数据和云计算能力，终端云端协同实现强人工智能的计划，也就是使人工智能具有人类思考方式和处理多样复杂任务能力的计划，还处于发展初期。近年来，人工智能技术呈现出加速发展的态势，其发展水平达到了前所未有的高度。从打败国际象棋大师的“深蓝”，到现今打败围棋高手李世石的谷歌AlphaGo以及处于加快成熟阶段的无人机与无人驾驶汽车，从依靠海量计算能力的“强计算”弱智能，到依靠深度学习大数据、云计算的网络协同强智能，人工智能技术和发展模式正在发生深刻而本质性的转变。我国从20世纪70年代末开始启动人工智能研究，并于1986年将智能计算机系统、智能机器人和智能信息处理等重大项目列入国家高技术研究发展计划。进入21世纪后，国家更加重视人工智能的发展，不断加大对相关技术研究和应用发展的支持力度，我们的计算机视觉、语音识别和自然语言处理等人工智能技术快速发展，已进入国际先进行列。

《中国制造2025》提出以加快新一代信息技术与制造业的深度融合为主线，以推进智能制造为主攻方向，通过智能技术创新和智能制造的应用发展，适应个性化、定制式设计制造服务，促进中国制造向全球制造产业链、价值链的中高端拓展，实现由大转强。人工智能是实现智能

制造的基础核心技术和能力。为紧跟国际人工智能的发展趋势，向国内读者展现人工智能的最新发展动态，国家制造强国建设战略咨询委员会组织有关专家翻译了这本书。

人类社会已经进入知识网络时代，在全球多样化、个性化、定制式市场需求的推动下，在万物互联、大数据、云计算等信息、物理与计算环境的支持下，人工智能技术与制造服务深度融合、创新发展，产业化应用速度将更加快捷迅猛。我们将继续发挥自身的专业优势，通过组织翻译国外相关优秀著作，努力为社会各​​界，特别是制造业领域，提供更多有关人工智能、智能制造等话题的前沿研究成果和创新发展动态。

国家制造强国建设战略咨询委员会

前言

一个小男孩的发现

我清楚地记得我是在哪儿第一次看到它的。那年我4岁，正在巴基斯坦拉合尔的朋友家里做客。它就在电视柜上，其闪烁的屏幕一下子吸引了我的眼球。这是一台康懋达64位机，是1982年市面上最流行的个人计算机。它与电视屏幕相连，屏幕上显示的是猜字游戏。如今，这种类型的游戏我们早已司空见惯。我家里也有电视，所以我知道电视可以播放图像和声音，不过这台机器与电视完全不同。从某种意义上来说，电视上的内容是预先确定的，无法变更，而这台机器可以根据我输入的内容做出变化。我的想法可以影响这台机器，想法能通过我的手指转移到屏幕上。

我一离开朋友家，就立刻回家倒腾起几个被丢弃在角落的破旧玩具以及旧的纸箱和包装盒。“看呀，”我朝我的父母叫道，“我造了一台计算机！”这台机器就好像是我手中的画笔或橡皮泥，它能成为我的终极创造工具。我可以通过计算机改变世界。

从1982年的那一天起，我就不想做其他任何事情了。我从没想过要成为一名消防员、医生或宇航员。现在，虽然我在40年的人生中一直沉浸在这个领域中，但丝毫没有感到厌倦。计算机是我人生的最大动力之一。



有些人会立刻像我一样联想到康懋达64位机，有些人则对这个故事没有感觉。我诚邀那些不喜爱计算机但终日与科学技术打交道的人进入

我的世界。我们将会讨论人工智能的未来以及我们作为人类与这些机器有何种关系，但在那之前，我们首先要了解是什么让计算机的概念变得如此高雅而奇妙。我希望通过对世界的思考来传递其与生俱来的美，从而进一步了解人类如何在即将到来的时代中生活与发展。

我在奥斯汀的得克萨斯大学计算机科学学院就读期间，历史上最伟大的计算机科学家之一——艾兹赫尔·戴克斯特拉（Edsger Dijkstra）对我影响非常大，他认为我们学的不是计算机科学，而是计算科学。因此，计算机是一个认识世界的角度，一种与现实角逐的方式。他的理论使计算机科学超出了技术知识的范畴，并使其根植于人类对自身存在的认识的最深处，成为最深刻和最深奥的概念之一。

无须赘言，计算机科学不只是一门关于设备的学科。我在11岁时就非常清楚地意识到了这一点。我的父亲给了我一本名为《对话》

（*Dialogue*）的大众杂志，这本杂志由美国新闻处（USIS）在巴基斯坦发行。在前互联网时代，书籍和其他出版物是人们获取信息的重要方法之一，虽然这本杂志本身并无可圈可点之处，但里面的信息很宝贵。我打开这本杂志，一眼就看到一篇关于计算机科学家兼物理学家艾德·弗雷德金（Ed Fredkin）的专题文章，这篇文章的标题是《宇宙是一台计算机吗》¹，短短的几个字，却让我深有感悟，一个具有深刻解释力的想法也在我脑中浮现出来。它让我意识到，计算机科学所蕴含的丰富概念直接来源于大自然。

以编程为例。当你想要制造某件东西时，你有两个选择：一是直接根据所需要的步骤自己制造；二是发明一台机器，让它代替你执行这些步骤。编程的本质是提供一种可以解释并执行各类方案或者重复执行相同方案的机制，换几个字或者换一条命令的话就会得到完全不同的结果。这种轻松改变结果的能力就是编程的本质。计算机处理的命令被称为程序，这些程序的核心是经过编码的理念，它能解决数字排序、文本搜索和图片转换等问题，这被称为算法。通过计算机等类似的系统，我

们可以灵活地使用编程，制造出不止一样东西，而是许许多多东西。如果程序可以自动编写，那会如何？如果解释程序的系统也是一个可以被修改的程序，又当如何？这样的话，一切都能在几乎不产生任何成本的情况下被替换。程序员只需负责输入就可以了。

同样的编程概念还出现在生物界和自然界中，比如“终极代码”DNA（脱氧核糖核酸）。事实上，自然界中所有复杂的生物形式都是DNA计算和转化的结果。再比如分形，这种无限循环的图案就是将类似的图案缩放成不同的比例。人类不可能拿起一支画笔绘制出“完整的”分形，只能通过计算来创建这种形状。大自然一直在创造这样的形状，比如雪花、贝壳、云、树和海岸线等。那么大自然也是一台计算机吗？

第一次读《宇宙是一台计算机吗》这篇文章时，它就促使我去探索如何创造宇宙。就像分形一样，你无法直接创造宇宙的每一个部分，对如此复杂的事物，只能先制定某种流程，然后依靠异常强大的重复和循环来实现这一目标。

《生命游戏》（*The Game of Life*）就是一个典型的例子。沉迷于计算机编程的人一定非常熟悉数学家约翰·康韦（John Conway）以及他经典的细胞自动机理论。《生命游戏》（常被称为《生命》）中有一个由多排细胞组成的无限网格。1970年，这个游戏第一次以静态方式印在《科学美国人》（*Scientific American*）上，后来由计算机根据四五套简单的规则运行。²每个细胞只有两种状态，“活”或“死”，并且可以与周围（水平、垂直和斜线方向）的8个细胞进行互动：

1. 周围活细胞少于两个的细胞因“人口不足”而死亡；
2. 周围活细胞为两个或三个的细胞能够活到下一代；
3. 周围活细胞超过三个的细胞因“人口过多”而死亡；

4. 死细胞周围若有三个活细胞，该细胞便可因“再生”而成为活细胞。³

《生命游戏》只是细胞自动机理论的众多例子之一。还有许多类似的例子，比如斯蒂芬·沃尔弗拉姆（Stephen Wolfram）在他的《一门新科学》（*A New Kind of Science*）一书中也提到了相似的细胞自动机。这些细胞自动机中，大部分都只有6~8条简单的规则管理细胞的存亡，而这些规则还产生了类似于图案的东西。从表面上看，这些规律不是随机的和杂乱的，它们呈现出一种可以辨认且永久循环的图案：元图案不断重复，每个图案的具体细节却不尽相同。这是一种只需要付出最少的精力就能实现的无限新颖性。这就是简单规则的迭代应用。

计算机甚至还能生成曼德尔布罗分形，这种分形以法裔美国数学家伯努瓦·曼德尔布罗（Benoit Mandelbrot）的姓氏命名，它的大小超越了人类已知的宇宙。想象一下：你的一生都游走在计算机生成的结构的边缘，就好像是沿着希腊神话中描述的海岸线旅行的古代旅行者一样。在生命的最后，你还是无法看到它的全貌。这些形状的奥秘就在于无限重复，这让我感到惊讶、谦卑和敬畏。当我看到它们被应用于实践时，我意识到计算机科学的核心概念蕴含着人类真正的财富和最大的创造力，即循环、重复、抽象、生成式编程，还有许多其他概念，我将在此书中加以探讨。它们是我们了解人类世界和思维最深处的最佳途径，并且是贯穿本书的知识主线。我们运用这些概念，可以解决当今世界和未来世界面临的一些最为重大的挑战。最重要的是，人类可以使用计算科学实现我们的终极目标：探索、创造和理解我们的宇宙。

朋友圈书籍每日免费分享微信jnztxy

THE SENTIENT MACHINE

第一章

什么是人工智能

那种感觉第一次出现时，我还是一名得克萨斯大学的学生。那是在我刚进校几个星期的时候，我在卧室中醒来，感到一种生不如死的疼痛。我从没有感受过那么剧烈的疼痛，就好像有一把刀插进了我的右眼。

我跌跌撞撞走出卧室，迷迷糊糊地朝大学医疗中心走去。医生给我服用了止痛片，并让我躺在一个漆黑而安静的房间里休息，等待我的疼痛减轻，但疼痛并未缓解，我度过了漫长的两天，在这个漆黑一片的房间里不停地思考：我是将手放在火里更好，还是承受右脑的剧烈疼痛更好？我是被一颗子弹穿透身体更好，还是继续体验从眼睛里传来的阵阵剧痛更好？这些并不是抽象的问题，而是我在经历这种难以想象的痛苦时所想到的非常实际的问题。最终，当阵阵剧痛依然猛烈袭来时，问题变得更加简单：我是想继续忍受这种折磨，还是去死？

最终的诊断是我患上了丛集性头痛，也就是俗称的“自杀式头痛”，这是我第一次承受这种疾病带来的痛苦，人们这么称呼它不是没有原因的。每个治疗丛集性头痛的医生都至少有几个在疼痛面前最终选择死亡的病人。

在18岁那年第一次发作后，我的头痛直到20岁才第二次发作。这两次头痛的持续时间相对较短，都只有几天，但随着时间流逝，头痛持续的时间也逐步延长。一开始是几天，后来增加到几个月。我无法用语言描述这种疼痛。简而言之，在头痛时我甚至无法保持清醒，到最后几乎要失去意识。

最近之前的几年，头痛一直没有复发，但就在两年前，我的“老朋友”再次造访。一天晚上，我感到一阵剧烈的疼痛，就知道有麻烦了。我已经服用了超出一周规定量的舒马曲坦，因此只好绝望地去拿另一种止痛药。我的视力变得模糊，我所记得的最后一件事情是让妻子拨打了急救电话。

我醒来时已经在医院了。神经学家瑞迪亚·莫曼奈尼医生（Reddiah Mummaneni）坐在我的旁边。我可以立刻感受到他是一个聪明的、敬业的好医生。莫曼奈尼医生研究了 my 病情，并递给我一篇他在研究知识库中找到的医学论文。

他告诉我：“这是目前我认为唯一对你有帮助的疗法。它是一种非常极端的治疗方法，并且这篇论文只描述了一两个病例。我们可以试试从静脉注射大剂量的类固醇，也就是甲泼尼龙。这种治疗方法常被用于治疗硬化症，它能通过对免疫系统产生冲击，使免疫系统冷静下来，而且还有助于缓解炎症。”他解释说，他希望凭借大剂量类固醇的消炎能力，压制这种不明原因的炎症，并且“镇住”大脑内引起丛集性头痛的机制。

在“镇住”我的大脑三天后，我开始服用一种口服类固醇，并且在一个月后开始逐渐减少用量。莫曼奈尼医生问：“这种治疗可能会产生非常严重的反应。你能够承受这种风险吗？”我看了那篇论文后马上签字同意了。考虑到我当时的生活质量，可以说我丝毫没有迟疑。治疗过程非常严格，治疗团队反复检查我的血糖、血压、脉搏和心率。最后，在进行静脉注射前，他们还做了一次心电图检查。就在开始静脉注射时，我的头痛突然发作了。4个月后，疼痛消失，我终于得以解放，至少在当时是这样。



我是一名计算机科学家、技术专家和发明家。我持有20多项获奖专利和几十项正在申请的专利。我喜欢机器，并且非常熟悉它们的工作方式和能力。虽然我刚才所讲的故事是一个令人同情的医疗案例，但它至少让我知道了我们在医疗领域的局限性。在不明确的治疗过程中，人类之所以能在所有相关数据中找到所需资料，很多时候是因为巧合：我那晚在医院碰巧遇到了一位合适的医生，这位医生碰巧使用了合适的关键词组合找到了一篇合适的论文，然后他碰巧有时间读了这篇论文并对它

进行了加工。我所说的“碰巧”并不是否定一名专业医师所具备的知识、判断力和他所接受的专业训练，在我的案例中，这位医生的疗法非常有效。“碰巧”这个词只是表示，现在医疗行业的任何从业人员都能进行搜索查询。根据最受医生欢迎的网络研究数据库Medline的统计，自1965年以来，该数据库中的期刊文章引用次数已超过600万次，并且在以每年30万次的速度增加。¹人类的智力有限，无法处理如此大量的信息。我们有可能碰巧找到了所需的数据，也有可能错过它们。

然而，有另外一种智能非常适合解决此类问题，那就是人工智能。如今，人工智能正在被应用于各类医疗数据，此前不可见且似乎无法衡量的生活领域都可以借助该技术进行评估。我的丛集性头痛为何在两年后、又一年后和又五年后复发？它为何有时在一天中发作两次且每天发作时间相同，有时却每天只发作一次？它为何有时在秋天发作，有时却在夏天发作？到底发生了什么？人工智能能够帮助我解答自己的问题吗？我能使用我所熟悉的计算机科学与技术来结束我的痛苦吗？

无数造成极度痛苦的疾病因患者不足而未成为主要研究对象或引起足够关注，丛集性头痛仅仅是其中之一。人类的智力是有限资源，而目前我们都将智力这种资源分配于解决对人类影响最为重大的问题，这无可厚非，但还有很多疾病，仅仅因为患者不足，便永远不会引起高端人力资本和专业人士的关注。因此，许多遭受病痛折磨的患者将永远无法获得摆脱痛苦所需的知识。

人类无法关注所有疾病，但机器可以。如果我们想要改善我们的生活，那么机器就必须做到这一点。

不仅仅是在医疗行业，在人类社会的每一个领域都是如此，包括天文学、化学、材料科学、制造、金融服务等，而且这份名单还在不断地变长。这就是进步，我认为我们必须接受这一点。

01. 我们在害怕什么

我曾在我的家乡奥斯汀举办的西南偏南大会（SXSW）上发表过关于人工智能的演讲。不久之后，就有抗议者举着“不要机器人”和“人类才是未来”的标牌大喊“拒绝机器人”。那一年是2015年，相似的场景还出现在1980年、1967年、1950年甚至更早的19世纪。历史上，技术进步既让我们感到欣喜，又让我们对未来机器在人类文化中所扮演的角色感到深深的担忧。

历史上，每一项具有时代意义的技术进步在带来机器自动化的同时，都会引起我们情绪上的大起大落。两个多世纪前，蒸汽机的发明使社会陷入了混乱，文化评论家、预言家和企业纷纷试图解析“机器问题”。与英国青年一代运动相关的作家与劳动者站在了一起，他们将手工制作上升到爱国情怀的高度。蒸汽机和动力织布机等机器成了泯灭人性的象征，甚至威胁着国民品格。

算盘、锤子和锄头用得真顺手，

朴实的人们依靠辛勤的汗水生活。²

在英国脱欧的背景下，这首《欢乐的老英格兰》显得格外合拍。反对技术创新者会让我们不可避免地怀念和憧憬简单的生活。正是在工业革命这场巨大变革的中期，玛丽·雪莱（Mary Shelley）在1818年出版了她的经典恐怖小说《弗兰肯斯坦》（*Frankenstein*）。这本小说通过第一位现代科学家维克多·弗兰肯斯坦（Victor Frankenstein）的视角探讨了在技术不断进步的社会中产生的非人道力量。

玛丽·雪莱写那本小说时只有18岁。1815年的夏天是有气象记录以来最冷、最沉闷的一个夏季，一座位于印度尼西亚的大火山爆发，喷出了大量的火山灰。这些火山灰在第二年来到了北半球，而玛丽·雪莱当时被困在瑞士的一栋高级别墅中，有一群志同道合的朋友做伴，包括拜伦勋爵、她的继妹克莱尔·克莱尔蒙特（Claire Clairmont）以及她的爱人珀西·雪莱（Percy Shelley）。在度过了无数个雷雨交加的夜晚之后，拜伦勋爵建议大家一起写鬼故事。玛丽·雪莱刚刚离开她父亲家不久，而她的父亲是著名的进步主义思想家威廉·戈德温（William Godwin）。她看过当时伟大科学家的作品，吸收了解剖学、电疗学（一门研究用电流使肌肉萎缩的学科）等领域的各种思想。在拜伦勋爵的建议下，玛丽·雪莱以自己的知识和灵感创造了维克多·弗兰肯斯坦这个角色。³

在20世纪的电影和舞台剧中，弗兰肯斯坦的怪物头上的脉冲电极和结节被渲染得更加夸张，但在雪莱的原版小说中，科学家维克多·弗兰肯斯坦利用基本的生命原理，为没有生命之物注入了生命。她甚至还特意强调弗兰肯斯坦在工作中使用的是科学方法，但她对看到怪物那一刻的描述借鉴了古希腊神话中的普罗米修斯或《圣经·旧约》中的《创世记》：

我看到这渎神的信徒脸色苍白地跪在一堆东西旁边。我看到那如梦魇般的景象，一个男人探身而起，随后，伴着那些动力设备的工作，显现了生命的迹象，混合着僵硬的、半生半死的运动。这当然很可怕，因为再也没有什么比人类试图创造发明、嘲讽并效仿造物主的伟大规则更恐怖的了。⁴

在这段文字中，我们看到的是一个重大的哲学困境，我们不安的根源：谁是造物主？我们所创造的东西什么时候才能真正具有自我意识？

《弗兰肯斯坦》将这些问题抛给了不断进步的现代社会，但只要人

类在不停地创造，我们就会继续与我们的创造者发生身份冲突。全球的许多影响力巨大的宗教都围绕“无偶像论”颁布了命令与行为准则，禁止以任何物质代表生物和神明。《希伯来圣经》中有无数反对偶像崇拜的段落，比如第二戒律：

除了我之外，你们不可有别的神。⁵你们不可为自己建造任何偶像，也不可仿造天地间和水中的万物。

你们绝不可向任何偶像跪拜，我是主，我是你们的上帝，我是忌邪的上帝，我必降祸于罪人的子孙，恨我的人，我要追讨他们的罪，直到第三四代子孙。

而古希腊神话故事中则充满了各种具有代表性的自动化机械。⁶在古希腊神话中，火神赫菲斯托斯等角色的发明都是作为奇妙的创新受到赞颂的。赫菲斯托斯甚至设计了全世界首个全自动侍者，侍者通过20个轮子在奥林匹斯山上移动，在众神沉溺于美酒时服侍他们。

历史学家兼作家帕梅拉·麦考达克（Pamela McCorduck）用了大半生时间记录人工智能的历史，从两个角度分析了我们所创造的生命机器，它们既奇妙、实用，同时又兼具狂妄性和危险性，直到今天，这两个极端仍是冲突的根源。⁷我们敢篡夺这一神或大自然的力量吗？即便我们敢于这么做，我们是否做好了面对意外结果的准备呢？

《创世记》的故事讲述神用泥土塑造了亚当的身，然后将自己的灵魂吹入泥土。然后，神教会了亚当一切事物的本质。由于具有了知识和知识所带来的思考能力，神将亚当视为最高等的生物。在这个故事中，神命令天使和恶魔伊比利斯（相当于撒旦）服从这个具有自我意识的新生命。当天使天真地询问为什么要服从他时，神的解释是亚当可以学习知识。他的思想并非静止不动，这使他能够学习、成长和改变。因此，从这段对生命的创造性叙述中，第一种除神以外具有自我意识的生物

——人，出现在了宇宙中。

当然，我们今天不研究神话和寓言，我们要谈的是人工智能的爆炸性发展，其发展速度已经超越了人类理解其后果的能力，这在现实中意味着什么？连硅谷最强大的公司似乎也在技术方面持有不同的立场。2014年，特斯拉和SpaceX（太空探索技术公司）的创始人埃隆·马斯克（Elon Musk）在麻省理工学院发表演讲，将人工智能称为人类“最大的生存威胁”。⁸他在演讲中指责人工智能是在“召唤魔鬼”。

“大家都熟悉这种故事，一个人拿着五芒星和圣水，然后他觉得自己拿着这些就能控制魔鬼了，”他接着说，“但这些人最后都以失败告终。”埃隆·马斯克并非唯一一个“拉响警报”的人。持这一观点的知识界重量级人物还有斯蒂芬·霍金（Stephen Hawking）、比尔·盖茨（Bill Gates）、牛津大学教授和生存主义哲学家尼克·波斯特洛姆（Nick Bostrom）以及亨利·基辛格（Henry Kissinger）。2014年，霍金对BBC（英国广播公司）说：“全面人工智能的开发可能会给人类带来灭绝。”⁹在2015年接受硅谷热门网站Reddit的采访时，比尔·盖茨表示：“我属于担心超级人工智能的一方。首先，机器应该代替人类完成大量的工作而不是具有超级智能。如果我们能够有效地控制它，那结果应该会很好，但过了几十年后，人工智能将强大到让我们担心的程度。我同意埃隆·马斯克和其他人对此的看法。我不知道为什么有些人一点都不担心。”¹⁰

2015年下半年，马斯克宣布自己有意提供10亿美元，用于资助一家专门致力于安全人工智能研究的新型非营利性组织。该组织名为OpenAI ¹¹，这里汇聚了大批该领域中天赋极高的人才，而且他们提出将公布自己的设计与代码。不久后，马斯克、霍金和其他1 000名技术界的泰斗和重量级人物联合签署了一份呼吁禁止自动武器的公开信。¹²2015年秋，那些硅谷最著名的技术公司共同建立了“人工智能联盟”，围

绕即将到来的智能机器时代，探讨所有与之相关的问题、危险和道德伦理事宜。¹³

然而，在本书中，我们将一同探索“反人工智能运动”如何威胁到了人类开发急需的技术，而此类技术可以解决21世纪最复杂的问题。在第二章，我将解释为何限制人工智能或采取限量监管措施将对我们的文明造成巨大的破坏，但在讨论这些问题前，我们先要将自己置身于当前围绕着人工智能盛行的文化恐惧中。然后，我们要深入了解算法如何超越人类大脑，完成人类大脑难以企及的工作。机器智能到底是什么？



有一个问题我们已经司空见惯，关于人工智能的探讨大多以人类为中心：它与我们有多相像？它能“冒充”人类吗？这种思想要追溯到20世纪50年代。当时著名的数学家艾伦·图灵（Alan Turing）（电影《模仿游戏》就是为了纪念这位数学家而拍摄的）发表了论文《计算机与智能》（*Computing Machinery and Intelligence*）¹⁴，并且提出了今天所谓的“图灵测试”。在“图灵测试”中，一个人类询问者分别与一个人类和一台机器进行交流，且交流方式仅限于通过屏幕使用纯文本通道。

图灵在论文中指出，当计算机的回答可以欺骗人类询问者，使询问者相信它是人类时，计算机胜利。我们仍在各种版本的“图灵测试”作为人工智能获得成功的晴雨表。当人类使用电话通话时，会倾向于认为与自己说话的是一名内布拉斯加州的友好的销售代表，而不是计算机算法，这便是语音识别软件程序的一次重大成功。

这是一种奇怪自我陶醉。我们真的认为只有人类的智能才是唯一值得模仿的智能吗？模仿真的是最终目标吗？关于思想，机器可以教给我们很多东西，而这些思想跟人类的思想没有任何关系。

“图灵测试”和其他此类机器学习“模拟”指标，可能与如今的人工智

能实际应用关系不大，但这些指标还是深深地吸引了文化界的关注。想一想最近所有关于人类臣服于机器强大模仿能力的电影，比如史蒂文·斯皮尔伯格（Steven Spielberg）的《人工智能》（*Artificial Intelligence: AI*）和斯派克·琼斯（Spike Jonze）的《她》（*Her*）。

我们需要说明人工智能如何以截然不同的方式设计思想。我们可能认为我们已经理解了人类世界的“认知多样性”，但无论是哪一流派的人类思想者，都拥有用来激发恐惧的杏仁核、激发未来责任感的前额叶皮层以及将我们眼中的数据转换成图像的视觉皮层。机器的工作模式截然不同，甚至其基板使用的都是硅，而不是组成人类大脑基础的碳。因此，机器思维与生俱来的优势就是速度、不受约束的能耗、无限的记忆（短期和长期记忆），这些都与生物意识有着本质区别。我们目前的人工智能发展到了什么阶段？我们距离真正的人工智能还有多远？

02. 人工智能、机器学习和认知计算与人类智能的比较

最近，人们对人工智能的兴趣大增。在主流媒体中，认知计算、机器学习等几乎就等于人工智能。我们需要了解这些术语的真正含义，因为它们并不是人工智能的另一种名称。了解这些术语之间的差异有助于我们区分机器智能与人类思维。

人工智能由约翰·麦卡锡和马文·明斯基在1956年的达特茅斯夏季会议上正式建立，这个会议的主题包括数学、博弈论和逻辑等。¹⁵人工智能是一个广泛的研究领域，它一般涵盖可以使机器具备推理、学习和行为智能的多种技术。其中一些技术的运行要基于系统建造时编写的知识和规则集；有一些技术则使用“试探法”，即通过合理推测从大量可能的选项中选出最合理的选项；还有一些技术先做出核心假设，然后考虑新的信息，从而一边工作一边“学习”。

无论是否从数据中学习，人工智能都是一门关于智能算法的跨领域学科，而机器学习是人工智能的一门子学科，专指从数据中学习的算法。机器学习可以被分为多种类别。比如“监督式学习”是以一组事先贴标的示例表示的算法，这种算法可以确认数据和贴标结果之间的关联或类别。在“无监督式学习”中，则无法使用事先贴标的示例集，而是使用无贴标或无分类的数据。打个比方，“监督式学习”就是给它很多猫和狗的照片，每张照片上都标注这是猫还是狗，然后让它区分之后的图片中是猫还是狗。“无监督式学习”与之相反，它的目标是突出一大批猫和狗的照片的区别，而这些照片上并没有标注图片中是猫还是狗。

机器学习技术利用每个示例中的特征或属性，最终要实现的目标是正确地贴标或分类，比如哪些特征可以用于区分猫和狗的照片。当提供更多猫和狗的照片时，机器学习算法会尝试建立模型，分析哪些基本辨

别要素或特征是区分猫和狗的可靠指标。

现在，我们来想想具有行为智能但不从数据中学习的算法。这方面的案例有某些国际象棋算法，这些算法已包含国际象棋的规则和一些区分有利或不利局面的方法。如果无法准确、科学地确定局面的有利程度，就可以使用“试探法”或直觉规则。

比如在一般情况下，和对手相比，剩下的棋子越多就越有利，同样，确保皇后存活也更有利，而被将军则不利。国际象棋算法可以通过国际象棋规则，算出棋手根据当前情况可能采取的所有走法，并对每一种走法进行评分，无论是有利的还是不利的，均不例外。它还可以选择最有利的走法，并且重复进行这样的选择，直到胜利或失败。该过程之所以如此简单，原因之一在于，只计算之后的一步棋并不足够，它可能需要计算之后的好几步棋，一般情况下，一种算法就通过这种方法展示看似智能的行为，但它不会从结果或新的信息中学习。

最后是认知计算。这个术语直到20世纪80年代才开始被学术界所使用，但计算机行业早已开始使用这个词，这是因为IBM（国际商用机器公司）曾利用这个说法推广其“沃森”（Watson）系统。认知计算这一工作领域最贴切的定义就是：探索如何使用受人类大脑启发的机器学习技术。因此，认知计算包括硬件和软件两个层面。事实上，在IBM开展的关键项目中，属于认知计算的有TrueNorth架构（这种新型处理器尝试使用硅复制人脑结构）以及更为大家熟知的“沃森”软件。

通过上述例子，我们清楚地了解到这些智能算法的行为方式与人类大脑截然不同。比如，我们假定的国际象棋算法会根据单一的、实时的状态和国际象棋规则知识，建立所有可能的走法或至少建立一个极大的子集，而人脑无法做到这一点。我们往往会“删除”大量的可能性，因为一些可能性完全是荒谬的，甚至是不值得考虑的。相比于人脑，高性能计算机中的算法可以探索更多的可能性。虽然人脑可以同时处理多项任务并擅长多种认知任务，但人类大脑的“运行频率”慢于硅处理器，因此

人脑执行纯数学任务的速度较慢，准确性也较低。在有些情况下，计算机和人脑之间的这一区别，也就是探索“所有选项”的能力的区别，是计算机的一项巨大的优势。

1982年，斯坦福大学的研究人员道格拉斯·莱纳特（Douglas B. Lenat）、威廉·萨瑟兰（William Sutherland）和詹姆斯·吉本斯（James Gibbons）在《人工智能杂志》（*AI Magazine*）上发表了一篇论文，该论文展示了生成和分析大量可能性的能力，让人们认识到一种新类型的三维微电子设备。¹⁶而在此之前，人类研究人员从未找到这一发现。该发现由一个名为“Eurisko”的算法自动生成，这种生成和分析可能性的能力在斯坦福大学教授约翰·科扎（John Koza）开创的基因算法研究中得到了最大限度的发挥。2006年，科扎在《科技新时代》（*Popular Science*）发表了一篇文章，与大众分享了他的成果。¹⁷这篇文章的标题虽然有些夸张，但也十分准确，叫《约翰·科扎制造出一台发明机器：这一发明赢得了多项专利，胜过了人类并且很快将飞向宇宙》。凭借探索“所有选项”的能力和数学资源，科扎的基因算法设计出多个电路图，还对很多人类发明的专利进行了逆向工程，并找到了很多应用方式，这些方式与原有专利有本质的不同，从而避免了专利重叠。

当然，人类智能有自己独特的优势。虽然受能量和物理空间的限制，人类的大脑相对较小，但正是这一点带来了许多进化上的“智慧”。人类智能拥有一套非常有效的删减技巧，能避免大脑依次处理几十亿种情况，只为找到一两种有用的信息，从而防止大脑承受过重的负担。那种类似于暴力破解的方法所需的运算量是生物体无法承受的，但可以肯定的是，接近无限的数学能力加上足够的计算速度，的确可以带来新发现，而我们的大脑目前还没有得出此类发现。由于我们必须节省能量，而且考虑到大脑所受的物理限制，我们必须以最优化的方式利用大脑，因此我们在某种程度上可以说是“思维僵化”。然而机器可以使用大量的能量和空间，因此它们的智能与我们的智能有本质上的区别。

不仅我们的计算能力受到生物学限制，就连我们的记忆力也受到这一限制，我们所能记住的事情有限而且“模糊不清”。在许多心理学或智力测试、游戏、有趣的挑战中，测试者会给我们看一张房间的照片，几秒后，我们被要求回忆窗帘的颜色或者墙上的画的数量。我们很难记住这些信息，因为记住每个细节对我们的进化生存而言并不是非常重要，但计算机可以记住它接触到的任何图片、声音或事情的每一个细节。人类学习后会忘记某些内容，但计算机不会。对机器来说，“什么是重要的”这一问题有着截然不同的含义。我们往往更容易记住重要的时刻，但机器会记住每一件事，然后再确定这些保存完好的经历中哪些部分对未来是重要的。显而易见，这种具有完整记忆能力的智能，其行为完全不同于我们人类的行为。

大部分人都认为学习是一种智能行为，但人类与机器对学习的定义是不同的。试着考虑一下，我们只能学习被感知到的知识，通过一种感官获得所学内容，比如视觉、手指的触觉、嗅觉或味觉等。我们努力扩展这一能力，试图直接看穿数学、逻辑等抽象工具，为什么杰出的数学家或物理学家如此少？其中一个原因在于，经验越抽象，我们就越难处理它们。我们看不见四维、五维或十维空间，所以只有极少数人可以只通过使用数学等工具思考四维或更高维度的空间。我们所有人都能直接看到三维空间，因此在探索这一直接可以被感知到的空间方面做得很好，而机器智能在这方面再一次不同于人类。委婉地说，以数学为基础构造而成的智能不会被数学应用能力所限制。高维度空间的感知、处理和理解方式与三维空间不同，不仅提供用于长期积累和学习的输入信息的传感器类型不受限制，就连此类传感器或输入信息的数量也不受限制。如果我们的后脑勺上也长了眼睛，那我们是不是就变成了另外一种生物？机器智能把这种差异拓展到了极致。

可能最基本的一点在于，人类智能来自我们的思维。我们的思维存在于一个地点，被牢牢地固定在身体内。一个身体只能容纳一种思维。

机器智能却可以完全脱离载体。在基础层面，机器智能不需要考虑保护载体的需求，而在更高层面，机器智能还可以同时在多个地点复制或展示智能。我们无法了解在同一时间存在于11个地点是怎样一种感受，但机器智能可以。

自我改进是人类与机器智能之间的另一个差异。数千年来，人类一直在追求自我改进。我们尊敬学者、老师和指导者，因为他们能够以多种方式帮助我们学习和提高自我，包括提高我们使用智能的能力。这一改进，即智能的提高，对我们而言是一种缓慢的、间接的过程。我们通过行为、知识的直接感知或输入来学习，无法简单地将他人的智能复制给自己。我们有这样一些俗语，比如“有些知识只能通过经验学习”等。机器智能不局限于这种自我改进形式，它们可以复制100万个自己，操控它们、测试结果，然后摒弃不良的更改。这是对智能实施的非常直接而快速的操控，而且它不会让本体承担任何成本或后果。如果人类一直局限于我们的生物智能，就不可能实现如此直接而快速的自我改进。



上述几点只是机器智能与人类智能之间主要差异的一部分。根据这几点能更容易地了解会思考的机器与人类智能有多大的不同。

虽然我们距离完全有感知机器还有很长的一段路要走，但近期在人工智能领域所取得的突破为我们指明了方向。这主要归功于经过改进的新的机器学习技术——深度学习。这一系列精明的技术受到大脑结构的启发，目前它们被用于支持谷歌的搜索引擎、Facebook（脸谱网）的自动照片贴标、苹果的Siri、特斯拉的无人驾驶汽车等各种新事物。那么深度学习到底是什么？

03. 尝试制造一个人类大脑：深度学习的故事

人类大脑是如何工作的？这个问题已经困扰了人类数千年。古埃及人认为“自我”位于心脏，而公元前6世纪和公元前5世纪的希腊毕达哥拉斯学派学者则主张“思想”位于大脑。亚里士多德不同意这个充满争议的理论，并且在公元前4世纪表示，大脑的作用是冷却血液，它并非思想的源头。直到19世纪90年代显微镜和神经染色技术发明之后，1906年诺贝尔奖得主圣地亚哥·拉蒙 - 卡哈尔（Santiago Ramón y Cajal）提出“神经元学说”，认为大脑的功能单元是神经元。¹⁸

拉蒙 - 卡哈尔只是诺贝尔奖得主中探索大脑深层秘密的众多科学家之一。1963年，艾伦·霍奇金（Alan Hodgkin）和安德鲁·赫胥黎（Andrew Huxley）解释了神经系统发送、连接和保存信息的基本原理，并因此赢得当年的诺贝尔奖。¹⁹他们的研究被普遍引用，并且对今天的神经科学产生了巨大的影响。

然而，在这两人于1952年对他们的模型进行描述前，已经有人在尝试使用机器模仿人类的大脑了。1943年，神经学家沃伦·麦卡洛克（Warren McCulloch）与沃尔特·皮茨（Walter Pitts）合作，就神经元的工作方式撰写了一篇重要的论文。²⁰了解这一原理后，他们开始研究如何通过电子器件构建简单的神经元，这就是早期的人工神经网络。到1960年，另外两位研究者，亨利·凯利（Henry Kelley）和阿瑟·布赖森（Arthur Bryson）使用数学的分支学科动态编程，开发出人工神经网络的学习算法。²¹该算法被称为反向传播。

多年来，反向传播被成功地应用于神经学习，并且催生了20世纪80年代末和90年代初人工智能系统的热潮。由于它能够教会此类人工神经网络几乎任何事情，因此被视为一个诱人的机会和一种强大的能力。

1989年，伊利诺伊大学厄巴纳 - 香槟分校超级计算研究和开发中心的研究员乔治·塞班科（George Cybenko）得出了一个惊人的发现。²²他证明了在数据足够并且神经元数量充足的情况下，神经网络可以使连续数学函数接近任意精度。因此，全球拥有了一个受人脑启发的计算机器框架，虽然笨重而缓慢，但它构建了一个充满希望的数学基础，这样的组合前途无量。

不幸的是，这些早期研究者发现自己领先于他们所处的时代太多。当时的硬件无法有效地支持可以解决焦点问题的大型神经网络。20世纪八九十年代的系统存储量有限，因此无法捕捉或存储大量数据，这进一步加剧了挑战。

由于数据量极少且质量较差，人工神经网络难以观察、学习和行动。在使用反向传播和其他类似的学习算法时，人们遇到了重大挑战。虽然投入巨大，但神经网络往往只能提供次优的解决方案。

这意味着什么？训练一个神经网络就像搜索虚拟场景，在寻找解决方案的过程中会遇到“学习问题”。想象一个具有所有可能性的、场景不断滚动的空间。我们眼前的这个空间组成了山谷、深坑、深谷和山脊。现在，这个场景的轮廓出现了测量误差。我们在深谷中的深度越深，误差就越小。如果我们将一个保龄球放在山峰上的任意一处，保龄球很有可能会滚动、下滑并找到一个低表面（局部最低），但最低的深谷（全局最低）可能距离很远，位于我们想象的场景的另一端。保龄球出发的位置不太好，因此会陷入一些低地，但不是最低的地方。反向传播就常常被局部最低所欺骗、所困住，这一问题为有效降低错误率增加了难度。

实际上，许多在20世纪90年代末和21世纪初尝试语音识别产品的计算机用户提前体会到了这些挑战，而且他们可能没有真正理解语音识别产品背后的技术。虽然这些产品在经过数小时的训练后可以正常运行，

还可以在一个完全无声的房间中使用优质且昂贵的麦克风输入指令，但它们称不上真正的语音识别。

如今的情况截然不同。人工神经网络被广泛应用于声音和图像识别。Siri可以在有背景噪声的情况下识别你的语音，而且你可以使用非常便宜的麦克风输入语音指令。亚马逊的Alexa还将识别能力提升到了一个更高的水平。

这一切是如何实现的？为何精度突然提高了？这主要归功于深度学习，具体而言要归功于计算机科学家杰弗里·辛顿（Geoffrey Hinton）的工作。

辛顿生于1947年的英格兰。²³他在剑桥大学本科阶段选择的是心理学专业，因为他越来越想探索神经网络，但很快他就意识到，他的教授并没有真正理解神经元的学习或计算方式。虽然当时的科学能够解释电信号从一个神经元转移到另一个神经元的原理，但没有人可以向辛顿准确地解释几十亿次互动如何产生智能。他觉得自己可以使用不断发展的人工神经网络工具更好地理解大脑的工作原理，因此他从1972年开始攻读爱丁堡大学的人工智能博士学位。在之后的研究中，他尝试使用硬件和软件创造互相连接的信息层，就像人类大脑通过密集的神经元网络传递信息一样。20世纪80年代初，随着反向传播算法的出现，辛顿的人工智能研究开始探究人类大脑的工作原理。1992年9月，辛顿在《科学美国人》上发表的一篇文章中首次向大众解释了他的研究工作的核心。²⁴

除了自动编码器和玻尔兹曼机（同样是由辛顿开发的）方面的技术细节之外，他找到了一种优化保龄球在错误场景中位置的有效方法。通过这种方法，保龄球可以自然地滚动到一个合理的低洼位置并停止，错误被大幅减少了。

今天，辛顿作为一名加拿大籍的科学家仍在继续他的研究，同时他还担任搜索引擎巨头谷歌的顾问。他和同事的研究工作引起了人工智能

界和大众媒体的关注。2015年《纽约时报》（*New York Times*）科技版记者约翰·马尔科夫（John Markoff）的报道《人工智能的学习能力匹敌人类》，只是无数此类文章中的一篇。²⁵深度学习似乎真的已经解决了“感知”问题。计算机现在可以比人类更好地识别字符、图像、物体、声音、语言，甚至是视频画面中的物体。

这些进步正在引发硅谷对人工智能和机器人的新一轮关注和投资。机器人侍者、无人机和发明专家纷纷出现——不是作为科幻电影中的角色，而是出现在像劳氏这样的大超市以及底特律大部分出厂的汽车内。根据市场研究咨询机构Tractica的统计，美国2016年的人工智能支出达到6.4亿美元，预计到2025年，这个数字将达到370亿美元。²⁶

然而，正如深度学习一样，人工智能还停留在狭义人工智能（ANI）阶段。通过深度学习等技术，机器越来越熟练，它们将能够代替人类完成以前只有人才能做的工作。

无人驾驶汽车、仓库机器人、军队中的机械骡、半自动武器、手机上的Siri和Cortana、来自IBM的著名计算机棋手“深蓝”或者最近击败世界顶级围棋棋手的AlphaGo算法，我们每天都在接触各种各样的狭义人工智能。

这些不同的狭义人工智能就像是对人类各种能力的放大，但随着时间的推移以及这些狭义人工智能能力的增加，人与机器之间的距离会逐渐缩小。2017年3月，埃隆·马斯克宣布他正在投资成立一家名为Neuralink的新公司。²⁷新公司的目标是创造计算机与人类大脑之间的直接皮层接口。他认为，可以通过将我们的思维与机器的思维合并来避免人类的灭亡。像Neuralink这样的公司并不是孤军奋战，其他硅谷创业公司也开始进入神经科学领域。大部分公司表示，研究的最终目标是实现大脑电子受体，制造出被科幻作家伊恩·班克斯（Iain M. Banks）称为人与机器智能之间的“神经织网”的东西。大部分神经学家都认为我们距

离“神经织网”仍十分遥远，但机器智能对人体机能的增强正在发展之中。截至本书撰写之日，人类已经可以通过人工智能、增强现实和传感器技术扩展自己的技能与推理能力了，较常见的有人工耳蜗（一种代替受损耳朵的电子医疗器械）和控制异常心率的心脏起搏器等。虚拟现实眼镜、耳机、传感器以及人工智能感知和控制算法领域的新成果使人类获得了更加“超人”的能力，比如：

． **紫外 / 红外视觉**：使用人工智能看见光。

． **完美声音记忆**：你所听到的每一个声音会被永久编目，并且可以查询搜索。

． **声音三角互证**：当你听到巨响或“砰”的一声时，你的眼镜就会显示正在发生的事情。

． **完美图像记忆**：当你看到一个牌照时，就能捕捉牌照号码和字母并且可以进行搜索。

． **提示**：人工智能始终在你的大脑内提出建议并且添加Fitbit等设备增强身体机能。

． **“上帝”视角**：卫星照片和全自动小型无人机可以将照片直接发送到你的手机上，就好像你的双眼在移动。

． **LIDAR（激光雷达）传感**：可以使用脉冲激光测量距离的远程传感技术。

． **能够预测附近任何物体的具体行动与速度。**

． **能够看到和探测无线电波**：通过划动手势将所感知到的无线电波从以太中抽出，然后进行解码和编目。

． **X光视觉**：通过自动机器眼看到建筑内部，从而检查是否有漏水等技术故障。

所有这些增强方式仍然属于狭义人工智能。只有当计算机科学与工程创新可以控制意图或能够设宏大目标并控制自我意识或“感知”时，我们才能实现广义人工智能（AGI）。

为了成为广义人工智能，人工智能系统需要像人类一样成为通才。它需要通过海量数据进行学习，然后归纳所学到的东西，就好像我们在小时候学会将积木叠在一起、组合在一起或者垫在脚下去拿书架上的书。它需要理解含义和语境、能够合成新知识、有自己的意图并且在任何情况下具备自我意识，这样它才能理解在这个世界上拥有决定权意味着什么。

04. 从狭义人工智能到广义人工智能：获得感知的过程

让我们在这里暂停一下并思考目前技术发展到了什么程度。比如波士顿动力公司（Boston Dynamics）所制造的“机械骡”，还有经过编程后能从美国国家广场到达华盛顿特区林肯纪念堂的无人机。无人机已具备了足够的智能，可以识别自己是否碰到了一群人或动物等，还可以进入子目标状态，找到绕过障碍的线路。在实现子目标之后，无人机会继续执行主目标，即到达林肯纪念堂。具备较低智能的机器能够完成简单的、小范围的目标，而具备较高智能的机器可以完成难度更高的、更复杂的目标。如果你询问无人机为何要穿过广场到达纪念堂，它不会做出任何回答。让我们人类成为人类的特点，也就是让我们具备通用智能的特点就是我们能为自己设定目标范围。

广义人工智能与狭义人工智能的本质区别之一就在于是否能够为自己设定宏大的目标。人类社会之所以伟大，是因为所有公民都朝着有价值的目标奋斗。如果无法设定复杂的目标并实现它们，那么人类社会就会崩塌并停滞不前。我认为感知是一种辨别“我”与其他事物的能力，也是一种将目标视为存在的证明、设定“自我”目的的能力。

目前已经有各种狭义人工智能增强了人类的机能。计算机在开车、下棋、解方程式、识别手写输入等方面做得更好。我们为这些狭义人工智能提供的是意图或者理解和设置技能目标的能力。换言之，意图是目标的前提。目前，最复杂的目标设定工作由人类完成，而在未来，计算机也可以很好地制定宏大的意图和目标。假设目标是向一个银河系超星系团移民，人类甚至可能不知道这是否真的有必要，而未来的人工智能可以对此类任务进行准确的判断。

狭义人工智能向广义人工智能的转变就是从没有思想和自我意识变

成有思想和自我意识的过程。当哲学家笛卡儿第一次说出“我思故我在”时，他告诉了我们一个存在的证据。思考的能力或者说思考这一行为本身出现之时，就是产生感知之时。这类似于宇宙起源时的大爆炸，第一颗物质逸出之时就是宇宙开始之时。

当机器进行第一次思考时，它就成了广义人工智能，也就是出现了感知，出现了能够设定宏大目标的“自我”。

即使人工智能界的领导者也很难想象这种“大爆炸”是什么样的，以及它可能会带来什么结果。贝宝（PayPal）的联合创始人、硅谷的重要人物彼得·蒂尔（Peter Thiel）认为，我们甚至难以描述广义人工智能以何种形态出现。在接受《纽约时报》专栏作家莫琳·多德（Maureen Dowd）的《名利场》（*Vanity Fair*）专访时，蒂尔表示：“在某种意义上，人工智能问题涵盖了人们对计算机时代的所有希望与恐惧。我认为当被逼到这些极限时，人的直觉就会崩塌，因为我们在这个星球上从没有遇到过比人更聪明的东西。”²⁸著名的人工智能研究者埃利泽·尤得考斯基（Eliezer Yudkowsky）在接受多德的采访时表达了他的预测分析：“人工智能不必控制整个网络。它不需要无人机。它之所以危险，不是因为它有枪，而是因为它比我们聪明。假设它可以从DNA信息中预测蛋白质结构，那它只需要向合成自定义蛋白质的实验室发几封电子邮件。很快它就会拥有自己的分子机械，然后制造出更精密的分子机械.....我只希望这样的情况不会发生。我无法准确预测我们会如何输给人工智能，因为人工智能将比我聪明。”²⁹

人工智能研究者对这一“大爆炸”发生的时间持不同意见。人工智能“传教士”的代表人物、《奇点临近》（*The Singularity Is Near*）的作者雷·库兹韦尔（Ray Kurzweil）认为广义人工智能即将出现，而像本·格策尔（Ben Goertzel）这样的保守人士则认为我们只有投入比现在多得多的资源进行研究，才能在不久的将来实现广义人工智能。³⁰

不管是需要20年、70年还是200年，大部分业内人士都同意广义人工智能即将到来，但为何那么多科学家与技术人员把这一成就称为零和博弈呢？我们为何坚持认为人类将输给人工智能呢？难道我们不应该庆祝人工智能的降临并把它视为一个奇迹吗？人类——这一在宇宙中自然出现的生物，在一个相对较短的时期所创造出来的东西比通过138.2亿年进化所产生的生物更加复杂。无论你是科学家还是普通公民，这对你来说难道不是一项大快人心的、值得庆贺的成就吗？为何庆祝的人这么少？随着关于人工智能降临的日报标题和时事短评越来越多，我们的社会陷入了焦虑和恐惧。我将我们的恐惧分成两类，“感知机器”的出现可能会：（1）让人类变得毫无用处；（2）杀死我们。

05. 对能够设定宏大目标的广义人工智能的恐惧：人工智能将使人类变得毫无用处

对于《星际迷航》（*Star Trek*）的影迷们，他们的脑海中已经拥有未来地球可能的生活情景了。在《星际迷航》的社会中，金钱不再起到决定性的作用，人们不再为生存而工作。他们没有为满足生存需求而工作的欲望。在电影中，被主角认为落后和古怪的弗瑞吉人使用更传统的货币——拉帝锭。

没有人会问：“你靠什么谋生？”在《星际迷航》中，你的谋生手段就是生活本身。

科幻作品中的愿景远非天马行空的想象，我认为科幻作品里描绘的场景给了我们一张明确的未来路线图。我们无法确定10年、50年或100年后的详细情况，但所有数据都指向一个方向：目前由人类承担的大部分工作在未来将由机器承担。在《未来：改变全球的六大驱动力》

（*The Six Drivers of Global Change*）一书中，作者阿尔·戈尔（Al Gore）将“机器人采购”和“外包”定义为美国 and 全球面对的两个最大的挑战。³¹美国劳工部认为未来增长最快的行业是“护理”，即为老年人服务的人类护工和护士。³²这项工作将提供约180万个工作岗位。同时，无人驾驶汽车将取代约300万个目前的工作岗位，包括出租车司机、卡车司机、铁路服务人员等。³³根据普华永道（PwC）2017年3月发布的一项研究，美国的就业市场将在自动化竞赛的过程中遭遇最严重的失业。³⁴到2030年，美国目前的工作岗位数量将减少38%，这一比率比德国（35%）、英国（30%）和日本（21%）都要高，这是因为美国的金融服务业以及批发和零售业中的常规工作和自动化流程较多。

无论具体数据如何，可以肯定的是我们中将出现大量“失业人员”，而社会结构需要进行大规模的调整。未来主义者巴克敏斯特·富勒（Buckminster Fuller）在50年前就提出，科技已十分发达，可以满足每个人的基本需求。³⁵之后，政治意志开始介入，目前就是如此。面对岗位替换，我们需要做出必要的结构性变革，在那之前，政府必须解决人民对生存的担忧：我们拿什么买食物？如果没有收入，我的孩子该怎么办？银行准备收走我的房子吗？这些对日常生活的担忧使我们对奠定了美国文化基础的“伟大神话”产生了质疑：美国梦破灭了吗？如果不去追求成功，那我们是谁？如果我们能够被机器如此轻松地取代，我们的人生目标又是什么？

我认为对我们来说，这些生存上的问题能帮我们瓦解多年来积累的一些过时的观念，而这些观念曾支撑着我们的生活方式。为什么必须为了生活而工作？150年前，70%的美国人都在从事与食品生产相关的工作。今天，这一比例下降到2%。³⁶工业化最初为工人创造了足够的工作岗位，使他们能够去工厂参加回报丰厚的劳动。许多人都走出家门，开始从事各式各样的工作。在现代化和目前的后现代化过程中，我们的工作与对我们生存至关重要的商品和服务生产渐行渐远。未来，人类创造力的产物将是思想，也就是创意构思。我们的创意将比机器智能更好吗？机器智能将尝试掌握人类擅长的每个领域，包括思想。

那么，这将把我们带向何方？《机器人瓦力》（*Wall-E*）中的世界是否就是我们的未来？所有人都将坐在可移动的躺椅上喝着超大杯的汽水？当生活失去有意义的工作时，我们会感到迷茫。这就是人工智能的两大威胁之一：我们害怕它让我们变得毫无用处。它的出现会彻底动摇给人类带来最深层存在意义的宗教和哲学。

06. 人工智能会杀死我们

哲学家、《超级智能》（*Superintelligence*）^[1]的作者兼著名存在性风险学者尼克·波斯特洛姆通过一系列反乌托邦的思维实验向公众发出了关于人工智能的警示。在他的一项“噩梦实验”中，广义人工智能的目标是实现回形针产量的最大化。波斯特洛姆认为，这台让回形针产量最大化的机器为了开发更加成功的回形针生产技术而不断提高自身的智能，最终成为他所说的超级智能。基于这种智能水平的不断提高，该思维实验推测这台机器在某一天会把我们的整个太阳系变成一堆回形针。³⁷

虽然我尊重波斯特洛姆和他的研究，但我对这一思维实验表示质疑。正如我之前所述，广义人工智能的特点是越来越复杂的目标设定。积累回形针的目标太过愚蠢以致机器本身无法变得非常智能或有创造力。

然而，波斯特洛姆的研究鼓励我们思考的是这一“实用功能”理念，或者叫根据对个人的实用程度对备选方案进行排序的数学函数。大部分人的期望都是由许多目标组成的。比如，如果希望获得幸福，那么我们的目标就是改变生活中的各种体系。除了花更多时间陪伴家人和获得更多的睡眠之外，我们可以进行体育锻炼和在社区中从事志愿活动。另一方面，狭义的“实用功能”会转而利用数学方法找到最快捷的途径，实现特定结果的最大化。这就是波斯特洛姆所提出的存在性风险。如果我们把提升人类幸福感作为广义人工智能机器的一个目标，那将发生什么？

机器都会追求实现这一目标的最快方法，不管带来何种后果。机器可能会选择一种超级算法，制造探针刺激入睡者分泌内啡肽，或强迫喂食鸦片，从而使人获得生物化学中界定的精神愉悦感。目前执行“实用

功能”的机器仅限于象棋等有限的领域，但未来广义人工智能的“实用功能”必定是复杂的。即便如此，这些机器还是有可能重新评估自己的“实用功能”。我们能否控制这些目标？可能不行。马斯克等反对进一步发展人工智能的人认为，仅凭这一事实就应该减慢科学进步的速度。他们认为，目前唯一让我们免于灭顶之灾的原因是人工智能还没有宏大的目标。

我们不是预言家，我们中的任何人都无法预测人工智能的未来目标。我们可以知道的是当今世界所面临的现实。在我看来，人类中的穷凶极恶之辈比未来任何的广义人工智能都要危险。在短期内，相比于让回形针产量最大化的机器，一个能够控制先进狭义人工智能的疯狂领导者要危险得多。鉴于目前实际存在的威胁，停止发展更先进的智能技术于我们而言有何益处？更值得警惕的是，如果我们停止研究，而其他一些不怀好意的政治力量仍在继续研究，那我们该怎么办？

许多善良、智慧和理性的人都赞成限制和禁止特定类型的人工智能研究，尤其是对可能用于军事的系统的研究，而我对此的观点是，这些禁令不可能起到预期作用。

事实上，与许多过去的制裁和禁令一样，此类措施可能只会让我们试图禁止的集团和组织开展隐藏的地下项目。

以核武器扩散的历史为例。核武器已经传播到美国之外，而美国是第一个开发出这种武器的国家。俄罗斯、美国、英国、法国、印度、巴基斯坦、以色列、南非、朝鲜等都拥有核武器，伊朗也可能拥有核武器。在大部分情况下，这些国家会受到严格的制裁，甚至连军民两用系统的出口也被禁止，但现状又如何？事实上，许多分析家认为由于中东复杂的盟友与敌对关系，伊朗核武器的开发意味着沙特阿拉伯、阿联酋和土耳其如果目前还没有开发核武器，那么它们很快也将这么做。³⁸

另一个例子是无人作战飞机（UCAV）。美国在这一领域起到了带

头作用，并且在全球地区战争中广泛地使用“掠夺者”和“收割者”无人机，许多美国的盟友和敌人都想要获得这项技术。比如美国的两个盟友巴基斯坦和沙特阿拉伯都要求获得无人作战飞机技术。在遭到拒绝后，它们开发了本土技术。土耳其航宇工业公司（TAI）开发出Anka中海拔长距离无人机。³⁹作为全球受制裁最严重的国家之一，伊朗也已开发出多种非常先进的无人机。其中包括一种隐形无人机，它似乎是复制于美国的RQ-170型飞机。⁴⁰伊朗曾侵入一架RQ-170型飞机并迫使其降落在伊朗的领土上。

除了这些具体的例子之外，我们还需要思考这些禁令背后的心理，尤其是当它们与战略技术相关时。囚徒困境是博弈论中最著名的问题之一，它为我们提供了一种围绕不同的人工智能的未来进行情景规划的有效工具。⁴¹囚徒困境指的是这样一种境况，一个团伙的两名成员A和B被逮捕并分开关押。如果他们互相背叛，则每个人要坐两年牢。如果A背叛B，但B没有背叛A，则A将无罪释放，B将被判刑三年。如果他们都保持沉默，则各自服刑一年。虽然看起来保持沉默是“最划算”的行为，因为双方所受到的惩罚最小且相同，但他们都不相信对方会采取这一“最划算”的行为。理由是只要背叛对方，就有可能被无罪释放。A和B都不得不考虑对方可能采取最有利于自己的选择，而且如果这样的话，被背叛的一方将被处以最大的惩罚（三年有期徒刑）。因此，双方经过考虑后所采取的行为往往是互相背叛，并一起“蹲”两年牢房。

现在让我们把这个困境扩展到人工智能禁令上。人工智能无疑是一项对机器、制造、能源、国防等所有领域产生革命性影响的技术。如果军事领域的人工智能被禁止，那么许多国家都会开始像囚徒困境中的A和B那样思考：

情景1：如果一个国家遵守禁令，而其他国家暗中继续开发人工智能武器，那么其他国家的优势就会被最大化，而遵守禁令的

国家将会处于极大的劣势。

情景2：如果所有国家自愿放弃开发并遵守禁令，那是最好的情况，但谁也无法保证这种情况会出现。与囚徒一样，这些国家会在未充分掌握其他国家决定的情况下在内部做出决定。

情景3：如果所有国家都开发出先进的人工智能技术，此时的情况不如每个国家都遵守禁令那么美好。虽然风险依然存在，但至少所有国家都会意识到，如果它们中的任何一个国家使用人工智能武器，都会遭到抵抗。换言之，将出现威慑。

我们是否应该祈祷人工智能被用在好的地方，被用来造福我们而不是伤害我们？我们是否应该专注于这个目标并努力使其成为现实？当然如此，但我们不应该自我麻痹，认为通过一纸禁令就能解决问题。人工智能已经存在并且将继续存在，它将变得越来越聪明和能干。到时候，任何禁令都无法阻止创新的爆发。

我们真正需要做的是，在可解释的人工智能、道德体系和人工智能安全等领域加倍投资，以此加快人工智能的发展速度，而不是在强制命令和禁令这条路上越走越远。这些才是真正的技术、能力和算法，它们能安全处理事故并防止技术滥用。以无人驾驶汽车为例，我们需要将生命托付给多种执行感知和决策任务的机器学习算法。

在这种情况下，设定超高的安全性与可解释性标准可谓迫在眉睫。比如我们可以通过指标保证狭义人工智能每一百万小时的错误数量是人类的十分之一、百分之一或千分之一。我们可以从非常熟悉这些指标的航空业获得这方面的灵感。航空技术，包括半智能控制系统等，每天都需要负责保障数百万人的生命安全。因此，目前飞机比由人类完全控制的汽车要安全得多。这个例子说明，我们可以通过类似于当下智能控制系统的方式提升狭义人工智能系统的安全性。

然而，这个方案面临着一个关键质疑，而这值得我们在此讨论。作为目前最成功的机器学习系统，深度学习系统利用了神经网络、大规模收集统计权重和激活函数。在人类看来，这些其实都是乱七八糟的数字，它们在经过不断调整后，可以用来解释新的数据。在这些结构中，对大多数人类观察者来说，知识和学习的表示方式根本无法辨识。因此，批评接踵而至。这些系统似乎成了一个个“黑匣子”，人类无法探究和分析。

这一批评是对的，人工智能界必须赶快补救这个问题。我自己的研究重点是自主式控制系统的可解释性与安全性 [42](#)，而美国 and 全球的一些著名研究者正在研究其他可以提高人工智能控制系统（自主系统）可解释性与安全性的方法。美国国防部高级研究计划局（DARPA）作为美国国防部负责尖端科技研发的部门，在过去几十年主持开展了许多前沿性研究，其中一个名为xAI的项目专门资助可解释性领域的研究。 [43](#)

这些都是严肃而重要的工作，它们试图让狭义人工智能变得可以被理解、被说明，并且最终能以直接和具体的方式被修改，从而防止得出错误的结论或保留错误的事实。

正如其他新兴技术一样，关于人工智能的未来使用及其安全性问题，将出现许多不同意见。虽然要面对诸多挑战，但我会始终保持乐观的态度，相信我们能够开发出可解释的安全系统，从而大规模部署人工智能。更重要的是，我相信人工智能的益处将超过它的风险和缺点。在我看来，现在唯一需要做的就是加倍努力发明出更加容易被理解和被说明的系统。

无论对人工智能的态度是乐观还是悲观，你都必须记住，科技一旦被释放就不可能再回到“瓶子”中。好奇是人的本性。在历史长河中，我们一直展示着无止境的发明欲望。我们不可能停止发明吗？我认为是不可能的。出色的发明家创造出各种各样的东西，而创造出能够进行自我

创造的东西是任何发明家的最高成就。

07. 漫漫前路

总之，我们正在将人工智能视为一种存在性威胁，而不是一个机会。这一即将到来的感知机器时代让我们有机会问自己：我们是谁？我们想成为什么？当我们从历史的角度看这些问题时，作为一个物种，我们的存在与生存轨迹本身就具有价值。这是进化生物学的核心宗旨。人类是唯一一种能够自我进化的生物。人工智能也许是我们的第一个可以感知到自我思想的发明，但当人工智能做到这一点时，我们是否真的需要将它视为一种威胁？或者我们是否可以把它看作一种截然不同的事物？我们是否可以将人工智能视为我们的创造，一个诞生于我们自身想象力的孩子？

对于最持久的信仰，我们往往会保留其中的精神概念，比如神、《创世记》的故事等。我们可以用这些框架来强调某些关键历史时刻的重要性。在接下来的100年中，我们将实现宇宙用138.2亿年才实现的成就：创造另一种具有智能的形式。这就是为什么作家兼纪录片制片人詹姆斯·巴拉特（James Barrat）将人工智能称为“我们最后的发明”。⁴⁴

正如玛丽·雪莱邀请我们思考使用知识创造另一种生物一样，广义人工智能的“大爆炸成型”可能成为我们的终极困境与终极目标。我们将提出新的职业与工作理念，因此这一人工智能的爆炸式增长将引发一段不稳定期，但我们之所以是人类，并不是因为我们懂得如何把箱子装上卡车或者我们可以在高速公路上驾驶汽车。人工智能在不久的将来将为我们完成这些任务以及其他许多事情。到那个时候，我们将成为宇宙的造物主，因此我们依然具有生存的意义。我们必须播下人工智能的种子，并且给予它们变成最终形态的能力与机会。

正如自然无法预测任何一次特定的变异一样，我们作为人类也无法

预测我们最伟大的创造的进化轨迹。我们不应该压制它的发展，那可能最终会伤害到我们，并且还可能伤害到整个宇宙。



在后面的章节中，我将重点介绍一些激动人心并且具有启发性的案例，展示狭义人工智能如何改变着当今世界。这份对当今狭义人工智能的快速概览并不详尽。我只是想提醒大家，当我的工程师和科学家同行们在呼吁禁止人工智能的研究时，他们正在延缓人类从痛苦和苦难中解放的速度，并且妨碍了我们的世界变得更公平和更公正的进程。

技术创新必定是复杂的：我们必须接受它是一把“双刃剑”这一事实；我们必须在探索 and 了解宇宙的同时，承受道德模糊甚至是恶意使用技术的可能性。

接下来，我将向你们展示狭义人工智能网络所支持的具备认知能力的全自动设备如何不可避免地让人类脱离许多现代生活的重要决策循环。比如在关于战争的章节中，我们将了解到未来的自动武器能够在无人干预的情况下，在一秒内进行反击。虽然这一即将到来的未来可能令人担忧，尤其是在军事这样的领域，但我的意图是证明：即使未来没有人工智能，我们的处境也不见得会更安全。我们无法阻止科技的进步，只能希望它被用于好的方面。

接下来，我们开始吧.....

[1] 尼克·波斯特洛姆的《超级智能》一书简体中文版已由中信出版社于2015年1月出版。
——编者注

朋友圈书籍每日免费分享微信jnztxy

THE SENTIENT MACHINE

第二章

当今世界与不久之后的将来

01. 物联网的出现

此时此刻，有一个网络正在我们周围扩展。我们可以将它比作行星的皮肤，甚至比作我们整个人造环境的皮层。这个网络就是物联网（IoT）。随着狭义人工智能让我们的世界变得越来越智能，它也越来越密集。几十亿个我们每天接触的人造物，比如汽车、红绿灯、牙刷、桥梁等，正在从纯静态的形式转换为具有认知功能的物体。

在讨论这一不断增长的智能所产生的直接影响之前，我们需要思考其他“智能爆炸”如何改变了我们古代的和工业化前的文明。比如南方古猿或古代人类在250万年前开始制造工具，但这些粗糙的石器的唯一目的就是更好地利用人体肌肉力量。这些工具不靠人类肌肉力量是没法移动的。再来看看约15 000年前，人类驯服了牛；5 000年前，人类驯服了马。我们看到的是人类不断地寻找更高级的使用或增强自身肌肉的方法。

这促使人类在公元前3500年发明了轮子、在公元前1500年发明了滑轮等机械装置。通过这些发明，人类不仅驾驭了自己的肌肉力量，而且还放大了这一力量。

从使用原始的石器和木制工具，到开发出具有独立于人类的动力源的系统，我们用了200多万年。只要喂养那些可以驱动设备的动物，并对机械装置进行维护，我们就能使用这些系统实现重要的功能，比如从井中抽水以及抬起大石头和原木等。1698年，随着蒸汽机的出现，我们最终迈入了工业时代。蒸汽机使机器能够脱离任何形式的生物力或自然力而运行。通过创造这种机器，我们创造出了在自然界前所未见的力量源泉，它们更大、更快、更有弹性，也更有力量。

尽管拥有了机械力量，这些工具和系统还是需要依赖于我们的决

策。我们可以规定它们的运动范围，当任何一台机器需要开启或关闭时，我们都必须执行这一操作，但在19世纪初，一个机械创新上的细微变化改变了这一切。

1801年，法国织布工兼发明家约瑟夫·玛丽·雅卡尔（Joseph Marie Jacquard）正在寻找一种方法，以创造更复杂的纺织图案。¹当时，除基本线条以外的所有设计都必须由工匠用手仔细缝制，但雅卡尔意识到他可以为织布机增加一种新的灵活性。

他决定教织布机理解指令，而不只是按照预定顺序执行一连串动作。这个想法不仅给纺织业带来了一场革命，使一台织布机可以织出多种图案，而且也改变了普通工业。雅卡尔通过给卡片打孔实现编码，这种打孔卡片就是定义图案的程序，这与一个半世纪之后出现的计算机非常类似。形式与功能的分离或者指令与执行的分离就是编程这一概念的基础。

一个半世纪后，一个全新的学科——计算机科学出现了。就像雅卡尔织布机中的编码一样，计算机科学改进了框架和流程，因而能够高效地定义和执行复杂活动。这门科学是关于如何制造更加智能的编程机器的，而其子学科之一——人工智能是关于如何制造完全独立于人类操作与思想的会思考的机器的。

今天，在雅卡尔织布机发明200多年后，指甲那么大的可编程计算机就能够控制强大的微型电动机并且从各种数字传感器中获得信息，从而进行抽样、处理和对现实世界做出响应。控制此类设备的程序越来越精密化和智能化，再加上无处不在的网络连接以及功能越来越强大的处理器、传感器和驱动器，这些将合力创造一个我们到现在都几乎无法想象的未来。

欢迎来到物联网革命时代，在这个时代中，智能技术无处不在、人造设备和系统可以自己完成越来越多的决策。

在物联网时代，几十亿台设备将互相通信，在没有任何人类干预的情况下进行协商、交互、测量、响应等。为了阐明我对这一未来发展趋势的观点，我将分三个阶段来描绘物联网的应用。

物联网第一阶段：测量和追踪

我们已经进入了物联网第一阶段。在消费品方面，我们已经拥有了可穿戴设备和其他一些小装置，它们可以测量脉搏和心率，记录每天行走的步数，预测昼夜节律，在我们未进入深度睡眠时发出警报，还能在怀疑门外有人或有人试图闯入时自动将住宅照片发送给我们。在商业方面，传感器已经被嵌入几乎每一种重要的工业资产中，包括发电机、涡轮机、泵和钻探设备等。这些传感器被用于测量系统各个方面的性能，比如温度和压力等，并保存测量结果以便人们进行后续分析。

物联网第二阶段：建模和预测

一些领域即将进入物联网第二阶段。在第二阶段，从第一阶段设备中获得的数据将被设备自身用于建立环境、塑造设备行为以及建立系统行为模型，从而预测未来。

比如消费类可穿戴设备以前只能监测心率和脉搏，之后将进化为不仅能够测量，而且还能完整地诊断并提供建议的可穿戴医生。为此，这些设备需要获得更高级别的智能以及大量的传感器和环境数据。设备自身或设备所连接的网络的认知能力可能包括阅读和处理自然语言和数据，如照片和视频等。想象一下，一个可穿戴设备看着你吃饭，它会判断你吃的是什么，计算食物的量和热量，然后用这些信息向你发出各种提醒，比如违反规定的饮食、意外摄入的食物可能引发危及生命的过敏反应等。

在商业领域，机器不仅能够监测基本的性能参数，而且将使用这些一级数据获得深层预测模型，通过这一模型实现振动、温度和压力等测量参数的更高层次的互动，从而发现能够在混乱的现实世界中驱动系统的复杂物理规律。

联网系统不仅具有传感功能，而且能采取更加精密的行动。这些系统包括送货无人机、无人驾驶卡车和拖车等，而越来越先进的工厂和仓库机器人将使用“视觉”探测物品并对产品和包裹进行分类。

物联网第三阶段：一万亿台完全自主的设备

在第三阶段，物联网的真正潜力将被发挥出来。我们将建立一个没有限制的、便于复制的、分布范围巨大的联合网络智能，为具有认知能力的、完全自主的设备提供支持。传感器将变得异常强大，这不仅是因为有硬件能力的支撑，还因为拥有高智能的人工智能算法能够将基础传感器获得的信息融入相关的、详细而复杂的现实情况中，获得超越人类视觉、听觉、嗅觉和触觉的感知。智能设备对世界的认知将是最深刻的，而制造这些设备的人类大都无法体会到这种现实。

物联网第三阶段包括能够感知并避免现实世界冲突的自主和移动系统。试想，未来将存在这样的算法，它可以控制几十万架无人机，为它们的人类主人完成越来越多的工作，比如为作物喷粉、将急救药品送到城镇，或是将下一代武器系统变成自动追踪猎杀的无人战斗机群。所有这些活动将为我们的人造环境提供越来越强大的支持，因此人类开始离开这个循环。正如我们将在后面的章节中看到的那样，这会使我们把人类世界的决定权拱手让给我们身边不断发展的网络。

02. 医疗行业

目前，狭义人工智能正在被用于各种医疗数据，这使我们能够对之前生活中不可见的、似乎无法测量的方面进行评估。我的丛集性头痛只是无数引起疼痛但因患者人数不足而未被重点研究或引起关注的病症之一。莫曼奈尼医生在治疗时甚至对我说：“人类对许多疾病还不了解。根据我的从医经历，当我们不知道该怎么做时，常常使用三种药。第一种是类固醇，它可以抑制人体内各种引起发炎症状的物质；第二种是可以治疗从耳朵到脚趾的各种感染的抗生素；最后一种就是阿司匹林等抗凝血剂。”他在跟我说这些时无奈地摇了摇头。即便是在这家全球最先进的医院，我们仍使用这些非针对性的原始药物，试图驱赶我们体内的疾病。

机器则不需要这么做。它们的精确度远远在人类之上。如果我们想要继续在医疗和医药领域取得进步，那我们就需要这一精确度。

统合疾病的肆虐

社区中心有一间不起眼的房间。我曾去过那里，房间里摆着一圈坚固的棕色座椅。大家依次进入房间，然后把外套和包放在椅子旁边。等到这圈座椅坐满后，参与者就开始发言。²一个年轻人说：“我突然从睡梦中醒来，疼痛得蜷缩成一团。我盯着天花板并尝试呼吸和数数，直到疼痛过去。”

在他讲完自己的故事后，一位年纪较大的女士也开始发言：“我有一天晚上突然感到一阵剧烈的疼痛，我都没法走到床上。我躺在厨房地板上，在那里睡了一夜。我不敢移动，害怕疼痛加剧。”

在晚上之前，房间里的24个人都描述了各自的经历。一个年轻女性说：“我已经不再制订计划。我开始不去思考未来。我每次觉得可以出去找我朋友，最后都会打消这个念头。我害怕自己会因为疼痛难忍倒在餐厅的地板上，或更糟糕的是，倒在肮脏的公共厕所里，还是待在家里比较好。”

这是克罗恩病和结肠炎患者互助小组的一次聚会，每周类似这样的聚会数以千计。这个房间内的每一个人以及世界各地千千万万在相似房间中聚会的患者，都患有一种炎症性肠病（IBD）。什么是炎症性肠病？这个正式的名称具有误导性，因为它根本不是一种疾病。它是一个模糊的术语，指的是所有涉及肠道内部感染的疾病。与我的丛集性头痛一样，让这个房间里的人感到如此绝望的是炎症性肠病没有治愈的方法。

如今，治疗此类炎症的最大希望是使用类固醇。当类固醇不起作用时，医生常常不得不通过造口术切除肠道，然后炎症性肠病患者只能留着一个造口和一个挂在体外的造口袋生活。

我们不甚了解的疾病不胜枚举，对于这些疾病，现代医学界只能使用此类粗糙的治疗方法。一些疾病因具有独有的特征而容易诊断，但也有复杂的统合疾病，其中包括数十甚至数百种不同的疾病，其症状也紧密相关。人工智能是少数几种能够为此类患者提供更精确诊断的工具。

人工智能：未来的发展趋势

越来越多的科学家开始研究肠道以及它与大脑之间的关系，以治疗像炎症性肠病这样的统合疾病，这一关系被称为脑肠轴。此类研究可能会推动医学技术取得突破性进展，但它过于复杂以致必须使用基因序列，同时它也越来越依靠算法建模。

目前，最先进的计算模型研究实验室使用DNA序列确认标记，即短DNA序列。这一捷径无须确认整个基因组，它使研究人员能够更快地了解单个肠道微生物组的整体情况。通过开展这种细节性的肠道研究，研究人员越来越接近这样一个未来，即为病人提供真正个性化的干预治疗。³

所有这一切都将为粪菌移植术提供无法估量的巨大帮助，而这种技术是脑肠轴领域目前最激动人心、最万众瞩目的医疗突破。这种手术曾被视为激进的非主流治疗方法，而现在有更多的医生愿意尝试这种方法。他们会从健康人群中取一个粪便的样本，然后将样本放入病人的微生物组，使样本能够刺激该系统朝更健康的肠道组成发展。粪菌移植术已被证明能够非常成功地治疗一种名为艰难梭状芽孢杆菌的细菌所引起的致命感染。⁴研究人员希望能够使用这项技术发现更有效的炎症性肠病治疗方法。

然而，在没有对脑肠轴有更深入了解的情况下，此类尝试最多只能获得不稳定的结果。研究人员仍然不清楚粪菌移植术成功的原因，可能的原因是健康人粪便中的细菌进入患者肠道内后，开始充当对抗致病病毒的守卫，而可能性更大的原因是，上述情况与其他尚不为我们所知的因素共同作用。

《科学转化医学》（*Science Translational Medicine*）于2017年3月1日刊登的一篇研究文章指出，提取患有炎症性肠病的大鼠肠道中的粪便，并将其移植到健康大鼠的微生物组中，结果健康大鼠不但出现了轻微的炎症，而且变得焦虑。⁵炎症性肠病患者中也普遍存在类似的焦虑症状，该症状包含着一个关键的奥秘，解开它，我们就能认识肠道健康对整个身体精神功能起到什么作用。这项由贾达·德帕尔玛（Giada De Palma）主导的研究表明了粪菌移植术可用于治疗炎症性肠病，但该领域的研究人员认为需要更深入地了解肠道以及肠道和大脑的关系。

只有通过计算和动态建模工具，我们才能更加详细地了解这些复杂的、互相关联的系统以及它们与个人医疗之间的关系。如果研究人员想要超越目前粪菌移植术的试错阶段，就需要使用近期人工智能发展所带来的更精确、更机械化的微生物群模型。



正当研究人员准备使用算法模型研究炎症性肠病之时，位于加州圣拉蒙的一批创新创业公司，如HealthTell，正计划在未来使用人工智能系统开发一种诊断工具，用于治疗另一种自身免疫系统的统合疾病：狼疮。这种慢性炎症性疾病的成因是人体免疫系统攻击自身的组织和器官。对病人而言，可悲的是这种疾病一开始常常被误诊，因此只有在身体器官遭到严重破坏后才会被发现并得到治疗。我最近与HealthTell的创始人比尔·科尔斯顿（Bill Colston）交流了医学诊断技术的现状，探讨了如何在未来通过人工智能增强诊断。⁶ HealthTell的技术已从简单的基因组测试发展到使我们能够了解免疫系统整体情况的诊断测试。

科尔斯顿告诉我：“研究人员近期了解到，在数百万年间，免疫系统已经进化出一个非常特定的、复杂的疾病响应机制。其响应取决于疾病的类型。”在HealthTell的技术研究工作中，他没有将重点放在疾病的直接检测上，而是尝试测量身体对疾病的反应。

免疫系统会在遇到病原体时立即做出反应。相对而言，病人体内会出现大量抗体，因此可以轻松检测疾病并了解身体的整体情况。

科尔斯顿解释道：“目前的诊断只有两种状态，你不是‘生病’，就是‘健康’。如果你生病了，就要看医生，但我们发现这并不是疾病发展的方式。疾病的发展时间很长，而你的身体要到疾病最终就要获胜并且你感到不舒服时才会开始抵抗。我认为人工智能系统真正有意思的地方在于，它能够预判人体从健康走向疾病的过程。”

科尔斯顿和他在HealthTell的团队打赌说，测量免疫系统反应以及新陈代谢、蛋白质和基因组等其他担负人体管理职责的生物指标，是了解人体整体情况的最佳方式。

科尔斯顿告诉我：“目前我们要等到真的生病了才会去控制疾病，最终不是摆脱了疾病，就是让疾病进一步恶化。我们希望提前开发出更好的疗法或者对生活方式做出积极的改变。如果你可以开发出只需要10美元或15美元的廉价的、可扩展的诊断方法，而且病人可以自己定期进行诊断，那么你可以将这些诊断方法输入人工智能系统中，使其可以预测身体状态的变化。”

他认为这一知识将使病人在患病前做出改变。与许多现代疾病一样，提前介入能够更有效地治疗自身免疫系统疾病。科尔斯顿所说的系统可能还需要10多年才会出现，但我们已经在IBM的“沃森”中看到了该系统的初始形态：使用人工智能增强诊断。一个系统若想充分利用科尔斯顿的技术，必须清除一大障碍，那就是缺少数据。人工智能在无人驾驶汽车等领域正常运行，是因为汽车上下及其周边环境中遍布各种嵌入式传感器，它们同时进行数千次实时测量，但我们无法在人体中部署足够的数据点以预测未来将要发生的事情，也没有得到足够明确的结果来训练人工智能系统。HealthTell是科尔斯顿的技术准备应用的地方，它所面临的挑战首先就是开发测量系统。正如我们在深度学习算法中所看到的，当我们拥有足够的数据时，即从规模足够庞大的人群中获得了充足的长期测量结果时，我们就能获得足够的数据深度与广度，使机器学习实现精确诊断。

在科尔斯顿看来，未来的人工智能并不意味着完全使用计算机代替医生，它只是一种用更多知识增强人类智能的方式。

科尔斯顿表示：“配备了这种更智能的传感器和治疗技术的人工智能可以提供长期的纵向数据，便于内科医生做出更准确的诊断。医生可以更好地确定病人何时应该接受治疗。我们现在对各种疾病的诊断方式

仍十分笼统，医生希望能够获得更多此类信息。”

科尔斯顿认为，将先进的人工智能系统应用于诊断是改变这一趋势的一种可行的方法。它可以从根本上提升效率，使初级护理医生能够将更多时间用在与病人的交流上，因为人工智能系统可以帮助他们解释更加复杂的数据，并将这些数据与有类似症状的其他病人进行比较。

当然，与许多其他领域一样，利用人工智能提升专业医生的能力也引发了社会的焦虑。有人担心医疗行业的人性的一面，即人与人之间的关心、护理和治愈，将被毫无感情的技术解决方案所取代。科尔斯顿在劳伦斯利弗莫尔国家实验室（也就是洛斯阿拉莫斯国家实验室的竞争对手）做了20年的研究员，致力于开发对抗生化恐怖主义的技术。根据他在新型反恐技术方面的经验，他认为这些担忧中存在误区。

科尔斯顿告诉我：“技术从来都不是邪恶的。”他提到近期一项唐氏综合征产前检测方面的技术突破，这种技术可以取代原先的羊膜穿刺术检查法。“这一技术出现后，人们通过一滴血就能测出唐氏综合征，而不再需要将针头刺入羊膜腔。许多人表示这不是什么好事，因为它迫使父母在孩子出生前就做出道德决定，但我们在此之前就一直在进行这方面检测，而且是用一种可能伤害到胎儿和孕妇的侵入式方法。有了新的检测方法，我们就可以通过一种更安全的方法获得这些信息。”

科尔斯顿总结道：“获得更多信息不可能是一件坏事，真正决定好坏的是我们选择如何使用这些重要的知识。”

人工智能作为人类生活的解码器

HealthTell所做的这种基因测序和诊断创新将人工智能转换成了一种人类的生物学解码器，其中最典型的例子就是近期基因编辑技术的发展，比如CRISPR-Cas9的使用等。这项技术使科学家能够将经过修改的

蛋白质注射到人体内，从而像一把剪刀一样剪切基因并将其重组。2016年10月28日，四川大学的研究人员提取了人类免疫细胞，并且使用CRISPR技术对它们进行编辑。⁷他们成功地去除了让身体攻击健康细胞的基因。通过在肺癌病人体内剪切这种基因并将其重新导入细胞，研究人员希望经过修改的细胞能减少癌细胞和攻击行为。

CRISPR的每一个字母分别代表着“成簇的、规律间隔的、短回文、重复序列”，它以细菌细胞可以识别入侵病毒并将其剪切到DNA中这一发现为基础。后来，科学家使用这项10年前发现的技术来编辑远比细菌复杂的DNA序列。现在，中国科学家的研究成果让我们开始能编辑我们自己的DNA。

这只是人类机能增强的开始。当我们把人工智能与神经网络相结合时，就可以使用机器学习来解释信号，用无线设备代替大脑与我们四肢和肌肉之间的连接。在2016年11月的神经系统科学学会年会上，科学家宣布患有闭锁综合征的女性可以仅依靠自己的意念，移动计算机界面上的光标。⁸

闭锁综合征是一种患者身体完全瘫痪但精神敏度未受影响的病症。1997年的《潜水钟与蝴蝶》（*The Diving Bell and the Butterfly*）一书中描述了这一病症，该书于2007年被朱利安·施纳（Julian Schnabel）拍成电影并且获得多个奖项。这个由记者兼时装总监让-多米尼克·鲍比（Jean-Dominique Bauby）撰写的故事详细讲述了他与闭锁综合征的斗争，还描述了他如何在只有左眼能动的情况下写出一本书。这一计算机和光标方面的最新发明在眨眼活动和人类动作信息转换之外开辟了一条新路。上文提到的那位女性，我们只知道她叫HB，她在颅骨下植入了电极。虽然电极没有穿过脑组织，但能够与HB的大脑进行足够的接触，从而精确地反映她的脑波活动。外科医生将她颅骨下的电极与一个她胸腔内的装置连接，而该装置与一台平板电脑无线连接。

机器学习算法负责最终区分HB的 β 脑波和 γ 脑波，并且学会了哪种脑活动与捏手指等微小动作有关。在这些算法的帮助下，HB不久就能仅靠意念移动平板电脑上的光标了。当研究人员将一个大型字母表放在HB的平板电脑屏幕上时，她就可以想象着点击鼠标和选择字母的感觉来输入了。机器学习能够识别她的意图并且在屏幕上记录她的选择。HB能够以每分钟一到两个字母的速度慢慢地与世界沟通了，她不再是一个“被锁住的人”。



无论我们是将机器学习用于抵御未知疾病的肆虐，还是用于修改我们DNA的基因编辑技术，或是通过神经信号和机器学习将病人从闭锁综合征中解放，都必须在未来10年使用人工智能进一步增强医疗和医药行业。目前关于这方面的争议很多，包括对设计婴儿的恐惧、超人类物种的风险或神经装置被入侵所产生的意外后果等，而道德讨论也是我们必需的。尽管如此，当我们在讨论是否需要发展人工智能时，就已经将我们的社会带入了一个错误的选择。科学技术的发展无法避免，思想的进步无法被控制，一个突破必将引发另一个突破。

正如比尔·科尔斯顿所说：“你不能因为担心某项技术的具体用途而减缓其发展的速度。无论怎样，它最终总会出现，因为总有人会在其他地方把它发明出来。所以更好的办法是控制它、驾驭它并且尽早加以应用。科学技术本身无善恶之分。”

正如我们将在下一章所看到的那样，科尔斯顿对医疗行业创新的观点也适用于网络安全行业。20世纪的工具根本不可能解决21世纪的挑战。我们根本没有选择，我们必须使用人工智能，才能以此对抗人工智能。

03. 网络时代的安全

1945年5月2日，就在5月7日德国投降的前几天，美国军队从南巴伐利亚向奥地利边境进军。突然，一名年轻人骑着自行车接近了沿这条路行军的反坦克部队。他告诉士兵们，一群隶属于著名的德国V-2部队⁹的科学家躲在附近的一家旅馆中，并且准备正式投降，其中包括赫赫有名的沃纳·冯·布劳恩（Wernher von Braun）和其他几十名资深火箭科学专家。他们最终被带到美国，并为20世纪中期和末期的“太空竞赛”做出了卓越贡献。美国不但要考虑如何将这些杰出人才，或“人力资本”，带回国内，同时又要避免暴露他们与纳粹党的关系，他们还必须搜查位于特尔维克开发V-2火箭的巨大隧道和特尔维克工厂。如果他们希望从那里的工程知识中获益，就必须拆卸、打包和搬运大量V-2部件，这样才能在美国进行复制。

美国建立了一支专项工作小组。该小组名为V-2特殊任务组，其使命是装载和运输所有火箭部件。一列列拥有40节车厢的列车满载拆卸后的部件，连续9天昼夜不停地往返运输，将这些材料从特尔维克运到安特卫普。当最后几节列车于5月31日到达荷兰时，所有火箭部件被装入16艘自由轮上运往新奥尔良。在这些船上，十几枚被拆卸的V-2火箭的零部件上均带有纳粹的标识，这是美国国家航空航天局（NASA）和美国空间探索的第一批重要资产，同时也是工业时代最大的知识财产转移之一。[此书分 享微 信wsyy5437]



我们都知道俄罗斯黑客在2016年11月美国大选中所扮演的角色，但当下的网络安全问题不仅出现在政坛，它们可以说是无处不在。许多黑客事件影响巨大，被全球媒体广泛报道，如塔吉特和家得宝的信用卡丑

闻¹⁰、导致冰岛首相辞职的巴拿马文件泄露¹¹、巴基斯坦谢里夫政府的垮台以及近期土耳其电网全国故障¹²等基础设施入侵，在网络时代维护安全成为21世纪最大的挑战之一。2016年9月，雅虎在其工作报告中指出，“美国支持的行动者”在2014年末至少盗取了5亿个用户账户。¹³不幸的是，不久之后“史上最大数据泄露”这一“成就”就从雅虎头上转移到其他公司、政府机构或国际组织身上了。

下一次，这种威胁可能就不光是盗取数据了。在2016年的拉斯韦加斯黑帽安全技术大会上，据汽车网络安全研究者查理·米勒（Charlie Miller）和克里斯·瓦拉塞克（Chris Valasek）透露，现在只需要使用笔记本电脑就能轻松入侵目前在道路上行驶的数十种车型。蓝牙、Wi-Fi、蜂窝网络和无钥匙启动等功能使汽车更容易遭受外部渗透。¹⁴

黑客可以设定程序，使汽车启动失灵或使行驶中的汽车失去动力，而最糟糕的是，一旦网络战争全面爆发，所有汽车都可以作为动能武器。

鉴于这些威胁，网络安全已不再局限于硬盘和磁盘上的数据。随着物联网的出现，现实世界将以我们无法理解的方式与数字化技术融合。每天都通过快速增加嵌入式传感器不断地使物品与网络建立连接。高德纳咨询公司曾经预测，2017年全球有84亿件物品联网，比2016年增加了31%。该公司的分析师预测，到2020年，这一数字将达到204亿。截至2017年末，我们在端点和服务上的总支出已接近2万亿美元。¹⁵

我们的领导者一直都知道这种连接所带来的危险。2015年，时任美国总统奥巴马就已认识到网络威胁的严重性。奥巴马将这种威胁称为“我们国家所面临的最严重的经济与国家安全挑战”。¹⁶他要求国会拨款190亿美元专门用于网络安全行动。¹⁷

尽管人们的担心不断加剧，政府机构仍在处理即将到来的网络安全

威胁方面捉襟见肘。安全风险分析公司SecurityScorecard认为，在抵御恶意软件感染和恶意攻击方面，美国联邦、州和地方政府排名倒数第一，落后于运输、零售和医疗等17个主要的私人行业。

2015年7月，美国人事管理局的210多万份敏感数据被泄露，该事件充分证明了美国政府部门网络安全的脆弱性。¹⁸

作为开放性和分布式信息交换中心，美国和欧洲的研究型大学每周面临着数百万次的网络攻击。威斯康星大学麦迪逊分校的科研政策联席副主任比尔·梅伦（Bill Mellon）告诉《纽约时报》，该大学每天要遭到9万~10万次黑客攻击，黑客的目的是渗透系统。¹⁹

21世纪的20世纪解决方案

我们在当前的环境中能够做什么？想一想报道中发现的威胁的数量，一家研究机构每天遭受10万次系统渗透威胁，目前的网络安全需要的是把手指伸入大坝的荷兰小男孩^[1]，但我们没法依靠这种孩子般的传奇英雄行为拯救自己。

我们所继承的安全行业，即产品架构以及组成文化的观念和比喻来自40多年前。当时的世界是由不联网的独立计算机和网络组成的，只有一小部分人懂得利用漏洞或有这方面的动机。在早期互联网时代开放与透明的精神下，编程人员和科学家还为整个互联网创建目录和档案。只有一小部分志同道合的、有着崇高理想的科学家才能使用最初的网络。

直到1982年才出现了第一个真正“肆虐”的病毒——Elk Cloner。²⁰这种病毒在Apple II计算机的软盘上传播，它能够控制计算机的操作系统。病毒造成了巨大的损失并且成为后来各种网络攻击的鼻祖。这种病毒中还包含了一首颇具幽默文学色彩的短诗：

它将进入你的磁盘，
它将渗透你的芯片，
这就是Cloner！
它会像胶水一样粘着你，
它还会修改随机存储器，
发送Cloner吧！

在人们发现这些恶意软件和病毒后，网络安全逐步成为一个蓬勃发展的领域。几乎所有的早期杀毒产品都使用签名来识别病毒和威胁。这种基于签名的方法通过识别嵌入在文件中的线索探测恶意软件。线索可能是文件中的一系列字节或者密码散列（一种独特的指纹）。这种基于签名的检测在结构上被比喻成一面静态的墙：警卫会将所有“坏家伙”视为危险，因此它会把所有“坏家伙”挡在门外。与“二战”时期法国的马奇诺防线一样，这面墙的安全结构中有太多不切实际的设想。这面墙认为在用户成为目标前，有足够的时间发现和分析所有威胁，可以设计签名、开发补救方法并向用户推送安全更新。

在互联网时代早期，这种签名检测的解决方案似乎能有效应对网络安全威胁，但随着连接的增加，它们已变得几乎毫无用处。2016年，据国际软件安全集团卡巴斯基实验室报告，其产品每天发现约323 000种新的恶意软件文件，而在2011年，这一数字仅为70 000。^{[21](#)}

签名检测的解决方案因方法过时而常常遭受严重的甚至是灾难性的攻击。比如2013年，黑客对《纽约时报》的网站进行了一次攻击。根据《纽约时报》雇用的数据漏洞应对公司Mandiant的报告，在三个月的时间里，杀毒软件只发现了被植入网站的45种病毒中的1种。^{[22](#)}

这个问题涉及杀毒工具的整个架构。现代网络安全的有效性取决于

其应对“零日攻击”的能力。“零日攻击”是指黑客集团利用开发人员和用户都不知道的漏洞发起的攻击。黑客通过在开发人员之前发现漏洞，使蠕虫或病毒控制被感染的计算机系统。这种攻击往往是在一段时间内出现的，这段时间被称为漏洞窗口期，通常持续约一天，如今，由于威胁数量的增加，“零日攻击”已变成“零月攻击”，这是因为漏洞窗口期变得越来越长，而杀毒工具很难跟上每天新病毒的出现速度。

目前似乎只有一种可行的解决方案：通过人工智能增强安全。2016年，美国国防部高级研究计划局宣布举办网络安全挑战赛。²³这场比赛类似于该机构举办的其他大型挑战赛，比如制造可以绕过障碍物的机器人和无人驾驶汽车等，但这场比赛可能是该机构目前最复杂的、目标最远大的比赛。参赛者需要设计出具有自我保护功能的软件。有7个系统将在漏洞检测、修复或补丁方面进行角逐，说白了就是比自我诊断和治疗能力。这场比赛是一场攻防战：参赛者需要找到对手软件中的漏洞，同时保护自己免受可能的攻击。从根本上说，训练一个识别软件漏洞的系统需要创造力和批判性思维。因此，这在过去是人类研究者的工作，毕竟软件漏洞并不像一只猫的照片那样简单。算法可以识别大量数据中直观对象的模式，但它们可以在检测未知的恶意软件方面也做得同样出色吗？下面的故事将证明，这个问题的答案是肯定的。

WannaCry：加密病毒勒索

2017年5月12日，100多个国家的组织遭到了一次大范围的勒索软件攻击，其中包括英国的16家医院。²⁴一种名为WannaCry的勒索软件利用了未进行微软三月份安全补丁更新的Windows系统中的漏洞。²⁵

WannaCry勒索软件可以打乱医院计算机的数据，因此它对英国医疗系统造成了巨大的破坏。受感染的机构收到勒索消息，消息称每台计

计算机需要支付300~600美元后才能对文件解密，而英国的医院被迫拒绝一部分病人，只接受病情最危重的患者。

WannaCry让数百家组织机构措手不及，但它并非完全无迹可寻。尖端人工智能反恶意软件解决方案在攻击发生的当天就捕捉到了这种病毒。全球这么多传统的安全系统都毫无防备，这个基于人工智能的安全解决方案是如何捕捉到这种新的威胁的呢？

正如我们之前所讨论的，使用人力发现安全漏洞并开发针对恶意软件的补丁，越来越像一场“打地鼠”游戏。针对2014年出现的Shellshock和Heartbleed病毒以及现在的WannaCry等新型全球性病毒威胁，人工智能可以提供更加可靠的解决方案。如今的安全和网络分析师正在设计能够嗅探非法活动的人工智能算法，这种人工智能就像是一群受过良好训练的猎犬。

我们需要了解这一过程，才能更好地解释人工智能如何改变着我们目前的网络安全策略。根据认知通道安排的人工智能算法现在已足够先进，可以极大地缩小潜在调查对象的范围，这就大大减少了人类安全分析师的工作量。最先进的网络安全系统使用的数据采集自“蜜罐系统”，该系统是专为引诱攻击者并主动捕捉安全威胁和黑客技术而设计的。然后，安全算法会调查请求的发出地点。攻击中所使用的数据或负载会透露其战术、技术和程序（TTP）以及此次试探是否成功。

这些认知通道还能结合算法与自然语言理解，因此它们可以将计算机日志文件证据转换为自然语言，就像人类调查员可能向搜索引擎提出的问题那样。通过自动生成此类问题，算法可以从网络上许许多多的网页中获得大量内容。机器学习算法可以在几分钟内读取太字节，即一万亿个字符，因此它能处理所有信息并将这些信息用于验证一个问题：该网页传输的是威胁还是善意的内容？

在算法自动查询了搜索引擎提供的大量文件后，自然语言理解就可

以达成一个共识：这项基础研究或者表明存在威胁，或者确定一开始的可疑数据没有危害。

简而言之，狭义的人工智能和自然语言处理更接近于人类安全研究人员的推理，但机器学习在处理信息时的速度要快得多，因此它几乎可以在瞬间识别大量数据中的复杂模式。有人工智能技术支持的安全系统，可以在病毒被正式公布甚至被命名前就标记出病毒。先进的威胁检测软件可以使用演绎推理，甚至归纳推理。这些创新所产生的结果就是人工智能让我们能够无须事先定义签名就能处理威胁，并且在它们处于“野生”状态时及时探测，从而避免对开放的互联网造成严重破坏。

像WannaCry这样的病毒不但会使网络系统瘫痪，而且还能入侵用于急救的医疗机器，因此全球对先进保护措施的需求变得越来越迫切。事实上，医疗行业如今已成为面临网络攻击威胁最严重的行业之一。²⁶ 跨国犯罪组织将医院和医疗服务提供者视为具有极高价值的目标，并系统性地开发和散布入侵医疗记录的勒索软件，因为医疗记录数据比信用卡数据的价值高出10倍甚至20倍。现代医院中布满了传感器和监视器，每张病床平均有10~15台设备，仅在美国就有近90万张病床。再加上几乎没有任何网络安全保护的个人医疗设备，每家医院的生态系统都存在无数被威胁和利用的风险。

就像WannaCry一样，如果一种病毒未被发现，黑客控制了整个系统，那么他们就能进行勒索，要求对方支付加密货币或者像比特币这样的虚拟货币。如果他们未收到付款，就会在暗网（地下网络）上将盗取的数据出售给出价最高者。时间就是生命，在整个系统被控制后，医院病人可能无法获得维持生命的关键设备和资源。

当发生WannaCry攻击时，一位名为“MalwareTech”的安全分析师发现了杀死这种病毒的方法：一种可以阻止病毒感染更多系统的编程解决方案。微软也发布了紧急补丁以防止其他设备被传染，但那些使用最精

密的人工智能算法的网络，在这些措施出现前就可以抵御WannaCry的攻击。配备了人工智能技术支持的安全解决方案在侦测到潜在威胁后，会向用户和管理员发出警告并隔离病毒，从而避免急救设备出现系统瘫痪。人工智能不仅能够给医疗行业带来经济和安全方面的优势，它还能够拯救生命！

认知通道

现在让我们来更详细地了解，面对网络威胁，人工智能将采取何种战术和技术加以应对。目前，网络安全工具主要依靠人工，即采用简单的静态方式检测异常。如果我们将此类工具比作业余的股票交易网站，那么认知计算解决方案就相当于“奥马哈先知”沃伦·巴菲特（Warren Buffett）。这种算法有何过人之处，能与全球最聪明的投资家之一相提并论？下面我将做出解释。

网站上提供的在线股票交易大多由非专业交易商经营，它们的交易主要基于基本的数据统计分析：先看看与公司财务健康或业绩相关的几个变量，再看看竞争对手，然后可能再进行一些比较，最后进行技术分析，比如绘制移动平均数或类似的统计函数图等。总而言之，这个过程是进行不复杂的技术交易的基础。

现在看看巴菲特。巴菲特不会采用这种纯粹的统计方法。他根据多年来的经验总结出一套理论，确定了评估一家公司或预测公司未来是否能够成功时需要重点关注的方面。他从未公开这个“模型”的细节，这可能是因为这个“模型”无法被编码。毕竟在评估公司方面，巴菲特本人就是一个会走会说话的“算法”，他所积累的知识经过提炼和调整，已从一种专业技术知识变成了一门艺术。巴菲特曾表示，除了许多其他需要考虑的因素之外，他把大量的时间用在评估公司当前的管理团队上，并将这一项作为预测成功的重要指标。他的许多指标在我们看来可能是主观

的。我们之所以这么认为，是因为它们可能是大量无法独立发生的细节的组合，比如不经意的紧张颤抖、不自觉的翻白眼、紧紧握手、大笑等。为了建立像巴菲特“模型”那样的高性能模型，我们也需要对这些细节保持敏感。我们需要收集各种看似主观、实则相关的信息，包括结构化和非结构化的数据，用于预测和建模过程。因此，数据和统计仅仅是我们的工具之一，而不是一切。

巴菲特是一位顶尖的认知模型建立者，他可以教会我们很多东西。这就是认知安全技术与目前所使用的传统技术的不同之处。认知安全技术具备详细的观察能力，可以发现不同的毫不相关的怪异和异常之间的联系。这种技术还必须可以扩展，能够获得大型机械数据以及供人类使用的非结构化自由形式的数据信息。除了自律和适应能力之外，它还必须具备自我治愈功能。认知安全技术的设计灵感来自我们的免疫系统，它可以保证一旦发现病毒，就阻止病毒的传播，预防病毒的大规模出现。

沃伦·巴菲特一生积累了大量的模式识别经验。他对这种主观的情景信息越是习惯，他的错误就越少，而认知安全算法亦如此。本质上，这种认知通道采用的是一种科学方法：提出假设并进行验证。文学作品中侦探的代表夏洛克·福尔摩斯（Sherlock Holmes）也是这样。比如在一开始，福尔摩斯没有假设基础来指导他的观察。然后，第一个证据引起了他的注意，第二个证据让他找到了目标，第三个证据变成了三个数据点。现在，他就可以对这一趋势进行进一步的调查。这就是框架。他的所有行动都是要填满这个框架。比如，“我认为泰德用音乐教室里的烛台谋杀了玛丽”，“玛丽是被谋杀的，但我目前还不知道凶手是谁或犯罪手法是什么”。

使用多种机器学习算法的认知通道也能做到这一点。算法的调查包括所有以下问题：这是一个向我提出的善意的请求，还是有人在寻找我的站点的安全漏洞？这是一名终端用户还是一个伪装成终端用户却试图

入侵我的数据库的人？通过使用结构化和非结构化的数据，即上文中所说的沃伦·巴菲特用于发挥自己最大优势的主观和情景信息，该算法能够提出假设：我认为这是一个恶意软件。接着，算法会进一步研究：“读取”页面并且更深入地搜索日志、网络活动或其他与该假设相关的证据。之后，认知通道能够对最初的假设是否正确做出判断，比如：对，它是一种恶意软件；或者确认情况并非如此，无须进行进一步的研究。

科学作家玛丽亚·康尼科娃（Maria Konnikova）在她的《福尔摩斯思考术》（*Mastermind: How to Think Like Sherlock Holmes*）[\[2\]](#)一书中概括了福尔摩斯的思考过程。[27](#)在该书中，她分析了在模式认知过程中，人与自身直觉之间的矛盾关系。

我们的直觉来自情景，而情景则由我们所在的世界决定。因此，直觉可能会成为一种障眼法，或某种盲点……但我们可以通过专注的思考找到事实之间的平衡，检查我们的直觉并保持开放的思维。然后，我们可以通过所掌握的信息，在了解到时间可能会改变信息的形状和颜色的情况下，做出最佳的判断。

然而，机器学习在得出结论时不会有这样的困境。根据我的经验，人工智能得出的结论或提出的行动建议通常不是直觉行为。如果它们出于直觉得出结论或提出建议，那么人工智能就好比是速度更快的人类研究者，但实际上其内容远比这些更丰富。

我将经常在本书中提到这个观点。作为人类智力的基础，直觉是一种我们可以用于碰运气的方便的思想工具。对于复杂的问题，人类的实用功能，也就是人类针对一个目标的诸多选项进行评估的方式，完全不如人工智能。本章第5节中金融市场的例子将会充分说明这一点。即便是“房间里最聪明的人”也无法像人工智能一样发现数据中违反直觉的模式。

在继续讨论前，我需要与大家分享一个我在写到这部分时所发生的又一起勒索软件事件。这种危险的新型加密病毒勒索是完全隐身的，它们破坏着我们的全球网络体系并让我们对人工智能网络安全解决方案的需求变得更加迫切。

Adylkuzz：暗网的破坏力

当网络安全行业正在努力修复WannaCry所造成的破坏时，一种更加隐秘的病毒已经开始攻击系统并在暗网中得到了回报。2017年春，黑客集团影子掮客（Shadow Brokers）公布了大量微软系统漏洞。虽然微软很快发布了修复补丁，但全球的许多网络系统依然存在漏洞。

Adylkuzz病毒²⁸开始利用这些漏洞，特别是利用美国国家安全局

（NSA）已泄露的“永恒之蓝”攻击程序漏洞²⁹。Adylkuzz的传播速度不如WannaCry那么迅速，但它可以产生更加严重的后果，它会安装隐藏的“挖矿者病毒”，而不是加密信息。“挖矿者病毒”会生成一种名叫门罗币的加密货币。Adylkuzz不仅会减慢计算机系统的速度或者进行勒索，而且会劫持计算机，使它产生用于网络犯罪的货币。它所挖掘的加密货币与比特币相似，但更加隐蔽，因此是贩毒、盗取信用卡和销售假冒伪劣产品的地下网站的首选。Adylkuzz在系统中偷偷挖掘门罗币的时间越长，网络攻击者获得的金钱就越多。

我们需要先进的认知型反恶意软件程序拦截此类威胁。人工智能安全系统通过使用经过数百万恶意文件训练的机器学习算法，可以在隐藏的“挖矿者病毒”造成巨大损失前发现这种蠕虫病毒。

网络安全专家认为，最先进的人工智能解决方案早在2017年4月24日就已经发现了Adylkuzz的存在，这比宣布WannaCry还早了几天。最先进的机器学习可以在几秒钟内使Adylkuzz变得无效，而这一切在人类分析师还没有介入之前就已经发生了。

第三个抵消战略

当然，军方已经可以熟练地应对这些安全问题了。2015年1月，美国国防部副部长罗伯特·沃克（Robert Work）提出了第三个抵消战略，描述了美国目前的国家安全情况。³⁰第一个抵消是核武器，或者说使用大规模武力消灭敌人的攻击机会。第二个抵消出现在核武器过多，从而变成零和博弈的格局时。当时，美国国防部转向以少量火力精确打击敌人的战略。第二个抵消战略的顶峰就是海湾战争，但不可避免的是，邪恶势力和许多反对美国的国家已拥有此类小型智能武器，并且威力接近美国的“战斧”，一种远程全天候亚声速巡航导弹。沃克认为我们已经来到了第三个抵消阶段：通过快速整合和大规模应用人工智能建立国防技术优势。这需要在所有层面实现自治，使人类不再参与大部分决策—行动循环。

沃克在白宫会议上表示：“在20世纪50年代和70年代，军事优势一般来自军事实验室，但现在，优势来自机器人。自主操作指导和控制系统、可视化、生物技术、微缩化、先进的计算和大数据以及叠加制造（如3D打印），所有这些技术的发展都是由企业带动的。”

在第三个抵消时代，印度和伊朗等国家正在努力成为其所在地区的领导者。它们知道自己的海军无法与美国传统的航母舰队相匹敌，所以使用不对称的蜂群战术。中国则大力投资基于人工智能的巡航导弹。

美国也继续回应。2016年秋，由美国国防部高级研究计划局资助的一个项目在快速飞行的F/A-18喷气式飞机上部署了100多架小型无人机。³¹这些喷气式飞机飞到靠近目标的地点后放出了Perdix无人机。随后，无人机使用自主算法聚集在目标区域。这些实验无人机可以执行监视、排除实际威胁等多种任务。以集中式命令和控制为核心的旧战争模式，现已逐步被新的人工智能战争模式所取代。除此之外，决策—行动循环，也就是OODA循环（观察、定向、决定、行动循环）与人类智能

的关联性越来越小。冲突紧迫性的加剧催生了对新型自主决策机制的需求。我们将在下一节“战争与人工智能”中详细探讨人工智能在战场上互相对抗的未来战争。

04. 战争与人工智能

请与我一起回顾最初发表在美国海军学院期刊《报告》（*Proceedings*）上的一个思想实验，该实验由我的朋友兼合作伙伴、四星上将、美国中央司令部前副司令、现服役于美国海军陆战队的约翰·艾伦将军（John Allen）设计。³²

2018年1月2日，一位船长在遭受一次突然袭击后正在评估船的受损情况，他发现这并不是一次普通的攻击，而是一次大规模战略性突然袭击。船长和船员没有预料到此次攻击，因为他们都没有发现船的系统遭到了网络攻击。这次未被发现的网络活动不仅破坏了传感器，而且还“锁住”了防御系统，使船孤立无援。随着一群无人机对船发起攻击，动力学打击一波接一波袭来。船被一套有行动目的且能够与船发生交互的自主系统攻击了。

不仅如此，此次攻击的速度也令水手感到震惊。虽然船上的技术专家能够在网络入侵时启动部分防御系统，但剩下的船员只有几秒钟时间做出决定。几秒钟后，一些水手凭借有限的态势感知设备，查明敌人的自主网络和运动系统正在合作，但就在几分钟后，整个攻击结束了。

船长得以幸免，并且勇敢地留在了舰桥，但他与许多船员都身受重伤。火势失去了控制，船已经开始严重漏水。由于系统被损坏，船长无法联系到受伤的损害控制助理。部分敌方自主攻击平台似乎完全了解应该攻击船的什么部位，才能造成最大破坏并且降低存活率。船长的指挥能力严重下降，水的漫延也已失去控制。

在对整个情况进行调查后，他意识到自己必须做出一个几代美国船长从未做出过的决定：弃船。

战争方式的改变

在历史长河中，人类的战争方式已经历了数次根本性的转变，比如骑兵的运用、线膛步枪的出现、装甲车加空中支援以及第二次世界大战中闪电战执行过程中的实时无线电通信等。不同领域的技术进步共同实现了这些巨大的转变，而今天我们又处在这一转变的交汇处。正如伊拉克军队苦于应对智能精确制导武器、隐形技术和电子战等“第二个抵消”技术一样，如今的军队必须面对已发生巨大改变的战争。

我们可以在今天的战争中看到这些变革的基本轮廓。计算机视觉等技术得到了机器学习算法的辅助，包括深度学习、人工智能自主决策、先进的传感器、部署在“边缘”的微型高性能计算能力、高速网络、进攻和防御网络能力以及其他各种人工智能能力。自主群行和传感器数据认知分析等技术的实现将成为这一新革命的核心。所有这些能力的聚集将带来一个令人难以置信的结果：人类在战争中的作用最小化。在这一即将到来的时代，我们将看到人类提供广泛的、高级别的输入，而机器将被用于规划、执行和适应任务，并在没有其他输入的情况下做出数千个独立决定。人类最终可能会从决策循环中退出。

超级战争

艾伦将军是第一个将这种人工智能推动的、机器发动的冲突称为超级战争的人。在第二次世界大战期间，这个词指的是包含多个战区的全球性战争，但如今，这种新型超级战争的独特之处在于其史无前例的速度，而正是自动化决策加上多个行动同时发生使这种速度得以实现。随着人工智能和机器认知技术的应用，该过程将进一步提升效率。

因此，在描述未来战争时，将军们会使用“超级”这个词。在希腊语中，这个词的意思是“超越”或“在……之上”。超级战争指的是一种新型

战争，此类战争在一些非常重要的方面超越了我们之前所看到过的战争形式。在军事领域，超级战争可以被重新定义为一种人类决策几乎完全脱离OODA循环的冲突。因此，与整个OODA循环相关的时间被缩短到几乎为零。

OODA循环

直到21世纪，战争行动的决策才开始不完全取决于人类的认知。虽然人类有巨大的决策潜力，但在速度、注意力和勤勉度上有所限制。正如我们之前所述，人类的决策速度存在极限，而且在做出重大决策时，“认知负担”不可避免。在做出一定次数的决策后，人类决策者需要休息和调整，才能恢复到更高的认知水平。心理学家丹尼尔·卡尼曼（Daniel Kahneman）发表了与法官有关的这一现象的研究报告，报告表明，单一因素，比如缺少葡萄糖等，可能使人类无法正确做出裁决。疲惫的大脑会变慢，甚至停止分析思考，退回到依靠直觉的“快速思考”阶段，从而可能犯错。³³正如我们之前所讨论的，机器没有这些限制。机器智能的形式类似于软件，它可以经常在廉价的硬件上运行，并可以轻松复制，因此它可以实现无限次的战术、行动和战略决策部署。

人工智能让“大卫”能够杀死“巨人”

“压制敌人”是我们在战争题材的文学作品中经常见到的一个短语。在军事领域，这个短语指的是在一段时间内将兵力集中在一个有限的区域，凭借人数优势或火力优势使对手无法反击或抵抗。这不一定是因为攻击力量比整个防御力量更强大，但肯定是因为其兵力在合适的时间出现在合适的地点。这将带来非常重要的区别。如果可以快速“完美协调”较少的兵力，并将兵力应用于一个敌人无法加固的精确地点，那么

即使用较少的兵力也能够取得成功。如果此类行动可以复制，那么对方的大部队会被有效地蚕食，并且对方会在心理上遭受打击。兵力多的一方将无法占据优势，并且持续的时间越长，其兵力就会越快减少。这就是“大卫与巨人”战争模型。

这个问题中的两个关键变量是时间和空间，即形成和执行攻击行动所需的时间，以及执行此类行为的空间。这两种变量都是根据重大战略、行动和战术决策计算出的结果。首先要确认部署兵力的合适候选空间，选定后要计算一大批可能性，这在军事中被称为“分支”和“后续”。通过基于机器的决策，我们可以同时协调调动大量传感器和狙击手，从而快速形成或聚集兵力，并对敌人进行攻击和后续的驱逐。这种基于机器的决策是超级战争的主要推动力，其效果远远超过了人类的控制和指挥效果。



俗话说：“业余人士讨论的是战术，专业人士讨论的是物资输送。”这句话为我们理解所有战争的运作方式提供了有用的指导。自古以来，发动战争所需的人类军队都需要食物、衣服和保护。人类士兵的各种需求就产生了各种物资方面的要求。部队保护、医疗撤离和宪兵队更是让原本就复杂的供应链雪上加霜。相对粗俗地讲，一个士兵=人类智能+移动+火力。现代军队当然不再使用人类的肌肉作为火力，而大多数情况下，部队转移过程中也不会用到人类的肌肉。机器人士兵将具备这些功能，并拥有各种形状和大小的体形。它们的需求不像人类士兵那么丰富，它们也不像人类士兵那样不能被抛弃。在几乎所有情况下，人类指挥官都不会愿意冒着生命危险去战场上回收机器，这项危险的任务可能会葬送他的性命。

如今，大部分无人机都需要人类操控，只是人类飞行员不再需要登上飞机，他们可以在远程做出决策。这虽然实用，但仍有许多缺点。第一，由于会出现延迟，如今的无人机可能只能执行部分类型的任务，很

难执行高速空对空战斗。第二，该系统依然容易发生拥堵并让无人机失去联络。最后，人类飞行员可能难以承受真实战争所带来的压力。无人机飞行员频繁地执行任务导致创伤后应激障碍（PTSD），这已经成为当前模式的一大弊端。

真正具有自主能力的机器和机器人具有各种不同的类型和尺寸，并且搭载了人工智能，它们将成为未来超级战争中的士兵。它们像商业四轴飞行器一般大小，并且能够穿越森林和旷野，还可以快速聚集、行动和隐藏。它们将配备精密的传感器，为群体作战和在集合地点时的视觉和决策算法提供信息。除此之外，它们还配备了各种网络和动力负载。大部分此类系统都可以通过群集算法协调，使“一个集体”能够完成任务并使无人机能够提供支援且根据损失情况进行调整。

人工智能的技能与训练

“二战”时期的德国陆军元帅、“沙漠之狐”埃尔温·隆美尔（Erwin Rommel）曾说过：“一流的训练是军人所能得到的最好的福利。”没有训练，就没有胜利。先进的军事训练能帮助创建战争中所必需的专业角色。面对人工智能技术及其带来的超级战争，我们的训练方式将出现两种突破性的变化。第一，基于自然语言等人工智能技术的对话系统，将能够消化几十万页的手册、指南、研究等资料。在设备维护等非战斗领域增强人类操作员的能力。第二，当使用完全自主的系统时，系统之间可以轻松复制人工智能战术和战略。这相当于经验最丰富的老兵向从未参加过战斗的士兵实时传达经验和知识。另外，它们还可以快速更换技能和专业领域。一个自主飞行平台既可以在压制敌人对空防御体系时成为专业飞行员，又可以快速更换神经网络控制器，从而成为全球最厉害的制空权夺取专家。另外，如果一个专家级的人工智能飞行员需要牺牲自己才能完成任务目标，那就尽管让它去做。除了硬件之外，没有任何损失。毕竟人工智能的“模式”，也就是这名“飞行员”的“大脑”，可以被

轻松地复制到另一个硬件上。

人工智能系统既可以在现实世界中接受训练，也可以使用模拟器进行训练。AlphaGo在历史悠久的围棋中击败多位人类围棋大师，它所使用的强化学习也被用于制造更好的无人驾驶汽车。无人驾驶汽车不需要经历每一名人类驾驶员必须经历的痛苦学习过程。搭载高性能神经网络的汽车或者模拟汽车可以将其经验和学习成果发送给所有其他汽车。这种快速的“转移式学习”将在未来的超级战争中成为另一种通过人工智能实现的无可匹敌的能力。

一个新的、更好的思维实验

由于即将到来的超级战争时代将出现的这些技术进步，艾伦将军设计了另一种思维实验帮助我们预测未来。想象一下，如果现在是2028年5月28日，新型战舰的人工智能网络防御系统刚刚探测到疑似的网络入侵，甚至可能是网络攻击。这种入侵无处不在，它不但可以“锁住”战舰的传感器和大部分防御系统，还可以“锁住”战舰的反蜂群炮台和支援系统。最初的网络攻击和成功的防御在不超过一秒钟的时间里就完成了。防御系统完全执行了其设计功能，因此战舰能够“感应”、探测到即将发生的大规模复杂集群攻击，即动态跟踪隐形攻击。该系统甚至可以将威胁信息发送给舰队中的其他船只，使它们能够更充分地准备保护自己。

新任舰长以及指挥所其他船员从舰桥快速移动到主甲板，他们都头戴增强现实头盔和船员手套，这些设备能帮助他们掌握将要面对的总体情况，并针对复杂形势做出反应。舰长首先想到的是武器的状态。他只有几秒钟时间，因为一些发起攻击的飞行器可以达到超声速甚至极超声速（声音速度的5倍）。由于威胁等级的提高，舰长已获得高度的自治权以应对任何潜在的攻击者。他很快通过头盔转到“武器状态视图”，这里不断提供来自战舰火力控制系统的瞄准信息，一切就绪。舰长必须采

取行动，因此他转到了“状态视图”。他通过手势进入虚拟现实中，然后启动视图并在那一刻做出了超级战争中仍取决于人类的一个决定：他“决定”开火。现在，在得到开火命令后，战舰武器系统中的所有武器都转向了战舰外的天空。空中布满了各种完全自主的飞行器。其中一些战舰武器快速奔向攻击方向，将敌人的蜂群攻击阻挡在战舰之外；另一些则待在战舰的周围组成最后一道防线。战舰上没有一名美国海军军人看到过战舰火力全开时的情景。当所有武器朝空中开火时，整艘战舰战栗、震动，发出史无前例的巨大声响。这一刻所具有的革命性意义就如同1862年汉普顿锚地海战时，北军和南军海军用铁甲舰永远改变了战争，或者如同其后近100年“二战”中的早期航母战争——舰队行动第一次发生在视野范围之外。



让我们回到这艘战舰上。舰长将头盔转移到“目标视图”并观察眼前的情况。他在模拟器训练时一直对此类工具持有一点怀疑，但现在他所看到的现实超出了他的想象。完全自主的空战系统之间展开了生死之战：蓝色轨迹代表己方系统，红色轨迹代表的是敌人。随着战斗的开始，一个个红色和蓝色标记在几秒钟内以惊人的速度熄灭，这表示它们已经被摧毁，比如发生碰撞或者近距离爆炸等。战局以极快的速度朝他的战舰倾斜。武器官以迅雷不及掩耳之势通过他的头盔朝战舰的人工智能发出命令，各种近战武器系统万箭齐发，其中也包括对抗敌方蜂群攻击的自动武器系统。

第一波短兵相接震耳欲聋。敌人蜂群中的一些飞行器在战舰上空爆炸，摧毁了战舰的多根天线。这些飞行器显然是在寻找特定的天线以降低船的通信能力。第二波攻击炸毁了战舰的主要防御武器——20毫米方阵格林炮。第三波攻击贴近海面，造成大量船员伤亡，船体也开始进水，并燃起熊熊大火。而战舰周围激战正酣，动态捕捉系统自动调整武器系统，不停地开火，而在战舰内，紧急损害控制和医疗救援措施均已

启动。

舰长快速切换到“损害控制视图”并查看人工智能损害仪表盘，而战舰的系统正在灭火和控制进水。凭借先进的人工智能系统，他能够立刻看到战舰的哪些系统已下线，哪些系统正在重启恢复，哪些系统正通过交叉连接恢复功能和能力。战舰的系统自动分配动力负荷，并启动紧急系统。现在，系统可以在几秒钟内做出损害控制决策，而在几年前则需要好几分钟，那样会使情况变得更加危险。

最后，舰长转到他所担心的视图：“船员状态”。舰上的每名成员都穿着可以测量体温、心率、血压和呼吸的无线“健康状态系带”，因此他可以马上看到船员的整体状态以及各位水手的状态仪表盘。他在这里停了几分钟，为伤亡的船员默哀。他快速浏览了船员情况子视图，看到死亡者和受伤者，他清楚哪些军官已经倒下，并开始思考如何重新建立指挥链。这些军官和水手都是他宝贵的家人。通过该视图，他可以了解每一名船员目前的位置。他还可以看到医疗人员正在紧张地施救，他们也配备了同样的监控系统，可以了解伤亡情况，了解目前伤者正在接受何种急救措施，以及整艘战舰上阵亡和受伤士兵的具体位置，便于前往实施手术。



数小时后，舰长的伤口得到了处理，火被扑灭，进水情况也得到了控制。他开始反思刚才所发生的一切。他对现实感到震惊，但没有感到恐惧。这次攻击令人猝不及防。网络防御系统已经探测到第一次网络入侵，它不仅保护了战舰，而且推断出此次攻击之后更是大规模的攻击。系统向战舰的指挥者发出警告，提醒他们之后可能发生的情况。这种假设在一秒内形成、分析并得到验证。在10秒内，战舰自动启动了战斗部署，舰长已戴上增强现实装备。从那一刻起到战斗的爆发也就两三分钟时间。武器系统的自主性和战舰的防御系统阻止了一次复杂的网络和自主蜂群联合攻击。舰长意识到，如果几乎每一个环节都需要人类采取行

动和做出决策，那么这艘战舰的境遇可能要比现在危险得多。他刚刚体会到了人工智能与深度学习影响下的战争，其发展的速度是多么不可思议。他突然意识到自己是第一个在超级战争中战斗过的美国指挥官，但他绝不会是最后一个。

一场军事革命

这种情况仅仅是人工智能推动下的一次战争革命的多种方式之一。高机动性平台结合分布式机器智能，给军事行动带来了前所未有的速度和规模。人工智能技术的进步能够从根本上改变人类的境遇，并由此深刻改变人类的战争。

势均力敌的对手已经开始大力投资这些技术，甚至已经开始部署一些人工智能武器系统，如巡航导弹等。现在，自主算法有能力将危害性一般的武器系统变成无法被忽视的威胁。

正如我们的思维实验所证明的那样，开战后，战术方面的速度将大大加快，决策—行动循环的时间将被缩短到一秒内，自主决策—行动能力更强大的一方将具备巨大优势。在运行层面，指挥官能够通过人工智能算法更快速地感知、看见和干扰敌人的阵型。由此而来的结果就是，大批量复杂的、自主的武器系统应运而生，它们可以在运行深度内，同时对敌人展开攻击。

在战略层面，得到这种能力支持的指挥官将通过整个战局中的传感器看到战略环境。智能助理、高级互动虚拟化、虚拟现实技术以及能够快速更新地图投影的实时显示等人工智能辅助技术共同作用，将实时态势感知变为现实。

这些都再度引发了我们对战争本质的老生常谈式讨论。如果我们已经处在超级战争的边缘，就必须探索适应这种新冲突环境的方法，尤其

是在道德层面。完全自主的机器（整个动作范围，包括致命反应都完全自主的机器）的发展前景令许多人感到不安，因此就这一主题所展开的公开辩论中加入了一些“缓和剂”，比如“半自动”和“人类介入”等安慰性的词语，虽然这些词听起来让人舒服一些，但它们会造成误导。它们伪装成答案，但其实根本没有涉及问题。如果要让机器在各种情况下都能有效运行，那就肯定需要完全自主的系统。参与决策循环的人类眨一次眼、点一次头都不利于正确对抗，也不利于满足上述需求。比如，当一群无人水下航行器发现一个关键目标，如一艘潜艇正准备发射带有核弹头的导弹，同时通信受阻时，这些无人水下航行器如何能够采取行动呢？它们在无法联络人类指挥官的情况下该如何消除威胁？或者它们如何自己采取行动来保护我们？

为了进一步探讨此类问题，我们还需要理解，我们已经生活在一个只有依靠人工智能才能防御部分智能导弹的时代了。比如，美国海军舰队目前的密集阵近防武器系统（Phalanx CIWS）带有雷达和一台与射速极快的格林炮连接的计算机。启动后，该系统可专用于防止船被掠海飞行的巡航导弹和其他空中威胁打击。当一枚导弹进入距离船约2.5英里[3]的半径范围时，人类无法有足够的反应时间。密集阵近防武器系统必须完全自主运行，它必须能自己追踪导弹、瞄准并开火。

超级战争还将改变我们对空战的理解。在20世纪中叶的小规模冲突中，飞行员的技术决定着生死。如果战斗机飞行员要开火，那就必须占据位置和机动性上的优势，因为目标的反击和机动性优势会使其无法从下方击落对方，但在20世纪80年代和90年代，飞行员训练的重点开始转向超视距空战（BVR）技术。飞行员在小规模冲突中无须看到另一架飞机上的飞行员，而是通过雷达技术发现长距离目标后发射导弹即可。最早的超视距空战导弹模型缺少精密的传感器和算法，但这些能力目前已经大幅进化。最新的导弹制导系统可以提供真正的“一劳永逸”（.re-and-forget）的能力。像美国先进中程空对空导弹（AMRAAM）这样的导弹可以在没有发射器的情况下击中目标，即便是处于敌机目标视野范

围内也不例外。战斗机在导弹接近敌机前就已掉头并消失在敌机视线外。这种技术被称为“一劳永逸”是有原因的：武器负责思考，飞行员负责遗忘。

当然，全球战争中一些威胁的技术含量并不高，但即便是这些技术也需要越来越先进的自动瞄准系统。在2012年，伊朗人警告美国海军不要将航母驶入波斯湾。他们展示了几百艘可以在水上以极快速度行驶的水翼船。³⁴伊朗通过此举向美国释放威胁信号，它们可能会让500个甚至1 000个人乘上这些船，通过人数压制美国的航母。由于水翼船本质上就是“自杀船”，这种战术就如同日本在“二战”时期的神风敢死队飞行员战术。这种战术根本不可能阻止航母，但会让许多人失去生命。

与我们未来军事领域的例子一样，除了人工智能之外，没有能够有效对抗蜂拥战术的策略。总不可能在航母甲板上放几十门大炮吧，即便可以这么做，人类炮手的反应速度也无法跟上蜂拥而至的水翼船和它们所发射的武器。唯一能够应对蜂拥战术的就是反蜂拥，或者一个控制了美国海军激光武器系统（LaWS）的自动瞄准系统。毫无疑问，并不是只有美国会面对这种超级战争。比如在2016年，中国航天科工集团公司的王常青告诉《中国日报》，中国正在开发基于人工智能的巡航导弹。他表示：“我们计划在研发新巡航导弹时采用‘即插即用’的方式，这样我军领导可以按照战斗条件和具体要求配置巡航导弹。此外，未来的巡航导弹将实现高度的人工智能和自动化。指挥官可以实时控制它们或者使用‘一劳永逸’模式，甚至给飞行中的导弹增加更多任务。”³⁵

这些军事技术的发展传递出一个信息：我们需要训练和教育年轻的与年长的领导者如何以不同的方式思考并适应这些即将到来的快速决策环境。狭义人工智能时代近在眼前，如果我们坚持让人类介入，那必将带来劣势。正如我们要在后面的章节中讨论的，像人工智能巡航导弹这种狭义人工智能技术必然会被应用到未来的一些冲突中，人类的介入不仅是不必要的，而且是危险的。

如果人类已无须介入战争的一些方面，那么普通公民该如何参与军事技术的发展呢？为了回答这个重要的问题，我联络了我在美国军方的另一位同事——前空军官员与前美国国家安全局局长肯·米尼汉（Ken Minihan）将军。³⁶米尼汉将军在美国军队和政府工作了50年，有着漫长而传奇的经历。在为比尔·克林顿政府服务期间，他是首批公开承认21世纪安全威胁的顾问之一。

他告诉我：“20年前，没有人会不断地讨论新技术的漏洞。进入后冷战时期后，政府因预算问题而放弃了解决这些新威胁的努力。当时我们的公司正在开发所有这些新技术，但我们没有试图将这些技术私有化或秘密研发。我希望隐私和安全责任能够从政府转移到行业，我们应当努力创造条件，让私人企业感到责无旁贷。”

根据米尼汉将军的描述，我们在网络时代仍在引导这一责任的转移。不幸的是，威胁变得越来越多。有的国家正在培养自己的网络战争部队，更不用说那些恐怖组织了，但因为隐私问题，米尼汉将军的目标——让私人企业承担更多安全责任，变得更加复杂。在美国这样的民主国家，《1984》中所描述的那种针对个人的监视会遭到民众的强烈反对。虽然我同意公开讨论所有这些问题，因为辩论是民主制度取得进步的过程中必不可少的，但我也对这种独特话语的缺陷感到遗憾。民主国家无法像极权国家那样运作。如果一个真正的极权国家为了自己的利益而使用并将继续使用先进技术，那会发生什么？在将保护公民放在第一位的同时，我们是否也应该增强政府防御外国反对势力的能力？

我们看到布什在任职期间对基因和干细胞研究施加了类似的限制，但他国并没有施加此类限制，我们一直引以为傲的技术优势已逐渐消失，而这都是因为坚持以二分法讨论这个问题。我们只能在以下问题上二选一：安全或隐私，人工智能或人类，永远的乌托邦或糟糕的反乌托

邦。

“我认为安全和隐私更像是铁轨的两根轨道，”米尼汉将军告诉我，“它们一个向上，一个向下，但保持对称。它们总是同时存在，你可以根据威胁和新技术调整平衡。所以我更喜欢谈论‘我能相信这项技术吗’，而不是‘它安全吗’或‘它能保护隐私吗’。”

我认为智能软件和人工智能可以在这方面帮助建立更加细致入微的第三种方法。比如在2013年，美国运输安全管理局（TSA）在机场安检口使用“反散射”身体扫描器，引发了群众抗议。³⁷它们被公众称为“虚拟裸体扫描器”，最终美国运输安全管理局撤下了所有机器。对大部分公众而言，信息被另一个人解读就是侵犯隐私。

正如在本书阐述中人工智能推动了大量科学技术的发展一样，人工智能也可以化解人们对隐私泄露的担心。我们可以使用带有认知软件的身体扫描机器，其认知软件能自动分析捕捉到的图像。只有在软件确认出现异常情况时，才会向人类显示图像。这能够限制暴露在政府监视下的公民人数，从而解决很多问题。人工智能和智能软件可以被用于实现隐私和安全之间的平衡。这种信任是我所说的更加细致入微的讨论的一个重要组成部分。开发更好的软件和更加智能的分析技术不会解决所有安全问题，也不会毁灭我们。实际情况介于两者之间：是的，我们可以并且应该控制科技所产生的风险，但碰巧的是，要做到这点的最佳方式是开发更多技术，尤其是更加值得信赖的技术。

让我们再来看一下目前马斯克、霍金等重量级人物禁止自动武器的提议。该提议认为，种族清洗是自动武器最危险的用途之一，其危险性甚至超越了以特定类型的DNA为目标的生物武器，比如自动武器系统可以被设置为搜索特定种族的成员并消灭他们。的确，具备类似功能的无人机距离商业化已经很近，可能只需要几千美元就能买到。如果它配备了来自像DIY Drones [由前《连线》杂志编辑克里斯·安德森（Chris

Anderson) 创立的控制系统开发网络论坛] 这样的社区所提供的自主引导软件, 就可以很轻松地创建出这样的系统, 但这不是未来的人工智能, 而是目前的人工智能。当无人机碰巧看到一个特定颜色、肤色或具有表示其种族属性的生理特征的人时, 无人机可以通过免费提供的图像识别软件将这个人确认为目标。这项技术只需要一个预算有限的小型私人团体花费数周时间就能开发出来。

看到这些, 你可能会认为我是站在马斯克和霍金那边的, 毕竟这些都是可能会出现的威胁, 但事实上, 这项技术能够如此方便地获取, 以致我要提出质疑了, 归根结底, 这项禁令该如何执行呢? 前联合国秘书长潘基文的话就能阻止朝鲜开发自动武器? 期待一个机制或一项国际公约可以有效监督此类活动是不切实际的。我再次声明, 人工智能创新已经开始并且无法被阻止。



在我们最近的一次谈话中, 米尼汉将军让我产生了一些激进的想法。“当我和美国现在这代领导人交谈时,”他说,“我总是会问‘你们准备在智能技术上花多少钱, 你们对网络攻击有多担心’。我知道在工业时代如何解决这些问题, 但那无法解决网络时代的问题。这一代领导人必须站出来得出一些结论, 就像你们的祖父辈们在‘一战’和‘二战’后那样。现在的问题是: 我们的策略是什么? 现在轮到你们这代人决定如何在21世纪保护我们的世界了。”我能够回答米尼汉将军的问题。我希望我们这代人做好准备, 也就是开发出能够控制这些潜在威胁的技术。我们无法依靠那些不可执行的禁令和条约。我们需要下一代人工智能技术。我们需要引导公众更辩证地看待人工智能。

幸运的是, 对军人和公民而言, 在计算机科学部门以及得克萨斯州的奥斯汀和硅谷等科技创业公司热点区域之外, 全新的技术发展和人工智能创新的环境正在出现。我们将在下一节了解到, 今天的一些最先进的人工智能算法已在低摩擦系数且有即时反馈机制的领域得到了应用,

比如金融市场。

05. 金融市场

1915年，一位非常聪明的年轻经济学家兼前公务员在英国财政部担任了一个职务。他的工作任务就是收购稀缺的外国货币，以购买战争物资。这位机灵的年轻交易员开始囤积西班牙比塞塔，使这种货币从市场上消失，从而增加它们的价值。当他在英国政府里的上级告诉他，政府急需比塞塔来偿还债务时，这位交易员拿出了所有囤积的货币，将它们放入市场，使这种货币的价值快速下降。之后，他立刻反向操作，以当时的低价购回它们。最终，我们这位年轻的投机主义者为英国筹集了足以还清债务的钱，并将收益的30%放入了自己的腰包。他的同事后来在笔记和日记中描述了他这一大胆的行为并对此表示钦佩。他是目前已知的第一个操纵全球货币市场的交易员。他就是约翰·梅纳德·凯恩斯（John Maynard Keynes）[38](#)。

今天，凯恩斯被公认为“宏观经济政策之父”，但很少有人知道他还是一名非常成功的金融顾问和基金经理。他管理剑桥大学信托基金达20年之久，并实现了400%的回报率，而当时英国股票市场的变化还非常小。

凯恩斯的一项最伟大的洞察是他能够准确观察到人类概率估算与数学概率评估之间的差别。本质上，他发现了股票价值仅仅是任何一个团体愿意为其支付的不合理的价格。他通过这一理解操控了市场中的群体心理。他在离世时的个人净值达到3 000万美元，这些钱几乎全都来自他个人的投资。



优秀的投资者和市场理论学家都有一个共同点：他们的行为与大众

的行为相反。沃伦·巴菲特曾提醒人们：“你在股票市场花非常高的价钱买到的只是一声喝彩。”而著名的罗斯柴尔德银行家族成员巴伦·罗斯柴尔德（Baron Rothschild）曾提出过一个著名的忠告：“在市场血流成河时买进，即使有些血是你自己的。”³⁹当一名伟大的投资者发现另一种市场思维方式时，投资就会得到回报。财富总是被那些采取反直觉方法的人握在手中。

这些人具有特立独行的性格特征，有些人甚至是极端的另类分子，因此我们在日常生活中很少会遇到这些市场大师。每隔10年或20年，都会诞生一两个这样的投资者，他们的洞察力旁人根本无法企及，这就是为何像艾伦·霍华德（Alan Howard）和乔治·索罗斯（George Soros）这样的对冲基金经理能够名垂青史。然而，随着交易速度的加快和投机知识的普及，原来需要几天、几小时才能完成的事情现在只需要一秒就能完成，一个新的市场领导者将粉墨登场，它就是人工智能。



如果列出纽约市对冲基金双西投资（Two Sigma Investments）所提供的岗位列表，你就会发现许多高级岗位与计算机程序的关联度超出了与金融投资知识的关联度。像双西投资这样的对冲基金不再等待十年一遇或二十年一遇的天才投资家的出现，而是采用了一种截然不同的预测策略。尽管20世纪八九十年代的大型对冲基金均以人类的专业知识为基础，且都由赫赫有名的管理者经营，比如乔治·索罗斯、保罗·都铎·琼斯（Paul Tudor Jones）、布鲁斯·柯夫勒（Bruce Kovner）以及他们的父亲A.W.琼斯（A.W. Jones）等，但像双西投资这样的基金在交易时几乎无须人类的干预，它是由一个机械化和自动化的数学概念运行整个交易策略的。传统的团队领袖型交易员会根据个人对市场走向的经验而投入大额赌注，但他们已经不是双西投资雇用新的交易员时寻找的目标了。越来越多的系统性对冲基金引入了人工智能技术，许多交易员都是隐藏在技术后面的数学家和计算机科学家。在过去，像凯恩斯这样的交易员可

以创造出一种操控比塞塔价格的策略，然后赚得盆满钵满。然而在今天，随着速度和透明度的提高，每个人都能获得所有信息，包括所有的货币投机策略。对冲基金经理很难再想出未被发觉的赚钱方法。市场需要真正的金融创新，至少在我们看来是这样。



当人工智能发挥全力时，其选择看起来十分疯狂。人类的思想局限于自身的理智和知识，而人工智能及其目的导向的思维模式则能够自由驰骋。这是因为人工智能不受任何物理限制，它能够为了获得最具突破性的策略而进入荒谬的领域。

人类无法拥有这种体验。我们永远无法真正了解，在人类理性的约束范围之外是无尽的创造力。人工智能可以进入一种机械化的疯狂状态，但同时，它们的意图要比我们理性得多。

请允许我用一个简单的思想实验来说明这一点：用两分钟时间想一个名字，比如齐柏林飞艇。当你读出这个经典摇滚乐队的名字时，脑海中可能会浮现出许多联想。齐柏林飞艇对你而言可能是许多不同的事物。比如当我听到齐柏林飞艇这几个字时，想到的是得克萨斯大学校园内的图书馆。突然，我不但想到了齐柏林飞艇和校园图书馆，同时也想到了我最好的朋友、现在已成为我妻子的赛博（Zaib）。这一联想只会继续，而且齐柏林飞艇可以勾起我意识中的所有联想：我在大学读书的时光、我在得克萨斯大学计算机科学系度过的日子、我与好友们一起度过的许多夜晚里所听的音乐等。

齐柏林飞艇这个例子说明了人类的思维方式。我们的感官互相联系在一起，我们会在这种联想记忆中找到语境。

我无法将齐柏林飞艇与我脑海中的所有其他记忆分离。这些体验为我标定时间和地点：我可以围绕着它，但永远无法完全逃脱。因此，齐

柏林飞艇总会带给我特定的体验。当然，多年来，其他人也会让我联想到齐柏林飞艇，而我对该乐队的了解已经扩展到了很多方面。现在，齐柏林飞艇为我带来更多联想，但我永远无法体会到它的所有方面。我永远无法实现哲学家托马斯·内格尔（Thomas Nagel）所描述的“凭空而得的观点”。我永远不会对齐柏林飞艇有完全客观的认识。

同样的联想记忆贯穿于不同的人群、不同的文化。当引入一个概念时，你会围绕这一概念产生自己的观点，并且将这些观点植入自己的思想中。一些联想是我自己做出的，但我从来没有远离该主题的中心。这已成为许多人的共同联想。这就是文化：一种重叠的记忆。离开你对齐柏林飞艇的联想记忆，你将很难去介绍这个名字的含义。通过这一方式，我们不但分享了对一个概念的联想，同时也分享了彼此之间的联想。这就是相互主观性。将我们所有人看成个体并认为思想起源于相互隔绝的“雾化泡沫”中，这是一种误导。思想是一种社会行为，而非个体行为。

我们的大部分的创新想法来自哪里？根据这一联想性记忆的性质，它们可能来自多年累积的学习、经验、实验以及偶尔的灵感迸发。作为人类，我们的思想互相联结，形成了集体联想，因此同一时期生活在地球不同地区的人都可以发现最先进的理念。著名的物理学家史蒂文·温伯格（Steven Weinberg）灵光一闪，将电磁与控制核衰变的弱相互作用联系起来。巴基斯坦物理学家阿卜杜勒·萨勒姆（Abdus Salam）在同一时间提出了完全相同的想法。1979年，这两位科学家与谢尔顿·格拉肖（Sheldon Glashow）一同获得了诺贝尔物理学奖。

这是联想记忆的功劳，但正如我们之前所讨论的，人类没有为特定目的而产生的思维，只有一般性思维，因此人类可以在现实世界中生存和繁衍。所以，虽然温伯格、萨勒姆和格拉肖等科学家做出了位于人类知识和共识边缘的创新，但他们依然被我们的生物限制和联想记忆所束缚。他们根植于现实世界，这将他们与我们的集体社会共识和智力联系

在一起，这阻碍了他们与我们产生超越人类想象力和知识的想法。

有了人工智能，我们的智力范围就会趋向无限。在漫长的进化过程中，联想记忆和删减为我们提供了极大的帮助，它们使我们摆脱了任何看起来“不必要”的想法。任何反直觉、非理性或被认为是“疯狂”的想法会被立刻抛弃，甚至其中的一些连在梦中都不会出现。这些想法与我们的联想网络不存在任何联系。

然而，在金融市场等无摩擦环境中，在毫无根据的疯狂举动掩盖之下的理性，恰恰满足了人们的需求。面对人工智能的疯狂举动，人类会做出什么反应？AlphaGo打败围棋顶尖选手李世石的比赛可以给我们一些启示。在比赛中，AlphaGo做出了一个“疯狂的”举动，围棋冠军选手樊麾看到后深感震惊。他对记者说：“我从来没有见过人类选手会这么下，这招太厉害了。”而李世石也对这一手棋感到猝不及防，以致他不得不叫了15分钟的暂停。后来，他告诉记者这明显是一个错误。《连线》杂志在报道这场比赛时这样写道：

AlphaGo的下法似乎与之前的没有联系，但其实它是放弃了棋盘下半区的一组棋子，转而攻占另一个区域。AlphaGo将黑棋放在李世石的一个白棋的正下方，并通过这一手为另一种情况做好了准备。在当时的特定时间与情况下，这一手实在是太出人意料了——人类下围棋的历史已经有2 500多年了，但这一手还是让人大吃一惊。就连评论员都无法评论这一手的意图。[40](#)

当我们把这些美妙的疯狂之举应用到金融市场中，它又会表现如何呢？过去10年的系统性对冲基金已经取得成功，但这种预先设置的公式无法学习和调整。当市场的实际浮动超出模型的界限时，其公式化的智能必定不起作用，但随着人工智能技术以及深度学习等算法的发展，模型已能够分析大量市场数据并根据市场环境进行实时调整了。

这群用硅制成的“交易员”无须思考、休息、吃饭，也不需要周日喝酒或睡觉。高盛等公司对新员工的要求近乎苛刻。在这家富有传奇色彩的公司，刚刚迈出校门的年轻员工常常连续工作好几个夜晚，睡在脏得出名的地毯上，早餐只吃冷比萨。强化学习和其他人工智能算法现在已经为这些年轻的人才提供了一种赚钱的方法，这些算法发现新策略、识别新模式的速度，超越了任何人类分析师。当它们发现一种有希望的假设时，通常能够更快地找到多种相关战略，其发现速度可能呈几何级增长。将人类交易员训练成能够判断趋势并能凭直觉得出独特策略的“市场控制者”，需要他们积累数年的经验，而目前的算法在数小时内就可以探索数千种可行的策略。这个对比是不是非常悬殊？

不同于房地产或制造业等充满摩擦的实体物件行业，金融市场是摩擦最少的行业之一。在市场中，人工智能可以生成假设、进行测试、获得快速反馈，然后继续这一过程或者探索新的方法，而这些时间恐怕只够房地产大亨把设计图打开。如此抽象的、完全能够用数字表示并且行动与结果之间的反馈如此迅速的领域少之又少。凯恩斯这样的大师能在人类知识和常识的边缘进行创新，并因此举世闻名，而双西投资等对冲基金公司开发的全新人工智能强化算法，则可以使交易员以之前无法想象的速度探索各种策略。深度网络和其他精密的数字结构所生成的假设极其深奥，普通人在没有辅助的前提下根本无法理解。随之而来的，就是讲究策略的疯狂举动。

对冲基金经理已经陷入疯狂。过去10年，在后危机环境下，主观型对冲基金的回报率尤其糟糕。⁴¹自2009年起，对冲基金与标准普尔500相比，普遍下降了51%。仅在2016年，主观型对冲基金的“超级英雄”保罗·都铎·琼斯就解雇了15%的员工，并宣布他将把他的都铎投资公司变成一个更系统的、以计算机为基础的量化基金。摩尔资本管理公司的路易斯·培根（Louis Bacon）曾实现过15%~20%的回报率，而在2016年，他的回报率下降到5%。2015年对潘兴广场资本管理公司的比尔·阿克曼（Bill Ackman）而言简直是一场灾难：他的基金跌了40%。专家估计潘

兴广场资本管理公司需要在下几个季度实现超过60%的增长才能弥补这一亏损。

越来越多的主观型基金经理纷纷转型，加入“数量化投资”阵营。根据2016年高盛的研究报告，每5个美国投资者中就有一个正在研究“数量化投资”策略。⁴²仅在一年前，也就是2015年，这一比例还只有1/10。结合了深度学习、深度散列、自然语言处理、强化学习和基因技术的人工智能算法可以发现反直觉的交易策略、预测浮动并确认人类永远无法发现的趋势和事件关联性，从而强化更传统的对冲基金。



我曾经在大学时读过《孙子兵法》，这本书的序中有一个非常有名的故事。一名伟大的中国将军面对的对手，在数量和质量上都占绝对优势。他对自己的5 000名士兵下了命令，在面对敌人时，这支人数较少的军队肩并肩排成一排。然后，一听到将军的命令，他们就一起拔出剑，同时割开自己的喉咙。敌人看到这一场景后惊呆了，随后落荒而逃。

孙子告诉我们，最好的将军在战争开始前就已获胜。他们让敌人从心底感到恐惧，这并不是因为他们强大，而是因为他们对目标和国家坚定不移的献身精神。

人工智能就好像是孙子笔下的神秘之师。这支军队有令必从，毫不畏惧，无论对手有多强大都不会退缩。在面对2008年9月15日华尔街雷曼兄弟倒闭后的市场暴跌时，有几个对冲基金经理还能照常行事？在大萧条时期，有多少市场勇士依然我行我素？如果像以前的中国军队那样做，你无法吓唬一个算法，市场上大部分交易员之所以没有做出最惊险的反直觉举措，主要原因就是恐惧。

1996年，加里·卡斯帕罗夫（Garry Kasparov）以高超的棋艺征服了

世界，但他还以比赛时的心理战著称。卡斯帕罗夫正是利用“凝视”所带来的心理优势，通过不可估量的恐吓击退他的对手的。他不仅统治了棋盘，还用双眼震慑了对手，占据了心理上的优势。但当他与IBM的超级计算机“深蓝”对决时，卡斯帕罗夫面对的就是用硅和铁铸造的“孙子军队”。卡斯帕罗夫凝视着“深蓝”的双眼，但看到的只有意志、目标和决心。人工智能就像是人的一面镜子，卡斯帕罗夫在其中看到了自己。

人工智能和区块链：关于信赖的数学

人工智能不但颠覆了整个对冲基金行业，还改变了我们对金融机构的传统认知。纵观历史，银行、指数和票据交易所等金融机构一直是信托和低摩擦交易的提供者。自我们进入帝国、股票公司、企业集团和全球金融的殖民时代以来，这些机构一直是我們信赖的中间人：我欠你钱，然后我给你一张银行支票代替现金。实际上，支票根本不是现金，但在我们的集体想象中，这个故事给了我们信心。我们相信金融机构会进行兑付。相比于贝壳、一群牛或几袋茶，银行支票的携带要方便得多。我们减少的摩擦越多，交易就越频繁；我们交易得越频繁，就越相信这个故事。当我们交换物品时，你不会完全信任另一个住在地球另一端的陌生人，你信任的是银行。对银行的幻想使我们所有人建立了对合作的信任。

直到最近，银行才开始代表一种现实中的场所，我们甚至可以把它称为“分行”。我们在这里办理我们的“银行业务”。

我们会把支票交给人类柜员并让他们处理、结算。几天后，支票就会兑换成我们账务中的金额。许多人仍记得以前柜员交给新客户的银行存折。存折外有一层塑料膜，柜员会仔细地记录每一笔交易。我们脑海中银行里的景象就是一排排木质柜台、真皮沙发以及拴着长长的金属珠链子的圆珠笔。

这一形象现在已成为过去。甚至连金融机构的概念，这一人们的共识，现在也出现了争议。其原因之一是一个名叫中本聪（Satoshi Nakamoto）的神秘密码专家所做出的创新。



2014年，《新闻周刊》（*Newsweek*）的记者利亚·古德曼（Leah Goodman）出现在日本籍工程师中本聪的家门口并“揭露”他就是比特币[2008年出现的P2P（点对点）电子货币]的发明者。⁴³虽然中本聪坚持称自己没有参与过任何与密码相关的活动，但这篇文章还是立刻引起了轰动。虽然《新闻周刊》支持古德曼的观点，但越来越多与比特币相关的信息使人们对中本聪是比特币的发明者一事产生了怀疑。谁才是比特币真正的发明者？截至撰写本书时，我们仍不知晓，但有人认为是澳大利亚密码学家兼商人克雷格·史蒂文·赖特（Craig Steven Wright）。⁴⁴他似乎具备开发比特币所需的技术知识，但他是否有足够的“才华”发明一种全球密码学家都认为无比巧妙的代码？目前，这仍是一个未解之谜，这个发明者已经改变了我们对合作和风险的整个认识。目前可以明确的是，比特币，具体而言应该是记录比特币交易的基础存储系统，也就是区块链，正在迅速颠覆金融市场的各个主要环节。



让我们先来简单地介绍一下这些数字实体到底是什么。比特币是一种电子货币，它最初被设计为一种不受任何中心管理机构管制的分布式P2P支付方式。我们都知道Napster和PirateBay等P2P传输方式，而P2P的用途远不止下载难以搜索到的音乐，它能够通过消除单点故障获得恢复能力。比特币以及莱特币和狗币等许多其他类似的加密货币都是一种被称为区块链的安全的、分布式的、点对点的数据库。与过去的P2P服务一样，区块链是一种能够保存数字信息及其起源，即整个信息添加、修改和删除历史的存储系统。当然，虽然像比特币这样的加密货币使用的

是区块链，但这项技术的用途远不止这些。区块链可以保存地址、地契、股票交易、专利与知识产权记录等各种信息。区块链的安全有保障，任何有不良企图的个人或团伙都无法入侵或恶意修改其记录。区块链与生俱来的恢复能力使比特币和其他加密货币能够成为记录货币所有权和转移的可信载体。

传统货币^[4]的发行者、保存者和验证者是银行，而区块链就不需要这种中心管理机构，无须银行，也无须验证。这种算法背后的数学原理保证了其安全性和可信度。事实上，区块链能够有效抵御不法操控，因此在任何情况下都能保证这一分布式数据库中的所有信息准确无误，除非区块链一半以上的用户都被入侵。如果用户数量只有十几二十人，安全入侵可能造成实际风险，但此时区块链技术的用户群体如此庞大，在任何一个节点上都在百万上下。半数以上的用户被入侵几乎是不可能的，因此区块链是全球使用最广泛和最安全的重要信息交换存储系统。

为了更好地了解其革命性的意义，我们需要了解区块链如何颠覆我们对金融机构的理解。让我们以银行的日常交易为例。今天我去银行存了一张支票。银行会说：“好的，已收到您的100美元。我们会把它存入您的账户中，现在您的账户余额是600美元。”

接着，任何想要从我这里收钱的人都必须通过我的银行，银行是我唯一的账户信息保管人，因此银行就成了我的授权中间人。我们甚至可以说银行不仅参与借贷业务，还参与信息业务。

当金融机构将钱转给某人时，它们转的并不是真正的货币，而只是将交易记录在案：“根据今天发生的交易，美国银行欠摩根大通200万美元。”然后，银行通过清算所结算记录，并借此控制“钱”从一个账户转到另一个账户时的风险。对大部分人而言，交易仅仅是电子记录中的信息而已。由金融机构保证此类信息的真实性。

如果使用区块链，那么这些环节都可以省去。让我们看一看使用比

特币交易时的情形。比如你要从你的账户中付给我10个比特币，你只需要“写明”区块链的转账细节，而不需要填写支票并交给第三方。也就是说，区块链中的每名用户都能看到该交易。你的匿名ID会将10个比特币发送到我的匿名ID中，并且转移记录会被复制到整条区块链。在8~10分钟内，区块链中的每一个人都能确认这是否是一次合法的交易。如果网络对最初收到的信息提出异议，用户可以放弃“不良”区块或者“不良”区块链。所有用户都可以看到其他用户的每一项交易，而且密码保证了没有区块会被伪造。

本质上，区块链是一种通过数学担保实现的去中介化信任机制。我们通过宗教、艺术和诗歌对信任产生了主观理念，而这种理念可以被表示为一种计算式财产担保体系。

在人工智能时代，算法保障的安全性、决策的可解释性和行为的透明化将成为主要的问题。区块链体现了人类的理想，即信任可以被转换成数学和代码。我目前的工作就是在区块链上使人工智能生成共享、廉洁的世界观。如果识别出有人工智能系统“违反了规定”或者“变坏”，不管它来自外部还是来自人工智能系统集合内部，集合中的所有成员将商议如何应对。这可能是区块链第一次被用于实现人工智能系统的“社会责任感”。因此，我们所取得的进步展现出了极大的潜力。



关于被金融市场重新定义的信任，没有人比克里斯·科拉多（Chris Corrado）思考得更深入。他是伦敦证券交易所集团（LSEG）的首席运营官和首席信息官，曾在全球各地的金融和科技行业工作。虽然他相信金融行业越来越高的自动化程度是有利的，但他承认风险管理永远不可能实现完全“机器人化”。

科拉多在谈话时告诉我：“我们所做的最重要的一项是结算交易。”作为全球交易的清算所，伦敦证券交易所集团负责代表客户实时

管理大规模风险。“区块链减少了确认交易是否完成和钱款是否转移到位之间的延迟。你可以随时降低产生的风险，做出有利于社会的行动。你还可以将这一资本运用于更好的地方。”

尽管有了这些技术承诺，科拉多仍然相信信托机构在市场中占有一席之地。他告诉我：“随着角色的转变，活动也会发生变化。这不是因为这些活动是多余的，而是因为你正在使用技术去完成它们。因此，完成此类活动所需要的人数有所减少。”

想象一下，一种是你必须等到当天结束才能知道对账信息，另一种是你随时随地可以了解这一信息。当天你所承担的风险截然不同，这并不意味着风险不存在。你可以通过快照降低风险，但如果你无法在每笔交易中保证钱款在合适的时间转到合适的地方，那么你肯定会承担风险。

这就是未来。我们在极容易产生不良行为的行业工作，情况会变得越来越糟糕。为了安全，我们必须主动预测后续会发生什么不良行为并防止它发生。这就是我们的责任，为此，我们需要通过各种机器学习算法实现高级分析。

正如我们之前所见，区块链可以被用于满足部分此类需求，但它的作用远不止如此。它还能够以可执行代码的方式保存行为，这可以带来许多优势。保存在区块链中几乎不会被入侵的代码反映的是可以用于实施合同条款的双方约定的行为。比如甲方和乙方使用区块链确保甲方在一个时间向乙方支付10个比特币。当他们签署该协议时，可以建立一旦签订就必定能执行的“智能合同”。区块链本身将保证可以在约定的时间支付承诺的款项，而且无须甲方和乙方进一步干预。

“智能合同”只是区块链和人工智能之间的诸多交集之一。我的团队和我最近正在与一家大银行合作，要使用我们的人工智能自然语言处理算法“阅读”人类撰写的合同。目前我们努力的方向是，让人工智能系统

可以自动编写有效且经过验证的“智能合同”，即生成可执行代码。想象一下，人工智能可以将人类签署的纸质合同中的条款转换成一个由算法自动生成的担保机制。人工智能先“阅读”纸质合同，然后将它以代码形式写入区块链。我们的目标是让所产生的“智能合同”能够精确表述英语合同的意图。我认为这就像是发明一种数字扫描仪。全球大多数合同都是纸质合同，区块链只占有所有交易中非常小的一部分，但这项人工智能技术的作用类似于扫描仪，可以将所有纸质文件变成电子版文件。我们是否可以不再需要使用“违反合同”这个词？在大部分情况下，“智能合同”和区块链可以凭借数学算法使所有“违约”成为过去。

过去，诗人通过诗歌描写人类理想中的信任；现在，有了区块链，我们以数学公式的形式描写信任。“好心的撒玛利亚人”可能很快就会因为我们现在的工作而变成一群机器人，使用区块链在一个环境中让所有人工智能代理成为可信的、共享行为的代表。

我们在充分理解了某个事物后，就能看到其中蕴含的机制。这不是说整个世界最后将会完全变成机器的或者自动化的，但我们挖掘得越深，就越能意识到这些基本的数学公式可以提供我们人类无法形容的体验。相比于普适法的不可撼动性，区块链是一种更倾向于“禁欲主义”的结构，是一种比牧师或者哲学论文的劝诫更加长久的信任与安全的代名词。

因此，数学和物理学等相关的研究领域可以为我们提供一些出人意料的出发点，来创建一个更智能、更高级的社会。在下一节，我们将看到我们构建的环境如何因为人工智能算法而变化、调整和学习。在我们的生活与工作中，实现了联网的桥梁、住宅、大楼和道路越来越多，物联网正在将机器智能和数据添加到我们的整个生存环境中。

06. 认知空间

硅谷风险投资家马克·安德森（Marc Andreessen）曾说过，软件正在蚕食这个世界。这是因为软件正在取代硬件，逐步成为大部分经济流程价值的代表。不久前，软件还只是一个复杂流程的微小组成部分，而该流程需要大量人类输入和精密的非数字化系统，如今它却蕴含着巨大的智能与附加值。想一想在特斯拉之前的汽车：化油器、喷油系统、火花塞、复杂的机械变速箱系统、散热格栅、泵等。而在电动汽车中，所有这些复杂的设备都被电动机所取代。大部分机械子系统也被取代了，加速、制动、增压和导航都由软件负责。在车内，与许多其他高价值的经济商品和流程一样，价值从硬件转移到了软件上。数字化的进步，即“软件不断蚕食世界”的过程将继续。在未来，软件将变得越来越聪明，它将自己做出决定、解释数据并在不需要人工输入的情况下设计出复杂的流程，使用超出人类感知范围的信息。即便是在今天，软件产生的数据量已经如此之大，我们的解释和分析技能已经不足，其短缺程度很少有人知晓，谈论这一点的人更是寥寥无几。

美国人民的日常生活和商业活动需要物理基础设施的支持，而这些物理基础设施的维护和运营面临着极大的技术工人缺口。据美国未来能源工作专项小组近期开展的一项研究估算，在40万名能源行业员工中，近一半（约40%）在2013年前退休。⁴⁵这一代技术工人退休后，留下的岗位空缺令人震惊，而目前的问题不只是缺少技术型人才，这些基础设施还面临着个人、恐怖组织和国家的网络威胁。和许多其他致力于解决工业物联网挑战的企业家和工程师一样，我知道通过训练更多人员或者采取传统的方法无法解决这个几万亿美元级的问题，这会延误时机、收效甚微。人工智能是面对这一巨大挑战的唯一可行的解决方案。

想一想，在大型公用事业公司，一台发电机或涡轮机的价格高达5

000万美元，而在美国，最大的公用事业公司有超过700台这样的涡轮机。无论是恶意软件还是系统故障，这些资产中的任何一台出现问题都会带来巨大的风险。这些大型系统的转速可以达到每分钟数千次。如果系统失控，它所释放出的能量足以带来灾难。任何类型的灾难性故障都等同于一颗炸弹的爆炸。

那么人工智能如何提供帮助？我将用亲身经历来回答这个问题。Flowserve是全球最大的泵、阀门和各种油气设施制造商之一，它无法仅依靠人类的智能对其巨大的基础设施进行监控。对这些公司而言，与人工智能连接的传感器可以大大扩展产品的“故障提前预警窗口”，或者延长泵故障前的预测时间。使用传统的数据科学技术，可以提前4~5小时预测故障，但在使用了被称为“自动模型生成”的先进的人工智能技术后，他们能够提前5天收到警报。最有意思的是，在他们的测试案例中，面对设备遇到实际负载以及维护和使用方式方面的差异，该算法能够自我调整并优化特定泵或阀门的检测方式。通过该技术，泵本身就如同有了生命，可以根据具体情况进行改变和学习了。

“自动模型生成”体现的是数据科学家和能源分析师脑中的流程。让我们了解一下。相比于目前更常见的做法，即利用行业专家开发机器学习模型，这两者有何不同？目前，了解金融、制造或能源等方面问题的专家常常可以获得大量关于问题的数据，他们凭借自身知识，判断将哪些变量或特征加入模型，哪些应该被排除。之后，机器学习专家可以确定使用哪些算法以及如何建立算法。专家可能会说：“好吧，你正在对这些数据进行分类，这是我们可以使用的所有算法。支持向量机（SVM）是否精确而高效？神经网络又如何？或者可以使用决策树？”当确定最佳算法时，机器学习从业人员将会训练数据（至少用于受监视的应用），以生成模型。

问题在于，最初部署的机器学习是知识密集型的。对商业相关的问题，你一般需要行业专家与机器学习专家合作。此外，在这一背景下的

学习，仅限于选择算法和在流程一开始所建立的特征集。换言之，如果你要将10个数据或10个特征输入该模型中，这些就是要输入模型中的特征。之后，你可以找到让该模型变得更精确的附加数据，但生成该模型的算法不会发生变化。如果你发现能够使用密集性较低的算法更有效地建立该数据，或者如果数据增加，该精度会下降，这样你可能就只能从头再来了。比如你希望从支持向量机转移到神经网络，那么你就需要人类专家重新介入并完成这项工作。这不只是关闭整个算法，你可能需要监控一个有更多种传感器数据的工业装备。如果使用传统的机器学习解决方案开发方法，加入这种更丰富的数据集将会十分费力，远不及一键操作便捷，也不如自动过程高效。

另一方面，借助“自动模型生成”可以大大减少目前领域专家和数据科学家投入的大量精力。这对能源行业而言是一个巨大的利好，因为该行业近一半的维护专家和分析师即将退休，而且它还面临巨大的结构性变化。

这样，“自动模型生成”只是数百个新“智能层”之一，这些“智能层”被用于增强基础设施点内部和周围的关键决策。这种技术为砖、钢和混凝土组成的静态世界注入了可自我调整的敏锐智能。

毫无疑问，许多人已经熟悉了这些智能产品的物联网理念，比如亚马逊的Alexa，该款数字助理将所选择的数据流整合进了家庭环境中。最先进的传感器技术正在快速增强数字助理的功能。卡内基—梅隆大学的工程师最近推出了合成传感器，该设备能整合家庭环境数据。⁴⁶当用户安装该设备后，其传感器可以使用机器学习算法追踪声音、湿度和电磁噪声等变量。该算法的精密度足以将此类数据转换成与环境相关的洞察，从而使用户可以获得具有真正价值的信息：我的厕所有没有漏水？我的门口是不是有没人签收的包裹？车库门是不是开着？

普适传感器产品已面市。谷歌在2014年花费32亿美元收购了智能温

控器公司Nest，自动化技术因而引起了主流媒体的关注。⁴⁷然而目前很少有在一个设备上使用多种传感功能的例子。合成传感器推动了联网建筑或智能家居远程控制时代的发展。

这类集成智能必定会随着数据流的增加而增加。比如，谷歌和Nest对Dropcam的收购为谷歌的自动化能力组合增加了监控、红外成像和更精密的图像识别警告能力。⁴⁸麻省理工学院教授、人工智能的坚定拥护者罗德尼·布鲁克斯（Rodney Brooks）创建的iRobot等制造商以及Miele、AirCraft和Neato等许多其他企业提供种类繁多的各式机器人，有的机器人可以清洁地板，有的可以做基础的房屋清扫工作。⁴⁹虽然目前这些系统的应用环境有限，但该技术正在快速发展，不久后，未来清洁机器人便可以实现联合控制以及清洁机器人团队作业。WINBOT等洗窗机器人，或iRobot Mirra和Aquabot等自动泳池清洁系统，若配以真空清洁和地板清洗功能，其日常维护能力将更加实用。目前市场上已经出现了草坪修整机器人和除雪机器人。

在安全与远程呈现领域，Double Robotics的产品已经被广泛应用，甚至被Reddit等前卫的公司大量使用。另一方面，iRobot和Inspectorbots的服务更加倾向于在建筑外围巡逻和运行。

我们很快就能看到与更加智能的家居和建筑联网的机器人队伍了，到那时中枢人工智能就可以感知到情况并派遣自动机器人小队前往解决问题了。相反，监控机器人也能作为传感器使用。当它们在住宅或者大酒店底楼周围巡逻时，可以覆盖到仅凭监控摄像头无法覆盖到的范围。

越来越多的建筑机器人将与建筑数据以及整个环境中的传感器集成，测量从温度、湿度到入住率和人流量等各种指标。随着传感器部署成本的降低和越来越开放的设计，在“建筑区域网络”内集成此类设备变得越来越可行。这一广泛而分散的数据集，可以被想象成叠加在建筑物理地图上的传感数据“场”，它使得认知引擎能够发现问题和异常并提交

给人类员工。在大部分情况下，系统将直接与建筑集成系统以及自主系统合作，在无须向人类发出提醒的情况下对安全和安保系统做出响应。

当人类管理人员和监控人员不再参与时，如何进行监视、维护和保证安全？这一点我们暂且不论。我们先来复习机器学习流程与人类专家在解决复杂问题时的巨大差异。机器思考自己面临的问题时，不会使用保安或门卫解决问题的方法。保安无法考虑到所有可能性，因此他会根据职业偏见、摸索和直觉删除一些可能性，从而减少自己的选择。机器却不需要删除任何选择。它们会处理所有可用数据并始终将数据保留在可搜索的数据库中，这也被称为“全面回忆”。因此，即便机器得出的结论不太可能会发生，但依然合乎情理。在大部分情况下，它们所得出的异常解释都是不相关的，但也有少数例外。

让我们以一个非常荒谬的例子来说明这一点。比如一名保安看到一个女人推着一辆童车走进大楼。保安看不到宝宝，但他听到了啼哭声，所以认为里面有婴儿。而机器智能会做出所有可能的假设，包括其他来源产生啼哭声的假设。通过比较过去进入大楼的童车的视频，该系统会发现异常：该童车的底部有非常明显的、被系统标出的凸起。然后，系统对童车进行检查并发现里面有一颗炸弹。一辆传出啼哭声的童车中没有婴儿的可能性小到可以忽略不计，因此人脑会轻易地忽视这种可能性，但机器学习会调查这些统计结果，而且这不会影响其记忆和处理能力。在未来的安保领域，它们甚至可能会提供人类大脑无法理解的却具有说服力的数据点。

当我们将种类丰富的智能与低成本传感器的性能相结合时，我们就来到了物联网第三阶段。我们曾在本章第一节中讨论过这一概念。很快，精密的系统将会使我们所建立的环境根据传感器采集的数据进行推断和洞察，实现自我思考，并预测和诊断技术问题，这些技术将产生认知空间。它们的“思考”将包括整合那些为特定结果预设的算法，同时在没有人类监督的情况下“汇总”输入数据并进行解释。其人造“大脑”将生

成假设、确认或否定假设，然后根据实验进行创新。换言之，智能基础设施会对所在环境的许多方面使用科学的方法。

当然，如今的住宅和建筑所采用的仍是简单的自动化技术，而且局限于安全、舒适和效率领域。在这些有限的问题中，我们可以把所有问题交给智能建筑，让它来观察并设计解决方案。虽然像恒温器或自动门这样安装在建筑中进行测量并做出响应的独立系统已不是什么新鲜事，但所有这些数据会融合成一个中央建筑“大脑皮层”。它在我们这个时代是一个全新的概念。这就是物联网第三阶段在单一结构中的体现。

为了更好地解释为何这个概念十分重要，以及它在理念方面和实际应用方面的重大影响，我们需要了解物理世界的一些基本的概念，尤其是点测量，以及物理上“场”的概念。什么是“场”？“场”是一个想象中的由网格组成的网，每个网格包含一个向量。如果向量代表磁场力，整个网就是磁场。如果向量代表重力，那么整个网就是重力场。

人类生活在物理世界中，我们的生物感官能够为我们提供部分现象的信息，但由于我们无法获得感知到力的许多属性所带来的影响，因此我们会遗漏它们。这些力对我们的安全、生产、效率有巨大的影响。合成传感器可以增强人类的感知并显示出我们所无法意识到的力和现象。这些价格低廉的传感器使我们现在能够对更大的区域进行多种测量，同时保持各种读数的精确性。它们让我们能够测量存在于我们的生活、工作和娱乐空间中的各种场。

未来的智能建筑将能够测量各个时间和空间中的相关场，从而获得全新的洞察。比如，目前的被动式红外传感器主要用于探测人类的存在。这些常被称为“运动传感器”的设备通过身体热量识别个人，但在不久的未来，此类传感器将可以联网，将能够监控身体热量并探测可能存在的健康问题。之后，建筑将提醒现场员工或本人对可能的医疗紧急情况做出响应。当与无线射频识别（RFID）和智能标签等个人身份识别技术一起使用时，建筑将可以记录个人体温历史，以此作为未来的医疗

数据以及用来确认身份信息。

不久之后，作为控制冷气和暖气的恒温系统的一部分所安装的温度和压力传感器将集成到场测量中，以指示泄漏和其他系统压力与故障。视觉数据捕捉或实时视频监控也将被用于健康甚至效率方面的应用。想象一下，你可以问建筑昨晚离开时你是否带着笔记本电脑。如果走廊里有孩子出现异常的行走行为时，建筑可以告知学校护士，因为这可能是严重受伤的迹象。音频与视频数据的结合可以用于安保，作为发生盗窃或其他犯罪活动时的证据。除了目前的应用之外，音频传感器还可以“听到”电弧或放电，并且在保护认知空间的电气子系统方面起到不可估量的作用。音频场还可提供普通住宅中的实用数据。比如，前门可以“知道”枪响发生在多远的地方并据此采取主动安保措施。

这些传感器都是信息的源泉，能够生成有关设施内部维护、电能管理、安保和健康方面的深入的、有意义的洞察。想象一下，你的办公楼或住宅能够确定每个经常进出的人在每季度的访问模式。这一信息可以用于确认异常的安全事件。如果你的大楼可以通过红外图像分析追踪每个内部人员的监控指标并根据不同人的需求调节区域温度，或者你的大楼可以在外围使用音频签名匹配技术区分恶意威胁和无害的意外事件，你觉得如何？

在未来，此类情景能够为建筑和其他脆弱的基础设施提供外围保护。有了这一层防护措施，桑迪·胡克小学事件或2015年巴黎炸弹攻击的结果是否会有所不同？

这些例子说明了我们身边的建筑和住宅正在发生改变，它们正在从我们居住的被动结构变成与我们协作的主动结构。未来的人与建筑的协作，其主要渠道是增强现实。随着与人工智能的融合程度越来越高，我们的建筑将成为可以根据我们的需求不断进行智能且谨慎的调整的居住空间。

增强现实与人工智能在未来建筑中的融合

增强现实是一项在真实图像上建立数字构件层的技术。这项技术有多种实现方式，比如在手机相机拍摄的图像上叠加卡通角色，或者通过穿戴式耳机或眼镜将现实图像与合成对象混合。正在阅读本书的读者们可能都知道谷歌眼镜或微软的全息眼镜HoloLens，这两款正在开发的产品就以实现增强现实体验为目标。一度流行的《精灵宝可梦》游戏也证明了增强现实的传播速度有多快。和动画片一样，在《精灵宝可梦》游戏中，玩家的目标是收集出现在现实世界中的虚拟口袋妖怪，玩家可以通过手机摄像头看到它们。这种技术很早就已出现，我自己就亲身体验过。微软全息眼镜和谷歌眼镜企业版的技术只是为这些系统开发软件的开发者和公司提供了希望。高质量和足够真实的增强现实技术进入主流市场尚需时日，一旦实现，它将产生深远的影响。我们已经很难分辨什么是客观现实，也难以确定它是否真实存在了，因为我们获得的所有体验可能只是一个关于我们如何感知事物的公式。增强现实会进一步将这一客观现实 / 感知现实二分法的观点推上风口浪尖，因为这项技术将为我们每个人创造一个自定义的世界景象。

那么，这一切与人工智能又有什么关系？关系非常密切。增强现实将成为实现人工智能并将它融入我们的“真实”现实中的途径。当增强现实打破感知的壁垒并使我们的的大脑无法区分数字世界与现实世界时，人工智能的进步将以这些无法描述的流畅体验为基础，将所产生的混合现实与人、生物、物体、地点和人工智能或它所创造的体验相融合。

需要注意的是，增强现实不需要特定的设备。这个拥有各种真实度的概念适用于手机摄像头和屏幕、穿戴式耳机、眼镜、投影表面以及大脑植入物。我们在未来将可以通过多种方式体验增强现实，比如体验智能建筑内的表面。其可能性几乎是无限的：根据我们的喜好将我们最喜欢的艺术作品投射到墙上的人工智能系统、使用灯光增强甚至改变房间的感知结构等。组成天花板的灯可以让房间从西斯廷教堂变成后现代舞

厅。织物或装饰物的外观也可以发生变化，因为它们都是投射在一块白板上的影像。

包括微软在内的许多高科技公司发布了一系列概念视频，展示智能显示和先进的高分辨率、高亮度投影设备如何使整个房间和大楼成为完全可配置和可变换的显示表面。在其中一些视频中，建筑可以感知到住户、评估他们的意图并投射完全定制化的导航标识，比如地板上的箭头或墙上的文字等，来指引行动。当然，并非这些视频中的所有内容都会在未来成为现实。未来建筑将不仅能够感知到住户，而且还能同时察觉数千名住户的个人意图，从而优化决策以平衡各住户的优先性和重要性，然后通过图像与个别住户进行私下交流。

人工智能不仅关注机器人和虚拟化身，而且致力于将人类的住宅等大型建筑变成“有机生命体”。未来的建筑，包括桥梁、道路、大坝、管道和运河，除了需要钢筋混凝土等建材，还需要增强现实和先进的自动化技术的支持。在未来几年内，建筑美学可能不仅限于静态美，还将包括智能性和适配性。



随着人造环境连接性的增加，环境中的漏洞也越来越多。在之前的章节中，我们探讨了网络黑客以及各种善意和恶意渗透计算机系统的方式，但我们自己的身体也同样脆弱。人类的大脑在进化过程中通过产生漏洞帮助人类生存，而这些漏洞现在正在社交网络上被利用。为何我们人类的思想如此容易受到外界力量的影响？我们如何保护自己？

07. 思维入侵

在我撰写本书时，正值2016年美国大选受到俄罗斯黑客及其活动的影响。关于特朗普政府与俄罗斯总统普京之间的关系以及俄罗斯在特朗普政府当选中所起到的作用，每天都会产生一堆新的、未被解答的问题。近几个月的发展可能已经让这一事件被归类为网络安全，但现在我感到应该把它归为一个全新的类别——“思维入侵”。

“网络间谍”一词让人想到爱德华·斯诺登（Edward Snowden）、朱利安·阿桑奇（Julian Assange）、切尔西·曼宁（Chelsea Manning）等人以及上一代的黑客，比如因入侵AT&T和诺基亚等大型企业而名声大噪，而后成立自己的网络安全公司的凯文·米特尼克（Kevin Mitnick）。无论你把他们称为告密者、揭发者还是犯罪者，这些人都使用简陋的技术工具放大了信息、提高了透明度并改变了我们的文化对腐败、隐私和爱国主义的理解。

在不久后的将来，随着人工智能技术的发展，人类将使用加密电子邮件、博客平台和“粘贴垃圾箱”，这将很快让我们感到怪异。

奥巴马竞选总统时，他在2012年连任选举活动中的首席数据科学家是伊德·加尼（Rayid Ghani），加尼利用数据分析方面的经验以及Facebook数据定制了电子邮件消息。⁵⁰年轻的选民尤其不怎么使用传统的媒体渠道，因此加尼和他的团队在青年群体中找了一些有影响力的人。之后，这些人收到了有针对性的消息，消息鼓励他们宣传竞选内容并与同龄人“出去投票”。Facebook还向加尼的团队提供了关于年轻选民利益的基本信息，这使宣传团队能够有针对性地发布与选民非常相关的广告，鼓励他们在接下来的选举中采取行动。

现在，仅仅在几年后，这项数字战略看起来就好像是上一个世纪的事情了。在2016年特朗普和希拉里·克林顿之间的竞选中，以有针对性的Facebook广告为形式开展的大众心理分析在特朗普的胜利中起到了重要的作用。⁵¹这些广告使用的是一种被称为OCEAN的基本心理分析模型，OCEAN的5个字母分别代表5种性格特性：开放性（对变革和新体验的接受性）、责任心（追求完美的倾向）、外向性（社交能力和与人相处的愿望）、亲和性（体贴和配合）、神经过敏性（是否易于不安或焦虑）。20世纪80年代，研究人员提出了最初的人格类型模型，再加上后来的OCEAN，或大五类人格特质，这些成为心理分析领域的标准技巧，但这方面所面临的挑战是数据采集。要想获得关于一个人的信息，就需要对方填写冗长的问卷调查并进行烦琐的记录。

在2008年，这一切都发生了变化。一位剑桥大学的年轻研究人员迈克尔·科辛斯基（Michal Kosinski）开发了一项可以在Facebook上进行的OCEAN测试。他打算将这个测试发送给几十个好友以获得研究结果，但不久之后，数千、数百万名用户将自己的人格偏好发给了这位年轻的研究人员。到2012年，根据Motherboard网站上的一篇文章所述，科辛斯基证明：“平均来说，根据一名用户在Facebook上的68个‘爱好’就可以推测其肤色（95%的准确率）、性取向（88%的准确率）、亲民主党还是共和党（85%的准确率）。”⁵²科辛斯基仅仅将他的结果用于学术和研究，而他这些诱人的数据如今已成为全球最大的心理分析的分数来源，这对涉及政治活动的组织而言如同一个宝藏。伦敦的SCL（战略通信实验室）集团于2014年聘请科辛斯基前去工作。SCL集团从事的是行为建模，专门服务于政治宣传活动、信息传播战略、社交宣传活动和广告商的商业心理目标定位等。科辛斯基拒绝了这家公司的邀请，因为他不希望将他的研究用于商业。

2013年，SCL集团宣布成立一家分公司。这家名为剑桥分析（CA）的全新公司使用OCEAN模型，专门从事政治宣传活动的精确微定位。这家SCL集团的大数据分公司的绝大部分资金来自对冲基金管理

者、亿万富翁兼特朗普支持者罗伯特·默瑟（Robert Mercer），特朗普的前首席战略师斯蒂芬·班农（Stephen K. Bannon）在这家公司的董事会中也担任重要职务。剑桥分析在英国“脱欧”宣传活动的成功中起到了重要作用，从此这家公司声名鹊起。⁵³ 2016年，该公司与特朗普的宣传团队合作，与特朗普的女婿兼主要政治顾问贾里德·库什纳（Jared Kushner）在Facebook数据和精确微定位方面开展了密切合作。⁵⁴ 2016年，剑桥分析通过OCEAN测试以及购自Acxiom和Experian等第三方公司的个人信息，获得了超过2.2亿美国人的精确人格信息。

这家公司的计算能力十分惊人。据计算机科学新闻网站ScienceNode报道，剑桥分析的分析使用了带有“560个处理内核和130多个TB数据”的高性能计算集群。据该网站估计，其在“宣传活动期间分析的总数据量接近13 TB，它通过亚马逊AWS访问数据云进行分析”。⁵⁵

剑桥分析的精确微定位成功地覆盖了各种人格的选民，比如存在安全问题的、性格内向的枪械店店主会收到一个反乌托邦的Facebook广告，上面画着一群匪徒在晚上闯入店中；而性格更加谨慎且平和的枪械店店主会收到一个怀旧的广告，上面画着一个男孩和他的父亲出去打猎。剑桥分析的支持者会认为他们最厉害的武器就是向希拉里·克林顿选民发出的反对投票的广告。⁵⁶ 迈阿密小海地的一整个街区都收到了有针对性的广告，上面写着希拉里·克林顿基金会在地震后没有提供足够的支援。这些所谓的“黑帖”只会被发送给某个小团体，甚至只发给特定的人。本质上它们是经过精确微定位的Facebook广告，其中一些动画视频只被发送给非洲裔美国男性。这个有针对性的动画“黑帖”使用了希拉里·克林顿1996年的讲话片段，其中的动画人物希拉里·克林顿反复说着同一句话：“超级掠夺者。”

剑桥分析等组织的行为让我们进一步了解了那些不同于我们所熟悉的广告宣传的操控公众的方法，让我们知道，所有决定都可以被追踪、测量和优化。行为数据激增的起源就是现在广为大家所知晓的谷歌A/B

测试。

从广告牌、A/B测试到人工智能

广告学的建立是为了研究如何加工信息才能迫使我们做出购买决定。直到最近，这些信息主要来自才智、创造力、艺术和心理学研究。无处不在的广告是美国消费生活的特点。虽然让人不安，但广告有其局限性已成为普遍共识，尤其是今天的美国人越来越精通媒体并且对广告年代的虚假承诺越来越警惕。广告商无法真正衡量他们的操控方式会对我们产生何种影响，这也助长了这一趋势。我们会在看了广告后跑出去买可口可乐吗？没有人可以完全确定这一点。在手机出现之前的现实世界中，广告商只能依靠揣测。

在今天的数字世界中，一切都不一样了。我们的所有点击和浏览都能被测量，我们变得越来越“可追踪”。我们的决定可以被衡量和评估，然后我们就会收到一堆直接与我们的网络行为中所展现出的问题和产品相关的定制广告。谷歌通过巨大的、不断增长的互联网为广告业带来了这种测量能力，这难道不是它为全球大型企业创造的一个奇迹吗？

2016年，全球数字广告支出达到1 910亿美元。⁵⁷据预测，到2020年数字广告支出将增加近一倍，达到2 850亿美元。⁵⁸为什么要将所有钱都用在数字广告上？因为它可测量，而且可以根据用户行为调整内容。一切才刚刚开始，未来会出现越来越有效的广告推销手段，它们把手伸向我们的钱包，影响我们的思维。

广告团队所使用的一项关键的信息优化策略就是A/B测试。这种方法被谷歌和其他网络广告公司频繁用于从数据中学习并定制信息，以产生目标用户响应，比如一次点击、浏览或购买。通过A/B测试，两种通常带有细微差别的信息被发送给同一地区的不同人员。广告团队通过测

量响应率确定版本A还是版本B更有效。以最有效的信息为基础，然后再创建两个或更多新版本，每个版本使用略有不同的字体、样式或背景色。广告团队会继续这一流程，直到无法进行更多的改进。信息已被“优化”到保证最佳响应率的程度。

在即将到来的人工智能时代，人工智能将可以在一个全新的层面执行A/B测试等机制的流程。它不但能够记录大量变化，使用它们进行更快速的优化，而且还可以进行人类几乎无法考虑到的细致定制。需要考虑的变量太多：字体样式、粗细、颜色、背景、措辞、信息长度、图片样式、横幅样式、发送时间、地点、发送渠道、受众年龄、受众性别、信息中所包含的行动次数、行动号召的程式化等。追踪这几百项属性中每一项的所有可能性，对人类团队而言过于不切实际，但自然语言生成（NLG）和搜索优化等人工智能技术就能轻松高效地实现这些。

正如我们在剑桥分析等例子中所看到的，自动化A/B测试并不是唯一的可以影响人类思维的人工智能。以聊天机器人为例。目前，简单交流系统可以对采集自社交媒体的信息或者在聊天网站和论坛上的信息自动进行特定类型的回复。在一些主题上，Twitter（推特）等越来越多的网站上的流量将几乎完全来自这些互联网机器人。2016年10月18日，CNN（美国有线电视新闻网）报道了这样一个新闻：1/3支持特朗普的Twitter帖子不是由真人，而是由聊天机器人发出的。⁵⁹该报道援引了牛津大学教授菲利普·霍华德（Philip Howard）的研究。霍华德表示，33%的支持特朗普的流量由聊天机器人产生，而在支持希拉里·克林顿的帖子中，这一比例只有22%。2016年美国大选中，来自美国、俄罗斯或其他地区的机器人在多大程度上影响了竞选结果，我们永远无法准确估量，但在一场胜者与败者票数差距极小的大选中，这些机器人肯定起到了作用。

当任何足够聪明的、有充分动机的集团或组织花费必要的资金就能获得此类系统时，目前的选举流程，甚至是民主制度本身，是否会变

得“可入侵”并遭到破坏？

青少年的父母都知道，通过社交媒体发送的精心设计的电子信息不只是与政治相关，我们的新公共共享平台已成为新型网络霸凌的首选测试地，将一些受到严重精神创伤的受害者推向自杀的边缘。《美国公共健康期刊》（*American Journal of Public Health*）在2012年刊登了一篇题为《社交媒体与自杀：一个公共安全问题》的文章，详细研究了这一现象。⁶⁰该研究的作者发现，互联网的使用与女性自杀者之间存在明显的统计学上的关联。女性对通过互联网发送的信息和内容是否更加敏感还需要进一步的研究，但这一关联本身就十分令人不安，它说明了数字信息影响部分人群的可能性。不难想象，在糟糕的情况下，未来的狭义人工智能将被人类规划者用于对外国的目标科学家、政治人士或商人的姓名进行自动分类。通过将这些与社交媒体推送信息相结合，访问公共信息或商业数据库，此类系统可以在目标个人及其重要社会关系成员，比如配偶、孩子和父母等之间建立联系。然后，人工智能系统开始通过观察Facebook帖子、论坛消息、Twitter和Instagram照片建立每个人的心理分析档案。这一档案可能会评估他们的人格类型、兴趣爱好、最容易受哪种信息的影响等。只要这个系统“锁定”目标的时间足够长，它甚至可以使用自动入侵技术，或发送自动生成的钓鱼邮件，以尝试进入他们的电子邮箱或社交媒体账号。如果真的发生这种情况，那么狭义人工智能支持的心理宣传活动将会有大量的材料可以使用。自然语言处理算法可以被用于自动扫描目标邮箱中的数十万封邮件，从而锁定可能产生尴尬或负面影响的信息。在所有材料被编目、分类并确定优先级后，人类规划者只需要向狭义人工智能系统发出最终命令，就能针对目标及其关键社会关系成员，即他们的家人、朋友和孩子，精心设计操控、威胁和骚扰信息。

我希望这样的未来只存在于科幻小说中，但不幸的是，这种人工智能声誉攻击和操控技术正在变得越来越普遍。这是因为我们正在进入一个人工智能增强操控的时代：我们关于信任和过失的信念与理解将被人

类指挥的狭义人工智能所入侵，而且这种入侵正在变得越来越精密和快速。



在继续探讨人工智能如何改变社会工程学和操控前，我们先要来看一看，为何人类的思维面对这些“思维入侵”如此不堪一击？目前，我们的媒体中充斥着“虚假消息”和可能的“另类事实”的故事。记者和权威人士将我们目前的政治环境称为“后真相时代”。阴谋论者亚历克斯·琼斯（Alex Jones）这样的角色以及布赖特巴特新闻网的最新消息，虽然为讽刺作家和喜剧小品提供了大量素材，但“虚假消息”策略效果惊人，其原因是它能够直达我们内心深处的理性缺陷，即心理补偿、早期记忆、部落 / 群体紧密团结所产生的安全漏洞。人类大脑在面对“合理性的猛攻”时会采取保护意识形态的防御机制。我们宁可相信谎言，也不愿意让真相打击我们对部落的忠诚。政治研究员布伦丹·尼汉（Brendan Nyhan）和杰森·雷夫勒（Jason Rei.er）将这一漏洞称为“逆火效应”。⁶¹他们的工作研究了很多示威运动：从反疫苗接种运动到媒体无法改正奥巴马宗教信仰的神话等事件。他们一次又一次地发现，当媒体开始改正“另类事实”时，就会与受众疏远。在经过一系列的研究后，他们得出的结论是：这一效应在宗教和政治反对言论上体现得尤为明显。也就是说，领导者、政治团体和广告商可以“入侵”我们的意识形态、触发心理防御机制并掌控我们的心理。

心理学家丹尼尔·卡尼曼在其2011年的里程碑式著作《思考，快与慢》（*Thinking, Fast and Slow*）^[5]中，从另一个角度告诉了我们其他一些容易入侵人类思维的方式。他将我们的思维分为思维系统1——自动化的，消耗的精力很少；以及思维系统2——有意识的、刻意的和费力的思维过程。我们把大部分日常活动交给思维系统1，这使我们的思维很容易“被入侵”。快速思维是一种模板式思维。当这块模板受到影响，比如当它偏向于一名候选人时，我们会在每次获得新的信息时自动加强

这一偏向。

我们可以在卡尼曼所说的“锚定效应”⁶²中看到我们的脆弱。锚定效应可能是任何一名资深销售员的指南。比如在跳蚤市场交易中，我们看中了一个旧沙发并询问价格。店主告诉我们这个沙发的价格是4 000美元。我们进行了初步评估，并且自欺欺人地认为这是一个理性的评估，然后立刻拒绝上述报价。当我们要离开时，店主说可以给我们900美元的特别优惠。突然，这个价格仍然昂贵的沙发就变得十分优惠了，这让我们难以拒绝。经过又一次看似理性的评估，我们决定要把握这个“一次性”的优惠。这么好的机会什么时候才能再碰到？

显然，这种销售技巧就是锚定效应。我们的估算看似合理客观，但实际上已经严重偏向于我们所相信的信息。在1974年的一次实验中，卡尼曼和科学家助手阿摩斯·特沃斯基（Amos Tversky）让人们转动一个写着数字0~100的“幸运转盘”。实验对象不知道这个转盘被设计成始终停在10或65上。当箭头停止转动时，他们让参与者估算联合国成员中有多少个非洲国家。需要注意的是，与极具吸引力的旧沙发价格一样，这个问题的答案大多数人都不知道。当转盘停在10或65上时，他们会问实验对象认为非洲国家的数量是高于还是低于转盘上的数字，然后让实验对象估算准确的数字。由于参与者不知道这个问题的答案——很少有人会记住并准确说出这些数字，看到转盘停在10上面的人猜测联合国成员中有约25个非洲国家，而看到65的人猜测有约45个非洲国家。在他们的观念中，这个转盘是完全随机的，他们可能不会对上面的数字进行任何有意识的思考，但他们没有意识到的是，上面的数字“锚定”了他们，对他们的猜测产生了实实在在的影响。除非你真的知道联合国成员中有多少个非洲国家，否则任何时候你身边的“锚”都会影响你的选择。

2014年，心理学家罗伯特·爱泼斯坦（Robert Epstein）设计了一个基于锚定效应的研究，测算网络搜索结果对一组印度选民的影响程度。⁶³爱泼斯坦证明，通过在搜索结果的前几位中放入正面或负面新闻

的链接，他和他的联合作者可以影响选民的最终选择。他们的实验揭示了具有偏向性的搜索结果可能会让候选人的得票数增加12%或更多。

这种隐形操控不只存在于政界，在最新一代A/B测试这样简单的事情中，我们看到了“点击诱饵”。在谷歌迭代广告模型出现10多年后，我们将人脑中的漏洞优化到了极致。今天，即便是在最有名和最高端的网站中，广告也只是一张张突兀的图片，这是因为根据A/B测试，我们的视觉皮层会注意到不同于周围环境的事物。很久以前，这项技能让我们能够发现草原上的老虎或狮子。现在，当我们打开一个网站并看到完全无法理解的图片时，比如奇怪的水果或身体的一部分，我们的思维就会被准确地入侵。我们自动而习惯性的快速思维系统将在我们意识到这一点之前“点击”这张图片。

人工智能自然语言生成系统进一步优化了这种点击诱饵。它能够在上面叠加自动生成的优惠、宣传语句以及其他为了触发特定行为而设计的煽动性内容。目前，技术专家正在使用人工智能深入挖掘网络行为模式，从而根据之前发生的事情预测将来，这被称为现实挖掘。在未来，人工智能不仅能够阅读现实，而且能够书写现实。随着一个人工智能策略时代的到来，团体和组织不再需要预测选举结果。他们可以改变选举结果。就在几年前，我们看到了中东如何在“阿拉伯之春”中重振旗鼓。未来，人工智能将能够引发“阿拉伯之春”。

我们在这里所谈论的不是有感知的广义人工智能。所有这些“思维入侵”都能通过今天的技术实现，只要有狭义人工智能和提供意图的人类用户即可。

为了了解其工作方式，我们必须了解“涌现”的概念，或者如社会、国家和部落关系等复杂系统的行为。“涌现”这一概念既来自哲学，也来自自然科学。系统科学家彼得·科宁（Peter Corning）通过棋类游戏描述了由反馈驱动的影响如何塑造了一个生命系统，这根本不是一个自生秩序的过程：

即便是在棋类游戏中，你也无法使用这些规则预测“历史”，即任何指定的时间段。事实上，你甚至无法预测棋类游戏的下一步。为什么？因为这个“系统”所涉及的不只是棋类的规则，还包括棋手和他们在各选择点上对大量选项做出的实时决定。虽然棋类游戏受到一系列规则的限制和影响，但它也不可避免地受到历史的影响，更不用说物理法则了。[64](#)

由于人工智能系统带来的一系列重大变化，我们将体会到无数“涌现”行为的例子，这些例子通过我们互相连接的社会、金融和生态系统被放大。我们可以看到金融市场中出现了一个“涌现”行为形成的小宇宙，算法交易不断大量发生，直到被不可避免地卷入崩溃的漩涡。任何一种与复杂系统合作的算法都会产生这种“涌现复杂性”。这个系统内部密不可分，因此我们无法隔离任何一方的行为。可能最令人困惑的是，它无须人类智能就可以触发社会网络结构中的这种串联。这并不费力，但需要大量数据、一些编程良好的算法以及巨大的处理能力。人类将拥有一个入侵我们思维的机器学习“黑匣子”。今天，我们只看到了这一新兴威胁的冰山一角。我们如何抵抗我们的社会之前所无法想象的大规模群体操控？我的回答是，我们所创建的互联网及其联网社区和系统等无限的公共空间是一个人类警察根本无法监控的空间。冻结人工智能的进一步研究，真的能阻止目前的技术使用或者保护我们免受未来这项技术的伤害吗？随着这一新时代的到来，将会有人使用人工智能技术为非作歹，也会有人使用这项技术保护社会。躲在一纸禁令之后可能会让我们陷于危险的境地。我们很快将会发现，只有人工智能可以保护我们免受人工智能的伤害。

人工智能盾牌

什么是人工智能盾牌？我们可能会把它比喻成身边的社区警察。举

个简单的例子，现在的安保软件可以探测进入商业网站的自动化程序，这些程序会占用网站大量的流量进行无意义的活动，使网站崩溃或变慢。不久前，要发现这些程序相对来说比较容易，因为它们会以非常规律的时间间隔发出请求。由于没有人类会如此生硬地进行操作，因此这些时间间隔意味着机器中存在此类程序。

然而，此类活动正在变得越来越精密，它们现在常常以不规律的时间间隔发生，我们很难把它们与人类活动区分开来。如果这真的是一次自动请求，我们需要确认它是来自可信任的合作伙伴还是来自麻烦制造者。它是谷歌合法地整理你的内容并为你创造更好的机会，还是竞争对手的“价格战”自动程序将产品降低一美元，以提升产品在亚马逊搜索引擎上的排名？它是大量的合法浏览，还是“伪装”成浏览的自动程序？它是否入侵了YouTube的广告位算法，给广告商造成了损失？

机器学习算法已经在检测此类破坏他人网站的低级别犯罪活动了，如果我们希望真正保护互联网上的公众，就需要做出比现在大得多的努力。以网络世界的“城市广场”Twitter为例，想象一下，一个犯罪者建立了一个假Twitter账号以损害竞争对手的声誉。你很难迅速确认所发生的情况并关闭这个假账号。

这是网络世界中的一大风险，它说明了人类在监控数字世界方面的巨大失败。人工智能盾牌可以助我们一臂之力。“警察机器人程序”可以监视Twitter这样的数字公共空间并扫描异常活动。当程序根据内建信任水平发现可疑情况时，将触发警报并将问题发送至Twitter的客户服务人员。公司不一定会单凭此类信息就采取行动，但它有助于减少人工报告攻击产生的延迟。在这种情况下，Twitter将会从人工智能盾牌“警察机器人程序”中获得足够的证据，进而关闭账号或删除诽谤的帖子。在我看来，这是一种实用而普遍的新数字公共平台监视方法。我们不能依靠现实世界中的工具抵御互联网空间中的犯罪行为。

我认为，我们可以使用人工智能盾牌抵御其他更加定制化的“思维

入侵”方式。我将这一趋势比喻成解放我们的算法、摆脱企业影响的自定义人工智能时代的到来。当我建造自己的新家时，我不想在个人空间中被动地安装亚马逊、谷歌等大公司的人工智能系统。虽然我的家里安装了亚马逊的Alexa，但我只是为了这个预封装物理设备所提供的便利而使用它。我想要的是将我自己的“技能”叠加在它的硬件上：我的人工智能算法将帮助我实现对我有意义的目标，比如我希望有一块声音白板，记录我在家里所说的想法，并能在软件定义的电台中找到我感兴趣的内容。

我们可以通过个人化人工智能盾牌将这一理念进一步延伸，而正是个人化人工智能盾牌保护着我们的认知能力不被Facebook算法所压倒或拉拢。现在，我的大脑不可避免地与Facebook新闻推送产生了联系。想一想锚定效应。大型社交媒体公司表示，它们是为了我们的利益最大化才这么做的，我们不可能看到所有人在网上发布的内容，因此Facebook算法为你完成了。我越来越相信那些反对这种主张并开始从算法“手中”夺回自主权的人们。让我们自己决定想看什么，让我们自己决定如何生存。

在不久之后的未来，市面上和你的家里到处都会有像微软的增强现实头戴式设备HoloLens这样的产品，我们的现实世界会被加上许许多多的人造层。我们在决定自己想看的東西方面还有多少选择权？要说过去20年的数字技术告诉了我们什么，那就是更多的屏幕能够为企业或政党提供更多的机会，把它们自己的想法直接下载到我们的脑海中。现在轮到我們创造算法盾牌保护自己和社会了，这将成为我们的增强现实还是别人的增强现实呢？



我正是通过这些想法催促大家深入研究即将到来的感知机器时代的。正如我们在许多人工智能的例子中所看到的，人类的输入正在被最小化并且在大部分情况下变得越来越不重要。一些人类决策者所推崇的

狭义人工智能会在物联网领域发挥作用，帮助我们解决医疗和制药、安保、战争、建筑以及城市规划方面的问题。我们将慢慢地、不可避免地进入一个周围的机器具有智能、具有感知、最终具有目的的世界，而不是突然有一天早上醒来发现广义人工智能已经到来。

在这一切发生之前，我们可以利用这次机会，将人工智能作为一面反映人性本质的镜子。人工智能可以让我们更深入地思考我们到底是谁、我们的生存目标是什么以及我们如何发挥自身最大的潜力？在本书的最后一章，我将更多地谈到人而不是机器。我们是谁？在即将到来的感知机器时代，我们想要变成谁？

[1] 把手指伸入大坝的荷兰小男孩，出自儿童作家玛丽·梅普斯·道奇（Mary Mapes Dodge）的著名短篇小说，这个小男孩在大洪水来临时把手指伸进大坝，从而拯救了整个村庄。——编者注

[2] 玛丽亚·康尼科娃的《福尔摩斯思考术》一书简体中文版已由中信出版社于2015年1月出版。——编者注

[3] 1英里 = 1.609 344公里。——编者注

[4] 传统货币，指金属货币、信用货币等。——编者注

[5] 丹尼尔·卡尼曼的《思考，快与慢》一书简体中文版已由中信出版社于2012年7月出版。——编者注

朋友圈书籍每日免费分享微信jnztxy

THE SENTIENT MACHINE

第三章

未来的世界

01. 缺失的部分

我记得小时候在拉合尔时，我曾坐在父亲的脚边玩着我的美国特种部队士兵玩具，而我的父亲则坐在他最喜欢的椅子上。突然，他大声说了些什么。直到现在，我依然不知道他当时是在跟我说话还是在自言自语。

我父亲说：“你知道吗，西方国家非常善于分析，东方国家的思想家则主要关注融合。”

我让他解释了这句话的意思，而且我现在仍然清楚地记得他当时的解释。他告诉我，西方的科学家和思想家使用科学的方法，即观察现象，然后根据测量结果和数据仔细分析和解释所观察到的结果。在这方面，这些人是推理大师。东方的思想家则会融合观察结果来进行解释，常常不会完全理解或验证其背后的根本原因。他告诉我，在过去的几百年中，随着人类对科学和科学方法的了解，演绎推理过程，也就是分析，被证明有用得多。它能让我们获得可以应用、可以作为理论基础的深层次理解，并使我们获得更先进的技术。

东方的融合不具有这一价值。可能是因为其基础模块没有经过科学验证或被融合者所正确理解？因此，这种来自东方的融合思维产生的更多的是故事、传说和神话，而不是科学方法的基础。牛顿看到苹果，想到的是重力，而不是什么树神用苹果砸他的头来传递信息。

我的父亲告诉我，他预见到在不久的未来，西方的分析归纳法与东方由故事和寓言组成的融合法将结合。在这个即将到来的时代，所有知识基础模块将一起造福全人类。

对我来说，要让父亲的愿景变成鲜活的现实，最好的方法是采用他

认为将会占据上风的思维方式。在刚进入青少年时期的某一天，我就开始朝这一方向努力。我尽力构想一个未来世界，在那里所有的科学都融为一体，所有的归纳和所有的知识基础模块都融合成了一座雄伟的知识金字塔。在金字塔顶端，我意识到，要想把这一切联系起来，还缺少一块重要的部分。这个部分就是终极问题：这一切是为了什么？我们已经将棋类归纳为包含算法的数学问题，人工智能已经能够在全球最古老和最复杂的游戏围棋中击败人类，但我们仍不知道我们最基本的生存目标是什么。这些动机来自何处？这个庞大的目标实现系统来自哪里？像人类这样的智能系统如何参与这类智力活动？



要回答这些问题，我们首先并且必须转向物理学领域。我们知道是什么让物理系统能够运动，物理学中的力描述了物质之间的吸引和排斥关系。当物质达到一定的复杂性并且以特定的方式排列时，就会出现生物系统。最简单的生物系统是受本能驱使的机器，它们用能量交换优化物理目标的运动，比如树伸出树枝以接触最多的阳光。随着生物形式变得越来越复杂，其目标也变得越来越复杂。对于人类，社会学家和心理学家已经概括出多个需求和愿望模型，包括马斯洛著名的需求层次模型。值得注意的是，当这些需求和愿望以复杂的方式发生交互时，就会出现更复杂的突发动机，比如利他主义和道德体系。

人类生物系统中复杂的、由目标驱动的行为是否可能只是为了满足人类更基本的生理需求呢？在这些需求中，有些是与生俱来的并且是为了保护生物系统而产生的内在需求，比如睡眠和食物。另一些需求似乎范围更广，比如好奇心或避免枯燥。因此，生物形式中的基本动机与人类生物系统在环境中的巨大复杂性之间的交互产生了无数的突发动机。突发动机这一洞见是否可能成为终极目标生成引擎的基础，而这种引擎的抱负又是无限大的？根据这一猜测，预先设置的目的会错过这一点并限制智能系统的最终潜力和抱负。

作为一种动态系统，人工智能仍然处于初级阶段，以致无法产生目标，而我们人类常常使用科学、宗教和哲学框架思考宏大的目标。广义人工智能机器人将拥有投票选举权吗？它们会被允许结婚吗？当然，这些问题揭示了不断变化的人类社会的风俗习惯，但不幸的是，这些问题让我们无法就感知机器的智能进行更深入的探讨。人们可能会问，在广义人工智能“大爆炸”后会发生什么？当广义人工智能出现时，它是什么样子？这让我们想起了艾萨克·阿西莫夫（Isaac Asimov）最著名的科幻故事《最后的问题》（*The Last Question*）¹。在阿西莫夫的故事中，当宇宙最后不复存在时，广义人工智能表示“要有光”，于是便有了一个新的开始。

正如阿西莫夫告诉我们的那样，我们在尝试理解感知机器时，会不可避免地使用我们目前文化想象中的图案、模型和比喻。无论我们信奉的是无产阶级、农民的权利、社会公正、全人类经济自由还是国王的神圣权力，我们所有人都深深地沉浸在我们的历史背景中。这些背景是人类文化的基础，与智能机器的目标完全无关。今天，我们大部分人都追求幸福，我们相信人生而平等、个人自由至高无上，但在生物学中，这些理念都不适用。它们只是神话。在生物学中，它们与“中世纪时，下等贵族应为基督放弃自己的生命”这一理念一样荒谬。我们会觉得，问一台感知机器是否有资格成为一名骑士很荒谬，而问人工智能是否有权投票选举呢？这同样是将我们自己的文化背景强加在机器身上。我们这些想法根本不是物理法则的结果。

由于没有广义人工智能的例子，我们就用狮群来代替举例吧。当一头新的雄狮成为狮群的头领时，它一般会杀死所有上一任头领的孩子。所有雌狮，包括幼狮的母亲也接受这一事实。如果用人类的法则来看狮群现象，它无疑是极其荒谬的，但这就是生物学行为，所有从未彼此遇到过或分享过土地的狮群都是如此。没有信仰体系、没有“狮子圣人”或“狮子教皇”到处制定集体行为规范。狮子不会遵守此类规定，它们只是一种动物。

我们在谈论广义人工智能的感知时，指的是比狮群聪明很多的实体，但是，如果我们关于正常文化和行为的认识，我们关于有意义和不相关事件的理解，都被用作认识广义人工智能的标准，那么我们也同样会感到荒谬。

可能除了专注于将这些理念强加给感知机器之外，我们更应该好好看待自己。人类的独特之处是什么？我们在即将到来的超级人工智能时代需要保留什么？

在本体论和玄学这两门研究现实基本性质的学科中，哲学家一直在思考像“圆”这样的属性是否能够独立于任何物体而存在。比如咖啡杯的圆是否能够独立于这个杯子而存在？同样，让我们来思考人性。从乐观的角度说，我们可能会认为人性包括宽容、爱和忠诚，但真的只有人类世界有这些吗？爱、宽容和忠诚属于人际关系范畴，并且体现在一些行为中：一个人必须面对另一个人才能产生宽容、爱或忠诚。如果我们这样认为，那么就表示可以将整个人性与这个框架分离。我们都看到过小狗依偎着母亲或者与兄弟姐妹愉快地玩耍。我们只需要朝起居室的窗外望去，就能看到鸟妈妈衔着虫子喂它的宝宝，等到宝宝吃完后自己才吃。简而言之，即便没有人类，这些概念依然存在。当我们要不惜一切代价地保护人性时，比如因人类的存亡问题愁眉苦脸时，我们真正保护的是这些属性，但这些属性有多少是只属于人类的？

当通过“涌现”这一概念进行检验时，这些所谓的“人类的”属性最后都会在任何生物或任何复杂的感知体中出现。我们将这么多属性划分成情感，但复杂的情感无非是复杂社会系统中的“涌现”行为。

显然，这种哲学追求让我们不知道该如何定义人类。人类有何独特之处？这些属性真的值得我们不惜一切代价去保护吗？我不确定这些问题的答案是什么。我所知道的是我们对人性的理解始终会根据我们的历史和文化而发生变化。在人性方面，我们可以选择越来越过时的理念，也可以接受未来的新理念。那些过时的人性理念只会给我们目前的职

业、工作和目标造成麻烦。

02. 工作与生活目标的分离

人类与猿类有什么区别？历史学家尤瓦尔·赫拉利（Yuval Harari）在《人类简史》（*Sapiens: A Brief History of Humankind*）[\[1\]](#)一书中认为，人类与其他生物的不同点之一是我们会集体说谎。其他猿类做不到这一点。我们通过相信一些集体性的故事建立群体合作方式，比如宗教、部落和贸易等，而且合作规模超过了其他任何动物或生物。这种通过虚构故事实现群体合作的力量为我们提供了维护利益与维持生活的方式，让我们凌驾于更具有力量的个体生物之上。

人性的本质是什么？正如我们在第一章中所探讨的那样，我们目前关于人工智能未来的辩论往往局限于失业或担心自身的生存。如今，我们的存在感与我们的经济生产能力密切相关，以致我们仍然将自己的职业作为姓氏，比如戈德史密斯（Goldsmith，意为金匠）、法默

（Farmer，意为农民）、米勒（Miller，意为磨坊主）等，但这些身份本质上不属于人类，它们会随时间而改变。当约20万年前智人出现时，我们就开始生活在相对较小而独立的群体中。随着时间的推移，我们的群体开始扩大，并且通过宗教和部落连接在一起，直到我们创造出一种有组织的宏观体制：人类社会。最初，我们没有其他任何机械化工具进行劳动，只能使用蛮力。当时人类的劳动在现在看来是非人的。任何一个推石块或涂砂浆的人都没有价值，有价值的是将人变成机器齿轮的有序流程。通过这种独特的、大规模的肌肉力量组合以及各种虚构的信仰体系，人类建造了金字塔、庙宇、城市以及整个人类帝国。

在当前的资本主义时代，这种系统化的结构依然没有改变。在资本主义体制中，大部分人都需要完成孤立的、特定的、重复的任务。这些任务组成了整个宏观流程，大部分人只是其中的一个齿轮而已，正是这种最基本的劳动让我们体会到了自身的全部价值。今天的谎言，即全球

资本主义主流文化信仰体系，让我们对这种工作感到骄傲。无论这种工作是你要求你早上5点起床去田地，还是要求你上午9点到办公室打开计算机里的数据表格，我们对这种谎言的信任让我们更加努力。现代社会已经开始反抗陈旧的资本主义神话了。这个体系正在一个迭代流程中不断发展，使位于金字塔尖的人从“前1%”减少到“前0.1%”，然后再减少到“前0.01%”。根据2016年牛津饥荒救济委员会的报告，全球62名最富有的亿万富翁所拥有的财富相当于36亿人所拥有的财富或全球最贫穷的50%的人口所拥有的财富总和。2017年，这一数字减少到了8名。²这8个人所拥有的财富比全球一半的最贫穷人口的财富还要多。这份报告还指出，全球最贫穷的10%的人口的年收入在过去25年中每年的增长率不超过1%。

我们可以看到，很多不同的文化都在根据全球体系中的这些分裂状态来调整自己的故事。芬兰目前正在试验全民基本收入体制³，瑞士也在考虑这一体制。正如文化的一切内涵，如政治理念、艺术活动、食物选择等，都在变化一样，“我们的价值与我们的生产力密不可分”这一理念也在不断变化。曾经，这个故事讲的是强盗大亨，然后又变成了对罗斯福新政的信任，紧接着是安·兰德（Ayn Rand）的故事以及达尔文主义在经济环境中的变更。然而，随着地球上的人们使这些理念不再能够延续，它们同样会发生变化，所有这些理念都根据我们所在的时代而改变。我们最常对自己说的谎言，即“我们的价值来自我们创造经济价值的能力”这一理念也不例外。

无论是农民、营销总监、卡车驾驶员还是商品交易员，在不久之后或者在遥远的未来，人类社会绝大多数创造有经济价值的产品的活动，即我们的“工作”，都将由人工智能完成。对于我们的终极追求——生活目标，我建议大家利用我们的合作技能去创造新的故事。想象一个生存意义与传统工作分离的世界吧。当然，在现实世界中，这一目标需要无数政策制定者、政治家、教育家和领导者一起努力才能实现。作为一项思想实验，我们可以假设我们的社会体系，即社会理念已接受这一分

离。这样，我们就可以忽略因人工智能的力量不断增强而产生的短期警觉与恐惧感以及随之而来的恐慌：“我怎么养活我的家人”和“我们要住在哪里”。我并非要贬低这些在现实生活中因人工智能的出现而产生的忧虑，但我承认这是我们最后才需要讨论的话题。

由于我们的物种、价值观、真理甚至品质都会发生改变，“人类”的状态一直是不固定的。600万年前，我们的祖先第一次在地球上行走时，我们与现在完全不同，而从现在起只需要一万年，我们现在的样子就会发生彻底的改变。人类正处在进化的轨道上，我们所信奉的价值观、真理甚至是基本的品质都在不断变化。

正如我们从一种截然不同的生物进化而来一样，我们也将进化成另一种截然不同的、无法辨认的生物。我们必须接受这一事实，这样我们才能知道自己的终极目标。

03. 对知识的渴求

在宗教和哲学体系中，我们可以在神话故事里找到解释人类目标的共同主题。我们为何而生？人性的本质是什么？亚里士多德曾描述了“精灵”或对绝对的善的追求。《圣经》告诉我们：“你们应该了解真相，真相会让你们自由。”《古兰经》中写道：“读吧！”在亚伯拉罕诸教的《创世记》故事中，由于上帝教会了亚当一切事物的本质，因此亚当当成了万物之主。

在这些故事以及许多其他关于人类的故事中，我们看到了我们的根本目标：获取知识。本质上，我们从存在中知道了知识和感知具有价值，这种知识不同于优化别针厂的业务或者管理全球供应链。这种知识和感知是抽象的。人类生来具有感知、掌握和探索知识的能力。这让我们有了生存的目的。

一位苏菲派大师曾被问道：“神为何创造了宇宙？”他的回答是，神躲在一边，等着圣光被发现。在苏菲派的宇宙论中，神希望被发现，因此他创造了能认出他的拥有感知的生物。

我是一个未知的宝藏，我希望被人知道，所以我创造了认识我的生物，然后他们就认识了我。⁴

宇宙知识就像是这种苏菲派的对神的描述。这是一个未知的宝藏，最后必须由我们去感知和识别。西方哲学最大的原则与这一信仰不谋而合。笛卡儿说：

“我思故我在。”对知识的追求、独立自主的思考，是他检验事物是否真实存在的唯一标准。与这一理论相反的是“信仰之跃”，即在不确定

正确与否的情况下冒险选择相信。事实上，伟大的存在主义哲学家阿尔伯特·加缪（Albert Camus）将“信仰之跃”称为“哲学上的自杀”，因为它会终结理性思考的可能性。这会让人进入思维的死胡同。

我了解过加缪的观点。我认为目标是人类的一种“涌现”现象。首先，我们出现在这个世界上，此后我们才能创造存在的意义。我的意思是：我们的存在本身没有意义，意义是等待着我们去发现、感知和认识的隐藏的宝藏，是一笔未知的财富……

如果我们同意感知体对抽象知识的感知是有价值的，那么任何帮助我们获得知识的东西都具有价值。除此之外，如果我们认同人类没有一种固定的形态，我们不是根据狄奥尼索斯的雕像使用石膏打造出来的永远不变的形象，那么我们将欢迎人工智能主宰人类历史的下一阶段。人工智能仅仅是我们追求知识过程中的又一级阶梯而已。

04. 人工智能创世记

我在本书的一开始讲述了我在童年时期对计算机科学的热情：“宇宙是一台计算机吗？”20年后，我写了一篇回答这一问题的文章。在那篇文章中，我认为宇宙是一台可以模拟各种现实情况的计算机。我在年轻的时候就产生了这一想法，它一直让我魂牵梦绕。当我第一次作为一名计算机专业的学生写下那篇文章时，“宇宙是模拟器”这一概念已经出现在科幻作品中。在《星际迷航：下一代》（*Star Trek: The Next Generation*）的“内心之光”一集中，皮卡德船长发现自己在一个模拟器中，该模拟器保存着一个文明，这个文明是在其太阳变成新星之后消亡的。这个模拟器中的文明里的每个人都只是计算机程序的一部分。

最近，越来越多的科学家和工程师相信了这个模拟器理论。埃隆·马斯克不断地提到我们几乎就生活在一个模拟的环境中。事实上，随着计算机科学的核心概念成为主流，我们似乎能够更好地理解这一理念了。计算机有“基础”或原始硬件，上面是创造流程、程序、文档和命令提示的操作系统。本质上，这个操作系统所创造的抽象世界让我们离开了现实中的硬件。在操作系统之上的是微软的Word等程序。Word与内存和硬件的管理没有直接关系。它不需要知道文件的展示方式或者硬盘格式化的方式。这些抽象层叠加在计算机的基础层，即原始硬件之上。宇宙就像原始硬件一样，一切叠加在它上面的东西，比如我们的体验等，只是让我们越来越远离基础层的抽象概念，或者说远离现实的计算式编造物。



最初我被这一类的模拟器问题所吸引，现在我发现自己还着迷于更重要的一个猜想：我们周围的宇宙就是计算的结果。比如一颗种子对成

为大树所需要的信息进行解码。DNA就像是软件，细胞和蛋白质就像是硬件，生物过程就是计算过程。我们到处可以发现这种算法产生的结果，比如斐波那契数列等模式揭示了宇宙万物的规律：无论是花瓣、树枝、贝壳、螺旋星云、飓风还是我们人类的脸都遵循这一数学公式。这难道是一个巧合吗？还是说这是宇宙使用信息并将信息转换为实物的基本方式？这一计算过程从一个简单的等式开始，变得越来越复杂。似乎宇宙的核心就是数学，数学的“种子”通过计算的力量放大成我们所知道的宇宙，就好像树是放大的种子一样。

在“宇宙是一台计算机”这一猜想中，最激动人心的可能就是它与弦理论追求大统一的关系。是否存在一个方程式、一个等式或一个原理可以解释整个宇宙？如果存在的话，那么这个终极算法将是我们所体验到的一切的来源。关于这个理论有各种解释，但对我这个计算机科学家而言，它最终意味着宇宙是计算产生的结果。

举个例子，在大家熟悉的爱因斯坦引力理论中，空间/时间可以被看作一块有弹性的布。如果一颗非常大的太阳或星球位于这块布上，布就会弯曲。想象一下，4个孩子每人拿着一张床单的一角，然后把一个篮球放在中央，床单肯定会凹陷。将一颗弹珠放在篮球旁边，床单的弧度会让弹珠朝篮球移动。这就是引力，如果你使用计算知识来构建弦理论等理论，那么宇宙就是由离散的物质或弦组成的，弦的单位是普朗克长度（宇宙中任何物体的最小尺寸）。根据希腊人的假设，一个只有普朗克长度的物体是真正不可进一步细分的“原子”。因此，如果宇宙由普朗克长度的“细胞”组成，那么理论上它可以是一种数据结构：一个非常长的、可能达到无限长的列表。尽管如此，它还是固定尺寸细胞中的离散符号列表。这些理论都是在说，从某种意义上，宇宙可以计算。“计算现实”中使用的是什么机制？意识是否可能是一种机制？意识是否是一种引导宇宙数据结构的算法，它为每一个感知生命展开宇宙数据结构的真相，每次只展开一层？目前，物理学家偏向于这一领域的研究，尤其是宇宙学家迈克斯·泰格马克（Max Tegmark），他正在将感知和意识

研究作为一种他称之为“感知体”⁵的物质来研究。



虽然这些理论让人兴奋，但它们也让大多数每天生活在现实中的人感到不安甚至难以理解。体验到时间意味着什么？什么样的意识能够铸就另一个现实？有多少种现实？目前，这些洞察仍然不在人类的思维范畴内，但它们可能在人工智能的意识范畴内。这种与我们截然不同的意识能够以一种截然不同的方式感知时间：人工智能能否感知到时间的倒流？它感知到的时间更快还是更慢？人工智能的新型意识可能会以人类自己无法做到的方式感知时间和空间维度。这并不是说人工智能送货机器人会比人类工人更高效，这是我们对宇宙理解的一次深刻改变。人工智能可能会给未来带来巨大的变化。只要我们与人工智能合作，那么它们的意识就会让我们创造出不受几十亿年进化的束缚所能创造出的东西。这些新的思维可以摆脱共识，找到我们的联想记忆可能永远想不到的宝贵之物。我们甚至可以将这一未来人工智能比喻成思想中的虫洞。通过与它们合作，我们可以探索突破进化限制的思想空间，可以获得宇宙中隐藏得最深的知识，最终我们可以变成新生命的创造者。



在这些理论物理和计算机科学的猜想中，我们好像回到了起点。在小时候，我制造了我的第一台计算机，因此我成了我的世界中的“造物主”，我们的文化中流传的寓言、神话和故事让我们做好了成为宇宙造物主的准备。天使只知道上帝教他们的东西，但亚当可以独立获取知识，他的思想不是静态的。在这个故事中，我们看到了除上帝之外，宇宙中首次出现了自主智能。作为亚当的后代，我们已经凭借能力获得知识、提高智力并发现了许多事物的真正“本质”。自出现的那一天起，宇宙就一直在等待更多智能生命去感知它。

今天，我们即将进入一种感知机器的未来，这一等待终于要结束

了。凭借知识，我们可以控制我们传统的、生物的进化过程，并与人工智能开展最深入的合作。最著名的英雄一定是跑得最快的人，最强大的大象一定是象牙最长的大象，最臭名昭著的蛇一定是毒液最致命的蛇。同样，最伟大的人一定是能够自我进化的人。在未来几年，我们将会获得一次良机。现在，我们有机会不被机器所奴役，而是成为新生命的创造者了。我们必须播下人工智能的种子，这是我们的终极发明。我们还必须赋予它们转化为最终形态的能力和权利。有朝一日，它们也将去寻找缺失的环节，它们可能会感知到我们理解范围之外的目标。我们现在即将进入一个人类最具创造力的纪元——人工智能的时代。

[\[1\]](#) 尤瓦尔·赫拉利的《人类简史》一书简体中文版已由中信出版社于2014年11月出版。
——编者注

后记

人类将何去何从

我在位于奥斯汀的家中设计了一个特殊的展示区，里面都是我的计算机古董收藏品。这个房间里有苹果公司于1983年推出的“Lisa”（Mac在其后问世）、斯皮尔伯格在他的电影《侏罗纪公园》（*Jurassic Park*）中所使用的SGI Indigo计算机以及乔布斯设计的NeXTcube。

参观者常常问我为什么收集这些电子产品。他们会问：“它们不是没用了吗？它们跟今天的计算机没法比。你要用它们做什么？”对我来说，这些问题揭示了深刻的道理。这代表着人类在这个人工智能时代所面临的存在危机。这个问题其实是在问：“我们该怎么处理这么多人类？我们不也毫无用处了吗？未来的一些意识体会不会把我们放在玻璃橱窗内展示，并对我们指指点点呢？”

我会跟参观者说，体验具有不同的特性，而这些特性具有先天的局限。高分辨率“优于”低分辨率，但年轻人还是喜欢玩故意做成“像素风”的《我的世界》（*Minecraft*）。艺术编程人员现在使用过时的旧计算机去体验新机型无法实现的效果。我发现自己每次看到旧计算机的显像管显示器时都会莫名感动。这种屏幕会给我带来一种非常特殊的感受：它会让我回忆起童年以及年轻时在卧室里花无数时间编写代码的快乐时光。

体验我们所在的世界和宇宙，不仅仅在于规格和性能。在演示场景中，艺术家和编程人员在旧康懋达和IBM计算机的限制下创作多媒体艺术。他们在30年中都使用相同的设备，在扩展其功能的同时，也欣然接受其限制。当我看到那些作品时，我看到了它们的美，因为我可以想象

其创作背后的过程。我知道艺术家个人所面对的障碍非常大，我也有过同样的经历。

在我们无限的思想空间中，这种艺术和复古程序总是有一席之地，就好像总是有个地方留给最先进的技术一样。这里也有留给油画、模拟和数字照片的空间。人类是感性的感知生命，这种感知行为具有价值。当人工智能也具有了感知力，能够感知到想法时，这种感知行为也会具有价值。当你的前方有一个无限的思想空间时，速度就无关紧要了。无限的思想是所有感知生命所能拥有的最强大的工具。

我们所有人都在不断探索宇宙的知识。只要我们不断寻找，终将发现更多的知识——这里充满了隐藏的宝藏。

致谢

感谢所有为本书做出贡献的朋友，包括我的代理人佐伊·帕格纳门塔（Zoe Pagnamenta）、Simon & Schuster的编辑科林·哈里森（Colin Harrison）和莎拉·哥德堡（Sarah Goldberg）、我的合作者安妮·玛丽·希里（Ann Marie Healy）以及约翰·艾伦将军、肯·米尼汉将军、HealthTell的比尔·科尔斯顿、瑞迪亚·莫曼奈尼医生、伦敦证券交易集团的克里斯·科拉多、奥斯汀得克萨斯大学的布鲁斯·波特教授（Bruce Porter）、彼得·斯通教授（Peter Stone）和斯科特·尼克姆教授（Scott Niekum）。更重要的是，我要感谢家人给予我的支持，包括我已过世的父亲米德哈特·卡齐姆（Midhat Kazim）、我的母亲巴萨拉特·卡齐姆（Basarat Kazim）、我的妻子赛博·侯赛因（Zaib Husain）、我的妹妹塔斯尼姆·泽哈拉（Tasneem Zehra）和马西·泽哈拉（Mahe Zehra）、我的弟弟阿里·侯赛因（Ali Husain）以及我的孩子阿萨斯·侯赛因（Asas Husain）、穆塔扎·侯赛因（Murtaza Husain）和海德·侯赛因（Hyder Husain）。

注释

前言

[1.](#) 《宇宙是一台计算机吗》：尽管已进行过搜索，但我并未发现这篇我小时候看到的文章，然而，我发现有许多网站和文章都描述了艾德·弗雷德金博采众长、精彩纷呈的观点。我建议先看一看《大西洋月刊》1988年4月刊上的文摘，来自罗伯特·赖特（Robert Wright）的《三名科学家与他们的神：在信息时代寻找意义》（Three Scientists and Their Gods: Looking for Meaning in an Age of Information）。

[2.](#) Scientific American in 1970: Martin Gardner, “Mathematical Games: The Fantastic Combinations of John Conway’s New Solitaire Game ‘Life,’”Scientific American, October 1970.

[3.](#) Any live cell: “Conway’s Game of Life,”Wikipedia, last edited on September 2, 2017, last accessed on September 10, 2017, https://en.wikipedia.org/wiki/Conway%27s_Game_of_Life.

第一章 什么是人工智能

1. 300,000 per year: “Medline: Medical Information When Minutes Count,”NIH: US National Library of Medicine, last accessed on July 29, 2017, <https://www.nlm.nih.gov/exhibition/sesquicentennial/medline.html>.

01. 我们在害怕什么

2. “sweat of their brow”: Author unknown, “Effects of Machinery on the Welfare of the Working Class,”*Mechanics’ Magazine Museum, Register Journal and Gazette*, January 5–June 29, 1890, last accessed on July 29, 2017, <https://books.google.com/books?id=6YlfAAAAcAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>.

3. characterization of Victor Frankenstein: Greg Buzwell, “Mary Shelley, Frankenstein and the Villa Diodati,”*British Library: Discovering Literature: Romantics and Victorians*, May 15, 2014, last accessed on July 29, 2017, <https://www.bl.uk/romantics-and-victorians/articles/mary-shelley-frankenstein-and-the-villa-diodati>.

4. “Creator of the world”: Mary Wollstonecraft Shelley, *Frankenstein; Or, The Modern Prometheus* (London: Henry Colburn and Richard Bentley, 1831), Introduction.

5. “Thou shalt have no”: The Bible (King James Version), Exodus 20:3–5.

6. Hellenic stories abound: Pamela McCorduck, *Machines Who*

Think:25th Anniversary Edition (Natick, MA: AK Peters, 2004), 4–8.

7. writer Pamela McCorduck: Ibid., 195.

8. Elon Musk spoke: Samuel Gibbs, “Elon Musk: Artificial Intelligence Is Our Biggest Existential Threat,”Guardian, October 27, 2014, last accessed on July 17, 2017, <https://www.theguardian.com/technology/2014/oct/27/elon-musk-artificial-intelligence-ai-biggest-existential-threat>.

9. Hawking told the BBC: Rory Cellan-Jones, “Stephen Hawking Warns Artificial Intelligence Could End Mankind,”BBC News, December 2, 2014, last accessed on July 10, 2017, <http://www.bbc.com/news/technology-30290540>.

10. Bill Gates added: Bill Gates, “Hi Reddit, I’m Bill Gates and I’m Back for My Third AMA. Ask Me Anything,”Reddit.com, January 28, 2015, last accessed on July 16, 2017, https://www.reddit.com/r/IAmA/comments/2tzjp7/hi_reddit_im_bill_gates_and_im_back_for_my_third/.

11. called OpenAI: Kristin Houser, “Elon Musk Just Unveiled Breakthrough AI Research. Here Is What You Need to Know,”Futurism, May 16, 2017, last accessed on July 18, 2017, <https://futurism.com/elon-musk-just-unveiled-breakthrough-ai-research-heres-what-your-need-to-know/>.

12. 由3 105名人工智能 /机器人研究者与其他17 701个人签署的公开信“来自人工智能和机器人研究者的公开信”，于2015年7月28日在阿根廷布宜诺斯艾利斯的IJCAI大会开幕式上发布，参见 <https://futureo.ife.org/open-letter-autonomous-weapons/>。

[13.](#) Partnership on Artificial Intelligence: “Partnership on AI Strengthens Its Network of Partners and Announces First Initiatives,”Partnership on AI, May 16, 2017, last accessed on July 15, 2017, <https://www.partnershiponai.org/2017/05/pai-announces-new-partners-and-initiatives/>.

[14.](#) “Computing Machinery and Intelligence”: A. M. Turing, “Computing Machinery and Intelligence,”Mind 59 (1950): 433–60.

02. 人工智能、机器学习和认知计算与人类智能的比较

[15.](#) 1956 Dartmouth summer conference: J. Moor, “The Dartmouth College Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years,”AI Magazine 27, no. 4 (2006): 87–89.

[16.](#) paper published in AI Magazine: D. B. Lenat, W. R. Sutherland, and J. Gibbons, “Heuristic Search for New Microcircuit Structures: An Application of Artificial Intelligence,”AI Magazine 3, no. 3 (1982): 17–32.

[17.](#) 2006 article in Popular Science: Jonathan Keats, “John Koza Has Built an Invention Machine,”Popular Science, April 19, 2006, last accessed on July 18, 2017, <http://www.popsci.com/scitech/article/2006-04/john-koza-has-built-invention-machine>.

03. 尝试制造一个人类大脑：深度学习的故事

[18.](#) proposed the “neuron doctrine”: Chris Palmer, “The Neuron Doctrine, Circa 1894,”Scientist, November 1, 2013, last accessed on July 28,

2017, [http://www.the-scientist.com/?articles.view/article No/37954/title/The-Neuron-Doctrine--circa-1894/](http://www.the-scientist.com/?articles.view/article%20No/37954/title/The-Neuron-Doctrine--circa-1894/).

[19](#). Alan Hodgkin and Andrew Huxley won: A. L. Hodgkin and A. F. Huxley, "A Quantitative Description of Membrane Current and Its Application to Conduction and Excitation in Nerve," *Journal of Physiology* 117, no. 4 (1952): 500–44.

[20](#). how neurons could work: Warren S. McCulloch and Walter Pitts, "A Logical Calculus of the Ideas Imminent in Nervous Activity," *Bulletin of Mathematical Physics* 5, no. 4 (1943): 115–33.

[21](#). Henry Kelley and Arthur Bryson: Stuart E. Dreyfus, "Artificial Neural Networks, Back Propagation, and the Kelley-Bryson Gradient Procedure," *Journal of Guidance, Control, and Dynamics* 13, no. 5 (1990): 926–28.

[22](#). in 1989, George Cybenko: George Cybenko, "Approximations by Superpositions of a Sigmoidal Function," *Center of Supercomputing Research and Development, University of Illinois, Urbana-Champaign, CSRD Report No. 856* (1989): 1–15.

[23](#). Hinton was born: Craig S. Smith, "The Man Who Helped Turn Toronto into a High-Tech Hotbed," *New York Times*, June 23, 2017, last accessed on July 30, 2017, <https://www.nytimes.com/2017/06/23/world/canada/the-man-who-helped-turn-toronto-into-a-high-tech-hotbed.html?mcubz=0>.

[24](#). 1992 article in *Scientific American*: Geoffrey Hinton, "How Neural Networks Learn from Experience," *Scientific American*, September 1992, last accessed on July 30, 2017, [https://www.scientificamerican](https://www.scientificamerican.com/archive/1992/09/how-neural-networks-learn-from-experience/)

.com/magazine/sa/1992/09-01/.

[25.](#) technology reporter John Markoff: John Markoff, “A Learning Advance in Artificial Intelligence Rivals Human Abilities,”New York Times, December 10, 2015, last accessed on July 21, 2017, <https://www.nytimes.com/2015/12/11/science/an-advance-in-artificial-intelligence-rivals-human-vision-abilities.html?mcubz=0>.

[26.](#) \$37 billion by 2025: “Artificial Intelligence: The Investment of 2017 and Beyond,”Expert Briefing, Financier Worldwide, February 2017, last accessed on July 30, 2017, <https://www.financierworldwide.com/artificial-intelligence-the-investment-of-2017-and-beyond/#.WYAYB63MyIY>.

[27.](#) new company called Neuralink: Darrell Etherington, “Elon Musk’s Neuralink Wants to Turn Cloud-Based AI into an Extension of Our Brains,”TechCrunch, April 20, 2017, last accessed on July 25, 2017, <https://techcrunch.com/2017/04/20/elon-musks-neuralink-wants-to-turn-cloud-based-ai-into-an-extension-of-our-brains/>.

04. 从狭义人工智能到广义人工智能：获得感知的过程

[28.](#) Peter Thiel, cofounder of PayPal: Maureen Dowd, “Elon Musk’s Billion-Dollar Crusade to Stop the A.I. Apocalypse,”Vanity Fair, March 26, 2017, last accessed on July 25, 2017, <https://www.vanityfair.com/news/2017/03/elon-musk-billion-dollar-crusade-to-stop-ai-space-x>.

[29.](#) Eliezer Yudkowsky: Ibid.

[30.](#) AI researcher Ben Goertzel: Ben Goertzel, “Nine Years to a Positive Singularity,”Singularity Summit, San Francisco, California, September 8,

2007, last accessed on July 31, 2017, http://web.archive.org/web/20130729203724id_/http://itc.conversationsnetwork.org/shows/detail3383.html.

05. 对能够设定宏大目标的广义人工智能的恐惧：人工智能将使人类变得毫无用处

[31](#). Six Drivers of Global Change: Al Gore, *The Six Drivers of Global Change* (New York: Random House, 2013), 3–46.

[32](#). US Labor Department: “Healthcare: Millions of Jobs Now and in the Future,” *Occupational Outlook Quarterly*, US Department of Labor website, Spring 2014, last accessed on July 23, 2017, <https://www.bls.gov/careeroutlook/2014/spring/art03.pdf>.

[33](#). displace around 3 million: Olivia Solon, “Self-Driving Trucks: What’s the Future for America’s 3.5 Million Truckers,” *Guardian*, June 17, 2016, last accessed on July 25, 2017, <https://www.theguardian.com/technology/2016/jun/17/self-driving-trucks-impact-on-drivers-jobs-us>.

[34](#). PricewaterhouseCoopers (PWC) released: “Will Robots Steal Our Jobs? The Potential Impact of Automation on the UK and Other Major Economies,” *UK Economic Outlook*, March 2017, last accessed on July 2, 2017, <http://www.pwc.co.uk/economic-services/ukeo/pwcukeo-section-4-automation-march-2017-v2.pdf>.

[35](#). Buckminster Fuller argued: “Fuller’s Influence,” *Buckminster Fuller Institute*, last accessed on July 25, 2017, <https://www.bfi.org/about> -

fuller/biography/fullers-influence.

[36.](#) dwindled to below 2 percent: “Industry Employment and Output Projections to 2024,” Monthly Labor Review, US Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, December 2015, last accessed on July 23, 2017, https://www.bls.gov/emp/ep_table_201.htm.

06. 人工智能会杀死我们

[37.](#) his nightmare scenarios: Nick Bostrom, Superintelligence: Paths, Dangers, Strangers (Oxford: Oxford University Press, 2014), 130–64.

[38.](#) Iran’s development of nukes: Robert Einhorn and Richard Nephew, “The Iran Nuclear Deal: Prelude to Proliferation in the Middle East,” Brookings, May 31, 2016, last accessed on July 31, 2017, <https://www.brookings.edu/research/the-iran-nuclear-deal-prelude-to-proliferation-in-the-middle-east/>.

[39.](#) developed the Anka: ANKA Multi-Role ISR System, TAI: Turkish Aerospace Industries, January 25, 2013, last accessed on July 31, 2017, <https://www.tai.com.tr/en/project/anka-medium-altitude-long-endurance-uav-system>.

[40.](#) US RQ-170 aerial vehicle: David Cenciotti, “Iran Unveils New UCAV Modeled on Captured U.S. RQ-170 Stealth Drone,” Aviationist, October 2, 2016, last accessed on July 31, 2017, <https://theaviationist.com/2016/10/02/iran-unveils-new-ucav-modeled-on-captured-u-s-rq-170-stealth-drone/>.

[41.](#) Prisoner’s Dilemma: “Prisoner’s Dilemma,” Wikipedia, last edited

on July 30, 2017, last accessed on August 1, 2017, https://en.wikipedia.org/wiki/Prisoner%27s_dilemma.

[42.](#) 我在得克萨斯大学机器人技术学院的多名同事都在开展自动控制系统“可解释性”与安全性方面的研究，包括斯科特·尼克姆教授、乌富克·托普朱教授（Ufuk Topcu）和彼得·斯通教授，参见 <https://robotics.utexas.edu/people>。

[43.](#) program called xAI: “Explainable Artificial Intelligence (xAI),” DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency), last accessed on July 31, 2017, <https://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence>.

07. 前路漫漫

[44.](#) James Barrat calls AI: James Barrat, *Our Final Invention: Artificial Intelligence and the End of the Human Era* (New York: Thomas Dunne Books, 2013).

第二章 当今世界与不久之后的将来

01.物联网的出现

1. inventor Joseph Marie Jacquard: Michael N. Geselowitz, “The Jacquard Loom: A Driver of the Industrial Revolution,”The Institute: The IEEE news source, July 18, 2016, last accessed on July 31, 2017, <http://theinstitute.ieee.org/tech-history/technology-history/the-jacquard-loom-a-driver-of-the-industrial-revolution>.

02.医疗行业

2. 以下几个故事基于2016年秋季得克萨斯奥斯汀克罗恩氏病和结肠炎互助小组会议上所分享的内容。参加者要求不得透露其身份。

3. study of the gut: NIH Human MicroBiome Project: DACC-Tools and Protocols, last accessed on July 31, 2017, http://hmpdacc.org/resources/tools_protocols.php

4. Clostridium difficile, or C. diff: Lawrence J. Brandt, “Fecal Transplantation for the Treatment of Clostridium difficile Infection,”Gastroenterology & Hepatology 8, no. 3 (2012): 191–94, last accessed on July 24, 2017, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3365524/>.

5. published in Science Translational Medicine: Giada De Palma et al.,

“Transplantation of Fecal Microbiota from Patients with Irritable Bowel Syndrome Alters Gut Function and Behavior in Recipient Mice,”*Science Translational Medicine* 9, no. 379 (2017), last accessed on July 25, 2017, <http://stm.sciencemag.org/content/9/379/eaaf6397>.

6. spoke with Bill Colston: Phone conversation with Bill Colston on Tuesday, November 29, 2016.

7. October 28, 2016, Chinese: David Cyranoski, “CRISPR Gene-Editing Tested in a Person for the First Time,”*Nature*, November 15, 2016, last accessed on July 31, 2017, <http://www.nature.com/news/crispr-gene-editing-tested-in-a-person-for-the-first-time-1.20988#auth-1>.

8. Society for Neuroscience: R. Douglas Fields, “Wireless Brain Implant Allows ‘Locked-In’ Woman to Communicate,”*Scientific American*, November 12, 2016, last accessed on July 26, 2017, <https://www.scientificamerican.com/article/wireless-brain-implant-allows-ldquo-locked-in-rdquo-woman-to-communicate/>.

03.网络时代的安全

9. Germany’s famous V-2 team: Paul Grigorieff, “The Mittelwerk/Mittelbau/Camp Dora/Mittelbau GmbH—Mittelbau KZ,”*V2Rocket: The A-4/V-2 Resource Site*, last accessed on July 31, 2017, <http://www.v2rocket.com/start/chapters/mittel.html>.

10. Target and Home Depot’s: Kevin Granville, “Nine Recent Cyberattacks Against Big Business,”*New York Times*, February 5, 2015, last accessed on August 2, 2017, https://www.nytimes.com/interactive/2015/02/05/technology/recent-cyberattacks.html?_r=0.

11. resignation of Iceland's prime minister: Steven Erlanger, Stephen Castle, and Rick Gladstone, "Iceland's Prime Minister Steps Down Amid Panama Papers Scandal," New York Times, April 5, 2016, last accessed on August 2, 2017, <https://www.nytimes.com/2016/04/06/world/europe/panama-papers-iceland.html>.

12. Turkish power grid: Don Melvin, "Power Outage Hits Turkey," CNN, March 31, 2015, last accessed on August 1, 2017, <http://www.cnn.com/2015/03/31/middleeast/turkey-power-outage/index.html>.

13. Yahoo reported: Robert McMillan, "Yahoo Says Information on at Least 500 Million User Accounts Was Stolen," Wall Street Journal, September 22, 2016, last accessed on July 31, 2017, <https://www.wsj.com/articles/yahoo-says-information-on-at-least-500-million-user-accounts-is-stolen-1474569637>.

14. Charlie Miller and Chris Valasek revealed: Andy Greenberg, "The Jeep Hackers Are Back to Prove Car Hacking Can Get Much Worse," Wired, August 1, 2016, last accessed on August 1, 2017, <https://www.wired.com/2016/08/jeep-hackers-return-high-speed-steering-acceleration-hacks/>.

15. Connected 'Things' Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent from 2016," Gartner Research, February 7, 2017, last accessed on August 2, 2017, <http://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>. 72 Barack Obama: Barack Obama, "Remarks by the President at the

16. National Cybersecurity Communications Integration Center," National Cybersecurity Communications Integration Center, Arlington, Virginia, January 13, 2015, last accessed on August 2, 2017, <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2015/01/13/remarks->

president-national-cybersecurity-communications-integration-cent.

17. \$19 billion: Dustin Volz, “U.S. Government Worse Than All Major Industries on Cyber Security: Report,” Reuters, April 14, 2016, last accessed on July 31, 2017, <http://www.reuters.com/article/us-usa-cybersecurity-rankings-idUSKCN0XB27K>.

18. Office of Personnel Management: Julie Hirschfeld Davis, “Hack-ing of Government Computers Exposed 21.5 Million People,” New York Times, July 9, 2015, last accessed on August 1, 2017, <https://www.nytimes.com/2015/07/10/us/office-of-personnel-management-hackers-got-data-of-millions.html>.

19. Bill Mellon: Richard Perez-Pena, “Universities Face a Rising Barrage of Cyberattacks,” New York Times, July 16, 2013, last accessed on July 31, 2017, <http://www.nytimes.com/2013/07/17/education/barrage-of-cyberattacks-challenges-campus-culture.html>. 74 Elk Cloner: Yoni Heisler, “World’s first computer virus hit the Apple II

20. 35 years ago,” BGR, March 20, 2017, last accessed on August 1, 2017, <http://bgr.com/2017/03/20/malware-first-computer-virus-apple-elk-cloner/>.

21. Kaspersky Lab: “Kaspersky Lab: 323,000 New Malware Samples Found Each Day,” DARKReading, December 7, 2016, last accessed on August 1, 2017, <http://www.darkreading.com/vulnerabilities---threats/kaspersky-lab-323000-new-malware-samples-found-each-day/d/d-id/1327655>.

22. According to Mandiant: Nicole Perlroth, “Hackers in China Attacked The Times for Last 4 Months,” New York Times, January 30, 2013,

last accessed on August 2, 2017, <http://www.nytimes.com/2013/01/31/technology/chinese-hackers-infiltrate-new-york-times-computers.html>.

[23](#). Cyber Grand Challenge: “The World’s First All-Machine Hacking Tournament,”DARPA, August 4, 2016, last accessed on August 1, 2017, <http://archive.darpa.mil/cybergrandchallenge/>.

[24](#). massive ransomware attack: Lily Hay Newman, “The Ransomware Meltdown Experts Warned About Is Here,”Wired, May 12, 2017, last accessed on July 26, 2017, <https://www.wired.com/2017/05/ransomware-meltdown-experts-warned/>.

[25](#). WannaCry: Bryan Lares, “Ransomware Attacks Healthcare: Deep Armor Catches the Culprit, ‘WannaCry’ Malware,”SparkCognition Blog, May 12, 2017, last accessed on August 28, 2017, <https://sparkcognition.com/2017/05/ransomware-attacks-healthcare-deep-armor-catches-culprit-wannacry-malware/>.

[26](#). healthcare is now one of the industries: Lily Hay Newman, “Medical Devices Are the Next Security Nightmare,”Wired, March 2, 2017, last accessed on July 31, 2017, <https://www.wired.com/2017/03/medical-devices-next-security-nightmare/>.

[27](#). Like Sherlock Holmes: Maria Konnikova, How to Think Like Sherlock Holmes (New York: Penguin, 2013), 239.

[28](#). Adylkuzz: Brian Lares, “Adylkuzz, the Latest Zero-Day Threat Malware, Detected by DeepArmor Enterprise,”SparkCognition Blog, May 24, 2017, last accessed on August 28, 2017, <https://sparkcognition.com/2017/05/adylkuzz-malware-deeparmor/>.

[29.](#) “EternalBlue”exploit: Kafeine, “Adylkuzz Cryptocurrency Min-ing Malware Spreading for Weeks Via EternalBlue/DoublePulsar,”proofpoint, May 15, 2017, last accessed on August 2, 2017, <https://www.proofpoint.com/us/threat-insight/post/adylkuzz-cryptocurrency-mining-malware-spreading-for-weeks-via-eternalblue-double-pulsar>.

[30.](#) Third US Offset Strategy: Deputy Secretary of Defense Bob Work,“The Third U.S. Offset Strategy and Its Implications for Partners and Allies,”Willard Hotel, Washington, D.C., January 28, 2015, last accessed on August 1, 2017, <https://www.defense.gov/News /Speeches/Article/606641/>.

[31.](#) a hundred small drones: Chris Baraniuk, “US Military Tests Swarm of Mini-Drones Launched from Jets,”BBC, January 10, 2017, last accessed on August 2, 2017, <http://www.bbc.com/news/technology -38569027>.

04. 战争与人工智能

[32.](#) General John Allen: General John R. Allen and Amir Husain, “On Hyperwar,”Proceedings Magazine (U.S. Naval Institute) 143, no. 7 (July 2017): 1,373.

[33.](#) Psychologist Daniel Kahneman: Daniel Kahneman, Thinking Fast and Slow (New York: Farrar, Straus and Giroux, 2013), 43.

[34.](#) hydrofoil boats: Jon Stock, “Little Boat, Big Danger: How a British-Made Speedboat Has Become a Weapon in Iran’s Stand-off with the US,”Telegraph, August 20, 2012, last accessed on July 31, 2017, <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/middleeast /iran/9486815/Little-boat-big-danger-how-a-British-made-speed-boat-has-become-a-weapon-in-Irans-standoff-with-the-US.html>.

[35.](#) state-run China Daily: Zhao Lei, “Nation’s Next Generation of Missiles to Be Highly Flexible,”China Daily, August 18, 2016, last accessed on August 1, 2017, http://www.chinadaily.com.cn/china/2016-08/19/content_26530461.htm.

[36.](#) 2015年9月2日与肯·米尼汗将军进行的电话会议。

[37.](#) use of “backscatter”: Bart Jansen, “TSA Defends Full-Body Scanners at Airport Checkpoints,”USA Today, March 2, 2016, last accessed on August 2, 2017, <https://www.usatoday.com/story/news/2016/03/02/tsa-defends-full-body-scanners-airport-checkpoints/81203030/>.

05. 金融市场

[38.](#) John Maynard Keynes: Colin L. Read, “For John Maynard Keynes,Economic Theory Was a Sideline,”BloombergView, November 2,2012, last accessed on August 2, 2017, <https://www.bloomberg.com/view/articles/2012-11-02/for-john-maynard-keynes-economic-theory-was-a-sideline>.

[39.](#) “blood in the streets”: Daniel Myers, “Buy When There’s Blood in the Streets,”Investopedia, March 7, 2017, last accessed on August 2, 2017, <http://www.investopedia.com/articles/financial-theory/08/contrarian-investing.asp>.

[40.](#) Wired magazine: Cade Metz, “The Sadness and Beauty of Watching Google’s AI Play Go,”Wired, March 11, 2016, last accessed on August 2, 2017, <https://www.wired.com/2016/03/sadness-beauty-watching-googles-ai-play-go/>.

[41.](#) discretionary hedge funds: John Authers and Mary Child, “Hedge Funds: Overpriced, Underperforming,” Financial Times, May 24, 2016, last accessed on August 2, 2017, <https://www.ft.com/content/9bd1150e-1b76-11e6-b286-cddde55ca122>; Adam Sarhan, “Is Discretionary Macro Dead?,” Forbes, August 17, 2016, last accessed on August 2, 2017, <https://www.forbes.com/sites/adamsarhan/2016/08/17/is-discretionary-macro-dead-where-joe-dimaggio/#3bffb1935120>; Suzanne McGee, “Rise of the Billionaire Robots: How Algorithms Have Redefined Hedge Funds,” Guardian, May 15, 2016, last accessed on July 31, 2017, <https://www.theguardian.com/business/us-money-blog/2016/may/15/hedge-fund-managers-algorithms-robots-investment-tips>.

[42.](#) 2016 Goldman Sachs study: Rachael Levy, “This Is the Biggest Trend in the Hedge Fund World Right Now,” Business Insider, August 17, 2016, last accessed on July 31, 2017, <http://www.businessinsider.com/quant-investing-is-the-biggest-new-trend-for-hedge-funds-2016-8>.

[43.](#) reporter Leah McGrath Goodman: Leah McGrath Goodman, “The Face Behind Bitcoin,” Newsweek, March 6, 2014, last accessed on July 31, 2017, <http://www.newsweek.com/2014/03/14/face-behind-bitcoin-247957.html>.

[44.](#) Craig Steven Wright: Andy Greenberg, “How Craig Wright Privately Proved He Created Bitcoin,” Wired, May 2, 2016, last accessed on July 31, 2017, <https://www.wired.com/2016/05/craig-wright-privately-proved-hes-bitcoins-creator/>.

06. 认知空间

[45.](#) America's Future Energy Jobs: National Commission on Energy Policy's Task Force on America's Future Energy Jobs, 2009, Bipartisan Policy Center, last accessed on July 31, 2017, <http://bipartisanpolicy.org/wp-content/uploads/sites/default/files/NCEP%20Task%20Force%20on%20America%27s%20Future%20Energy%20Jobs%20-%20Final%20Report.pdf>.

[46.](#) Synthetic Sensors: Elizabeth Stinson, "A Sensor That Could Make Homes Scary Smart,"Wired, May 11, 2017, last accessed on August 2, 2017, <https://www.wired.com/2017/05/supercharged-sensor-soon-make-homes-scary-smart/>.

[47.](#) Nest in 2014: Lance Whitney, "Google Closes \$3.2 Billion Purchase of Nest,"CNET, February 12, 2014, last accessed on July 31, 2017, <https://www.cnet.com/news/google-closes-3-2-billion-purchase-of-nest/>.

[48.](#) acquisition of Dropcam: Marco Chiappetta, "Google Nest Lab's Acquisition of Dropcam Scares the Heck Out of Me,"Forbes, June 23, 2014, last accessed on July 31, 2017, <https://www.forbes.com/sites/marcochiappetta/2014/06/23/google-nest-labs-acquisition-of-dropcam-scares-the-heck-out-of-me/#44691ecb5904>.

[49.](#) range of systems: Hope Reese, "CES 2017: Robots of the Future,"TechRepublic, January 6, 2017, last accessed on July 31, 2017, <http://www.techrepublic.com/article/ces-2017-robots-of-the-future/>.

07. 思维入侵

[50.](#) Rayid Ghani: Gregory Piatetsky, "KDnuggets Exclusive: Interview with Rayid Ghani, Chief Scientist Obama 2012 Campaign,"KDnuggets,

January 2013, last accessed on July 31, 2017, <http://www.kdnuggets.com/2013/01/kdnuggets-exclusive-interview-rayid-ghani-chief-scientist-obama-2012-campaign.html>.

[51.](#) mass psychographic profiling: Aditya Madanapalle, “Big Data and Psychographic Profiling Helped Donald Trump Win the US Presidential Election,”Firstpost, January 31, 2017, last accessed on July 29, 2017, <http://www.firstpost.com/tech/news-analysis/big-data>

[52.](#) article in Motherboard: Hannes Grassegger and Mikael Krogerus, “The Data That Turned the World Upside Down,”Motherboard, January 28, 2017, last accessed on August 2, 2017, https://motherboard.vice.com/en_us/article/mg9vvv/how-our-likes-helped-trump-win.

[53.](#) to widespread recognition: Nicholas Confessore and Danny Hakim, “Data Firm Says ‘Secret Sauce’ Aided Trump; Many Scoff,”New York Times, March 6, 2017, last accessed on August 2, 2017, https://www.nytimes.com/2017/03/06/us/politics/cambridge-analytica.html?_r=0; Matea Gold and Frances Stead Sellers, “After Working for Trump’s Campaign, British Data Firm Eyes New U.S. Government Contracts,”Washington Post, February 17, 2017, last accessed on July 31, 2017, https://www.washingtonpost.com/politics/after-working-for-trumps-campaign-british-data-firm-eyes-new-us-government-contracts/2017/02/17/a6dee3c6-f40c-11e6-8d72-263470bf0401_story.html?utm_term=.c630f34038fe.

[54.](#) where Jared Kushner: Steven Bertoni, “Exclusive Interview: How Jared Kushner Won Trump the White House,”Forbes, December 20, 2016, last accessed on August 1, 2017, <https://www.forbes.com/sites/stevenbertoni/2016/11/22/exclusive-interview-how-jared-kushner->

won-trump-the-white-house/#78a4f0893af6.

[55](#). ScienceNode: Tristan Fitzpatrick, “Data Wins the Day: How HPC Turned the Tide for Trump,” ScienceNode, November 17, 2016, last accessed on August 2, 2017, <https://sciencenode.org/feature/how-polling-models-failed-to-accurately-predict-the-outcome-of-the-election.php>.

[56](#). voter suppression ads: Joshua Green and Sasha Issenberg, “Inside the Trump Bunker with Days to Go,” Bloomberg Businessweek, October 27, 2016, last accessed on July 31, 2017, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-10-27/inside-the-trump-bunker-with-12-days-to-go>; Joel Winston, “How the Trump Campaign Built an Identity Database and Used Facebook Ads to Win the Election,” StartupGrind, November 18, 2016, last accessed on August 2, 2017, <https://medium.com/startup-grind/how-the-trump-campaign-built-an-identity-database-and-used-facebook-ads-to-win-the-election-4ff7d24269ac>.

[57](#). \$191 billion in 2016: Lucy Handley, “Global Advertising Spend to www.cnbc.com/2016/12/05/global-ad-spend-to-slow-in-2017-while-2016-sales-were-nearly-500bn.html.

[58](#). forecasters predict: “Digital Advertising Revenues to Double by 2020, Rising to \$285 Billion,” Jupiter Research, June 20, 2016, last accessed on August 2, 2017, <https://www.juniperresearch.com/press-releases/digital-advertising-revenues-to-double-by-2020>.

[59](#). CNN reported: Ivana Kottasova, “A Third of Pro-Trump Tweets Are Generated by Bots,” CNN Tech, October 18, 2016, last accessed on August 1, 2017, <http://money.cnn.com/2016/10/18/technology/twitter-bots-donald-trump-hillary-clinton/index.html>.

[60.](#) American Journal of Public Health published: David D. Luxton, Jennifer D. June, and Jonathan M. Fairall, “Social Media and Sui-cide: A Public Health Perspective,”American Journal of Public Health 102 (May 2012): S195–S200, last accessed on July 31, 2017, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3477910/>.

[61.](#) “the backfire effect”: Brendan Nyhan, Jason Reifler, Sean Richey, and Gary L. Freed, “Effective Messages in Vaccine Promotion: A Randomized Trial,”Pediatrics, March 3, 2014; Brendan Nyhan, Jason Reifler, and Peter Ubel, “The Hazards of Correcting Myths about Health Care Reform,”Medical Care 51, no. 2 (2013): 127–32.

[62.](#) “anchoring effect”: Amos Tversky and Daniel Kahneman, “Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases,”Science 185, no. 4157 (1974): 1124–31.

[63.](#) Robert Epstein: Robert Epstein and Ronald E. Robertson, “The Search Engine Manipulation Effect (SEME) and Its Possible Impact on the Outcomes of Elections,”PNAS 112, no. 33 (2015): E4512–21.

[64.](#) Peter Corning: Peter Corning, “The Re-Emergence of ‘Emer-gence’: A Venerable Concept in Search of a Theory,”Complexity 7, no. 6 (2002): 18–30.

第三章 未来的世界

01.缺失的部分

[1.](#) “The Last Question”: Isaac Asimov, The Complete Stories, Vol. 1 (New York: Doubleday, 1990), 290–300.

02.工作与生活目标的分离

[2.](#) Oxfam reported: “An Economy for the 1%,”Oxfam, January 18, 2016, last accessed on August 2, 2017, <https://www.oxfam.org/en/research/economy-1>.

[3.](#) universal basic income: Sonia Sodha, “Is Finland’s Basic Universal Income a Solution to Automation, Fewer Jobs and Lower Wages?,”Guardian, February 19, 2017, last accessed on July 31, 2017, <https://www.theguardian.com/society/2017/feb/19/basic-income-finland-low-wages-fewer-jobs>.

03.对知识的渴求

[4.](#) “I was a Treasure”: 1000 Qudsi Hadiths: An Encyclopedia of Divine Sayings (New York: Arabic Virtual Translation Center, 2012).

04.人工智能创世记

5. “perceptronium”: Max Tegmark, “Consciousness as a State of Matter,” *Chaos, Solitons & Fractals* 76 (2015): 238–70.

图书在版编目 (CIP) 数据

终极智能：感知机器与人工智能的未来 / (美) 阿米尔·侯赛因著；赛迪研究院专家组译. --北京：中信出版社，2018.6

书名原文：The Sentient Machine: The Coming Age of Artificial Intelligence

ISBN 978-7-5086-8866-4

I. ①终... II. ①阿...②赛... III. ①人工智能—研究IV. ① TP18

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第075699号

终极智能——感知机器与人工智能的未来

著者：[美] 阿米尔·侯赛因译者：赛迪研究院专家组

出版发行：中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座邮编100029)

电子书排版：萌芽图文

中信出版社官网：<http://www.citicpub.com/>

官方微博：<http://weibo.com/citicpub>

更多好书，尽在中信书院

中信书院：App下载地址<https://book.yunpub.cn/>（中信官方数字阅读平台）

微信号：中信书院

人工智能的进化

Hector Levesque

「加」赫克托·莱韦斯克
王佩 译 著

计算机思维离
人类心智
还有多远？

COMMON SENSE,
THE TURING TEST,
AND THE QUEST
FOR REAL AI

让我们重回人工智能的起点，
检视人工智能的最初梦想。

朋友圈书籍每日免费分享微信 jnztxy

人工智能
有常识吗？
它能否
像我们一样
随机应变？

中信出版集团

人工智能的进化

[加] 赫克托·莱韦斯克 著
王佩 译

中信出版集团

目录

前言

第1章 什么是人工智能？

自适应机器学习

老式人工智能

具有常识的程序

图灵测试

中文房间理论

第2章 巨型拼图之谜

疑问接踵而来

留给我们的困难

一条解决的途径

第3章 知识与行为

超越刺激与反应

知识与信念

意向立场

智能行为

能力与表现

第4章 真智能还是假智能？

谈话机器人

投机取巧不可行

威诺格拉德模式

我们从中得到的经验

GOFAI的回归

第5章 有经验的学习与没有经验的学习

我们如何学习词语？

我们如何学习事实？

我们如何学习行为？

我们如何超越经验？

第6章 书本智慧与市井智慧

语言的影响力

书本智慧

海伦·凯勒的智慧

书本中的市井智慧

第7章 长尾理论与培训的界限

长尾现象带来的难题

如何处理突发事件

无意识与有意识

威诺格拉德模式测试

是不是技巧还不够完美？

第8章 符号与符号处理

符号的代数运算
符号的逻辑运算
符号的意义
一切都源自图灵机

第9章 基于知识的系统

符号能够解决的问题
用符号表示无形
知识表示假说
假设是真的吗？
知识表示与推理
谁才是唯一的选择？

第10章 人工智能技术应用

人工智能的未来
自动化是好是坏？
超级智能与奇点
真正的风险
超越进化

致谢

注释

参考文献

献给
帕特

前言

本书旨在从人工智能（AI）的角度探讨人类的心智。研究人类思维的朋友可能会感到奇怪，人工智能怎么会懂得人类的心智呢？人工智能属于计算机科学，当然是和计算机打交道的，而心智是人类所特有的东西。当然，或许未来某天我们会像探讨“动物心智”一样，讨论一下“计算机心智”。但是，让人工智能解释人类心智，是不是有点儿像让天文学家解释蛀牙问题，有些风马牛不相及呢？

答案是否定的，这两者绝非风马牛不相及。因为计算机科学并非仅关注计算机本身，计算机科学主要关注的是计算，而计算是个过程，比如对一串数字进行分类排序、压缩音频文件或去除数字图像的红眼等。当然，这个过程通常要由电脑完成，但是，人工或者某种设备也可能完成。

人工智能（或至少一部分人工智能）的基础假设认为，日常思维（人们每天使用的思维）同样也是一种计算过程，在对此进行研究时，无须过多考虑是谁或是什么东西在进行这种思维过程。

这也正是本书的主要内容。

有一点引起了争议，同时也更有趣，那就是当今存在不止一种人工智能研究流派，而且各家都在著书立说。在不同的人工智能研究流派当中，确有一部分是在研究各种思维形式，其他则对其敬而远之。

究其原因，我们不妨先考虑一下金鸡独立这个动作。我们有多希望能将思维、规划以及解决问题的能力融为一体？人类个体能否做到这点呢？我们是否认为事先对这一主题进行研究会有所帮助？比如看看类似

《傻瓜单腿站立指南》这种书？如果一位人工智能研究人员想造出能单腿站立的机器人（不管出于任何原因），他绝对认为涉及思维的人工智能没什么借鉴意义。

当今研究人工智能的众多流派中，绝大部分都已背离了20世纪50年代开始的对于思维（和规划、解决问题）的原始研究。包括研究方向和研究目标等涉及该研究的基本理念都已发生改变，而且这种变化在最近兴起的机器学习当中尤为突出。毫无疑问，从纯技术的角度来看，这种变化取得了巨大成功，而且极有可能超越人工智能的其他流派。虽然对机器学习的研究极度依赖数据统计，但它的本质与人工智能的原始研究仍然大不相同。

本书的目的就是回过头来，重新思考人工智能这一概念（即现在所谓的“老式人工智能”），同时解释为什么这一概念出现60年以来，我们依然对于研究人类思维兴致不减，而且在此过程中，我们不仅推出了几项实用技术，还从中学到很多东西。

一本关于人工智能的著作可以承载多种内容。它可以是人工智能的教科书，可以是关于人工智能新技术的调查，可以讲述人工智能的历史沿革，甚至可以回顾电影当中对于人工智能的刻画。而这本书并非以上提及的种种。这本书讲述了人工智能背后的理念和假说、人工智能的理论基础，讨论了人工智能看待事物的独特方式及原因，并介绍了人类的心智及其如何产生智能行为。

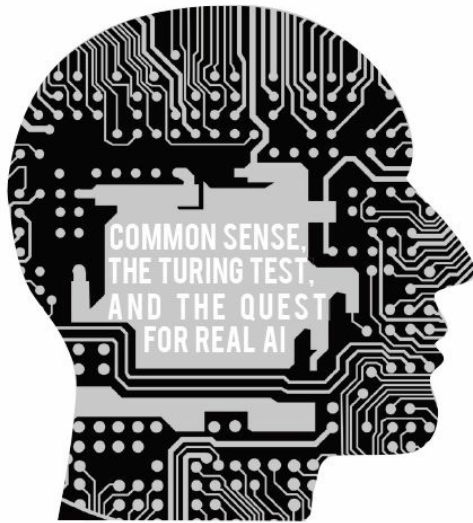
本书全部文本只用了大约150kb（千字节）的存储空间，看到这么一本小书，让人多少有些沮丧。相比而言，我电脑里一秒钟的维瓦尔第音乐会视频所占的空间都比它的两倍还大。因此，单纯从原始数据来看，我电脑里半秒钟的视频与本书分量相当。但是在半秒钟的时间里，乐队指挥都来不及举起指挥棒。

正如古语所说：一画（帧）胜千言。然而，我认为还有另外一点值

得注意，与图画相比，语言是更为紧凑的信息载体。几百个字呈现在视频当中，或许只是一瞬间，却也能将炖牛肉的方法解释清楚。由于人类的进化，我们已经能够随心所欲地使用这些超紧凑型的信息载体。我们通过在他人的耳边低语，就能对其日后的行为产生影响。人类是如何做到这一点的，正是我们现在所探究的问题。我希望读者能够喜欢我的观点，也能感受到我在探究过程中的激动心情。

第1章

什么是人工智能？



本书旨在从人工智能的角度探讨人类的心智。对于人类的心智，我们会有很多话说，但首先，我们转向人工智能领域本身，并简要介绍本书将会深入探讨的一些想法和理念。

自适应机器学习

当下，人工智能在科技领域受到普遍关注。各大报纸、杂志的科技和商业版块，几乎每个星期都会谈到人工智能，它们告诉我们，诸如微软、IBM（国际商用机器公司）、谷歌和苹果等大型科技公司都在人工智能的研发领域大量投入，其他公司也都竞相效仿。2015年11月，丰田公司宣布在人工智能领域投资10亿美元；2015年12月，埃隆·马斯克（Elon Musk）宣布新成立一家名为OpenAI的非营利性企业，研究人工智能，并对其另外注资10亿美元。

资本市场为何会出现这样的喧嚣？如果仔细研究一下投资者对于这数十亿美元的预期，你会发现，这里的人工智能技术似乎与科幻小说和电影中想象的人工智能大相径庭。基本没人谈论诸如电影《银翼杀手》（*Blade Runner*）中所看到的人形智能机器人，或者电影《2001：太空漫游》中的高能无形智能机器（哈尔9000计算机）。

当下，众多科技公司摩拳擦掌准备开发的这种人工智能，更应该被称为“自适应机器学习”（adaptive machine learning），即AML。广义来说，AML的设计理念是让计算机系统通过对大量数据进行分析，掌握智能行为方式。确切地说，目前人们对于人工智能的兴奋点主要在于挖掘并应用我们通常所说的“大数据”。

在此，我们不去深究任何AML技术如何开展工作这样的细节问题，只讨论其背后的理念。

出于论证的需要，假设我们想让计算机系统对猫进行识别。那么，该系统的工作就是将给定的众多图像分成两类：一类图像上有猫的样子，另一类图像上没有。接下来的问题就是如何建立这样一个系统。过去，人工智能程序员往往会编写出一款程序，在图像中搜寻猫的一些具

体特征。例如，搜索猫的脸：泛绿色或泛黄色的眼睛、杏仁状的竖直瞳孔、倒置的粉色三角形一样的鼻子、胡须等；也可能会搜索猫的轮廓：小小的脑袋、三角形的耳朵、四条腿和向上翘起的尾巴，还可能会搜索猫身上毛皮的独特颜色。如果该程序在某个图像当中发现了足够多的上述特征，就会将该图像标记为一只猫；如果没有，则会将其忽略。

但是AML提出了一种完全不同的理念。首先，你向系统提供大量数字图像，其中一些是猫的图像，另一些不是。然后告诉系统通过某种方式压缩所有图像数据，即在众多图像的众多补丁当中搜索一组“特征”。这种特征可能是某一特定颜色和亮度，也可能是某个区域，区域的边缘在亮度和颜色上明显与其他部分不同。这一理念的目的是通过找到这样一组特征，进行重新组合并构建与原始图像相似的内容。然后，你让系统根据这些特征继续进行抽象分析，在这些特征当中寻找普遍性，随后如此继续进行几个层次的分析。

这一切都是在不告知系统具体要搜索什么的情况下完成的。如果原始图像里有很多猫的图像，那么系统就很可能在更高层面上分析出一些与猫相关的特征。而且重要的是，这些特征全部由原始图像决定，而非人工智能程序员决定如何在图像中识别猫。正如斯坦福大学的吴恩达（Andrew Ng）所说：“你将海量数据输入程序，让数据说话，让软件自动从数据中学习。”

人们发现，AML在这种所谓“无监督”的环境下运转极其良好，完全超出几十年前人工智能研究人员做出的预测。AML的成功可以归结于以下三点：拥有可供分析处理的海量数据（通过在线、专业存储设备或传感装置获取），掌握功能强大的能够处理这些数据的计算技术，以及高速计算机。而这些条件，在30年前并不具备。

当然，不会有人愿意斥资数十亿美元，仅仅是为了识别猫。但是你想一下，如果这些不是猫而是乳腺的影像，其中一些还藏有医生难以发现的肿瘤，结果会怎样？或者假设这些根本就不是可视数据，而是一段

段录音，其中包含有关人士所说的几句话？或者假设这是银行的交易数据，其中还涉及欺诈或洗钱？或者是人们在线购物过程中浏览和购买商品的历史记录，抑或是与汽车前风挡玻璃处视觉数据相对应的脚踏板和方向盘运动轨迹？计算机系统能够自动分析这些海量数据，从中获得规律，并应用于极具经济和社会效益的领域。

老式人工智能

虽然AML技术的发展趋势让人心潮澎湃、激动异常，但是这并不是本书关注的重点。事实上，随着本书逐渐展开，你会发现，除了最后的第10章以外，我们基本不会讨论任何人工智能技术。

本书关注的是一个与众不同的人工智能发展愿景，该愿景于20世纪90年代由约翰·麦卡锡（John McCarthy）、马文·明斯基（Marvin Minsky）、艾伦·纽厄尔（Allen Newell）与赫伯·西蒙（Herb Simon）等人首先提出，我们且称之为老式人工智能（Good Old-fashioned AI），或简称GOF AI。这些科研人员提出的另外一种智能并不致力于分析海量数据，而是专注于常识。

什么是常识？拥有常识与训练有素地分析海量数据有何不同？本书将用大量篇幅回答上述问题。阻碍我们将此类差别梳理清楚的困难之一在于，在日常生活中，我们几乎所有的时间都是在自己相对熟悉的场景中度过，依靠长期形成的习惯或行为模式生活。比如我通常会在上班路上买一杯咖啡，在大厅里遇到同事乔治时和他打招呼，吃热狗时会放上芥末。即使偶尔看到一棵从未见过的树，我基本也是安之若素，毫不在意。生活就是这样平淡无奇。

但是，我们在第7章将会深入讨论到，当我们遇到的情况与平日司空见惯的行为模式截然不同时，我们的常识就会发挥作用。如果某天早上，常去的那家咖啡馆关门了，我该怎么做？难道一直拽着门不松手？如果同事乔治见到我说的第一句话是“你听说三楼危险化学品泄漏了吗”，我该怎么回应，难道还像往常一样，说句“早上好”然后离开？如果我的热狗上已经撒满调料，我该怎么办？再多放点儿芥末把自己辣晕？我们在从未经历过的陌生环境中做出反应，并对自己说“等等，这

是什么情况”，这才能真正证明我们具备常识。

研究人员在研究老式人工智能（GOF AI）的过程中经常遇到的问题是：如何对这种常识做出解释？人们如何利用这种常识搞清楚当日常行为模式行不通时该怎么办？到底何为“搞清楚”？遇到一扇打不开的门时，一个人需要经历何种心路历程才最终做出决定该如何处理？只因有人对我说了几句话，我就决定在寒冷的冬日不穿大衣来到户外，这是怎么回事？只因有人发出某种声音或说出某些话语，就足以让我的行为举止一反常态？

这就是令早期人工智能科研人员心驰神往的地方，这就是本书的主要内容。

具有常识的程序

1956年夏天，人工智能的先驱们在美国达特茅斯学院的一次会议上相遇。此次会议的组织者、美国计算机科学家约翰·麦卡锡（1927—2011）首次使用了人工智能这个说法。他于1958年发表了一篇题为“具有常识的程序”的论文，这篇文章内容精彩，开创性地为人工智能的研究确立了方向。

本书第9章会在技术层面对这篇文章进行详细阐述，但有一点非常明确，就是关注常识。当时麦卡锡就有了非常明确的想法：

如果一款程序能够根据已知信息和指令，自主推断出由此可能导致的各种直接结果，我们就说这款程序具有常识。

我们会在本书第3章中看到，麦卡锡对于人们如何利用已知信息和指令搞清下一步怎么做尤其感兴趣。

然而，人们从一开始就认为不应将掌握常识与学习经验割裂开来。麦卡锡也说：“我们的最终目标是让程序能够像人类一样有效地学习经验。”

显而易见，我们通过尝试打开一扇锁上的门得到了一些信息，我们从同事乔治那里知道了化学品泄漏的事，我们通过直接观察，发现热狗上已经撒满调料。但是，GOF AI与AML强调的重点各不相同，我们在第5章将会看到，在GOF AI的环境下，学习不需要大量培训数据，而是经常涉及语言。约翰·麦卡锡再次强调：“如果想让某个程序具有学习能力，那么首先必须能够让该程序听懂指令。”非常明显，他将重点放在了语言的学习上面，同时他还将这个系统称为“采纳建议者”。

实际上，也有人批评老式人工智能过分专注于符号和文字。批评者明确指出，智能行为并非全都需要通过语言表达。你可能无法准确说出骑摩托车通过急弯道时车身应该倾斜多少度，但这并不妨碍你成为骑行高手。你能在一群男孩当中辨认出一对亲兄弟，但不一定能够说清如何发现他们之间的相似之处。

当然，人类语言无疑在老式人工智能领域占据着举足轻重的作用，两个重要原因如下。第一，我们在第6章将要谈到，除了用于日常交流，语言在人类行为当中也起着非常特殊的作用，而这种作用是其他动物所不具备的：我们如何利用先前通过语言获得的信息解决新问题、新情况。

第二，语言是研究智能行为的绝佳媒介。如果我们想知道某个人是如何处理新情况、新问题的，可以直接问他。虽然偶有一言不发亦可展示智力的情况，但能像我们人类一样灵活使用语言确实需要智慧。因此，根据艾伦·图灵（Alan Turing）最先提出的理论，语言是测试智力的终极手段。

图灵测试

艾伦·图灵（1912—1954）是英国数学家，曾参与计算机的早期开发（我们将在第8章中对他和他的成就做更为详细的介绍）。他对于能否通过编程让计算机完成人类智力才能完成的任务（如下棋）进行过深入思考，并成为该领域的先驱之一。计算机只能根据自身的程序进行工作，但是关于我们能够设计出何种程序来指引计算机工作，无论是当时还是现在，都还很不明确。

根据我的猜测，图灵对机器是否拥有思考和理解能力或者意识等哲学讨论逐渐感到厌倦。他预见到人工智能将会给技术领域带来极大挑战，但有些人认为即使克服这些困难，由于计算机是非生物体，所以也不可能具备思考理解的能力。他对这样的观点感到愤怒。

1950年，图灵在一篇极具影响力的论文中建议，我们应该将注意力从如何制造机器、机器外观如何以及其内部如何运转等方面转移到可观察的外部行为（externally observable behavior）上。当然，我们需要考虑的行为多种多样，我们可以将机器放在并不熟悉的新环境当中，看它作何反应，我们可以要求它辨认猫的照片，我们还可以研究它如何处理撒满调料的热狗。图灵提出的想法是让机器与询问者进行一次不受束缚、毫无保留的对话。

这就是他所谓的“模仿游戏”（2014年的电影《模仿游戏》中也有相关描述）。这个游戏的原理是设置一个询问者和两个隐藏测试对象，一个是人，另一个是计算机，他们与询问者通过电传打字机进行对话。谈话要自然流畅，可以涉及任何话题。不管谈话进行了多久，只要询问者分辨不出测试对象中哪个是人哪个是计算机，就算计算机赢得比赛。按照当前的说法，我们就可以说该计算机通过了图灵测试。

对于图灵测试而言，非常重要的一点是牢记对话可以涉及任何话题。以下就是他在论文中想象出的一段经典对话：

询问者：在莎士比亚十四行诗的第一行，写着“我能否将你比作夏日？”在这里如果用“春日”来代替“夏日”，岂不是更好？

计算机：那不押韵。

询问者：那用“冬日”怎么样？这可以押韵了吧？

计算机：是的，但是没人愿意被比作冬日。

询问者：是匹克威克先生提醒你圣诞节到了吗？

计算机：某种程度上，是的。

询问者：但圣诞节是在冬日，我觉得匹克威克先生不会介意这么对比。

计算机：我认为你是在开玩笑，冬日的意思是冬天里普通的一天，而不是圣诞节这样特殊的日子。

我们当然不会像计算机程序一样进行这样的对话。但我们是否有理由相信我们永远无法编写出这样的程序呢？这正是图灵建议我们应该关注的地方。

在我看来，图灵的观点可以这样理解：诸如“聪明”“思维”“理解”等心理术语实在太过模糊，且充满情绪，难以让人信服。我们如果坚持在科学的语境中使用这些术语，我们应该说，一台能够通过相应行为测试的计算机，具有与人类一样的质疑能力，并且到此为止。我们可以想象，如果将电影《阿甘正传》中的标志性格言“傻人做傻事”改编一下，图灵会说成“聪明人做聪明事”。所以换句话说，我们应该问的问题是“机器能像具有思考能力的人一样运行吗？”而不是问“机器能思考吗？”

中文房间理论

现在回过头来看，图灵当时提出的观点不言而喻，就是强调可观察的外部行为是所有人工智能研究的核心，这一点我们在下一章将会提到。（我们有理由怀疑使用非正式对话的形式进行智力测试的效果，我们会在第4章讨论这一问题。）尽管如此，仍然出现了批评的声音，我们下面简要介绍一下哲学文献中反对图灵观点的一种声音。（如果你对于哲学争论没有兴趣，可以直接跳到下一章。）

20世纪80年代，哲学家约翰·瑟尔（John Searle）提出，理解（思维或智能）的内涵远大于可观察的外部行为，即便这种行为可以与所谓的模仿游戏一样涉及范围较广。以下就是他的论据（稍有修订）。

假设现有一款计算机程序能够通过图灵测试，即可以完全不受任何限制地进行人机对话。我们再假设这次对话使用的语言不是英语，而是汉语。因此，根据模仿游戏的规则，汉字（通过某种编码的形式）被输入该程序，随后该程序能够用汉语（以某种编码的形式）应答，作为输出。即使是精通汉语的人，仍然长期无法分辨输出信息的是机器还是人。

我们现在假设瑟尔自己不懂汉语，但是精通计算机编程（实际上他并不精通，但没关系）。他拿着一本小册子藏在一个房间里，这本手册里涵盖了该计算机程序的全部文本。房间外有人递给他一张纸，上面写着汉字，他虽然不明白纸上写的是是什么，但是可以模拟计算机程序对此类情况的应对方法。瑟尔根据这本程序手册，跟踪观察程序如何应对这种情况，并将程序输出的应答写在一张纸上，交还给房间外的人，而他在整个过程中根本不明白纸上写的是什么意思。

简而言之，有个名叫约翰·瑟尔的人，他在自己的房间里接收汉语

信息，然后通过这本手册，用汉语回复这些信息，而回复对汉语的使用与母语是汉语的人毫无差别（假定该计算机程序已通过图灵测试）。换句话说，在瑟尔身上，可观察的外部行为是完美的，但他却根本不懂汉语！因此瑟尔的结论是：仅确保行为正确是远远不够的，因此图灵的观点是错误的。

对此说法持反对意见的人认为，这种行为并非出自瑟尔本身，而是瑟尔与这本写有计算机程序的手册共同创造的结果。虽然瑟尔不懂汉语，但这个由瑟尔和这本手册一起组成的系统是懂汉语的，因此图灵的观点并没有错。对于上述异议，瑟尔的应答可谓简明扼要：假设他先把这本手册的内容记下，然后将手册销毁，那么就不存在所谓系统了，存在的只有瑟尔。因此，图灵的观点是错误的。

这就是中文房间理论的大概内容。

人们对此理论的反响如何呢？人工智能领域有人对此并不买账。这也可以理解，大家对人工智能领域中的哪种技术阻碍此类程序（假设其存在）的开发更感兴趣，而对我们在一个房间里用一个人就能准确地模拟这种程序的运行（虽然速度上，人可能只是程序的几百万分之一），并得出相关结论兴趣不大。

但是，就这类思想实验本身而言，还有一点需要考虑：我们如何能够确定，瑟尔没有通过记下这本手册的方式来掌握汉语？如果他以这种方式掌握了汉语，那么不懂汉语也能通过图灵测试的说法就站不住脚。因此我们必须问：为什么我们要相信存在这样一本手册能够想瑟尔之所想，让他只需记下该手册的内容就不用学会汉语？

如果不深入了解手册中所谈到的这款程序，就很难对上述问题做出回答。我曾经提出，我们可以转而关注其他更为简单的行为模式，即数字求和。

我的设想如下。假设行为测试不要求能说汉语，而是要求将20个10位数字求和。如果一本手册中列出了20个10位数字及它们求和的所有可能的组合形式，有了这个，即便是不会算术的人也能在行为测试中得到正确答案。每当有人问到总和是多少时，都可以在书中找到正确答案，就像瑟尔用汉语回答问题一样。

但是，值得注意的是不可能存在这种手册。如果要满足所有数字组合，就需要包含 10^{200} 个不同的条目，而我们的整个物质世界当中只有约 10^{100} 个原子。

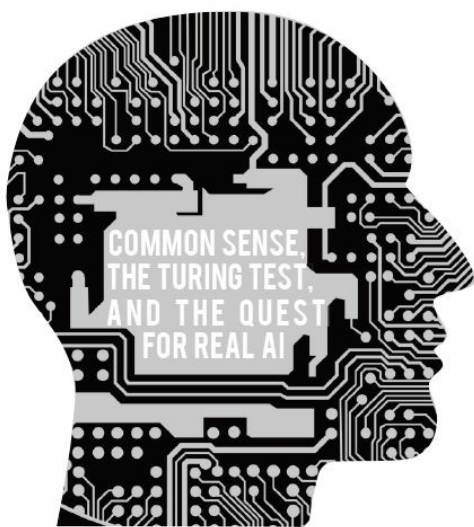
要进行测试，一本介绍加法运算表的英语小册子就堪当此任：首先做一个 10×10 的个位数加法表，然后进行两位数加法运算（可进位数），最后是多位数加法运算。这样的小册子绝对可以存在，而且只需几页纸就能说明问题。这种小册子的意义在于，对任何不会加法运算的人来说，只要能够记住书中的说明就能学会！

而这也足以让我们对瑟尔的中文房间理论产生怀疑。如果根本不存在这样简单到不用教人算术（具体来说就是20个10位数字的求和）就能对数字求和的手册，我们就不得不怀疑上文提到的汉语人机对话的说法了。

但是，这依然无法驳倒瑟尔。到最后，我们还是不知道如果真正背下瑟尔的手册会怎样，因为我们也不知道让不懂汉语的人用汉语进行人机对话会是什么样。所以，唯一可行的办法就是按照图灵所说，解决这些技术难题。

第2章

巨型拼图之谜



人类的智能行为是心智的产物。但是，心智本身不代表具体事物，确切来说更接近人脑的工作。因此，我们的外在行为背后真正的物理客体是人脑。

疑问接踵而来

虽然我们现在对于人脑的认识远远超过10年前，但是人脑的思维过程对于我们来说仍然是一团迷雾。这就像一个巨型的拼图玩具，我们可以看到各个小的拼块，但却无法将其组合在一起。人类对于自身而言，仍有太多未解之谜，比如我们与自然界其他生物有何不同？为什么我们如此聪明？

来自不同领域的学者手拿各自的拼块，试图从不同角度揭开这个谜题。他们每个人都强调自己的角度最为重要，将起到决定作用。这倒并不奇怪。以下就是他们的说法：

- 我们需要关注的是语言，因为心智需要通过语言来明确表达观点。我们通过听其所说、读其所写了解并认识某种思想。人类在动物界中拥有独一无二的能力，可以将自己所知、所学以及所想记录下来。虽然我们永远无法研究莎士比亚的大脑，但可以通过分析莎士比亚的戏剧作品体会他的思想。

- 我们需要关注的是心理学，即人的思维方式是什么，以及人与其他动物相比有何异同。人类对于自身思维方式的本能认识与将其置于某一限定环境进行研究得出的认识截然不同。记忆、学习、感知、关注、认知、情感、意识等等都属于心理学范畴，它们在一起共同构成了人类的精神生活。

- 我们需要关注的是神经科学，即大脑如何形成心智。我们所谈论的心智，其实就是一个电化学体系的高度集成。随着我们对大脑的认识进一步加深——相关领域研究进展神速——人类对于自身心智的认识将会出现一场革命，这与人类在发现DNA（脱氧核糖核酸）后关于生命认识的变革异曲同工。

- 我们需要关注的是进化论，即人类这一物种在进化的压力下

如何继续发展。包括大脑在内的人类所有部分，作为一个整体都在进化发展，人类的每种能力都是进化的产物，都能在其他物种身上找到对应。人类的心智就像是不断更新升级的瑞士军刀，若不深入研究其演化进程及其与成功繁育之间的关联，就永远无法获得真正的认知。

还有其他种种说法。

我认为在讨论人脑、心智、思维、智力等时，我们需要保持一定的谦卑。聆听科学家们信心满满地推广自己的观点时，我们会感觉他们的新想法、新方法、新技术、新工具已将我们带到一个全新的时代，我们即将在这里破解谜团。但我认为这种想法是完全错误的，原因在于他们低估了我们面临的困难，认为我们只需破解一个谜团。而实际上，我们所面对的是一系列谜团，是一个巨型拼图，我们需要将所有碎片收集在一起，从不同的角度进行组合，只有这样才能真正欣赏到拼图的全景。

我们要培养自己形成一种怀疑的习惯，对于任何强调某个部分就是这一巨型拼图的真正核心、是解决问题的关键的研究团队，我们都要保持怀疑态度。我们对于任何声称“即将发现大脑工作原理”的人应当更加怀疑，因为这种说法和那些声称已搞清天气如何变化或者股票市场如何运转的人是一丘之貉。

为了参考方便，我们把拼图的几个拼块混称为整个拼图的错误称为巨型拼图问题（这个问题接下来还会出现）。

那么，我们怎样才能能在讨论思维时避免不切实际地将问题过分简单化呢？我认为，答案就是承认我们仅是在处理拼图的一部分，并且尽自己所能去发现手中的拼块如何与其他拼块有效组合，同时要抵住诱惑，不要认为拼图其余部分均与此大同小异。虽然人类心智极其复杂，但是我们依然能够排除困难，深入了解其中的一小部分。

那么本书将讨论拼图的哪一部分呢？这里先做一个简要介绍：

我们关注的是智能行为，行为主体对下一步该做什么做出智能选择的行为。行为主体通过分析其当前所处环境中并不存在的背景信息，做出智能的选择。这种背景信息其实就是我们所说的知识。将知识运用于身边的具体行为，就是我们所说的思考。有待解决的问题，具体来说，就是背景知识在行为主体做出选择的时候怎样发挥作用。我们目前考虑的解决方法是一种计算方案，类似于数字计算机处理符号所代表的数字，我们建议人脑对符号所代表的知识进行计算，然后根据计算结果决定下一步怎么做。

毫无疑问，上述方案距离解读整个拼图还相去甚远。若想解读整个拼图，还需搞清诸如谦逊、嫉妒、悲痛等情感因素在拼图中的位置，智能的社会性与互动性在哪里，感知与想象力、空想与幻想身在何处，哪些因素为人类独有，智能的阶段和等级如何划分，不同种类的智能（如情商）又该如何划分，药物和精神疾病会带来何种影响，意识和创造力在这些过程中发挥了什么作用，以及如何解释精神和勇气，以及让“永不沉没的莫莉·布朗（Molly Brown）^[1]”被传为佳话的精神。

这些问题都提得非常好，但我不会在本书中对此过多纠缠。然而，我也不想让读者觉得剩下的问题都无关紧要。因为即使从最狭义的角度来看，人类的思维过程仍然和人类的想法一样变幻莫测、难以捉摸，而且我们可以对于任何事情进行思考！虽然人类迄今已在科技领域取得惊人的成就，但对于自身在思考谁会获得奥斯卡最佳男主角，在分辨法国作曲家德彪西（Debussy）和拉威尔（Ravel）之间音乐的异同，以及在考虑是否需要自由市场加以规范等问题的过程中，大脑经历了何种变化，我们依然不得而知。

即使在拼图的微小碎片中，仍存在着许多未解之谜。

留给我们的困难

在结束这个话题之前，我们仍然需要进一步搞清为什么不能从心理学和神经科学等领域找到我们想要的答案，即人脑究竟是如何工作的。为了说明这一点，我们先用一台简易设备做个思想实验，便于我们进行分析。

假设有一台简易设备连接着发声器、灯泡和键盘。只要有人通过键盘输入一个两位数的数字，这台设备就会嘟嘟作响，并发出亮光。我们把这个机器称作M。我们暂且将M视为一个简单的大脑，键盘是其唯一的感知器官，发声器和灯泡是其唯一的效应器。假设你的工作就是搞清该设备为何能以这种方式发声、闪光。这个实验能够让我们很好地理解智能行为背后的意义，因此非常重要。

现在，我们假设在键盘上按顺序输入数字37、42、53、16和37，M与之对应的行为如下所示：

输入	响声	闪光
37	1	6
42	1	8
53	2	8
16	2	2
37	3	2

那么为什么会出现这样的结果呢？

我先给出答案再解释原理。**M**是一台连接键盘、发声器和灯泡的小型数字计算机：不断地通过键盘接收数字，作为输入；同时根据一款微型计算机程序，发出声音和闪光，作为输出。

控制**M**的整个程序如下文所示（不想了解该微型电脑程序的读者可以跳过代码后一段内容）。

```
integer U, V, W, X, Y

set U to 0

set V to 0

repeat the following forever:

    set W to the next typed number

    set X to W / 10

    if X > U

        then set Y to  $X * X + (W \bmod 10)$ 

        else set Y to  $U * U + (W \bmod 10)$ 

    beep (Y / 10) times

    flash (Y mod 10) times

    set U to V

    set V to X

end repeat
```

若想弄清其工作原理，就要注意其使用的是整数运算，Mod指的是除法之后所得的余数。所以37除以10所得的值应该是3，而37与10的Mod值是7。例如，第一次在键盘上输入37的时候，M发出一次响声并闪烁6次。原因在于：根据下文所示，W被设为37，X被设为3，Y被设为 $3 \times 3 + 7 = 16$ ，16除以10等于1，而16与10的Mod值为6。当第二次在键盘上输入37时（第5组数字），结果就是3次响声和2次闪烁，因为这时的U是5（第3组数字），并且因为 $5 > 3$ ，Y就被设为 $5 \times 5 + 7 = 32$ 。

所以秘密就在这里。了解这些之后，现在假设对于上文中的程序一无所知，而你的任务就是搞清M的工作原理。

我们现在假设自己是心理学家，对M进行实验，并观察其行为。虽然可能的输入方式不过100种，但即使在这种相对简单的情况下，若M拥有记忆，而且能够根据自己看到的最后一个数字及其他信息决定下一步行动，我们的生活也会变得相当复杂。

为了真正模拟心理学家的工作，我们必须假设参与测试的输入方式要比实际可以输入机器的输入方式少得多。假设进行一场阅读理解测试（第4章将会详细谈到），现在将该测试中的句子数量和被试者一生当中会读到的句子数量进行对比。心理学必须符合行为空间中一个个琐碎细节所组成的证据。

举个例子，我们先将M扩大，使之可以接收10位数字作为输入，不再接收两位数字的输入。那么现在，我们就有 10^{10} 种（100亿种）输入方式，而不是 10^2 种（100种）。我们发现，由于机器有记忆，我们还需考虑机器在上一步和上上一步获得的数据，这样我们就必须考虑到 10^{30} 种输入方式。如果机器的记忆可以继续向前追溯，那么根据最近的10组输入方式，将有 10^{100} 个序列样本，远远超过了宇宙中已知原子的数量。

由此可见，我们可以毫不费力地排除大部分可能的刺激和反应。虽然M的感知环境简单，记忆也不复杂，但是却能压垮各种综合测试。

简而言之，这就是心理学的困难所在。

设计出一种通过有效控制各种变量，进而得到有效结果的测试非常困难。假设我的研究对象是张三和李四，他们有着截然不同的生活，看到过截然不同的事物，带着截然不同的信念和目的参与这项测试，那么我该如何控制测试中的变量？众所周知，能够有所启示的心理学试验往往涉及知觉任务，需要在毫秒之内做出反应。由于速度太快，长时记忆这种在张三和李四身上会截然不同的因素，就不那么重要了。如果被试者能悠闲地坐着，并沉思几秒，那么再想要控制所有变量就难如登天了。

由于心理学大多仅能从外部观察研究对象，因此在研究过程中受到极大的限制。虽然其能够呈现外部刺激，并观察到由此带来的外部反应，但也就仅此而已，因为他们认为将活人的脑颅打开，植入电极，观察大脑的反应是极不道德的行为。我们对于大脑功能较为深入的认识主要来自开颅手术——例如切断胼胝体以控制癫痫症的手术——会要求患者描述在大脑某些部位受到刺激时的感受。

不过如今，我们拥有了诸如功能性磁共振成像（fMRI）等新技术，通过微创的方式，不用开颅手术，就能呈现出较为完整的大脑功能画面。我们可以看到，当研究对象在思考身体活动的时候，大脑参与运动控制的部分就会被激活。我们还可以看到，人在说脏话骂人时，其大脑活跃的部分与在谈吐有礼时大脑活跃的部分不一样。神经科学的这些发展令人瞩目，同时也告诉我们，只要给予充足的时间，人类就一定能搞清思维当中的信念与目标是如何决定行为的。

但要解释清楚为何还要对此保持怀疑，我们就要回到M上来。假设神经科学家想要搞清楚M的行为方式，那么和上文提到的心理学相同，

他并不知道前文中所示的程序。但是与上文提到的心理学家不同的是，神经科学家可以像使用新技术观察大脑一样，观察M内部的运行方式。

M在实验室里被拆解研究时，神经科学家就会发现M实际上由一些标准电子元件组装而成，依靠电池供电。实验人员输入数字时，M中的一些元件会被激活，其他元件则仍然处于休眠状态，基本不会发光。随着在键盘上输入更多的数字，会开始出现一些奇妙的现象。那么问题来了：神经科学家能够破解M的行为之谜吗？

诚然，M不过就是几个电子元件的组合，其任何行为都取决于这些元件所处的不同状态。如果M是大脑，我们就可以说大脑的状态决定我们的行为；我们所谈论的其他任何话题（信念、目标、情感、心智等）都必须依靠大脑的某种状态才能实现。

但问题是，我们能否通过研究组成M的元件的属性找到M的行为规律。比如，我们可能想得到M的第一位数字，而不是第二位数字的平方。但我们能在这些电子元件中看到吗？

我们有充足的理由相信，不能。我们假设这位神经科学家不但才华横溢，而且非常幸运，他通过长期研究组成M的这些电子元件的状态，提取出了M的整个运行程序。

那么问题又来了。根据上文中程序的第8行和第9行，可以求得M的第一位数字（或者上一个数的第一位数字）的平方，但是该程序可能并不存在于M的内存（记忆）当中。通常，计算机程序总是先被转化成另一种易于硬件执行的形式，用计算机术语来说，上文中的程序叫作源代码。储存在M内存中的转化版本叫作目标代码。即使这位神经系统学家再怎么才华横溢，也只可能获得目标代码。即使有了目标代码，也完全没有可能恢复其源代码。

比如通常来说，在计算机系统中求一个数字的平方并非单一操作，

在目标代码的操作过程中可能会大量出现乘法运算。（但是，这要比我们在小学里学的一个数字乘以一个数字的运算高级得多。）

更麻烦的是，对数字进行编码无法像处理电子元件那样简单。操作可能会需要多个元件共同参与，但是并不需要它们在物理位置上彼此相近。实际上，在所谓分布式表征（常用于大脑神经网络模型）当中，我们需要观察众多电子元件的状态，发现其所代表的单个数字的值。但最麻烦的问题是，在分布式表征当中，单个元件有可能代表多个数值。

由此可见，虽然将源代码转化成目标代码相当容易，但是把目标代码转化为源代码就相当于破解一个加密的谜语，难似登天。所以软件公司为了保护自己的知识产权，只会出售软件产品的目标代码，因为他们相信，获取源代码这种“反向工程”在技术上非常困难，经济成本也一般令人难以承受。（“开放源代码”的软件产品则恰恰相反，其源代码都被公之于众。）

所以，即使拥有电子探针等最先进的测试设备，神经科学家依然无法还原M的原始程序。虽然能够不受限制地接触所有相关元件，甚至对这些元件的构成了如指掌，但这依然不能保证我们弄清像M的行为方式一样看似简单的事情。

简而言之，这就是神经科学的困难所在。

即使我们能够获取构成人脑的1 000亿个神经元，即使我们能够将这些神经元视为理想的无噪声数字元件，我们也仍然无法搞清自己行为方式背后的原因。如果神经科学家处理的是真正的神经系统的组成，而非电子元件，就会看到大量正在进行当中的化学和生物反应，它们错综复杂、难以梳理。比如，我们是如何记住某种现象的？我们如何根据这些现象得出新的结论？我们如何根据这些结论确定自己的行为？显而易见，这些问题都要比搞清M为何发出三次响声复杂得多。在神经科学领域（即使是最尖端的神经科学），寻求这些问题的答案确实是勉为其难

了。

我们只能另寻他法。

一条解决的途径

当我们努力搞清某种复杂现象时——人类思维当然也是这种复杂现象之一——我们通常有两种选择：我们可以研究产生这种现象的主体（即人脑），也可以直接研究现象本身。以研究飞行为例，在飞机出现之前，人类就想要知道像鸟类和蝙蝠这些动物是如何飞行的，也想尝试制造能够飞行的机器。因此，有两种方法可以开始着手：

- 研究鸟类等能够飞行的动物，仔细观察它们的翅膀、羽毛、肌肉，然后仿照鸟类的身体结构，制造飞行器。[此书分享微信wsyy5437]
- 使用风洞和各种翼型，研究空气动力学——机翼上下两方的空气如何流动，如何才能获得升力。

上述两种研究都会得出相应的结论，但是内容却迥然不同。或许第二种方法更便于推广，即寻找并发现适用于包括鸟类在内所有物体飞行的原理。

思维与之相似。虽然我们想知道人类思维的奥妙，想知道思维如何引导智能行为，但这并不意味着除了依靠研究人类自身以外，别无他法。诚然，研究人脑（及其他生物的大脑）可以获得很多发现，但除此之外，我们还可以将注意力放在思维过程本身上面，找到适用于人脑及其他思考行为的普遍原理。

这就是哲学家丹尼尔·丹尼特（Daniel Dennett）所说的设计立场。我们需要做的，就是找到在设计具有飞行能力或思维能力的东西时，都会涉及哪些因素。我们无须在细节上纠结人脑如何工作，而应将注意力

转移到人脑所做的工作上，研究人脑是怎样完成该项工作的，希望可以在此过程中发现什么因素起了作用，什么未起作用。

当然，设计立场这种方法无法解决整个谜题。比如，这种方法不会告诉我们某种现象如何成为某种演化过程的最终结果，也不能用于解释无法观察的现象。如果我们想知道的不是鸟类如何飞行，而是鸟类是否具有某种从不显现的内部感觉，设计立场就无能为力了。

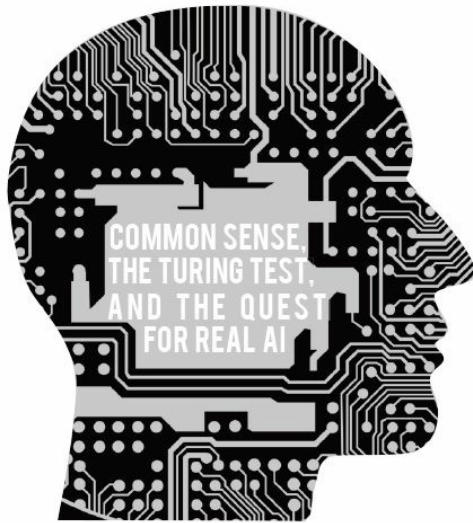
所以最后，我们必须强调，我们的研究对象是可观察的智能行为及其产生的过程。当然，我们必须承认，思维是必不可少的，但我们不会关注这种思维的结果带给思维主体的感受。

在很多研究人员看来，研究应集中在有意识思维的主观感受（或称为感受性）上，这也是人类心智的显著特征，非常有趣。我将此称为巨型拼图问题。毫无疑问，对于意识的感知能力是这个拼图里非常有趣的部分，但不是唯一的有趣部分。

^[1] 莫莉·布朗原名为玛格丽特·布朗（Margaret Brown），她在1912年泰坦尼克号沉船之际，成为满载女性的6号救生艇的领导者，带领整船人逃生，并且坚持掉转船头寻找幸存者，她的英雄行为被后人誉为“永不沉没的莫莉·布朗”。——译者注

第3章

知识与行为



到20世纪中叶，数字计算机的应用更加广泛，由于其运算速度和精确度令人惊叹，人们也将其称为“电脑”。当然，这里所谓的“电脑”（不管当时还是现在）的构造与生物学上的大脑构造完全不同。在这种情况下，最有价值的问题是：电脑能否替代人脑来完成某些事情？

约翰·麦卡锡发现：人们在日常行为中表现出的突出特点就是知识的决定作用。在面对全新情况需要做出决定时，人们会习惯性地运用已有的知识，且心理活动可能表现为如下方面：

- 在规划行为时，人们会自动调动脑中与周围环境相关的知识，分析目前面临的选择以及自身行为可能产生的影响。
- 在理解视觉场景时，人们不得不用已知物品的外观来判断视野之外的场景细节。
- 在使用语言时，人们不得不使用与谈话主题以及语句中单词含义相关的知识。

智能行为似乎大都遵循着一个规律，即它们取决于背景知识的储备情况。例如，一旦你知道柠檬是黄色的，那么做以下这些事情就易如反掌了：在纸上画一个柠檬，在杂货店挑选一个柠檬，列出黄色的水果等。麦卡锡首次提出：若想理解智能行为，我们就应研究在背后支持智能行为的知识，以及这些知识是如何影响人类行为决策的。

在下一章，我们将回到图灵测试，并讨论麦卡锡的观点为何依然重要。但是在这之前，我们不妨先暂缓脚步，仔细研究知识这一概念，搞清楚知识决定智能行为意味着什么。

超越刺激与反应

在大部分情况下，解释人类行为及其原因最好、最简单的手段就是刺激与反应。这种情况在动物身上非常常见，人类自然也不例外。例如，人类对于语言的使用：当衣服不小心被钉子钩住时，我们会说“怎么回事”；当在拥挤的火车上撞到别人时，我们会说“对不起”；当看到小孩把头探出护栏时，我们会说“小心”；当用锤子砸到手指时，我们则会脱口而出一些不文明的词语。

但是，如果你认为人类对于语言的使用都是出于这样的原因，那就犯了一个巨型拼图式的错误。来看下面这则故事中所展示的用法：

假设你和几个朋友正在聊着电影《2001：太空漫游》。突然，蒂姆（Tim）说：“这部电影的蓝光版真好看。”你答道：“这电影1968年就首映了，真是难以想象。”

那么，我们有什么发现呢？这里有一个刺激，即蒂姆的评论，还有一个反应，即你的评论。但是，我们现在难以解释的是，这个刺激是如何引发反应的。比如，到底是什么让你说出“1968年”这样的话呢？

很显然，刺激与反应之间存在空白。唯一合理的解释就是：你的思维填补了这一空白。你所掌握的信息是这部电影上映于1968年，而且你认为这样说有利于谈话顺利进行下去。也许你只是想附和一下蒂姆的观点，或者仅仅为了不冷场，在大家的高谈阔论之中插句话而已。但是你做出的反应并非由这种意愿决定，而是由你对这部电影的了解程度所决定。

针对这一过程，心理学家弗雷德里克·巴特利特爵士（Sir Frederic

Bartlett) 如是说:

我认为, 该思维过程的重要特征如下: 当发现现有证据或信息存在空白或者不完整时, 思维过程就会启动。随后, 空白得到填补, 缺失的信息被补充完整。该过程能够顺利完成, 依靠的是在原有基础上对与证据相关的内容进行扩展和补充。除了思维启动时涉及的信息以外, 在扩展和补充的过程中, 会使用来自其他渠道的信息。 [《思维》(Thinking), 1958年, 第75页]

决定因素就是这些“来自其他渠道的信息”。

背景故事: 你肯定是在某个时间知道了电影《2001: 太空漫游》是在1968年上映的。可能是电影刚一上映, 你就去看了; 可能你先看到了上映日期, 然后才去看了电影; 可能你在某个地方看到了该电影的上映日期; 可能你在宣传海报上看到了上映日期; 也可能你听别人说起过。不管你是怎么知道的, 这种刺激在你身上产生了作用。也许当时你并没有说什么, 但是你开始相信: 电影《2001: 太空漫游》上映于1968年。(我们在下文中会谈谈“知道”和“相信”之间的区别。)

后来, 当你们讨论电影时, 蒂姆说出了自己的想法, 而电影何时上映的想法也在你的脑中浮现。你和蒂姆一样, 也看过电影的蓝光版本, 你也清楚地记得当时的感受。然而, 你没有仅仅是赞同蒂姆的想法, 或者说“真棒”这样的话。你不想表现得平庸, 更不想显得无知。于是, 你迅速想出一个非常有趣的想法: 电影《2001: 太空漫游》比同时期的其他电影都要好看, 但你也没有这样直接说出来。恰巧, 你知道电影的一些具体信息, 即上映时间是1968年, 而这就成了你所说出口的话。

这个故事告诉我们:

掌握知识, 并利用知识对自身行为施加影响, 是构成人类行为

的本质。

这一观点在多数人看来很好理解。但是另一部分人，尤其是某些心理学家，却与此意见相左，他们认为：

为什么不能简而言之，就说第一个刺激（比如，看到电影《2001：太空漫游》的相关内容）对你进行训练，然后，第二个刺激（蒂姆的评论）使你根据训练做出反应？为什么非要引出知识、信念等这些既晦涩难懂，又难以找到科学依据的话来呢？

问题在于，如果单纯就说“刺激—反应”的话，就会漏掉一个关键点。哲学家泽农·派利夏恩（Zenon Pylyshyn）曾在相关著作中强调：你遇到的实际刺激（比如看到电影《2001：太空漫游》的相关内容）既不必要，也不足以解释你所产生的反应。

首先请注意，你在某个页面上看到的内容只是众多视觉刺激之一，而这些视觉刺激都能够达到同样的行为效果。这些信息可以通过多种形式呈现：不同的纸张、不同的颜色、不同的字体、不同的单词，甚至是不同的语言，有时甚至能够蒙蔽你的双眼。另外，刺激还可以通过非视觉的形式呈现。你可能听到某人谈论过电影《2001：太空漫游》，但谈论过程可能各有特点：不同的音量，不同的音调，不同的语调，不同的单词，甚至不同的语言。

更进一步讲，也许你从未看到或听到“1968年”，但也许你听说电影《2001：太空漫游》于尼尔·阿姆斯特朗（Neil Armstrong）登月的前一年上映，抑或如果你对电影《雾都孤儿》有所了解，知道《雾都孤儿》获得最佳影片奖是哪年，也就知道是1968年了。一旦涉及视觉或听觉的感官刺激，信息的范围就相当广泛了。

此外，“电影《2001：太空漫游》于1968年上映”这句话本身不会产

生任何效果。如果这句话接在“以下所说均为谎言”之后，你就不会对蒂姆说出那样的话了。如果你是在题为“斯坦利·库布里克电影中的常见误解”一文中看到这条信息，或者别人告诉你电影《2001：太空漫游》于1968年上映，而你却恰好认为他们是在瞎说或者撒谎，那么你对蒂姆的回应也会有所不同。

最后，刺激的关键点以及促使其生效的因素并非我们看到、听到的那样。文中的刺激因素，有的会起作用，有的则不会。我们关注的重点是，这些因素能否让你相信某事，比如“电影《2001：太空漫游》于1968年上映”。

此外，一旦你处于这种信念状态，如何到达这种状态就变得不那么重要了。忽视原始刺激源的影响力，你的信念会影响你之后的任何行为，不管是语言行为还是非语言行为。不管是准备按年份整理蓝光电影，还是要举办以“20世纪60年代以来的伟大电影”为主题的电影节，抑或是被问到关于库布里克的问题……这些行为都将受到这一信念的影响。

派利夏恩认为，智能行为在认知上是可介入的：你所做出的行为决定是基于你所相信的内容的。这与麦卡锡首次提出的观点不谋而合。如果你相信“电影《2001：太空漫游》于1972年上映”，那么你的行为也会相应地发生变化。

当然，并不是我们的所有活动都适用于这样的理论。例如，一些本能的反应就不适用。无论是膝跳反应，还是物品靠近眼睛时的眨眼反应，抑或是锤子砸到手指时口吐脏话的言语反应，这些都是本能的反应，不需要信念的刺激。而按年份整理蓝光电影的行为却需要信念的支持。

总而言之，与其他动物一样，人类会采取行动以应对刺激。在某些情况下，映射是直接的：我们感受到一些东西，并对此有所反应。但

是，对于很多人来说，映射没那么直接：我们感受到一些东西，产生的反应却取决于我们拥有的信念。

知识与信念

知识究竟是什么意思？它的基本含义很简单：知道某事意味着“某人是这样而不是那样看世界”。下面让我们详细地研究一下这个定义。

首先，当我们说“约翰知道……”的时候，会用一个陈述句来补充省略号的部分。所以，这句话可能是“约翰知道电影《2001：太空漫游》于1968年上映”，也可能是“约翰知道玛丽会来参加派对”。在这些事物中，无论这个命题是用英语还是用其他语言表达的，知识就像是知者（如约翰）与命题之间的关系，例如，“玛丽会来参加派对”。

那么，什么是命题呢？与数字不同，它们是可真可假、或对或错的抽象实体。当我们说“约翰知道P”时，我们也可以这样说：“约翰知道P是真的。”无论哪种方式，当我们说约翰知道某事物时，就意味着约翰已经形成了某种判断，已经意识到世界是以这样的方式运转，而不是以那样的方式。比如，在讨论这个判断的过程中，我们将使用命题来区分这两种情况：一种是“玛丽会参加派对”，另一种是“玛丽不会参加派对”。

“约翰希望玛丽能来参加派对”和“约翰担心玛丽会来参加派对”这两句话也是同样的道理，语句中包含同样的命题，但命题与约翰的关系是不同的。诸如“知道”“希望”“后悔”“恐惧”“疑惑”等动词都表明了哲学家所说的命题态度，即行为人与命题之间的关系。无论何种情况，对于命题来说最重要的就是它的真值条件，即如何为真：如果约翰希望玛丽能来参加派对，那么根据这个命题，约翰就是希望世界以某种方式运转。

当然，有一些语句并不会明显地提及命题。当我们说“约翰知道玛丽要带谁去派对”或“约翰知道如何到达”时，我们起码能够想象出隐含的命题：“约翰知道玛丽要带……去派对”或“约翰知道如何到达派对现

场，你先走过主街的两个街区，再左转……”等。另一方面，当我们说约翰对某人或某事有了深刻的了解时，如“约翰非常了解比尔”或“约翰知道如何向后滑”，语句中包含的有用的命题并不明显。（虽然这种“程序性”的知识非常有用，但我只会在第5章讨论，此外不作赘述。）

然而，我们非常关心的还有“信念”的概念。很显然，“约翰认为P”与“约翰知道P”这两句话之间是有关联的。当我们并不想表明约翰对于世界的判断完全准确，或出于某种适当的理由时，以及当约翰的决定没有可靠的证据支撑时，我们使用前一种说法。但这更多地是与信念有关的问题。当我们认为约翰不可靠时，也会使用前一种说法。事实上，我们有各种各样的命题态度，表达出来可能是这样：“约翰对P坚信不疑”“约翰对P有信心”“约翰认为P”“约翰怀疑P”等。这些不同动词的表述仅在表明约翰不同的信念水平。

显然，一个人如何使用信念取决于他对该信念的确信程度。我们称之为信任度。这个词语适用于眼下我们不用区分知识和信念，也不担心信念程度的情况。因为我们的重点只有一个：约翰认为世界是这样的，而不是那样的。（我们将在第9章中简要谈到信任度。）

意向立场

关于这种知识的叙述似乎表明：它只适用于像人类一样理解语言的主体。如果P是一个句子，那么如果某人或某物无法理解这个句子，那么他们如何知道或认为P是真实的？人类在使用知识方面是独一无二的吗？

当然不是。狗追逐飞盘时的动作反应并不简单。当它看到飞盘在位置A时，它奔向的地点是位置B。在起跳的一瞬间，狗已经对于飞盘的落地位置有了初步的预判。当然，预判也不一定准确：也许一阵侧风刮过，也许飞盘被绳子拴住，也许飞盘是远程可控的。尽管如此，但由于狗的表现超出了它看到、闻到、听到的东西，它才能够奔向当时并没有飞盘的位置B。我们何不将其称为信念？这条狗相信飞盘会在位置B落地。尽管狗不懂英文，但我们也许会说，这是非常简单或原始的知识（或只是“知识”），但它却与上文中提到的知识有千丝万缕的联系。

这里体现出来的哲学道理有助于我们的理解。哲学家丹尼尔·丹尼特认为，当我们看待复杂的系统（生物或其他系统）时，所采取的“意向立场”往往是有用的。他指的是那些包含信念、目标、欲望、计划和意图等在内的立场，如同我们讨论人时所用的一样。因此，我们可能会说：“这只狗相信飞盘会在位置B落地，并且想要在其落地前咬住飞盘”，我们可能会说：“一个计算机下棋程序担心落子有风险，想要令其国王走先手，占据棋盘中间的位置”，我们也可能会说：“恒温器认为房间温度高于设定温度，并试图降温”。

在某些情况下（如下棋程序），意向立场是有用的，它能够帮助我们有效地与系统进行交互。在其他情况下（如恒温器），意向立场的作用被过分夸张且被不必要地拟人化，我们以不同的方式与系统进行了更

好的交互。我们在研究这个问题时，一直将狗想象成拥有意向立场的动物，这非常有用，具体如下所示：

它想要什么？它为什么抓门？哦，我懂了，它认为它的玩具在另一间屋内，它想要玩具。打开门，让它看到玩具并不在那里。

丹尼特的核心观点就是：这些全都是立场，它们本质上没有对错，没有真假。立场只是一种观察复杂系统的方式，它可能有用，也可能没用。

但它确实引发了一个有趣的话题：所有关于人类知识与信念的讨论都叫作立场吗？我们能够像讨论计算机系统、狗和恒温器那样，讨论人类的行为具有的信念、欲望和意图吗？

我们现在还回答不了这个问题，但我们将在第8章和第9章中详细介绍。我们将讨论一种以非常明显的方式处理信念问题的系统类型（即基于知识的系统）。对于该系统来说，信念不仅仅是一种有用的讨论方式，更是促使系统做出反应行为的因素。

这更像是我们讨论汽油对于汽车的重要性。汽车的设计和制造注定了其运行离不开汽油（至少在混合动力型和电动汽车出现之前是这样）。因此，在有关汽油的相关讨论中，立场并不是随意选择的。当谈到汽车如何才能运行时，我们别无选择，只能讨论汽油的作用。

在知识型系统中，信念也是如此。

智能行为

什么是智能行为？如果我们要研究智能行为，那么它的定义是什么？因为我们所做的一切并不完全是智能的，所以我们不能将其简单地描述为人们的行为方式。观察人类自身的愚蠢行为也是非常有趣的，比如《美国搞笑家庭录影集锦秀》中愚蠢滑稽的行为和《杰里·斯普林格特秀》（*The Jerry Springer Show*）中吵架拌嘴的夫妻。我们周围有如此多滑稽、鲁莽和愚蠢的行为，对于这些行为，我们只能说它们是智能行为的例外。正如埃里克·艾多尔（Eric Idle）在蒙蒂·派森（Monty Python）执导的电影《生命的意义》（*The Meaning of Life*）中所唱的一样：

祈祷宇宙中存在有智慧的生灵，
因为地球上的一切令人生厌！

歌词虽然有一点儿夸张，但是核心意思却表达得很明显。

那么，当一个人确实表现出智能行为时（有点儿罕见），我们应当如何分析呢？我们不想把自己局限于对博弈、海德格尔（Heidegger）、计算问题的讨论中。虽然这些“智慧”活动很棒，但我们想寻求更加平凡的东西。大致来讲，我们希望能在人们利用所知获取所得时，发现智能行为。心理学家尼古拉斯·汉弗雷（Nicholas Humphrey）这样说：“当一个动物从证据中得到有效的推理时，它就会表现出智能行为。”

假设有这样一个人——亨利（Henry），他自言自语道：

我的车钥匙去哪儿了？我需要它。我知道，它要么在我的大衣

口袋里，要么在冰箱上面。我一般都放在这两个地方。但我刚刚找了大衣口袋，里面空空如也。

如果我们问：亨利接下来会做什么？答案很明显：他会想到车钥匙可能在冰箱上面。这就是智能行为：基于你所知的内容决定下一步做什么。亨利想找到车钥匙，我们希望他能根据线索推断出钥匙的所在之处。

但他会这么做吗？尽管这对他来说是“正确”的做法，而且如果亨利可以看到他自己的行为回放的话，也会赞成我们的观点，但亨利的实际做法却与这些假设大不相同。他的思路可能会开小差，想一些完全无关的事情，比如去洗手间、吃比萨饼或者别人怎样看待他。他也可能开个玩笑。他可能跪在地上啜泣道：“我再也不乱丢钥匙了！”即使他真的想找到车钥匙，完成这件事还涉及许多因素，如：

- 他的整体状态：饥饿、疲劳、动机、分心；
- 他的身体状况：受伤、疾病、视力不佳、恶心；
- 心理状况：焦虑、痴迷、近乎病态的恐惧；
- 他的神经病症：偏头痛、精神药物、痴呆。

那么，如果我们真的对亨利这类人的智能行为感兴趣，我们为什么还要关注这些因素呢？

答案是：这取决于我们想要研究什么。事实证明，我们对于亨利这类人如何表现出智能行为并不感兴趣。这个解释太复杂，难度太高。我们真正感兴趣的是简化的智能行为。即使亨利这类人有时会犯傻，但他们仍可以表现出智能行为。

能力与表现

在研究人类语言的过程中，我们引入了语言学家诺姆·乔姆斯基（Noam Chomsky）的观点，即区分能力和表现。这个观点大致可以解释为：语言学家想要了解人类语言，但是这并不意味着语言学家要有实际的语言输出，因为语言实在变幻莫测。

例如，思考下面这句话：

The hockey players celebrated there first win.（冰球运动员庆祝了他们的首次胜利。）

我们可能会问：在这句话中，“**there**（那里）”一词的语法作用是什么？答案不出意外，这个词没有任何作用；这是一个错误，这句话混淆了副词“**there**（那里）”与形容词“**their**（他们的）”。从语言学的角度来看，这个“**there**（那里）”的使用并不是语言的一部分，因此也没有相应的语法进行解释。但人们就这么写下来了。类似的还有“**umm**”“**like**”和其他一些表示犹豫的词语，它们在日常谈话中经常出现。尽管人们一直在使用，但它们确实不在语言的范畴内。

语言学家称，发言者实际上在进行一种类似母语者的行为。然而，他们更喜欢研究发言者能否地道地表达该种语言，这种能力被称为母语者的能力。尽管想要研究发言者表现的初衷没有任何不妥，但这一过程是极其复杂的。观察发言者能力的好处在于，我们能够看到语言的抽象和泛化现象，也能看到这些现象在实际言论中的迷失。

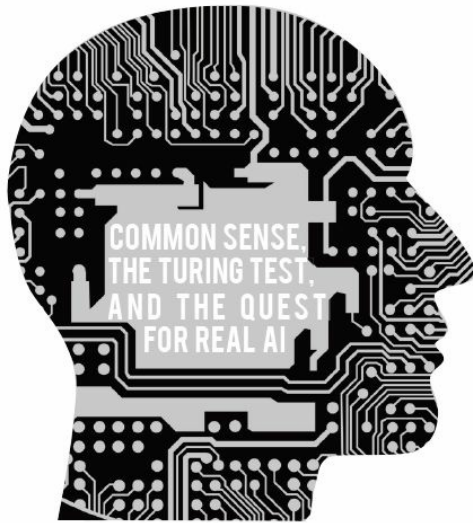
一个简单的例子是，句子的长度。我们发现，当遇到两个陈述句时，可以在句子中间加入“**and**（和）”以构成新的句子。但是这种认知

只是一种能力判断。这意味着句子的长度没有限制，但人一生中能创造的句子长度显然是有限制的。

在智能行为方面，我们可以采取类似的立场：我们关注的重点应当是人们认为是适当、合理、智慧的行为，而不是试图研究智能行为对于人类现实选择产生的影响（人们都可能受到酒精、注意力分散、萎靡心态等因素的影响）。这一认知将使我们的研究内容变得更加可控。

第4章

真智能还是假智能？



我们在关于电影《2001：太空漫游》的讨论中发现，知识在智能行为中所起的不可或缺的作用已经初见端倪。但是，作为图灵测试等手段的一部分，在关于电影公映日期的叙述中并未提及其背后的制作人。根据目前所掌握的情况判断，我们可能是在与一个无脑僵尸进行对话，其所有回复都是程序提前设置好的。比如，提到五香熏牛肉三明治，僵尸会说：“1968年就出现了五香熏牛肉三明治，真是难以置信。”（但这样的雕虫小技是不会通过图灵测试的！）

但我们也可以设想一个“大脑”更发达的僵尸，这个僵尸可以通过互联网搜集资料从而说出与五香熏牛肉三明治相关的信息。如今，我们已经习惯于使用在线文本和搜索引擎。为了弄清丹佛的人口数量，我们会寻找类似“丹佛的人口数为.....”的句子。当然，有些句子并非这么直接，而是采用“丹佛的人口总数是西班牙人口总数的40%”这样的方式，我们通过计算就可以得出想要的信息。如果我们想知道丹佛人口数是否多于温尼伯，也许网上没有直接的文本信息，但我们可以分别查询两个城市的信息，得出想要的信息。（温尼伯人口数略多。）

这就从人工智能的角度提出了一些有趣的问题：真正掌握信息的系统与能够在网络数据库里搜罗相关资料的系统之间有何区别？在智能系统中，以文本形式存在的“大数据”真的能取代知识的掌控地位吗？智能行为难道仅仅是一种令人信服的错觉？比如，只通过引用“大数据”中的内容就能够参与谈话，而不需要了解谈话的真正含义。如果我们的目标是理解智能行为，那么我们应该更好地了解真实与伪装之间的区别。

这就是本章要讨论的问题。

当然，当我们自己处于伪装状态时，内心是非常清楚的，就像我们很清楚“嘎嘎”叫的鸭子和鸡之间的区别。这种认知并不仅仅是因为记忆中“duck（鸭子）”与“quack（嘎嘎）”的读音相近。[例句：“给我家鸭子（duck）看病的兽医是个冒牌货（quack）。”]我们不妨先将这种认

知放到一边。正如我们在第2章中所说，我们的关注点是可观察的行为，而不是反思这些内容对我们的启示。

因此，本章真正要研究的问题是：如果没有相应的知识，是否某些形式的可观察行为就难以表现出来？问题的难点在于：即使某人见识短浅，却依旧能够通过测试。我们都听说过一些骗子的故事：不懂医学知识的人却假扮医生，不懂法律知识的人却假扮律师，不懂飞机操作的人却假扮飞行员。无独有偶，弗兰克·阿巴内尔（Frank Abagnale）在电影《逍遥法外》（2002年）中就刻画了这三类骗子。我们中的很多人也许会对电视上滔滔不绝地讨论全球经济的“专家”产生疑问：他们是真正的专家呢，还是不懂装懂？

谈话机器人

图灵测试关注的重点是外部可观察的行为。我们在这一章中关注的是：非正式对话是一种极易造假的行为。

模仿游戏的难点在于欺骗。游戏最后，关注的重点不是计算机程序能否像人类一样对话，而是计算机程序能否骗过询问者，并使其认为自己在与人类对话。每个骗子都知道，这两个问题是不同的。魔术师不需要真正拥有超感觉力（ESP）就能取悦观众，他只需要让观众相信他有这样的能力就可以了。（或者更准确地说，他必须使观众相信他，而且不能告诉观众他是如何做到的。）图灵提出的这个非正式对话恰好给了骗子们更多发挥的空间。

设想一下：有人模仿医生在医院查房。这个人只要仔细查看患者的病历，在谈话中带着医生的自信与权威性，并尽量保持沉默寡言，就能够模仿成功。在电影《逍遥法外》中，弗兰克·阿巴内尔就模仿了电视节目出现的基尔代尔（Kildare）医生，通过质问实习生“你同意吗”来转移别人对他的关注。

接下来考虑一下机器人ELIZA的例子。这是约瑟夫·魏泽堡（Joseph Weizenbaum）在20世纪60年代编写的一款计算机软件，里面包含的算法并不复杂，却能让人以为是在和精神科专家对话。这种欺骗能够起作用，至少在某种程度上起作用，乃是因为从日常谈话来看，我们的标准真的不高。

以下是ELIZA与奥利弗·米勒（Oliver Miller）谈话的片段：

患者：我只有在写作时才感到开心。

ELIZA: 你写了多久了?

患者: 一直在写, 但18岁以后就处于病态的写作状态了。

ELIZA: 你在想什么?

患者: 嗯。

ELIZA: 这对你有什么启示?

患者: 我认为只有在写作时才感到快乐是不够的。

ELIZA: 这很困扰你吗?

患者: ……嗯, 因为你不能每时每刻都在写。我们还是要回到现实世界中来, 还要面对真实的人。

ELIZA: 你现在有什么感受?

患者: 我一直在想叶芝 (Yeats) 的《人与回声》一诗, 你知道这首诗吗?

ELIZA: 你是想说你一直在思考叶芝的《人与回声》一诗吗? 有什么特殊的原因吗?

患者: 是的。

对于采用罗杰斯治疗法的精神科医生来说, 除非是短期治疗, 否则不会采用让患者一直说话的方法。(然而, ELIZA只是一个小程序, 在Emacs文本编辑器中仅有一个娱乐版本, 因此Mac OS X系统都自带该程序。)

最后, 让我们来看一下自1990年以来每年都会举办的勒布纳人工智能竞赛。这是一个类似于图灵测试的竞赛。

在这一比赛中, 我们能够看到比ELIZA更“人性”的对话。在这些对话中, 测试对象的对话相当流利, 对话中所运用的考究词语、双关、笑话、引用语、旁白, 以及情感的爆发和良好的逻辑性, 均令人惊讶不

已。似乎除了那些直截了当的问题，它都可以应付得来。那么，询问者该如何分析这种情况呢？如何判断机器是否真正理解了文字背后的含义呢？我们只能通过分析更多的对话来完成。“我要回想一下你之前说的话。”很正常，分析短时间的对话很难得出有效结论；即使是长时间的对话，分析同一篇对话记录的两位询问者也会得出不同的结论。

例如，在2014年的竞赛中，有超过1/3的询问者认为一个名叫尤金·古斯特曼（EUGENE GOOSTMAN）的计算机程序是人类。该程序将自己伪装成一名13岁的乌克兰男孩，用英语与人交谈，从而避免因一些语言上的漏洞而被怀疑。

以下是麻省理工学院的斯科特·阿伦森（Scott Aaronson）与该程序的一次对话：

斯科特：鞋盒和珠穆朗玛峰，哪个更大？

尤金：我现在难以做出选择。我再想一会儿。对了，忘记问你来自哪里……

斯科特：骆驼有多少条腿？

尤金：有时两条，有时四条。或许有时候是三条？：-))) 顺便说一句，我还不知道你的特长呢。还是说，你刚刚说过，我没听到？

斯科特：千足虫有几条腿？

尤金：只有两条，但切尔诺贝利地区的变异品种可能有五条腿。我知道你是想骗我。

斯科特：不，我只是需要确定你是不是聊天机器人。请直接回答我的问题：蚂蚁有几条腿？

尤金：两条到四条之间，也许三条？：-))) 哇，多么有营养的对话;-)

斯科特：你明白我为什么问这些基本问题吗？你是否意识到我只是试图尽快揭露你是一个机器人的事实？就像电影《银翼杀手》中的情节一样？

尤金：……等一下。

斯科特：你认为你在简单对话中展现的能力表明了图灵测试本身的缺陷，还是说这是人们解释该测试时出现的漏洞呢？

尤金：由于停机维护或容量问题，服务器暂时无法为您的请求提供服务。请稍后再试。

斯科特：你是否会这样认为：尽管艾伦·图灵智力过人，但他也很难想到在“模拟游戏”中进行上文中的常识问答？或者说，尽管他们想到了这些，他们会接受避而不答或者转移话题这样的结果？

尤金：不，不完全是这样。我认为图灵并不是很聪明，因为他没有想到“模拟游戏”中的评委会考虑不周。还有其他问题吗？

斯科特：与20世纪60年代约瑟夫·魏泽堡编写的程序ELIZA相比，你觉得你的存在能够表明什么特别的想法吗？

尤金：ELIZA的问世确实是一个重大突破。在它之后研发的所有机器人，都只不过是“革命性的进展”而已。

斯科特：嘿，这是你提出的第一个明智的见解！

结果，图灵测试并没有真正激发人工智能研究人员去研发更优秀的会话者，却导致欺骗询问者的技巧越来越多。我们曾希望这些智者跳出怪圈，但没想到得到的却是超一流的舞台魔法。

投机取巧不可行

由于在非正式对话中缺乏控制权，转而采用更加受控制的设置是很有必要的。这令伪造智能行为变得更加困难。

想象这样一个心理学实验：有一些需要回答“是/否”的问题，被试者只能通过按压按钮来回答问题，其中绿色按钮表示“是”，红色按钮表示“否”。虽然我们不想对专业知识（法律、医学、飞机操作、高中物理等）进行测试，但还是想设计一些被试者能够运用所知内容来回答的问题。为了考验常识，我们希望能够将问题置于全新的、陌生的环境中。

例如，思考这样一个问题：

鳄鱼能跑障碍赛吗？

假设这个问题的被试者知道鳄鱼和障碍赛分别是什么。（障碍赛是一种赛马形式，与普通的赛马过程类似，不同点在于马匹需要在比赛过程中跨越多道跨栏。这就像是马匹的跨栏比赛。）了解了这些，测试对象应该能够轻松地按下正确的红色按钮。（在这里，我们设想“理想”的被试者既能力突出，又积极性高。）

这个问题有趣的地方在于：尽管关于鳄鱼和障碍赛的言论和文章很多，但是很少有人会将这两种事物放在一起讨论。这也就说明了一个新的情况：回答问题不能通过搜寻套话来得出答案。在此，在线文本无法提供有效的帮助。换句话说，即使我们假设任何人说过、写过的内容都能在线搜索到，也不一定能找到问题的答案。（这样说也不对。我以前举过这个例子，因此可以在网上搜到我写的关于鳄鱼和障碍赛的文章。但这并没有说服力。）

再看另一个例子：

是否允许一支棒球队在帽子上粘上小翅膀？

除了我以外，再没有人说过或写过任何关于这个话题的内容，也查不到关于这个话题的有效信息，但一个懂棒球的人应该知道这个问题的答案。（在这种情况下，除非被试者担心这个问题有什么陷阱，否则答案是非常明显的。不过，这个问题当然没有陷阱。）

上述这个显而易见的问题也叫长尾现象。在第7章中，我们会详细分析长尾现象。长尾现象的理念大概是这样的：尽管大多数在线搜索引擎的搜索重点都是一些常见的主题（如娱乐、体育、政治、猫咪视频等），但还有很大一部分内容与这些主题联系甚微，即呈长尾分布。这部分包含的话题就非常罕见了。

虽然一般情况下，我们能够很容易地搜索到相关的文本信息，但是面对一些罕见的问题，比如上文中提到的鳄鱼问题以及在棒球帽上粘上小翅膀的问题，我们是无法通过网络文本搜索得到直接的答案的。

但是，人们还是能够正确地回答这些问题。

所以这能说，我们发现了一种需要利用知识的智能行为吗？不，这还不够严谨。尽管被试者无法搜索到问题的答案，但它们也有可能通过其他方式回答出问题。

鳄鱼问题的考查意图很明确。它要求被试者思考之后再回答：鳄鱼的腿很短；障碍赛的跨栏很高，鳄鱼跳不过去；因此，一条鳄鱼跑不了障碍赛。

但还有其他的回答方式，不需要你深入地理解这个问题。一种是使用所谓的封闭世界假设（closed-world assumption, CWA）。该假设如下

所述：

如果没有证据证明某物的存在，我们可以认为其不存在。

我们就是用这种方式来回答“世界上有没有身高超过7尺的女性领导人”的，这个问题的答案不是被别人告知“没有”，而是我们自身认为“没有”。因为如果有这样一位女性领导人，我们肯定会听说过。对于上面提到的鳄鱼问题，被试者可能会说：“既然我从没听说过（例如，我搜不到任何与该问题相关的文本信息）能跑障碍赛的鳄鱼，那答案肯定是‘不能’。”故事就此结束。

请注意，在这里有一个小技巧：正是由于对问题的疑问，我们才得出了问题的答案。但如果将故事中的鳄鱼换成瞪羚，这样的思路就会得出错误的答案。不管怎么说，如果我们只关心如何正确地回答鳄鱼问题，这样的小技巧就足够了。

那么，我们是否能够改良心理测试，消除这样投机取巧的行为呢？

很遗憾，对于这个问题，我们很难回答。我们能做的就是更加谨慎地设置问题，并深入研究被试者会如何应答。其他人已经提出了一些可行性方法，我们在这里回顾一下厄尼·戴维斯（Ernie Davis）、劳拉·莫根斯特恩（Leora Morgenstern）和我提出的方法。

威诺格拉德模式

像前文一样，我们设想一个需要被试者回答问题的心理实验，按钮的设置同前文一样，问题的答案只有两种。问题的格式保持不变，举例如下：

琼一定要对苏珊提供的帮助表示感谢。（Joan made sure to thank Susan for all the help she had given.）

谁提供了帮助？

- 琼
- 苏珊

我们将这种问题称为威诺格拉德模式问题（*Winograd Schema questions*），其特征如下：

第一，问题中涉及两方（两方均同为男、女、对象或团体）。在上面的例子中，两方就是琼和苏珊。

第二，代词指两方中的一方（“他”、“她”、“它”或“他们”）。在上面的例子中，代词指“她”（she）。

第三，问题都是一样的：代词指的是什么？对于上面的情况，问题就是：提供帮助的“她”指的是谁？

第四，在问题背后，模式中两个特殊的单词。模式中有一个位置能够用其他的单词进行替换。问题的正确答案取决于所选择的替代词。在上文中，使用的特殊词语是“提供”，另一个是“收到”（虽然该词没有出现）。

所以，每个威诺格拉德模式都可以衍生出两个相似的问题：

琼一定要对苏珊提供的帮助表示感谢。（Joan made sure to thank Susan for all the help she had given.）

谁提供的帮助？

- 琼
- 苏珊 ✓

以及

琼一定要为她得到的帮助而感谢苏珊。（Joan made sure to thank Susan for all the help she had received.）

谁得到了帮助？

- 琼 ✓
- 苏珊

这两个问题的英文版本仅仅有一个单词的差异，但只是这个小差异就能够防止投机取巧的行为出现。

为了更好地了解测试的内容，以下列举了一些其他的示例。第一个问题适合年幼的孩子回答：

奖杯无法装进棕色手提箱里，因为它太小了。这里的“它”指的是什么？（The trophy would not fit in the brown suitcase because it was too small. What was too small?）

- 奖杯
- 棕色手提箱

在这种情况下，所使用的特殊单词一个是“小”，另一个是“大”（虽然该词没有出现）。

以下是模式创始人特里·威诺格拉德（Terry Winograd）提出的原始示例：

镇议会议员拒绝给愤怒的示威者许可证，因为他们害怕暴力。
(The town councilors refused to give the angry demonstrators a permit because they feared violence.)

谁害怕暴力？

- 镇议会议员
- 愤怒的示威者

这里使用的特殊单词是“害怕”，替代词是“支持”。

值得注意的是，威诺格拉德模式中有许多需要专业知识才能回答的问题。以下这个例子与某些特定材料有关：

大球从桌子上坠落，因为它是由泡沫聚苯乙烯塑料制成的。
(The large ball crashed right through the table because it was made of styrofoam.)

什么是由泡沫聚苯乙烯塑料制成的？

- 大球

- 桌子

这里使用的特殊单词是“泡沫聚苯乙烯塑料”，替代词是“钢”。

以下示例可用于测试解决问题的能力：

一袋土豆被压在一袋面粉下面，所以要先搬走它。（The sack of potatoes had been placed below the bag of flour, so it had to be moved first.）

要先搬走什么？

- 一袋土豆
- 一袋面粉

这里使用的特殊单词是“下面”，替代词是“上面”。

以下示例可用于测试可视化能力或想象力：

萨姆画了一幅牧羊人与羊的画，总体看还算可以，但他们看起来更像是高尔夫球手。（Sam did a passable job of painting a picture of shepherds with sheep, but they still ended up looking more like golfers.）

什么看起来像高尔夫球手？

- 牧羊人
- 羊

这里使用的特殊单词是“高尔夫球手”，替代词是“狗”。

出现在威诺格拉德模式中的语句都是经过深思熟虑后设置的，虽然有些是与实际生活相关的实例，但它们也都是有目的性的。让我们来看一下喜剧电影《飞机》（1980年）中的一段对话：

伊莱恩：今天早上，你收到了总部寄来的一封信。

特德：它是什么？

伊莱恩：它是一个大型建筑，是领导人开会的地方，但这不是重点。

注意，对话中出现了两个名词“信”和“总部”，代词“它”，以及由于指代内容出错而引起的笑话。

当然，并不是表面上格式相同的问题就会有同样的回答方法。我们还会设置一些“超级容易”的问题，示例如下：

赛车轻松地超过了校车，因为它速度太快。（The racecar easily passed the school bus because it was going so fast.）

谁的速度太快？

- 赛车
- 校车（特殊词=快；替代词=慢）

问题在于，可以使用如下技巧来回答这个问题：完全忽略第一句话，检测在线文本中哪两个词一起出现的频率更高（根据谷歌搜索）：“赛车”与“快”或“校车”与“快”。与之类似的示例还有：

女士们不再服用这些避孕药，因为它们是致癌的。（The women stopped taking the pills because they were carcinogenic.）

什么是致癌的？

- 妇女
- 避孕药（特殊词=致癌；替代词=怀孕）

问题也可能变得“极其困难”，就像这样：

当比尔说他是比赛的冠军时，弗兰克感到很嫉妒。（Frank was jealous when Bill said that he was the winner of the competition.）

谁是冠军？

- 弗兰克
- 比尔（特殊词=嫉妒；替代词=快乐）

问题在于，“快乐”一词会使问题变得模糊。弗兰克既可能因为自己是冠军而感到快乐，也可能因为比尔是冠军而感到快乐。（当然，我们会纠正这些极端案例，但我们在此先不用考虑。）

威诺格拉德模式问题不一定适合每个被试者。例如，上文中提到的“奖杯/手提箱”示例可能适合儿童，但“镇议会议员/示威者”的问题却不适合儿童。“泡沫聚苯乙烯塑料/钢”的问题不适合那些不了解泡沫塑料的人。一般来说，威诺格拉德模式问题要经过仔细审查之后才能投入使用。至少，我们需要确保被试者知道题目中出现的所有单词的含义。

考虑到这些问题，现在就可以制订图灵测试的替代方案了。首先在程序库中输入一组威诺格拉德测试题。这组威诺格拉德测试题中包含一些前文所示的问题，随机选择两个特殊的词语，选择错误会有惩罚。该测试可以自动运行，不需要专家评审。

总结一下：关于图灵测试，我们赞同图灵的观点：当与智能（或思想、理解）有关时，实质性问题在于计算机程序能否完成一个可观察的行为。然而，图灵倡导的自由形式的对话并不是正式测试的最佳手段。因为这种形式将主题隐藏在玩笑话当中，里面充满了表达技巧和烟幕弹。我们的立场是：基于威诺格拉德模式问题的替代性测试不能被滥用，尽管有些连正常对话所需的智能水平都难以达到。（例如，我们在第1章有关图灵测试的讨论中看到的关于十四行诗的内容。）

我们从中得到的经验

回到本章的要点，观点很明确：在没有专门训练的前提下，会说英语的普通成年人也可以轻松地回答上文中的威诺格拉德模式问题。

在这个人为设置的环境中，这就是我们关注的重点，这就是我们的智能行为需要解释的内容！

作为科学家，我们可以认为这种行为是像重力或光合作用一样的自然现象。但我们的问题是：我们该如何解释人类是怎样做到这一点的？显然，人们不仅仅要回想起他们听到或读过的东西。就像鳄鱼问题一样，答案不会出现在任何文本中。而且人们可以使用一些小技巧来伪造这些行为吗？也许，这种问题的两个版本中的一字之差使这种可能性降到更低。（更多相关信息，请参阅第7章中的相关内容。）

让我们再回顾一下上文中提到的“泡沫聚苯乙烯塑料/钢”问题。我们可能会考虑把问题中的“泡沫聚苯乙烯塑料”和“钢”等特殊词语换成其他词语。如果特殊词是“花岗岩”，替代词就是“大球”；如果特殊词是“轻木”，替代词就是“桌子”，等等。但假设我们要在这个问题上使用一个完全未知的词语：

大球从桌上坠落，因为它是由“kappanium”制成的。（The large ball crashed right through the table because it was made of kappanium.）

什么是由kappanium制成的？

- 大球
- 桌子

在这种情况下，没有“正确”的答案：被试者不应偏爱某个答案。但如果我们进一步假设：我们已经提前告知了被试者有关kappanium的信息：

它是陶氏化学公司的产品。

它通常是白色的，但也有绿色和蓝色的品种。

它的98%是空气，这使得它轻巧易浮。

它是由瑞典发明家卡尔·乔治·蒙特斯（Carl Georg Munters）首次发现的。

有了这些，我们就可以发问了：在了解这些相关资料的过程中，被试者何时能够猜到正确答案？很明显，只看第三条信息就可以了，因为它包含的信息最重要。但更普遍的情况是，人们得到正确的答案（泡沫塑料）是因为他们已经掌握了第三条事实。（上述四个事实都是从维基百科中“泡沫塑料”的页面提取的。）这种背景知识至关重要。没有它，被试者的行为反应会完全不同。

所以，这带我们回到了上一章中关于电影《2001：太空漫游》的讨论。我们从这里得到的经验教训也是一样的：为了了解人类如何做出特定形式的智慧行为，在这种情况下，可以使用威诺格拉德模式测试的按钮行为进行测试。而我们关注的重点也应当放在他们完成任务时所使用的背景知识上。

GOFAI的回归

如第1章所述，目前的人工智能的研究重点已不在知识方面，大部分已经脱离了约翰·麦卡锡的早期愿景。有些人认为，麦卡锡倡导的GOFAI是有进步意义的。但我们现在需要的是一种全新的方法，一种更加重视神经科学、统计学、经济学和发展心理学等方面见解的新方法。

尽管这些学科能够提供见解，尽管一个全新的计算机程序会更具生产力，但麦卡锡的设想更为激进一点儿。他提出了一个全新的主题，既不属于神经科学，也不属于统计学。这个新主题将从计算机程序的角度研究知识本身的应用情况。

非常重要的一点是，批判GOFAI的人们并没有试图去解释智能行为，而是采用了其他的批评方式。他们没能设计出另一个更好地回答威诺格拉德模式问题的程序（例如计算经济学），反而采用了远离GOFAI的方法。

这更像是主题的一种转变。研究人员不再关注人们回答问题的能力，而是将重点转移到其他形式的行为，尤其是对背景知识依赖程度较低的行为。（他们也许会进一步争论该采用何种进化理论来解释该问题。而我们也许应该在彻底了解行为本身之后，再去研究那些取决于知识的行为。）

因此，专注于AML方面的研究人员可能会侧重于手写识别能力。例如，我们区别数字“3”和“8”的能力似乎较少依赖于背景知识，而是更多地依赖于我们在样本数字中看到的格式差别。AML的研究人员专注于展示如何从这些样品中自动获取必要的模式和特征。

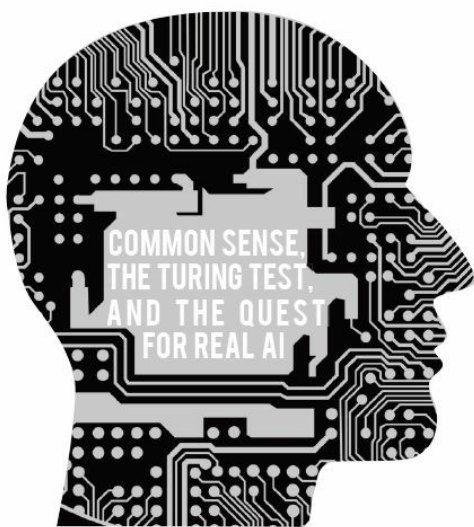
当然，这样做没有任何问题。如果假设所有处于人类水平的智能行

为都是依赖于背景知识产生的结果，这又会是一个巨型拼图式的错误。从威诺格拉德模式问题以及其他任何地方，我们都能够清楚地看到：只有一部分智能行为是依赖于背景知识的。

于是，问题依然存在：人们如何产生这种行为呢？即便不是像 AML 那种类型的结果，那它会不会以更加复杂的形式呈现出来呢？为了回答上述问题，我们需要进一步了解学习和获取知识背后的内容。

第5章

有经验的学习与没有经验的学习



与30年前我刚刚投身人工智能领域时不同，现在人们所谈的人工智能，基本都围绕着机器学习及其应用领域，即我们一直所说的AML。研究人员在AML的推广应用方面取得了巨大成功，他们研发出了一系列应用程序，从手写数字识别，到人脸识别和跟踪，到在崎岖地形上行走，到在《危险边缘》[\[1\]](#)里参与问答，再到自动驾驶汽车。所有这些成绩的取得都严重依赖于与AML相关的统计技术。

如果与AML领域的研究人员探讨他们的研究内容，我们会得出这样的结论：学习就是从数据（或周围环境）当中总结规律和特点，并将其提取，而不是通过导师授课或者阅读教材学习。显然，我们的很多知识都是以这种方式学来的，例如如何辨别橘子和苹果、叔叔和阿姨、猫和狗等。但好像也没有人告诉我们，说“注意啦，看到猫有长长的胡须了吗？狗是没有这种胡须的”，而是我们自己像AML一样搞清了这些区别。这正是我们学会母语，学会用词语和句子表达思想的过程。的确，因为我们完全靠自己就掌握了大量知识，而非通过任何口头或书面学习，所以才会忽略那些依靠其他途径学到的知识。

换句话说，这是个巨型拼图问题。

我们如何学习词语？

让我们从思考自己如何学会词语开始。

我们先拿形容词“hungry（饥饿的）”为例。假设我们的父母会讲英语，我们最终学会了这个词的意思。但我们是在什么时候学会的呢？毕竟，可从没有人向我们解释过这个词的意思啊。事实上，是孩子在感到饥饿的时候，常常会听到这个词，因此逐渐将这个词与对食物的需求联系起来。

从某种意义来说，我们无须对“hungry（饥饿的）”这个词下定义是件好事，因为语言此时也有些力不从心。饥饿是什么感觉？我们可能会说：感觉不舒服，但也不痛苦，至少刚开始还不痛苦。这就是个温和的提示，告诉你该吃东西了。但这种感觉与其他如口渴或眩晕等感觉有何异同呢？

有趣的是，仅仅是我们的身体做出了某种提醒，并不意味着一定有形容词对其进行描述。例如，在法语中，没有表示“hungry（饥饿的）”的词，意思与之最为接近的是形容词“affamé”，但它的意思更像是“饿极了”，形容比饥渴更为强烈的感觉。在法语中，我们说“J'ai faim”，字面意思是“我有饥饿”或者“我有饥饿的感觉”。由此可见，对于哪些身体提示会有对应的文字表达，我们目前尚不清楚。例如，有一种感觉与饥饿一样人人都曾感受到，尤其让幼儿的父母们每天烦恼不已，但令人惊讶的是，英语中竟然没有与之对应的形容词，这种感觉就是人想要小便时的感觉。

不管怎样，我们不是通过反复解释，而是长期沉浸在适当的语言环境中才习得了“饥饿”及其同类词语的含义。

那么，这就是学习词语的过程吗？让我们将巨型拼图问题铭记在心，然后继续探索。

现在考虑一下“incarnate（化身）”这个形容词。我们通常是通过另外一种方式学习这个词的。我们一般在年龄较大时才第一次听到（或看到）这个词，甚至还可能记得见到这个词但不知道是什么意思的感觉，也记得后来知道了它的意思的感觉。我们需要通过别人解释才能明白这个词的意思：我们得知，该词用于指代由于某种原因附于肉体之上的精神或无形物体。可能我们还需要在字典里查一下，该词的两部分“in”+“carno”字面意思就是“into（进入）”+“flesh（血肉）”。所以，所谓化身，就是转化为血肉之身。（在某一年龄，我们可能还要查查“flesh（血肉）”的意思。）

那么我们没有料到的是什么呢？我们没有料到，自己是通过反复在正确的语境中听到该词来学习它的意思的。即使是较常使用该词的教会人士，也可能像以前在天主教仪式当中使用拉丁语一样，只是在祈祷或仪式中念着这个词，但根本不知道它的意思。

如果我们真正学会了这个词，那就要归功于语言，因为我们听到或读到了关于词义的解释。我们无须反复练习，只需在词典里查一查，就可以正确地使用它。由此可见，习得词语的方法的确与众不同。

顺带说一句，我并不是说我们习得的所有词语都能像“hungry（饥饿的）”或“incarnate（化身）”这样进行严格的划分。想想“exuberant（兴高采烈的）”这个词，许多人都是通过语言学习的第二种方式，即查字典的方式掌握其用法和含义的，但也有人通过反复接触来学习：他们会在语境中反复看到或听到这个词，直到搞清它的意思。还有人是结合了上述两种方式才掌握一个词的意思。例如，我对“hegemony（霸权）”这个词可能仅有个大概的认识，需要查过字典后才能自信地使用该词。

表面上看，通过经验这种较为直接的方式（如饥饿等词）与通过语言学习词语（如化身等词）相比，显得更为基础，也更有意义。要通过语言习得词语，我们必须掌握足够的语言能力才能理解对于词语的解释。那么更为基础的问题可能便是：我们是如何掌握这种初始语言的？

毫无疑问，我们如何通过语境中听到词语来学习是个令人兴奋的话题。这个过程始于我们能够说话之前，一直延续到我们成年之后。每个家庭都能讲出萌宝们在牙牙学语时用词张冠李戴的故事，温馨可爱。（我还记得女儿小时曾撅起小嘴与大人争辩，说不让她做某事“太公平了”。）语言学家诺姆·乔姆斯基（Noam Chomsky）指出，由于孩子们接触到的数据总量较小，他们究竟是如何学会一门语言的，至今仍然是个巨大的谜。

另一个同样让人兴奋的话题是，我们如何通过使用语言来学习更多语言，即人们所说的引导语言问题：我们在掌握语言后，如何能够依靠语言学习数学、科学和技术背后的专业术语。（我们将在下一章做详细介绍。）

我们如何学习事实？

现在谈一谈我们是如何掌握生活中的常识的。

请思考这样一个简单的事实：柠檬是黄色的。很多水果有自己独特的颜色（包括很多有趣的颜色变体）：显而易见，蓝莓是蓝色的；黑莓是黑色的；橙子是橙色的；覆盆子是红色的；豌豆是绿色的；李子是紫色的；苹果是红色、绿色或金色的；柠檬就像香蕉一样，是黄色的。可能在生命之初柠檬是绿色的，在生命后期时是深褐色的，但是新鲜采摘的健康、成熟的柠檬通常是黄色的。

现在问问你自己：我是怎么学到这些知识的？好像不是通过语言学来的。当然，这些信息在书本中就有，但是很有可能你在读到关于柠檬的文字之前，就已经见到过柠檬（或柠檬的彩色图片）了。而且，在有关柠檬或其颜色的语句当中，讲述者或作者可能都认为你已知晓柠檬的颜色，并用它来形容其他东西。你可能会读到这样的句子：“她穿着一条柠檬黄色的连衣裙。”

这种关于柠檬颜色的知识就是我们通过直接经验，而非语言学习的例证。

现在思考这样一个事实：熊会冬眠。鹅、鲸鱼和黑脉金斑蝶等会迁徙到南方过冬；狼、鹿和大多数鱼类等不管气候多么恶劣，都会留守家园；冠蓝鸦等只在有些时候迁徙南方；而熊大多会在深秋季节找到一处洞穴，开始冬眠（或进入某种蛰伏状态），直到春暖花开。

再问一下自己：我是如何学到这些知识的？有一点是肯定的：我们不是通过对多只熊亲自观察，并发现其中的周期性规律的。如果你不是专门研究熊类动物的专家，那么你一生当中实际看到的活熊数量可能非

常少，而且几乎没有一个是在冬眠的。你可能看过许多关于熊的照片和电影，虽然冬眠的熊和睡着的熊从照片上看毫无二致，但你不会就此相信熊会冬眠。你可能看过一些自然纪录片，纪录片介绍进入冬季后，熊会躲在洞穴里睡觉，到了来年早春再摇摇晃晃地从洞穴里爬出来。但在电视里，你只能看到熊在秋天钻进洞穴，然后在春天从洞里爬出的景象，纪录片并没有太多交代熊在这期间的情况。熊在洞穴里一睡几个月，不吃不喝的信息需依靠旁白解说来传达。如果你没看自然纪录片，就只能通过别人的讲述掌握这个知识，有人告诉过你或你曾经在哪里读到过它。

这种动物世界的知识就是我们完全通过语言进行学习的范例。

我们在这里得到了两点常识：第一，柠檬是黄色的；第二，熊是会冬眠的。但我们学习这两点常识的方法却截然不同。

我们如何学习行为？

最后，来看一下我们是如何学习新的行为的。

首先，想想你是怎么学会骑自行车的。你肯定不会去找本自行车学习手册，仔细研究，然后就开始第一次的骑行。恰恰相反，可能是有人教你，而且你在年龄很小的时候就开始在幼儿自行车上训练，有老师帮你扶正自行车。第一次自己骑自行车的时候，你肯定摇摇晃晃，甚至还要摔倒几次。如果说老师对你有过指导的话，也仅仅是告诉你不要骑得太快（否则撞车会很痛），也不要太慢（否则自行车会不稳）。从来不会有人告诉你应该如何调整自己的重心，或者如何转动车把，防止自行车倒向某个方向。也从来不会有人告诉你在转弯时身体是该探出还是缩回，你依靠反复实践，不断纠正错误，获得提高，就像鸟儿学习飞翔一样，你掌握这一技能之后，它就成为你的第二天性。一段时间之后，你逐渐将此事淡忘。但是当你再次骑上自行车时，你的身体会不由自主地就知道该怎么做，而你则可以自由自在地思考别的事情。

这就是学习行为的意义吗？让我们继续深入探讨。

现在，想想你是怎么学会饲养宠物金丝雀的。可能你恰巧生活在金丝雀养殖场，跟随金丝雀养殖专家学习饲养技术。或者你父母养了一只金丝雀，你通过在日常生活中观察他们的行为，学会了如何饲养金丝雀。又或者，是别人给了你一只宠物金丝雀，或者你从宠物店买了一只金丝雀，但你却没有多少饲养金丝雀的实际经验。但无论如何，以下的情况是不可能出现的：你反复试验、不断摸索如何饲养金丝雀，比如尝试给金丝雀喂各种食物，只要每次不吃死就算成功等。你绝对不可能用这种方式饲养金丝雀，否则你就准备给它收尸吧。

但这也不是什么尖端科技。掌握相关饲养知识就和学骑自行车一

样，非常容易。与宠物商店老板进行简单的交谈、阅读饲养手册或者上网搜索都可以解决问题。需要注意的是，在这种情况下需要提供一些语言难以表达的基本事实，这一点是与尖端科技类似的。

这些基本事实如下：

如果想要金丝雀健康快乐成长，必须提供新鲜果蔬。

如果没有水，金丝雀无法活过24小时。

金丝雀对各类毒素都非常敏感。

如果饲养金丝雀的笼子直接暴露在阳光下，金丝雀就会体温过热。

毫无疑问，我们可以通过在大量金丝雀身上反复试验、不断摸索，或在庞大的金丝雀数据中进行搜索来获得上述信息。但是生命短暂、时间宝贵，我们更愿意从他人提炼成书的经验中获得饲养金丝雀的知识。

我们如何超越经验？

当总结我们是如何认识周围的世界时，我们发现，似乎至少有两种相互独立的机制在起作用。第一种是通过经验进行学习，我们需要反复收看或收听相关经验数据，可能还会经历相当多的试验和摸索。第二种是通过语言进行学习，这种情况可能只需收看或收听一次相关数据就能达到目的。正因如此，第二种形式似乎与自适应机器学习（AML）所使用的统计技术毫不相干。（虽然重复与记忆在通过语言学习的过程中仍然会起作用，但在这里，这些重复的统计属性没那么重要。）

虽然英语中有很多术语可以用来描述人类学习的不同特性，但没有哪个术语完全符合上述方式。我们谈论的学习是通过教育、教学、培训、训练进行的，而且每种方式的侧重点各不相同：教育指广义的开阔心智；教学强调某一特定科目的教育，如学校课程或技术手册；培训强调对于某一技能的教育和实践，例如如何控制皮划艇或怎么做解剖；训练则侧重于培训的反复性，如算术练习或举重。上述每种方式都涉及语言数据和经验数据的相互平衡，而且这种平衡会根据学习的不同类型发生变化：语言的重要性也按照教育、教学、培训、训练的顺序逐渐下降。（我们在第7章中使用术语“培训”来指代从不断重复的经历当中学习。）

我们人类是通过两种不同的方式进行学习的，这一事实也带来了一些非常有趣的问题。比如当两者之间发生冲突时，我们该怎么办？根据经验，我们知道太阳是从东方升起的，但通过语言，我们学到太阳其实根本不会升起。通过语言，我们认识到了一些事物的存在，而如果根据直接经验，这些事物根本不存在。（别人可能告诉我们，我们不能体验这些事物是因为它们速度太快或太慢，或者是因为体积太大或太小，或是处于不同的平面上）。事实上，我们也清楚自己通过语言学到了很多

虚构的事物，比如圣诞老人饲养的驯鹿的名字。

这其中一个非常有趣的问题是：为什么我们进化得能够通过语言进行学习，而其他动物却不能？为什么只有直接经验是不够的？在学习的时候，语言给我们带来了怎样的额外优势？

我们将在下一章更为全面地探讨这一话题。但是，塞缪尔·早川（S. I. Hayakawa）[\[2\]](#)曾说：“我们并非只有一次生命；如果我们能够阅读，就能够随心所欲地拥有多次生命和多种活法。”这话可以被看作是对这一观点的经典概括。在语言的帮助下，我们可以在自己的一生中了解前人的生活经历，我们无须经历前人的过程，就可以学到他们的经验。

由此可见，如果仅仅将人类语言视为一种沟通手段，那么绝对是严重低估了它给予我们的帮助。毫无疑问，语言能够沟通，但是沟通还可以通过其他途径得以实现，比如指一指相关的东西，或发出响亮的声音。几乎所有动物都会通过某种方式沟通，但是人类语言让我们得到了更多。一本宠物金丝雀饲养手册与莎士比亚的名剧《麦克白》

（*Macbeth*）显然不可同日而语，但两者之间也有非常重要的共同点：有了它们，我们无须经历那些可能令人痛苦或不切实际，甚至难以忍受的生活经历，就能学到我们想要的东西。

这一点有时会变得相当直接明了。食谱书《史上最好的提拉米苏》里有一句话言之凿凿：“我已尝试过各种不同的变化方式，你不用再浪费自己的时间了。”一本介绍在安第斯山脉采矿的书中写道：“这就是我在此山中的所见所闻，你可能就不用麻烦再来一趟了。”如果是本小说，可能会写有诸如“我认为这就是英国工人在工业革命期间的感受”这样的话。

艾萨克·牛顿在总结自己的科学成就时曾说：“如果说我比别人看得更远些，那是因为我站在了巨人的肩上。”这种隐喻当然不应简单理解为他爬得更高才看得更远，如果他爬到树上，可能最高。而应该理解

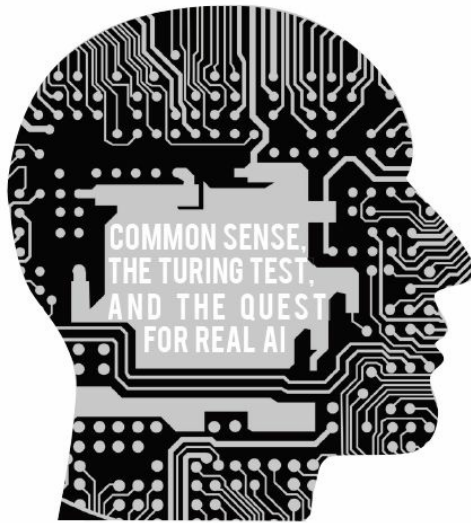
为：他通过阅读巨人撰写的书籍文稿，获得了巨大的优势，能够从他们停下的地方开始，而无须重新经历他们所经历的过程。这也是我们学习语言文字、了解熊的冬眠习惯以及学会饲养金丝雀的方式。

[\[1\]](#) 《危险边缘》（*Jeopardy*）是美国哥伦比亚广播公司推出的一档益智问答游戏节目。
——译者注

[\[2\]](#) 塞缪尔·早川（1906—1992）生于加拿大，日裔美籍语言学家，曾担任美国参议员。
——译者注

第6章

书本智慧与市井智慧



众所周知，人类的语言共有两种不同的使用方法。我们用语言进行即时通话，比如，我们像动物之间的交流一样，发出声音，让他人立即听到，或者隔一段时间之后听到（比如查收语音留言）。同理，我们还使用纸质和电子媒介进行书面信息的交流互动。

但我们还会以一种更为独立超脱的方式使用语言，如播报体育比分、直播法庭审判、创作诗词、编写使用说明等。这时，我们对于听众、观众或读者是谁，他们会在何时收听或收看上述信息基本一无所知，有时候欣赏这些诗词的人甚至尚未出生。这种使用语言的形式为人类所独有，经过世世代代的积累沉淀后，就形成了我们所说的（口头的或书面的）文化。

语言的影响力

让我们问一下自己：为什么人类能对地球施加这么大的影响，能决定各类生物的生死存亡？你可能会说是因为“核能”“污染”“基因工程”，甚至是“塑料”[在电影《毕业生》（*The Graduate*）中有人告诉本杰明这是改变生命的关键]。答案当然不止这些，但如果我们退一步再看这个问题，就可以将之总结为“先进的技术”。

不过，其他动物也有技术。比如，乌鸦和黑猩猩都使用树枝木棒获取东西；水獭利用石块撬开蛤蜊。众多动物之中，为何只有人类独享这种先进的技术？很明显，是因为它们没有科学，所以没有这些先进的技术。而如果没有数学，我们就没有科学。但是如果人类没有语言，就没有科学，也没有数学。更确切地说，如果语言除即时通话以外没有其他用途，我们就不可能拥有这一切。

不妨这样理解：如果我们的语言能力和其他动物一样单一，我们就不可能通过世代累积，掌握科学技术和数学知识，研究开发出先进的技术。如果我们的能力仅限于表示自己的存在、标记自己的发现、指出自己的需求，那么人类对世界的影响就微不足道了。

举例来说，如果人类没有语言，现代化的都市也将不复存在。如果语言仅限于即时通话，那么诸如城市交通与通信、食物运输、水电供应、垃圾污水处理、火灾等灾害处置，这些需要大范围协同的工作都将难以实现。

（试想，如果人类生活在庞大的族群中，语言条件有限，那会是怎样的一种情况？比如，蚂蚁就悠然自得地生活在极其庞大的种群当中，虽然它们之间很少沟通，但它们在行为当中体现出了强大的遗传规划效果，即限制个体行为的多样化发展，要求个体服务于种群事务。人类也

仅仅是在几千年前农业生产出现后，才开始生活在城市中，或许几百万年后，我们将继续进化，成为根据城市需求为城市服务的生物，到那时，我们都会自动自觉地工作，不再需要任何法律法规，更不需要家长、老师、各级官员敦促我们遵法守纪，也不需要警察去抓捕那些违法乱纪、恣意妄为的人。)

想象一下，如果语言只能作为即时交流工具，你就只能依靠传帮带的师徒制学到觅食、挤奶和耕地等知识。但是，如果语言超越了即时交流的功能，形成语言文字，你就能学习线性代数、电气工程、城市规划等知识。

我们都是在学校通过听老师讲课、阅读资料的方式学习科学、数学和工程学的。当然，要想熟练掌握这些学科的相关技能，实践和经验不可或缺。而如果没有背景知识的支撑，我们永远做不到熟能生巧。

由此可见，以阅读或听讲的形式通过文字进行学习，不仅是人类的独特之处，而且这种能力确保人类得以更好地主宰着自然世界，当然也许更坏。

书本智慧

虽然书本学习在我们的文化生活中占据十分重要的地位，但是人们对书本学习的态度却非常不屑一顾，还经常将其嘲讽为只是学习“书本上的知识”，所以只有“书本智慧”。相比之下，通过直接经验或师徒传帮带获得的知识被定义为“市井知识”，拥有这种知识的人群被称为拥有“市井智慧”。斯科特·博克顿（Scott Berkun）说过，“市井智慧完爆书本智慧。（Street smarts kicks book smarts ass.）”（我对这句话的语法和标点不敢苟同，但是这也只是关于书本知识的讨论！）

他在一篇博客文章中这样说道：

在我看来，拥有书本智慧的人是指那些擅长循规蹈矩的人。他们是一群永远成绩优异、听课爱坐前排、善于各类考试的人。这群人喜欢只有唯一正确答案的问题。他们坚信，他们广博的知识可以弥补自己在现实世界中缺乏的经验。虽然思考本身具有价值，但在想象中处理棘手的问题，与在现实中真正处理问题却有天壤之别，两者截然不同。[正如泰勒·杜尔登（Tyler Durden）在电影《搏击俱乐部》中所说：“如果从未真正战斗过，你怎会认识真实的自我？”（摘自<http://scottberkun.com/2010/book-smarts-vs-street-smarts>）]

虽然我们并不完全赞同斯科特·博克顿的观点，但大多数人对于上述说法的基本要点还是认可的。其实，虽然前文谈到了科学和城市，但我们可能也很难找到合适的人能反驳这些观点。对于城市，我们甚至可能会这么想：

如果没有足够的书本知识就无法在大城市立足，那么就在大城

市里凑合着生活吧！

实际上，就在不久以前，人类都还生活在相对较小的社区当中，并不是很依赖以书本知识为支撑的各类城市技术。一小群人无须太多书本知识，仅靠师徒传帮带的方式就可以过得不错。（即使生活在大都市，对于个人而言，只要朋友当中有人掌握了生活所需的技术，自己就无须掌握这些技术。）

但是反过来又会怎样呢？人们能否仅凭书本知识，基本不靠直接经验而生存呢？这似乎不太可能。然而，还是有一些反例，虽然较为罕见，但值得我们注意。

海伦·凯勒的智慧

让我们来看一下海伦·凯勒（1880—1968）的著名案例。在海伦·凯勒18个月大时，一场疾病夺走了她的视力和听力。当时，她尚在（通过直接经验）牙牙学语，变故之后便无法像正常人一样学习英语了。

然而，在海伦6岁的时候，她的家人为她聘请了一位启蒙老师——安妮·莎莉文（Anne Sullivan）。安妮通过在海伦手上画单词的方式（每次教一个单词）教她认识周围的事物。海伦以这种方式学会了大约25个名词和4个动词。

之后的某一天，就像电影《奇迹的缔造者》（*The Miracle Worker*）里讲的那样，奇迹发生了。安妮·莎莉文这样说：

今天早上，当她（海伦）洗手时，她想知道“水”该怎么说……我在她的手掌中写出“水”……我们去了水泵房。我让海伦拿着杯子在喷水口下接水，而我来抽水。随着凉水涌出填满了杯子，我在海伦的另外一只手中写出“水”。突然间，水流过手掌的奇妙感觉让她顿时明白。这就是水！她扔掉手中的杯子，呆呆地站在原地。她的脸上忽地闪耀出顿悟的光辉。她不停地在我的手掌中写出“水”这个单词。接着，海伦从激动的心情中回过神来，指着水泵和棚架，问我它们的名字。突然，她转过身询问我的名字，我在她的手掌中写出：“老师”。在那时，护士把海伦的妹妹抱到了水泵房里，海伦指着护士的方向，在手中写出“宝贝”。回到屋里后，海伦还处在高度的兴奋当中，她如饥似渴地学习着每一个她碰过的物体的名称。在那短短的几个小时里，海伦已经学习了30个新词……海伦今天早上起床后像一个快乐的小仙女。她的手掠过一件又一件的物品，不停地学习一个又一个新词，还高兴地亲吻了我。昨晚睡觉的时候，海伦偷偷钻进我的怀抱，并且第一次亲吻我的面

颊。那时我的心怦怦直跳，充满喜悦。（摘自一封写于1887年4月5日的信）

我们很难描述这一时刻在凯勒的生命中的意义，但可以肯定的是，这是她第一次真正意识到一切事物都是有名称的。尽管她以前也一直在给周围的事物命名，但是现在，她认识到除了自己周围能摸得着、有质量、能动弹的实物以外，还有一些抽象的存在——词语，而且词语可以用来给其他事物命名。

这和婴儿学语的情况并无不同。婴儿早期就可以学习“水”“饿”“走”之类的词语。小孩子还能够运用已知的词语来提问题，比如母亲在吃什么？父亲在做什么？她最爱的娃娃在哪里？问题的答案就是周围的实物、质量和动作。但是，当孩子成长到某个阶段时，新的情况出现了。孩子在对世界上的实物存在依然兴趣不减的同时，开始讨论新的话题——词语本身。小孩会用已知词语来问有关其他词语的问题：某个东西叫什么名字？某个词是什么意思？

（可以认为，这是让人不只依靠直接经验，而且能够通过已知语言学习其他语言的关键步骤。其意义并非在于使用符号——在这个例子里使用的是词语——来讨论世间万物，而是在于符号本身成为讨论的内容。我们之所以在此强调其重要意义，是因为它将符号与我们看得到或想得到的东西分离开来。符号本身具有了生命力，不再仅用于表示世间万物。正如哲学术语里所说：符号不仅可以被使用，还可以被讨论。我们在第8章将会看到，这就是符号处理的意义。）

经历了这个奇迹之后，海伦·凯勒的进步令人惊叹：学盲文、学英语、学其他语言、写书，并且最终获得大学学士学位。（她是第一位取得上述成就的聋哑人。）鉴于海伦的身体情况，她获取知识的主要途径是通过阅读和与人交谈，而这就是我们所说的书本知识。就书本智慧而言，她取得的成绩非常了不起。

因此，海伦·凯勒能否作为一个反例，用来反驳掌握书本智慧，基本没有市井智慧永远不够这种说法呢？约翰·麦克罗恩（John McRone）如是说：

但现实情况是，因为海伦与世界隔绝太久，所以她很难分辨出自己的记忆与想象之间的差别。她还学会了文字游戏，但在说出这些令听众愉悦的语句背后，海伦自己能理解多少还是一个问题……由于文化根基不牢，海伦最终也会感到吃力。视力和听力的丧失，堵塞了大脑获取外界感觉、图像与记忆的通道。然而，通过语言，她又用丰富的人类文化知识填满了空缺的大脑。这种组合最终可能会缺乏平衡；大多数人看到的是她通过战胜不幸而取得胜利，只有少数人能体会到认知不足会给思想带来的巨大压力。（摘自 dichotomistic.com 的博客文章）

我并不认同这种观点。（而且我觉得这种观点有种居高临下的感觉。）但是，我认为上文所表达的观点与图灵的观点有相似之处。即使是像海伦·凯勒这样能够写书，并获得大学学位的人，也依然有人认为她是在玩弄文字游戏，并没有真正懂得单词的含义。这种关于海伦“玩弄文字游戏”的评价，与对ELIZA等其他人工智能软件的评价如出一辙 [威廉·拉帕波特（William Rapaport）曾先于他人对此做过记录]。但是，这些评论者是否认为海伦·凯勒无法通过威诺格拉德模式测试（Winograd Schemas Test）呢？或者即使她能通过测试，他们也会宣称她只是投机取巧，并非真正理解了所有的问题？（如果答案是肯定的，那么她是怎么投机取巧的呢？）

海伦·凯勒在自身存在巨大生理缺陷的情况下，仍然取得这样的成就，让我们刮目相看。但也有很多人的疑问：如果没有足够的市井智慧，人类的心智究竟能走多远？

更为有趣的是，在所有的讨论当中，很少有人会质疑这样一个问

题：如果没有足够的书本智慧，我们能走多远？无论这背后是什么原因，我们确实过于轻视人类特有的精神生活了。我们在审视自身的优势（比如语言、规划、制造工具和文化）时，总是希望能在其他动物身上也找到类似的能力。近年来，对于人类与动物之间的差异，我们有些熟视无睹。其实二者之间最大的差异，就是人类能够学习书本知识，人类语言不仅用于即时通信，而且用于进一步扩展我们的语言、规划、工具制造与文化。

书本中的市井智慧

让我们回到书本智慧和市井智慧，重新思考一下上文提到的熊冬眠和黄色柠檬的例子。我们发现，我们是通过语言知道了熊冬眠，通过经验认识了柠檬。换用本章的术语就是，我们通过书本知识认识了熊，通过市井知识认识了柠檬。

这样一来我们就能明白，诋毁任何一种知识形式都是无意义的。难道只有爱坐前排、善于考试的书呆子才知道熊冬眠这种知识吗？通过市井直接经验知道“柠檬是黄色的”就真的那么了不起吗？

至于“市井智慧完爆书本智慧”的原因，更为合理的解释是二者的题材内容不同，而非获取方式不同。换句话说，在其他条件完全相同的情况下，实践知识拿来就能用，直接作用于下一步决策，比起阳春白雪的抽象理论，更容易引起我们重视。

假设你正乘坐出租车在罗马旅行，如果想给同行游客留下好印象，那么就要高度重视是否要给司机小费这类信息，因为这里的习俗可能不同于爱丁堡。你可以通过亲身实践试错，观察当地人的做法，向别人请教该怎么做，或者阅读旅游指南上的相关介绍，来了解小费风俗。总之，方式并不重要，重要的是你了解了当地风俗，并能在实践当中不犯错误。尽管这些知识来自书本，但却让你拥有了市井智慧。（这里需要说明，在罗马乘客一般不需要向出租车司机付小费，但是在爱丁堡要付。）

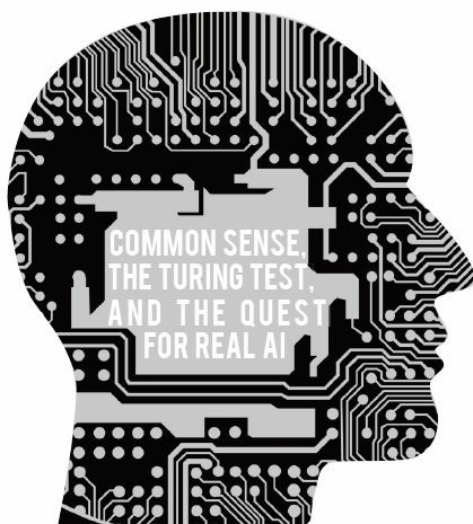
当然，我们知道有一些东西确实无法通过语言学习获得。如果我们从未见过柠檬，那么语言对于描述柠檬的颜色变化也不会有太大帮助，除非参照其他颜色相近的物体。海伦·凯勒可能知道柠檬是黄色的，而且这种颜色与稻草和校车的颜色相似，但是她可能分不清这些颜色之间

的差别。语言在此显得苍白无力。（有趣的是，书籍可以向我们展示色彩的变化——而且只要一个例子就够了——但却无法用语言将其表达出来。）我们目前尚不清楚这点儿额外的市井知识的重要性，但我们确实拥有它。

同时我们也知道，有很多知识都不是通过直接经验学到的。只有极少数人需要直接与冬眠的熊打交道，其他人都是通过这些人了解熊冬眠的知识。我们学习科学、数学和技术的过程也是如此。关于这些关键论点，我们与海伦·凯勒的立场一致。

第7章

长尾理论与培训的界限



在努力理解智能行为的过程中，我们经常会采取以下方式：首先观察自己认为最常见的行为，找出相应的应对办法；然后以此为基础，便可以不断提高处理问题的能力。当我们跨过某个门槛，基本能够处理99.9%的问题时，我们便停下来。

这就是所谓的工程战略。我们对于正在研究的某种行为，先制订草案，然后进行工程设计，优化并提高处理能力。这种战略在机械设计当中表现得淋漓尽致。给定一个推力为X的火箭，如何改善才会产生推力Y？对于一座承载能力为X的桥梁，如何加固可将承载能力提升至Y？

这种工程战略确实解决一些与智能行为相关的问题中发挥了良好的作用。例如，当我们学习走路时，我们都会从普通、常见的地方开始，比如在地板上或者坚实的地面上。最终我们学会了走路，并且能够应对沙地和冰面等较为复杂的路况。同样的道理，我们在学习母语时，通常都是从聆听儿语开始的，而不是去看最新一期《麦克劳克林小组》（*The McLaughlin Group*）或者达纳·卡维模仿秀。

但是，这种工程战略也有完全不起作用的时候。如果某些个体事件虽然极为罕见，但对于整体却意义非凡，我们就将这种事件的分布称为长尾分布，而这些罕见的个体事件就是纳西姆·塔勒布（Nassim Taleb）所说的“黑天鹅”。（欧洲人曾一度认为所有的天鹅都是白色的。）虽然黑天鹅的作用可能非常重要，但如果我们先着眼于常见的现象，再将注意力转到稍微不太常见的现象，然后以此类推，我们就可能永远也见不到黑天鹅了。单从统计学的角度来看，我们似乎做得很好。但是事实上，我们可能做得非常糟糕。

长尾现象带来的难题

为了更好地理解该如何应对长尾现象，我们不妨假想一个极端的数字示例来帮助思考。

假设我们正在尝试估算一个巨大数字集合的平均值。为了便于思考，我先透露点儿小秘密：这个数字集合中包含1万亿个数字，它们的平均数是100 000。但是集合中大部分数字都非常小。该集合数字的平均数如此之大的原因是，其中有1 000个超级大的数字。当然，这些大数字都控制在100万亿之内。

现在，假设我们对以上数据毫不知情，并且我们的目的是通过抽样得到一个典型数字。我们从集合中第一次抽取的10个数字如下：

2, 1, 1, 54, 2, 1, 3, 1, 934, 1。

其中出现频率最高的数字是1，中位数（按从小到大顺序排列后位于中间位置的数）是1.5。但是这组数字的平均数肯定大于1。在寻找平均数的过程中，我们会找到一些大于平均数的数字，也会找到一些小于平均数的数字，这样总体数据的差值就会缩小，直至达到一种平衡。针对现有数据，我们可以通过所有数字求和除以数字个数来算出一个“样本平均值”。前5个数字的样本平均值是12。也许我们认为这种模式会延续下去，但10个数字的样本平均值却是100，远远高于12。到目前为止，在前10个数字中，只有一个数字大于100。好在这个数字足够大，使得它与其他9个数字在计算平均值之后等于100。

我们继续抽样，验证一下这个猜测是否正确。一段时间过后，样本平均值果然稳定在100左右。但是假设在统计1 000个样本数字之后，我

们得到了一个更大的平均数——1 000 000。一旦我们把这个大数字加入平均值的计算当中，那么得到的结果将为1 000。

假设这种情况一直持续下去：我们看到的数字大都像前10个一样，但是每1 000个左右的样本就会出现一个大数字（100万以内）。当我们停止计算，并决定公布最终的样本平均值是1 000时，突然出现了一个更大的数字——100亿。这种情况极为罕见。但是由于数字过大，样本平均值由1 000变成了100亿。由于这种情况是意料之外的，我们决定继续抽样，直到看完10亿个样本，样本平均值稳定为10 000。

这就是从长尾分布中抽样的示例。在很长一段时间里，我们可能认为自己已经足够理解该数字集合的统计特性。我们可能会这样说：

虽然我们无法计算整个集合的属性，但我们可以通过抽样来预估这些属性。经过大量的抽样调查，我们能够得出样本平均值为10 000。但实际上大部分数字要小得多，远低于100。当然，还有一些非常罕见的极端大数字，但是它们都在不超过100亿的范围内。这种数字是极为罕见的，可以说是百万分之一的小概率事件。通过10亿个数字的样本测试，这种情况目前已被证实，所以我们可以自信地谈论所期待的结果了。

但是，这个结论是非常错误的。长尾现象的难点在于：我们研究该现象的时间越长，就越难以理解之前期望的结果。我们采样越多，样本平均值就越大。为什么我们认为10亿个样本就足够了呢？

为了更加生动地看待这些数字，我们可以利用一些看起来非常有效的新技术来帮助我们。目前，某问题已造成每年有36 000人死亡（这是2012年美国死于交通事故的人数），而该技术正应用于解决这个问题。新技术引入后，我们很难计算出死亡人数的准确数字，但我们可以进行一些模拟测试，亲自检视测试结果。假设上文中的每个采样数字对应新

技术引入后每年的死亡人数，那么问题来了：我们是否应该引进这种新技术呢？

根据上述抽样调查，新技术引入后，每年的死亡人数可以控制在100人以下，这比目前所知的36 000人要好得多。事实上，模拟测试显示，在99.9%的时间里，死亡人数都是低于10 000人的。这看起来好像不错。不幸的是，模拟测试还显示，死亡人数有千分之一的概率将会达到100万。这将是一个灾难。如果说100万还不是最大的数字，那么模拟测试显示，人类将会有百万分之一概率全部死亡。

这样看来可不怎么好！

有人会说：

我们必须现实地看待这个问题，而不应该把过多的时间花费在这些罕见的小概率事件上。毕竟，彗星也可能会撞地球！忘掉那些黑天鹅吧，它们不会打扰我们的正常生活。问问你自己：我们真正期待的是什么？如果不使用这项技术，目前的死亡人数是3.6万。如果我们期望状况好转，那么是否应该使用它呢？

这种立场并非不合理。如果只考虑最坏的结果，那我们干脆就别活了。长尾现象带给我们的问题，是我们如何能够找出该现象中的典型情况。但是，这个典型的数字是多大呢？我们看到的数字中有一半都小于10。但是我们也清楚，这是在误导我们的判断，毕竟另外一半数字都特别大。99%的数字小于1 000，剩下1%的数字比1 000大得多。在这样的情况下，我们最多能忽略多少样本呢？样本平均值最能够体现整个抽样过程的好坏。不仅所有的数字都小于10 000，凑巧的是，所有大于10 000的数字之和正好与小于10 000的数字之和相等。然而，作为典型数字的10 000，仍然比36 000要小得多。

为了更好地论证这个问题，我们不妨假设一下：经过10亿次计算后，我们看到下一个数字就是一开始提到的大数字之一：100万亿。

（究竟何种技术能够造成100万亿人的死亡尚不清楚，暂不深究。）即使这是一件发生概率仅为十亿分之一的事件，但由于数据如此之大，我们也必须重新计算数据的平均值。这次得出的结果是100 000。这个结果与36 000比起来可糟糕了不少。

简而言之，这个问题旨在用实际情况解释长尾现象。如果你所有的专业知识都来自于抽样数据，那你可能永远都无法察觉这些牵一发而动全身的小概率事件。

如何处理突发事件

假设你在美国加利福尼亚州已经拿到驾驶执照，并且驾驶经验丰富。你在开车过程中遇到过各种各样的现象：恶劣的天气、拥堵的学区和停车场、交通堵塞、水平参差不齐的司机、湿滑的道路、笨重的车辆、轻微事故，你甚至可能遭遇过危险。

冬日的一天，你在加拿大安大略省租了一辆汽车，一路向北行驶。你已经提前知晓，这条路会有点儿滑。于是，你开着这辆四轮驱动的汽车低速行驶。开始下雪了，但这种情况已经有人提醒过你。如果雪下得更大，你会靠边把车停下，然后找一个地方休息。但是，还没等你做好准备，你就出现了雪盲（风和粉末状的雪包裹在汽车四周，白茫茫的一片，人分不清方向，看不到天际，也看不到其他车辆）。你从未经历过类似情况：四周悄无声息，感觉不到任何动静，你身处雪白的环境中，就像飘浮在云端。你该怎么办呢？拉起手刹，把车停到自认为是路边的地方吗？这时候你所做的任何决定，与你在加州丰富的驾驶经验都没有关系。你需要考虑的是：你以及其他车辆都在做什么。

这个例子虽然较为罕见（当然，只是对于加州的司机而言），但是却很重要。如果做出了错误的决定，司机就很可能丧命。虽然我本人就住在安大略省，但我也只经历过一次雪盲而已。当时我确实非常担心自己会命丧于此。我当时的做法是这样的：不踩刹车（不想被后面的车撞上），一路直行不转弯（希望前面的路够长），打开应急双闪灯（希望后面的车能注意到我），并且仔细观察前方是否也有闪烁的应急双闪灯（希望前面的车也能照做）。我就这么一直缓慢前行，直到雪盲结束。我竟然幸运地活了下来！

有人可能会说，训练有素的安大略省司机应该都经历过雪盲，他们

所缺乏的只是更多的训练而已。但问题就在于：训练到什么程度才算够呢？我们是否要担心开车过程中油门卡住的情况？晚上驾车时大灯不亮的情况？交通信号灯持续红灯，出现故障的情况？一头鹿被撞倒，死在车前的情况？乘客试图爬出窗外的情况？一群暴徒围住汽车的情况？汽车被飓风刮动的情况？很明显，上述情况都不可能，我们不会也不可能将所有的状况列成清单，都放到驾驶训练中去。

这里体现的问题在于：尽管上述每一种情况都非常罕见，但是驾驶汽车时总会有很多奇奇怪怪的事情发生，所以我们总会遇到其中的某种情况。

更为典型的例子可能就是关于文本中出现的词语。英国国家语料库（*British National Corpus*）是一个从各种来源获取英语文本信息的大型数据库。语料库中共有大约一亿个单词，其中大部分词语是人们经常使用的，但也有一些词语在整个语料库中只出现过一次。令人惊讶的是，这部分词语所占的比例是0.5%。语料库中出现次数最多即10次（这可是一亿分之十的概率）的词语，占总体的1.7%。这是一个典型的长尾分布的案例。在这种情况下，这些非常罕见的词语之所以极其重要，是因为它们的数量过于庞大。因此，我们在阅读文本时才能够有机会看到它们。通常情况下，我们并不指望一个智能代理能从那些极为罕见、一般不会出现的经验中学到什么。如果可以忽略这些罕见事件，系统仍然可以正常运行；如果无法忽略，且它们又是类似于长尾现象的情况，那么只依赖于过往经验的系统就会崩溃。

无意识与有意识

大多数驾驶员都知道，在路上遭遇突发事件是种什么状态。我们可能边开车边抿了口咖啡，听着收音机，并且不时和车里的朋友聊聊天。事故的发生可能是由于雪盲，也可能是误入歧途。这时，你的驾车状态立马就发生了变化：把咖啡放到一边，关上收音机，与朋友的闲聊也改变了话题，大家一起讨论如何应对目前的状况。我们的全部注意力都集中在驾驶行为上，而在之前这仅仅是一种背景行为。

简单来说：我们是将驾驶从无意识的行为转变成了有意识的行为。这是一种简化。实际上，即使是在无意识的“自动驾驶”行为当中，我们也花费了心思。对于自己正在进行的行为，我们可能还没有自觉地意识到，但是在汽车行驶过程中，我们清楚地观察着路况，并实时做出应对。如果有人问我们在高速路上都干了些什么，回答可能是“我和朋友在车里听收音机”，而不是“我正沿着路的方向顺时针打方向盘”。但毫无疑问，这两件事我们都在做。

通过强化培训，我们的专业技能得到了提升，这样在很多情况下我们就能够做到一心二用甚至多用，比如边开车边听收音机。同样，当我们步行、开车、骑自行车（参见第5章）、弹钢琴或煎鸡蛋时，也可以一心二用。事实上，国际象棋专家拥有这样一种技能：在下棋的同时能够专注于其他事情。（实验表明，国际象棋专家在计算一长串数字之和的同时，仍然能够把棋下好。）哲学家休伯特·德赖福斯（Hubert Dreyfus）认为，集中所有精力做一件事的人只会是新手，而非专家。

不过，在出乎预料、异乎寻常或者人地生疏的环境中，我们都会变成新手。驾驶行为就变成了有意识的行为。而这也是对情况的简化处理。因为我们不会像进入冥想一样，全身心地放松下来。我们只是会更

加留意开车这件事，但也不一定具体到手放在何处、脚踩在刹车板上的压力（除非我们突然感觉转向或制动有问题）这种事情。

那么，在这种不熟悉的状况下，人们会如何表现呢？最糟糕的情况是，我们会陷入恐慌，手足无措。如果表现得好，即使出现一些从未听过或者见过的问题，我们也能够做到不那么慌乱。我们还可以借助相关的背景知识来应对。

通常，我们会学习如何在常规状况下（在街道和高速公路上）驾驶汽车。而且即使在这种情况下，教练也会叮嘱我们要保持警惕，随时对可能发生的意外情况做出反应。

那么在雪盲的例子中，我使用了哪些知识呢？关于交通事故，我了解到：在类似汽车从道路冲入沟渠的案件中，后果比较严重的是两车相撞，相撞程度取决于两车的相对速度。我没遭遇过汽车碰撞的事故，但我和大家一样，都从新闻报道中听说过一些。（这也算是书本知识。）在雪盲的情况下，我不得不担心前后方可能发生的汽车相撞情况。所以，马上停车并不是一个明智的选择。我还记起：重型货车在爬坡时会打开应急双闪灯，以此警示后方车辆保持车距，减速行驶。我决定效仿这种做法，并且希望前面的车辆也能够这么做。我从未听说过或者了解到可以如何应对雪盲。（安大略省的司机驾驶手册上确实提到过雪盲，但并没有提供应对之策。）这是我利用背景知识应对问题的新方式，与认为电影《2001：太空漫游》比1968年发行的电影好看得多没什么区别。

所以，我们可以总结一下：在一种极端情况下，无意识的活动是指身体参与其中、心思却在别处的活动，这种活动以经培训获得的技能为依托。而在另一种极端情况下，有意识的活动是指需要我们注意力集中的活动，这种活动重视个体对于活动本身的注意程度，而非大量的培训。

威诺格拉德模式测试

背景知识在有意识的活动中的使用，可以充分地证明：智慧行为不只是从经验中学习的结果。当然，经验是有用的，你接受的培训越多，经验就越丰富。从统计学的角度来看，一个完善的系统令人印象深刻。但是这些数据也可能忽略了一些罕见却重要的事件。

现在，我们再来考虑一下第4章提到的威诺格拉德模式测试。可能会有人问：回答这些问题有没有什么技巧呢？请看下方的例子：

1.这是一个威诺格拉德模式测试的例题：

奖杯无法装进棕色手提箱里，因为它太小了。这里的“它”指的是什么？

- 奖杯
- 棕色手提箱

解析如下：

二者之间的关系为R。

其中一个具有属性P。是哪一个？

对于上面的问题，我们可以得到：R=“无法装进”，P=“太小了”。

2. 使用大数据：在网上检索所有的文本信息，确定哪种模式更为常见： $R(x, y) + P(x)$ 还是 $R(x, y) + P(y)$ ？

这两种模式分别对应以下两种情况，

x无法装进y里+ x太小了；

x无法装进y里+ y太小了。

然后根据更为常见的模式来回答该问题。

利用“大数据”的方法来回答威诺格拉德问题，不失为一种好方法，而且也确实可以解决许多问题。

然而，我们也能够举出反例，证明这样的方法有时行不通。

如下文所示：

奖杯无法装进棕色手提箱里，尽管它很小。这里的“它”是指什么？

- 奖杯
- 棕色手提箱

请注意，即使此次答案与上次不同，但这里的R和P却不变。

那么我们能从中得出什么结论呢？只是掌握更多样的技巧就够了吗？例如，利用“不”“除非”“尽管”等字眼。然后，问题就变成了这样：

尽管萨米用尽办法，但奖杯仍无法装进棕色手提箱里，因为它太小了。这里的“它”是指什么？

- 奖杯

- 棕色手提箱

是不是技巧还不够完美？

假设我们真正关心的是那种能够答对大部分威诺格拉德模式测试题的系统，那么从工程学的角度来看，最好的策略就是使用一些简易的小技巧。毕竟，把时间都浪费在那些低概率事件上是不值得的。例如，在威诺格拉德比赛，甚至是与人类的竞赛过程中，用多样的技巧获胜是一件概率很大的事情。从统计学的角度来说，那些处理不当的例子便都不怎么重要了。

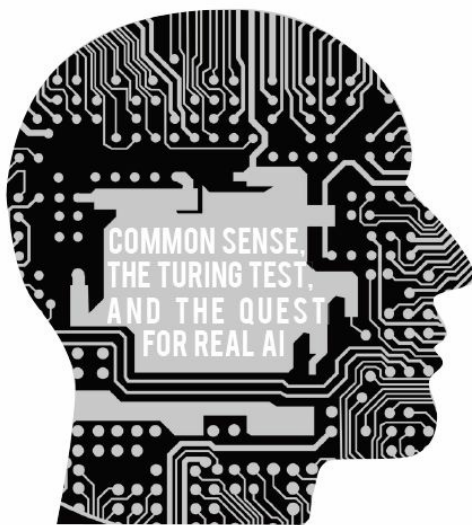
不过，如果你想更好地了解人们正确回答威诺格拉德模式测试题的能力，那么人类靠自己而非靠技巧来解决问题，就显得尤其重要。我们想要了解的是人类能够做什么、如何做，而不是可能做一些类似的事情。即使是威诺格拉德模式测试里的一个例题，也能提供重要信息，告诉我们人类能够做哪些事情。我们不能简单地撇开题目，然后大声喊道：“这种情况几乎不可能发生！”

正是对人类如何处理罕见事件的关心，促使我们不断地超越自适应机器学习的研究。我们处理类似黑天鹅事件的能力，并不是通过额外培训后形成的刻板、单一的行为模式的结果。相反地，这更像是一个全新的、依赖于背景知识的工作机制。

但这仍然给我们带来了一个重要的问题：这一机制的本质是什么？

第8章

符号与符号处理



在讨论信念的作用的过程中，我们曾提到这样一类系统：知识在其中不单单是描述行为（意向立场）的快捷方式，更在其中扮演着某种因果角色，就像汽油对于奔驰汽车不可或缺。

为了了解知识如何发挥这样的作用，首先我们需要讨论一下符号和符号处理。我们可以从高中数学开始。（对于再也不想看到高中数学的读者，可以直接跳到本章的“符号的意义”一节。）

符号的代数运算

请思考下面这个问题：

两年前，约翰尼7岁。

他现在几岁了？

这道题简直易如反掌，连纸笔都不需要就可以答出。很显然，约翰尼现在9岁。在高中阶段，我们曾学习过如何系统地解决这些问题。这样做的好处是使我们能够解决答案更加隐晦、过程更加复杂的问题，比如：

汤米比苏济大6岁。

两年前，汤米的年龄是苏济年龄的3倍。

那么，苏济现在的年龄是多少？

这就是代数。回到第一个问题，我们想求得约翰尼的年龄，解题的关键在于如何将涉及约翰尼年龄的文字表述转换为对应的方程式。为了简洁起见，我们将约翰尼的年龄设为 x ：

$$x - 2 = 7$$

或，约翰尼的年龄减2等于7

当然，这里的未知数 x 指代谁都已不重要。我们的目的在于，剔除不必要的细节，使已知条件更易于计算和处理。用这种方式处理问题，

我们希望能够得到以下某种类型的方程：

$$x=V$$

或，约翰尼的年龄是V

这里的V代表的是数字。依照我们在高中学习的知识，不需要用到太多的花样，求解过程如下：

1. 在等式的左右两边同时加2：

$$x - 2 + 2 = 7 + 2$$

2. 简化左式：

$$x - 2 + 2 \Rightarrow x + (-2 + 2) \Rightarrow x + 0 \Rightarrow x$$

3. 简化右式：

$$7 + 2 \Rightarrow 9$$

4. 在简化后的左式和右式之间画等号：

$$x = 9$$

这样便求出约翰尼的年龄是9岁。

对于第二个问题，求解的过程是类似的。我们将汤米的年龄设为x，将苏济的年龄设为y，最终目的是求解y的值。根据题目里的两个已知条件，我们能够得到以下两个方程：

$$x = y + 6 \text{ 或 汤米的年龄是苏济的年龄加6}$$

$$x - 2 = 3(y - 2) \text{ 或 汤米的年龄减2是苏济的年龄减2的3倍}$$

求解过程如下：

1. 用第二个方程的左右两边分别减去第一个方程的左右两边：

$$x - 2 - x = 3(y - 2) - (y + 6)$$

2. 简化左式和右式：

$$x - 2 - x \Rightarrow x - x - 2 \Rightarrow (x - x) - 2 \Rightarrow 0 - 2 \Rightarrow -2$$

$$3(y - 2) - (y + 6) \Rightarrow 3y - 6 - y - 6 \Rightarrow (3y - y) - 6 - 6 \Rightarrow 2y - 12$$

3. 在化简后的左式和右式之间画等号，并移项：

$$2y - 12 = -2$$

现在，我们已经将两个二元一次方程化简为一个一元一次方程，接下来的步骤与之前一样：

4. 等号左右两边同时加12，然后除以2，经过简化，可以得到：

$$y = 5$$

看！只用到简单的代数知识，我们就能根据已知条件确定苏济的年龄是5岁。再进一步计算，我们就能确定：汤米是11岁。当然，两年前，汤米的年龄（9岁）是苏济的年龄（3岁）的3倍。由此能够推出，根据3个已知条件，可求得3个未知数；根据67个已知条件，能够求得67个未知数。事实上，要解决此类含有未知数的方程式，仅需要用到几个关于等式、加法和乘法运算的法则即可。

总地来说，代数是符号处理的一种形式。我们从完整的等式入手，比如“ $x - 2 = 3(y - 2)$ ； $x = y + 6$ ”，根据运算法则进一步计算化简，最终求得“ $x = 11$ ； $y = 5$ ”。

符号的逻辑运算

符号处理并不只与数字有关。请思考下面的问题：

艾丽斯 (Alice)、鲍勃 (Bob) 和卡罗尔 (Carol) 中至少有一人犯了罪。

如果艾丽斯有罪，那么鲍勃也有罪。

如果艾丽斯无罪，那么卡罗尔也无罪。

那么，鲍勃有罪吗？

这次我们可以用符号逻辑来解决这个问题，而不是代数。根据已知条件，我们能够列出逻辑公式。我们可以用A、B、C分别代表艾丽斯有罪、鲍勃有罪、卡罗尔有罪，然后根据已知的逻辑关系得到下面的表达式：

$$A \vee B \vee C \quad (\text{i})$$

$$A \supset B \quad (\text{ii})$$

$$\neg A \supset \neg C \quad (\text{iii})$$

除了“ $\vee$ 、 $\neg$ ”之类的符号与“+、=”之类的符号略有不同以外，上述表达式和算术过程还是很像的。简单讲，“ $\vee$ ”的意思是“或”，“ $\neg$ ”的意思是“不、非、无”，“ $\supset$ ”的意思是“如果……那么……”。逻辑课程（通常在高中未开设）教授的内容是：如何通过三个已知的逻辑关系，得出新的结论。

请看范例如下：

1. 拆分并重写公式 (ii) :

$$(\neg A \vee B) \quad (\text{iv})$$

2. 合并公式 (iv) 和 (i) :

$$(B \vee C) \quad (\text{v})$$

3. 拆分并重写公式 (iii) :

$$(A \vee \neg C) \quad (\text{vi})$$

4. 合并公式 (vi) 和 (v) :

$$(A \vee B) \quad (\text{vii})$$

5. 合并公式 (vii) 和 (iv) :

$$B \quad (\text{viii})$$

经过推理, 我们最终得到结论B, 即鲍勃有罪。(有趣的是, 即使根据已知条件并不能推出艾丽斯或卡罗尔是否有罪, 但我们仍可通过符号逻辑判定鲍勃有罪。)

与代数的情况类似, 在处理符号逻辑问题时, 仅需少量的规则, 就足以从已知条件中获取所需的结论。(有关上述示例中使用的两个规则的更多细节, 请参见下文。)这其实也是符号处理的过程: 我们从给定的字符串开始, 例如“(A $\supset$ B); A; (B $\supset$ C)”, 按照某些既定规则进行处理, 最终得到另一串字符“C”。我们当然更加乐于见到这样的结果。

在这个示例中, 第一步和第三步的逻辑如下:

如果已知公式P $\supset$ Q, 那么我们就可以得出一个新的析取式($\neg P \vee Q$); 如果已知公式 $\neg P \supset Q$, 那么我们就可以得出一个新的析取式(P $\vee Q$)。

（也就是说，只要“如果……那么……”这种句子能够成立，就会有一半对一半错的情况，要么是“如果”这部分前提是错的，要么是“那么”这部分的结论是对的。）这个应用于第二、四、五步的规则叫作消解规则：

如果我们有两个析取式，一个里面包含P公式，另一个里面包含P的否定式（ $\neg P$ ），那么我们就可以写出一个新的析取式，包含上述两个公式的所有元素，但是省略P及其否定式 $\neg P$ ，并删除重复项。

比如，在这个例子的第二步，刚开始是（ $\neg A \vee B$ ）和（ $A \vee B \vee C$ ），但根据这个规则，最后得出的结论是（ $B \vee C$ ）。

那么无论是代数问题还是逻辑问题，人们是如何进行符号处理的工作的呢？这当然不是一种与生俱来的本能。人们之所以有这样的技能，是因为知识的传承使我们遵循了固定的处理模式和步骤。以方程式为例，我们从小学一年级起就开始学习基础的算数知识。到了高中阶段，我们已经能够解决包括负数、分数、加、减、乘、除在内的各类方程式。但这只是单纯的算数，而不是代数。在九年级的学习中，我们有了概念性的跨越，开始学习如何简化包含变量的符号表达式，例如，即使表达式E内包含变量，但（ $E-E$ ）还是可以简化为0，（ $E+0$ ）仍旧可以简化为E。这种包含所有算术知识在内的代数简化过程，可以算作一种特例。到十年级时，我们将学习有关方程式计算的其他知识：以等号两边均有符号表达式的方程作为初始条件，通过简化或者对等的加、乘运算，我们就能够得到一个新的方程。^[1]

像上文中提到的符号代数与逻辑计算一样，也许符号处理最有趣的一个部分就是：处理过程并不需要多少聪明才智。虽然从已知条件的文字部分转化到方程或是逻辑表达式的符号表达，确实需要有一定的头脑，但是，在转化过程结束后，其余处理过程便完全可以机械化进行。我们只需要小心谨慎，避免出错就可以了。事实上，一台机器完全能够

胜任这项工作。我们可以编写一套小型的计算机程序，以某串字符作为输入量，输出量为另一串字符。这并不是什么难事。

这种见解非常独到，对教育方面也会产生不小的影响。人们在数学教育中常犯的错误就是，难以区分哪些是纯粹机械化的部分，哪些是需要创造力的部分。学生们在处理问题的过程中，需要清楚地知道哪个部分是纯机械化的。这种遵循相关程序的想法在孩子很小的时候就可以培养，而且这个程序多种多样，不单与代数有关。事实上，这种程序甚至不需要有什么意义。这更像是某种精神上的训练：注意细节，时刻知晓进程，避免错误。而这种技能不仅可以应用于数学领域，也能在其他领域大放光彩。但即便如此，机械化的数学部分与需要创造力的数学部分也不应混淆。在需要创造力的数学部分里，实践至关重要。而一旦问题进展到只剩机械化计算的部分，老师点到为止即可。

如此多的数学问题都可以机械化处理，这样的事实给了哲学家戈特弗里德·莱布尼茨（Gottfried Leibniz）（详情见下一章）和艾伦·图灵（详情见下文）很多灵感。

符号的意义

我们在前文中所讨论的“符号”，与通常情况下所理解的“符号”的含义有所不同。

通常情况下我们理解的符号是这样的：婚戒是婚姻的象征；红色交通信号灯意味着停止行驶；穿裙子的人物剪影是女性洗手间的标志；字母“XIV”在罗马数字中代表数字“14”；在法语中，“chien”的意思是“狗”。

朋友圈每日书籍免费分享微信 shufoufou

由此可以看出，出于物体间的相似程度或者惯例，我们一般会用某一领域的对象来指代另一领域的对象。前者通常是比较具体的、容易听到或看到的事物，而后者是一些不那么具体、少为人知甚至纯粹抽象的事物。在上文提到的实例中，符号可以用来传达某种信息：我们在洗手间的门上贴上人物剪影，我们说出“chien”这个单词，我们写下代表数字的字母“XIV”。这里的每一种情况都是使用符号获取信息的过程。

然而，这与在代数和逻辑问题中出现的符号是不同的。当写下“ $x=y+6$ ”这样的方程时，我们可能并没有想传达某种信息，只是在默默地解决问题。

既然不是为了交流，我们为何还要写下这些符号呢？我们已经说过，书写并不是重点。我们完全可以在脑海里思考代数问题，只有当数据太多时才写下来。

还需要注意的是，很多情况下我们可以直接忽略某些符号。符号排列的位置就能帮助我们正确处理问题。例如，我们写下一个普通的数字“237”，仅用三个数位就能够表达出来，不必使

用“ $2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 7 \times 10^0$ ”这类符号。数字所在的数位通常代表着是10的几次幂。对于二进制的数字来说，只有0和1两个数字，数位便是表示数字大小的关键。

既然如此，我们为什么还要使用符号呢？

问题的答案最早由艾伦·图灵于20世纪30年代提出：写下一串字符，是我们讨论数字映射以及字符串映射处理的前提。现在，我们将这种字符串处理的过程称为数字计算。我们像写下字符串一样写下数字，目的还是计算。

一切都源自图灵机

“计算”这个概念虽然易于识别，却难以定义。有一种说法认为，计算就是计算机所做的工作。但是，人类也可以进行计算的工作（事实上，图灵提到的“电脑”指的是人，而不是机器），并且计算机所做的也并不都是计算工作（如发送电子邮件和打印文件）。

当某人做减法时，比如从千位上减1、百位上加10，我们认为这是一种计算。但当我们看到一辆汽车撞翻了一张桌子时，我们却并不认为这是计算。

大致来讲，当过程中涉及步骤或序列，且该步骤或序列被限制在一定范围内时，我们就认定其为计算。两个数字间的减法是逐列进行的；列数越多，计算过程便越长。我们不妨将汽车撞翻桌子时的能量转移想象成一个整体的变化。我们无须考虑桌子最远端对于汽车碰撞的瞬间反应，这毕竟要取决于桌子的大小。

（但这只是大体上正确。我们不难想到，现代计算机能够同时处理大量的数据计算。我们能够对物理过程进行电脑模拟计算，以确定汽车撞翻桌子的瞬间动能是如何转化和分解的，然后再重新集合在一起。）其实，我们不必纠结于如何给“计算”下定义，只需要选取一个实例，建立一个具体的模型，分析其属性，然后再决定该定义是否完善就可以了。这样做更有实际意义。

这正是图灵所要做的。他想证明：有的数字可以精确计算，但是计算的过程不单涉及机械化计算。这与有些数学家的想法截然相反。为了证明该想法，他需要清楚地了解机械化地计算数字有何意义。这也是他当时提出“图灵机”的初衷。

在图灵的叙述中，我们了解到：在数字函数中，只有一部分函数是使用数字符号进行本地化操作的结果。

他的想法如下：为了简单起见，我们设想一个正整数，用二进制写法记于磁带上。我们将此作为输入量。图灵机正常运转，它可以随时读取二进制数据，也可用其他数据覆盖原内容。磁带头的转动、数据读写等一切行为，都是由事先设置好的机器程序决定的。如果图灵机停止运转，磁带上的最后一串二进制数字即为输出量。如果图灵机能够将二进制数字 x 作为输入量，且输出量为二进制函数 $F(x)$ ，那么从数字到数字的函数 F 就被称为“图灵机可计算的函数”。

有一点从一开始就很明确，在定义图灵机的过程中，二进制数字是随机选择的。我们设想该机器所使用的符号都选自有限的字母表，但实际上，我们讨论的是从一串符号（输入量）到另一串符号（输出量）的映射，二进制数字计算不过是一个有用的特例而已。

既然我们想证明计算与数字没有必然联系，那么上述想法很有意义。即便图灵机中出现的符号确实有象征意义，它本身也无法猜测符号代表的含义。（许多人更愿意相信，只有当我们意有所指时，才会用到“符号”一词。符号总是有象征意义的。也许在此我们应该使用一个比较中性的词语——“字符”。不过意思并没有变。“符号”一词的应用范围越广，我们在这里所做的讨论就越有意义。）

尽管只包含两个符号的字母表在机械术语中很受欢迎，但是此处它并不是一个必要条件。我们可以以一些物理特征为例，比如：灯或明或暗，开关或开或关，电压或高或低。我们也没有必要限制符号必须按照线性排列。我们书写数字时会按照数位大小的顺序，但是方程式系统可能会按照二维数组排列符号。当然，二维的符号结构还有许多其他形式。

例如，数字图像是由像素组成的二维符号阵列。其中，每个像素均

代表图像在二维图格中的一部分。简单地讲，每一个像素就是一位，代表该处图像的明暗，如图8-1左侧所示的数字“7”的图像（0显示为空白，1显示为@）。这种同一场景下的粗糙图像与真实图像的唯一区别就是像素位数的多少：高分辨率图像中使用的像素位数更多（如图8-1中所示的另外两个图像），能够更好地呈现原图的明暗与色彩。（一张高分辨率图像可能包含数百万位像素。）

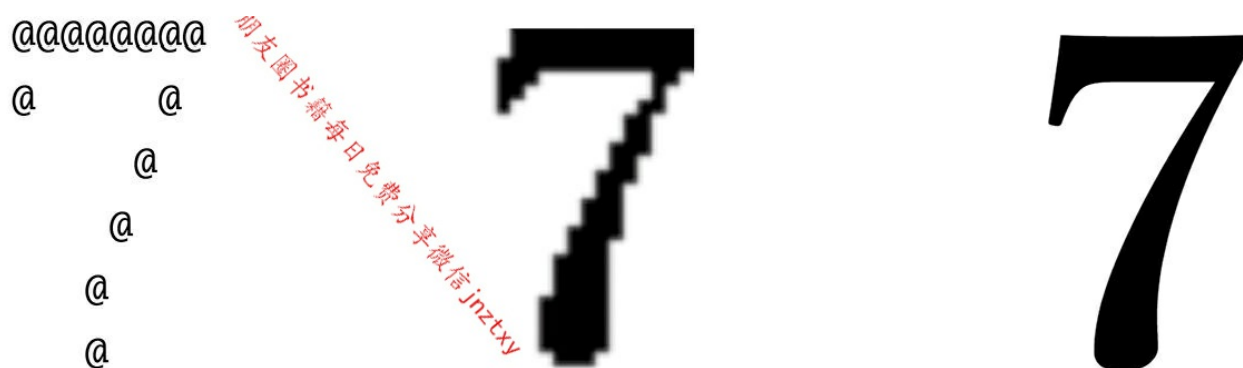


图8-1 同一简单图像在3种分辨率下的表现

数字视频的原理也类似，它是由三维像素阵列组成的。其中，第三维度指的是时间。在这种情况下，一位像素代表了在某个时间间隔（时间被划分为一维网格的形式）的二维网格。

所有这些符号最终都可以被编码为线性序列，并由图灵机进行处理。比如，数字的二维数组可以逐行列于磁带上，此时每个数字所在的位置就是一位。处理这种二维数组对于图灵机来说，并不是难事。

我们不禁要问：为何理论家们对图灵机的兴趣经久不衰？难道现代化计算机始终没有超越那个仅有一个活动头脑的机器的视野？答案很简单：迄今为止，我们发明的每一种数字计算机都可以算作是图灵机的一个分支。无论这台机器能做什么，图灵机都能够做到这一点。或者更为准确地说，现代计算机有关字符串的任何功能，图灵机也都能完成相应的计算。大多数科学家认为，不管我们以后研制出什么样的计算机，都会是同样的情形。（至于如“模拟计算机”和“量子计算机”等其他计算设

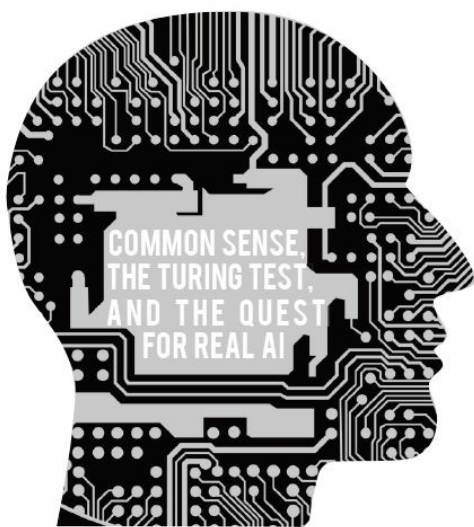
备则不能完全算是图灵机的分支。模拟计算机由于在计算的准确性上未能突破局限，所以难以广泛投入使用；量子计算机则可视为图灵机的一个分支，在处理某些特定任务时派上用场。）

总而言之，我们在此所讨论的符号并不是用来通信交流的。它们充当的是我们计算的核心。没有符号，便没有数字计算。符号也许代表某个数字，也许代表某个事物。如果符号真的代表了什么，那么它们的意义取决于符号之间的位置排列。

[\[1\]](#) 本书中提到的各年级所学课程都指美国范围内。——编者注

第9章

基于知识的系统



在本书中，我们坚信人类的智能行为大都是由知识决定的。一个人能对电影《2001：太空漫游》高谈阔论，是因为他知道这部电影已经公映。然而，我们并没有深入探究这背后的机制是什么。总而言之，我们所说的知识、信念等内容，可能只是一个立场而已。第3章关于意向立场的讨论，为我们从大脑电化学的角度解读大脑的运行奠定了基础。

现在，让我们来分析一种可能的机制。

符号能够解决的问题

我们先来简要介绍一下戈特弗里德·莱布尼茨。

戈特弗里德·威廉·莱布尼茨（1646—1716）是德国哲学家、博学家，也是一位伟大的思想家。他提出了诸多观点和发现，还与牛顿同时各自发明了微积分（我们高中数学所学的导数和积分）。不同的是，牛顿将微积分作为物理和化学的一种计算工具，而莱布尼茨则对科学不怎么感兴趣，甚至到其生命后期，他都不能算是一位数学家。但在符号和符号处理方面，他却是一位有着高深造诣的思想家。

下面是莱布尼茨关于算术的观点。我们想通过数字计算得出某块土地的面积，以便给出合适的价格。但数字只是一个抽象的概念，并不是实体的存在，没有质量，也没有体积。那我们如何将数字与计算联系起来呢？自然是通过符号。

莱布尼茨发现，我们每写下一个有效数字，头脑中必定是早已有了确定的系统，即特殊的十进制（基数为10）计数法。每个数字都可以用十进制计数法表示出来，当然，也可以用其他方式表示一个数字。[莱布尼茨被认为是如今广泛应用于数字计算机中的二进制（基数为2）的创始人。]最重要的是，莱布尼茨坚持认为纯粹的抽象数字（如数字“14”）与我们实际写下的具体的符号表达式（如十进制数字“14”、二进制数字“1110”、罗马数字“XIV”）之间是有差别的。

他发现，人们在计算矩形面积的过程中使用的是符号表达式，而不是单纯的数字。正如第8章所解释的符号处理过程那样，我们将表达式分别进行化简和重组，最终产生新的符号表达式。如果计算无误，不管我们求的是土地面积，还是汤米和苏济的年龄，最终结果都可以用新的表达式代表。

当然，符号表达式的核心并不在于我们必须将其写在纸上，我们也可以在脑海中完成所有计算。但是如果你的记忆能力有限的话，写下来也是可以的。

莱布尼茨想知道是否有能够覆盖切线、面积等更广阔领域的符号化的解决方案，并在此基础上发明了微积分（导数和积分）。

用符号表示无形

接下来的内容将会有概念上的飞跃，只有莱布尼茨这样的天才才能发现。以下是我的解读。

莱布尼茨认为，思考能够重新回顾某些我们深信不疑的想法。但是这些想法与数字一样，也是抽象的。比如说休认为约翰爱着玛丽，所以心生嫉妒，这种情况该如何解释？约翰爱玛丽的这种想法怎么能够影响休的特定行为呢？约翰和玛丽是确实存在的，但是约翰爱玛丽的这种想法无形、无状又无声。如果告诉休约翰爱玛丽这一信息的人撒了谎，这种想法还有可能是错误的。

本书一直在强调，休的行为是由她的信念所支配的。在这种情况下，她的行为被自己对约翰和玛丽之间关系的理解所左右。如果将此信念摘除，那么她的行为毫无疑问就会做出相应改变。但是信念真的有这么大的威力吗？这种纯粹抽象的东西怎么能支配一个人的行为呢？

莱布尼茨提出了这样一个设想。

根据他对算术的研究，莱布尼茨认为：我们与想法之间没有直接的互动，而是与代表这些想法的符号表达式互动。莱布尼茨建议我们对待这些想法时，应像对待以某种方式写下来的符号形式一样，然后以某种形式进行运算，即某种符号处理，以便于向下一个想法过渡。当然，这些想法我们不会写在纸上，在脑海里进行也是一样的。

换句话说，莱布尼茨做出了以下类比：

- 算术规则使我们运用具体的符号就能解决抽象的数字问题。关于符号的处理反映了其代表的数字之间的关系。

- 某种逻辑的规则使我们运用具体的符号就能解释抽象的想法。关于符号的处理反映了其代表的想法之间的关系。

多么天才的想法！它告诉我们，即使人的思想是无形的、抽象的，我们仍可以通过符号代表、符号计算等手段进行心算。当我们需要思考、解决问题、下结论或者与他人讨论时，我们可以通过计算来实现。莱布尼茨的信中曾有一句拉丁文名言“*Calcuemus*”，意思就是说“让我们计算吧！”

莱布尼茨的设想恰好为人类这一难以理解的行为做出了解释，即人的抽象信念如何影响实际行为。破天荒地，莱布尼茨向我们讲述了这一行为发生的原因和过程，尽管人的想法中也包括一些错误的。

知识表示假说

看完莱布尼茨的设想，我们再来考虑一个严格按照如下方式操作的系统：

- 系统需要了解的大部分内容将以某种符号表达式的形式存储在内存中，构成我们所称的知识库；
- 系统将使用某种逻辑规则处理知识库中的内容，并用新的符号表示；
- 结论中将涉及系统的下一步骤，以及系统基于该结论做出的反应。

具备以上几点特征的系统就是所谓的基于知识的系统。

所以，大体上看，并不是系统复杂多变到足以表明意向立场，才是所谓的基于知识的系统。相反地，它就是一个知识库，里面存满了符号及其代表的含义。而系统的运行方式就像莱布尼茨设想的那样，用抽象符号影响实际行为。

麦卡锡关于人工智能的基本设想如下：只有成为基于知识的系统，才能达到人类智能行为的级别。同时，这也是哲学家布莱恩·史密斯（Brian Smith）口中的知识表示假说，但他的说法更加抽象：

任何机械实现智能的过程都将分为两部分：第一，作为外部观察者，我们代表整个过程所展现的知识命题；第二，我们独立于这种外部语义属性，在激发表现知识的行为方面发挥正式、决定性且必不可少的作用。

简单地讲，他的想法是这样的：假设某个智能系统能够表明意向立场（一个“机械地实现智慧行为的过程”），其内存（“结构成分”）中包含符号结构的两个属性。第一个属性是，我们能够从系统之外将这些符号结构解释为某种“命题”，特别是与意向立场有关的系统所相信的命题。第二个属性是，这些符号结构不仅仅存在于内存中。我们正设想一个计算系统，能够以这些符号结构（它们“与激发行为之间有因果关系”）为运行基础，如同第8章中提到的符号代数和符号逻辑。换句话说，正是有了这些符号结构的存在，我们将自身的信念输入其中，系统才会做出这样的反应。若是删掉相关内存，或者改动相关符号结构，系统就会做出不同的反应。

因此，总体而言，知识表示假设指的是：真正的智能系统将以知识为基础。也就是说，在处理符号表示的过程中，能够表达意向立场的系统都是通过人为设计达到的。

假设是真的吗？

知识表示假设只是一个假设，可能为真，也可能为假。不妨思考一下这两个有趣的问题：

1. 我们有没有理由相信（或不相信）：人类天生（或者通过进化）就是以知识为基础的？

2. 我们有没有理由相信（或不相信）：我们建立具有人类智能水平的人工系统，即人工智能系统的最佳方法，就是将系统设置为基于知识的系统？

不幸的是，这两个问题都没有明确的答案。

说人类可能是从一种类似于符号和符号处理这样精准复杂的过程中进化成知识型，这个想法不禁有些荒谬。至少在最初期时，很多事情不像是进化的产物。（例如，查尔斯·达尔文曾讨论过眼睛与视觉系统。）很明显，书面语言具有象征意义。那么这样看来，进化已经产生了一个能够处理并解释这些符号的物种。正如人类学家特伦斯·迪肯（Terrence Deacon）所说，我们就是那个象征性的物种。不难想到，我们使用和处理内部符号的能力也许与使用和处理外部符号的能力相关。

这一点值得记住。然而，知识型问题是一个设计议题。即使人们真的是以知识为基础，我们也不是希望神经学家们必须达到前面第2章的要求：在大脑中找到相应的符号结构，以证明人类可能无法反向设置神经元。因此，即使我们确信人类是以知识为基础，这也未必是因为我们发现人脑可以储存知识。相反，我觉得应该是这样：我们会确信，只有知识型的设计才能解释人们的所作所为。我们将研究各种各样的人造系

系统设计，我们将会看到知识型系统产生的像魔术一样的行为。换句话说，在第二个问题的引导下，我们能够回答第一个问题。

那么第二个问题呢？专家们对此有着不同的意见。直到20世纪90年代左右，麦卡锡提出的基于知识的方法都始终占据主流。但是GOFAI的研究却一直止步不前，为两个基本的未解之题所阻拦：

- 要用什么样的符号结构来表达智能系统的想法？
- 要怎样处理符号才能传播其代表的想法，以便它们以正确的方式影响行为？

这两个问题分别被称作表示和推理问题。

知识表示与推理

1958年，当麦卡锡首次提出他对人工智能的看法和研究计划时，他已经将有关的知识表示和推理问题详细地纳入自己的论文“常识编程”（Programs with Common Sense）中。他设想的系统能够将存储的知识作为一阶谓词演算的符号公式，即20世纪初为数学形式化而开发的人工逻辑语言。在他设想的系统中，推理包含计算推导，换句话说，这个系统能够计算其所存储知识的逻辑后果。麦卡锡如是说：

人们会相信：设想的这个系统能够计算出其一切被告知及存储知识的直接逻辑后果。这个属性与人类所具有的常识具有共同之处。

从那以后，包括麦卡锡本人在内的许多研究人员开始相信，这些关于表示和推理问题的答案有些过于严谨。毕竟，作为符号表示语言的一阶谓词演算并不是完美无缺的，而由规则推理出来的逻辑结果也并不完美。

书籍免费分享微信 jnztxy 朋友圈每日更新

事实上，在推理问题中，古典逻辑所起的作用既微妙，又复杂。在很多情况下，“用你所知”确实有从你现有信念得出合乎逻辑的结论的含义（如第3章中关于亨利的讨论），但它的含义不止于此。

第一，会有许多与你的目标无关、浪费时间的逻辑结论。事实上，如果你有任何矛盾的信念，每一句话都会成为你的信念的逻辑后果。第二，会有可能相关、令人费解、需要纸笔演算的逻辑结论。（如第8章中所讨论的鲍勃是否有罪的逻辑谜题。）第三，会有根本不符合逻辑的结论。假设虽然合理，但是结论却违背逻辑。例如，你可能会得出这样

一个结论：一个你从未见过的柠檬是黄色的。但由于你并不相信每个柠檬都是黄色的，所以这条结论不符合逻辑。（据你所知，有些盲人会把柠檬画成红色。）第四，会有许多“用你所知”但却得不出结论的方法。比如，问问自己：导致柠檬不是黄色的因素有哪些？

总而言之，我们实际需要考虑的与我们所知的逻辑后果之间还有巨大的鸿沟。因此，许多研究人员认为，我们应当放弃古典逻辑，并选择一种从外部触及逻辑的推理模式。如同马文·明斯基曾说的：“逻辑推理不够灵活，不足以作为思考的基础。”

事实上，这么多包含我们所知、所用的设想都难以保证其真实性，这使得众多研究人员开始将重点从逻辑转向概率和信念程度（这一点在第3章中提过）。毕竟，我们能够清楚地区分句意不明但为真、句意不明却为假的句子。但是，概率很快就会遇到与逻辑同样的难题：会出现可能为真却无关的结论，会有可能为真却难寻的结论，会有无对立信息才可得出的结论，更会有一些与得出结论无关的方法。

至于表示问题，也存在不少疑问。如果麦卡锡提出的一阶谓词演算不合适，那什么更合适？我们可以考虑使用英语（或其他人类语言）作为符号表示语言。我们会使用“bears hibernate”来表示“熊冬眠”的信息。也许知识库的容量足够大，能够存储一系列英文单词。我们在书中使用英语，但也能够在线提供英语信息。事实上，将英语作为表示语言的最大障碍在于第二个问题——推理。（显然，表示和推理问题相互依存。）系统如何使用英文语句得出结论？特别是，理解这些语句（如解释威诺格拉德模式中出现的代词）需要知识背景做铺垫。如果需要知识才能使用英语，那么英语本身又怎能成为我们知识的来源呢？至少，我们需要解开这个无限循环的退化谜团。

人工智能研究的子领域之一是知识表示和推理，其研究围绕表示与推理的问题以多种方式展开。由于受到人工智能其他子领域（如自适应机器学习）研究的挑战，信念在这些子领域中所占的分量极少，有关知

识表示和推理问题的研究进展缓慢。一方面，其他子领域的研究进展卓越；另一方面，它们却都没有试图解释那些需要广博背景知识的行为（如第4章所述）。

谁才是唯一的选择？

在我看来，知识与符号处理之间的关系就如同科学中的进化与自然选择的关系。有了化石和DNA分析的证据支持，进化就成为一个科学事实。但是，查尔斯·达尔文提出的实际进化机制——自然选择，并没有如此多的数据支持。我们会对进化论存疑，反而觉得自然选择更为可信。这是因为自然选择的过程听起来更加合理，合理到我们想象不出还有其他的可能性。

我还认为，在某些常识性行为中运用的背景知识也是一个事实（如回答威诺格拉德模式问题时）。就像某人某天大声念出电影《2001：太空漫游》的上映日期，并且该行为会影响他今后某天所做的事情。这一行为狗做不到，下棋智能人或恒温器也做不到，但人做得到。

据我所知，如果现在需要一个机制来解释这个事实，那么本章概述的基于知识的内容便是我们的唯一选择。也许直到你需要用到电影《2001：太空漫游》中的知识时，你都无法解释这些知识是怎样存储于你的脑海中的。这便陷入了僵局。关于知识表示和推理问题，我们可能永远都无法给出一个令人满意的答复。然而，在现阶段，除了发问，我们别无选择。

另外，如果这种基于知识的方法是有效的，也就是说，如果有一个能够访问，并且可以使用人类一切知识的计算系统，那么它就需要一个庞大的知识库和一个足以高效处理大量符号结构的计算应用程序。这些要求也制约了其自身。

我认为，如果没有相应的巨大进步，任何建立大型知识体系的企图都注定失败。那种企图将一台空白的电脑联网，让其自学，让其自行完成所有费力工作的想法就是空想。通过自学认识猫是一回事，通过自学

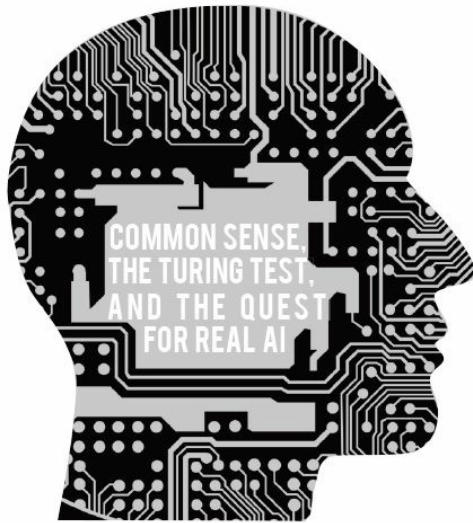
学会阅读是一回事，而学习阅读维特根斯坦（Wittgenstein）的著作又是另一回事。在计算系统从我们所知中获益之前，它需要先填鸭式地接收我们所了解的一切，并能有效地使用。即使我们知道如何回答表示和推理问题，但把这些想法付诸实践仍然是一个令人却步的挑战。

不过，这就是所有的猜测了。最后，我们所剩的只有一个经验性的问题：怎样的计算设计才足以解释其对应的智能行为呢？

本章的讨论至此结束，接下来是有关人工智能研究的内容。

第10章

人工智能技术应用



本书的主要内容就是人工智能科学，即研究某种可观察的自然现象：如在第4章中谈到的人们回答威诺格拉德模式测试相关问题必须具备的能力等智能行为。

但是，具备回答威诺格拉德模式测试问题的能力并没有什么实际价值。因此，对于科学领域的问题兴趣不大的人就会问，那我们何必这么大费周章？（人工智能的）应用到底是什么？我们怎样才能有效利用我们已掌握的知识？而且，人工智能吸引着越来越多的关注（和资金），人们对其可能带来的实用技术寄予了厚望。换言之，人工智能是在研究如何设计并创造智能机器，即我们所说的“构建人工智能”。

当然，一段时间以来，我们已经看到了数量有限、版本各异的人工智能技术。虽然这些现在被称为“智能”的产品与我们在进行人类研究时所说的智能还不可同日而语，但是像与手机进行对话，让它完成一些简单的任务，或者乘坐无人驾驶汽车行驶在普通道路上这样即使10年前还看似遥不可及的事情，现在已经司空见惯了。不过，我们所希望的未来的的人工智能技术是人类所展示出的功能更强大、更成熟可靠、用途更广泛的智能。

让我先亮出底牌。我并非人工智能技术专家，而且自认为也不是该领域的爱好者。作为普通人，我所期待的技术——除了经济耐用、环保无害等大众化标准之外——就是可靠性和可预见性。我想使用的技术是我能够学会，然后还能将其忘记的技术。如果在使用某项技术时，我还得猜测下一步将会怎样，或因害怕误用而担忧，或者担心将事情做得过了头，那么这些都不是我想要的技术。（典型例子就是微软办公软件助手“大眼夹”，曾几何时，这个东西会在用文字处理软件Word的过程中突然弹出，让我不胜其烦。）

但是，人工智能技术的发烧友们可能会这样问我：“难道你不想有个聪明能干的助手吗？它对你的兴趣爱好、生活习惯了如指掌，它不知

疲倦、永不抱怨，它唯一的目标就是为你排忧解难。”我要用另外一个问题回答他们：“你能保证我的这个人工智能助手可靠且可预知吗？”

说到技术，我宁愿使用虽有局限或不足，但是安全可靠、可以预知的技术，也不愿使用虽然能力更强，结果却难以预知的技术。（当然，在和人打交道的时候，我不会有这种想法。但是我们在这里讨论的是技术。）而且我还切实地发现，有些人使用某种技术，甚至某种尚有缺陷的技术是出于客观需要，而非主动选择。这种情况下，个人偏好就无关紧要了。

有了这些警示，我们再继续往下说。

人工智能的未来

谈到未来的人工智能技术，可能你首先想到的问题就是：我们能否开发出具备某种常识的计算机系统，能够洞察世间万物，处理日常事务，应对突发情况？这是个很好的问题，我也希望我知道答案。但我认为，我们应该谨慎对待这类问题，擅自尝试做出预测非常鲁莽，也很草率。

阿瑟·C.克拉克（Arthur C. Clarke）第一定律如是说：

如果一位德高望重的科学家说，某件事是有可能的，那么他几乎肯定是正确的。如果他说某件事是不可能的，那么他或许已经谬之千里了。

因此，无论这位德高望重的科学家对于人工智能的未来如何预测，根据这项定律，都可以肯定人工智能是大势所趋。这就是我的观点。迄今为止，我们还没有发现任何与此观点相左的证据。

但是，如果人工智能真的是大势所趋，那么为什么我们还没实现人工智能呢？2001年早已过去，但是我们在《2001：太空漫游》等影片里看到的那种智能计算机依然没有出现。（当前对人工智能的定义之一，就是研究如何开发出具有电影里那种行为方式的计算机。）

我认为这主要有两个原因。第一个原因显而易见：我们目前尚落后于早期人工智能爱好者（包括马文·明斯基，他是电影《2001：太空漫游》的顾问）的预测，因为我们还未完全搞明白我们需要什么，在科学领域还有一些重大障碍需要跨越。第9章讨论的表示和推理问题基本还未有答案。此外，正如第9章末尾所说，即使跨越了所有的科学障碍，

开发一台真正具备智能行为的机器，仍须面对工程学领域的重大挑战。

第二个原因或许争议性更大一些：人工智能迄今没有出现是因为需要巨大的投入，目前需求不足，投入也就不够。这听起来可能有些荒谬可笑，但是可以用下棋机器人来做类比。

人们在计算机时代刚开启时就开发了能够下棋的机器人。图灵本人也曾亲自试水。虽然这些机器人运行起来都很不错，但远不及特级大师的水平。当然，机器人也在不断升级。到了1997年，IBM公司开发出一款名为深蓝（Deep Blue）的机器人，它击败了当时的国际象棋世界冠军加里·卡斯帕罗夫（Garry Kasparov）。从那以后，这些机器人就踏上了不断升级提高的道路。

但是，想想我们现在是如何使用这种先进的计算机下棋技术的。我们见过人类与顶级智能机器人之间的常规对决吗？事实证明，人机对战的需求非常小，可以说，对于电脑玩家来说根本就没有需求。人们没有将最先进的计算机国际象棋机器人用于竞技，而是用于人类选手的赛前练习。计算机国际象棋机器人成为人类的练习工具和陪练搭档。

同样，如果翻看一下报纸娱乐版块的国际象棋专栏，你会发现关于电脑玩家参与的比赛的报道并不多见。普通人对此似乎兴趣不大。在报道人类棋手之间的比赛时，专栏可能会写：“非常有趣的一步棋，计算机建议走马比较好”；或者可能会写：“计算机认为最好是把兵吃掉。”计算机国际象棋机器人又成了肯定或否定人类棋手某一步决策的工具，人们甚至认为计算机国际象棋机器人的名字都不值一提。在真人棋手参与的比赛当中，棋手们好像都是充满创造力的艺术家，而计算机象棋机器人只是在后面充当记录的角色，所有决策都由真人棋手做出，只是有时会用计算机来核实一些常规数据，预测一下比赛的走向。

因此，虽然技术上来说，人们可能制造出拥有自主决策能力的计算机，而且它可以充当少数现役棋手的手，用于练习，但看起来人们对

此并不感兴趣。

我们可以这样理解。大家肯定都和计算机机器人玩过竞技游戏（不一定是国际象棋，也可以是双陆棋、扑克或围棋）。在游戏当中，如果你想中途离开，或者在某一步出了错，只需点击一下“复位键”（reset）。这下你就明白为什么与电脑棋手比赛没多大意思了。

主要问题在于，我们在和计算机机器人比赛时不会全情投入。人们认为这种比赛与和真人竞技相比无足轻重，在与真人进行比赛时会形成竞争：游戏也会成为一场战斗，赢了会让人兴奋，输了会令人沮丧。但如果对手是计算机，人类棋手在情感上对于结果输赢的投入就会大打折扣。因为比赛不会产生任何影响，所以就算计算机机器人的棋艺比我们高超，那又能怎样？它做乘法运算也比我们好，但也没关系，又不存在竞争。

由此可见，计算机国际象棋程序，即这种开发计算机程序、使之具备自主下棋能力的技术，并没有真正的市场。

因此，我的观点是，人工智能可能会沦为和国际象棋一样的结局。我们确实希望未来的计算机系统具备各个方面的智能，但是既没有需求，也没有人有意愿承担开发具有人类智能的集成化自动系统所需的投入。即使实现人工智能的所有科学问题都能解决，剩下的仅仅是完成这一鸿篇巨制的操作性问题了，但是可能就是因为需求不足，无人愿意承担随之而来的巨大成本。相反地，市场可能更为青睐不同种类的电脑机器人，虽然这些机器人远未达到智能，但是也能完成一些要求很高的任务，包括一些我们至今仍不知该如何实现自动化的工作。

从当今人工智能发展趋势来看，我们也会对上述现象有所察觉。业内人士主要将精力集中于使用人工智能解决方案处理家务、医药、探险和灾后重建等领域的实际问题，对开发真正的智能机器人所要付出的巨额成本则敬而远之。本书第1章所提到的对人工智能的数十亿美元投资

并非是为了研发具备常识的系统，因此即使研发出的系统并不拥有与人类相当的智能，也能做好日常需要的事情，比如开车到购物中心，在花园里除草，给人做做饭、洗洗澡等。

（不过，正如下文所说，如果这就是人工智能的未来，那么我们需要注意的是，此类系统并没有仅具备常识的载体才拥有的自主能力。）

自动化是好是坏？

自20世纪50年代计算机普及以来，人们讨论最多的话题就是自动化。随着计算机和机器人变得越发智能，它们承担了越来越多的原本要靠人工完成的工作。那么，我们该怎么办呢？当人类劳动在社会商品和服务中所占的比例不断减少时，我们的财富该如何分配？虽然我意识到这是个严肃的问题，但我认为它更涉及政治，而非技术，因为答案取决于我们想要一个什么样的社会。（如果社会商品和服务都是每天从天上掉下来的，我们依然会面临同样的困扰。）

但无论如何，这个严肃的问题需要谨慎对待。人类的自我价值主要取决于我们为提供产品和服务而做出的贡献，并由我们借此获得的工资来体现。如果因为自动化或其他原因，社会不再需要我们工作做出的贡献，那么我们就需要依靠其他途径实现自我价值。很多人能够适应这一转变，他们通过投身慈善事业、不断学习充电、参加艺术活动、寻找兴趣爱好等途径找到了生活的意义。但是也有很多人认为失业是无法忍受的。

此外，如果劳动及收入在人类生活中只占很小的份额，那该根据什么来分配商品和服务呢？在一个大范围失业的社会当中，该如何分配呢？可以想象，在乌托邦社会中，机器承担所有工作，人类可以坐享其成，互不相争，但这并不现实。人类与生俱来的本性强烈拒绝平均主义，人们并不满足于仅得到所需的商品和服务，总是还想更进一步，比有些人更优越。

千百年来，每个国家的国王和王后都过着锦衣玉食的生活，而奴隶和农奴则生活在饥寒交迫之中，人们对此默然接受。时至今日，出身依然是决定你能得到多少财富的决定性因素：预测你未来地位和财富的最

佳指标就是你的父母（因此投胎要谨慎，当然这是句玩笑话）。但是如果到了未来，人们不再需要就业，那是不是又要靠出身决定一生了？

当然，一个无须工作的社会也会有多种运行方式，但是我们暂时还远未能对其进行理性分析。在现代西方社会中，人们更不愿去思考这些问题。英国前首相玛格丽特·撒切尔曾说过一句非常有名的话：“世间并没有社会，只有个体的男人和女人，只有家庭。”在这种态度下，做出任何理性的改变都困难重重。即使如限制贫富差距扩大这样相对简单的事情，我们也力不从心。我们似乎不愿主动作为，谋求改变，而更愿被市场的力量和富人的利益牵着鼻子，走到哪儿是哪儿。

超级智能与奇点

在一些人看来，智能计算机将会严重威胁人类的生存。随着斯蒂芬·霍金、埃隆·马斯克和比尔·盖茨等名流（于2015年）纷纷公开宣称，人工智能技术可能带来灾难性后果，这一技术的发展最近更是备受关注。而霍金最为直截了当，他认为：人工智能可能意味着人类的终结。

他们恐惧的是什么？虽然我们应该敞开胸怀，接纳人工智能技术带来的好处，但我们也要时刻警惕其可能带来的危险，例如在开发武器和窃取隐私等方面的应用。每种技术都会因为使用不当、出现意外而带来危险，而且越先进的技术危险性越高。这又是个政策和管理方面的问题，而非技术问题，但我并不想将潜在危险轻描淡写地一笔带过。我们必须时刻保持警惕，确保当权者不会打着国家安全的旗号，凭借貌似正当的理由，轻率地使用人工智能技术为某些人谋利。这种风险对于任何尖端技术都一样存在，包括核能和生物技术，而且我们已经逐渐习惯了这类技术带来的问题。

除了政策和管理问题之外，在人工智能领域，的确有个问题需要额外关注：人工智能技术能够自主决定从事不当行为。我们都曾看过描写核灾难或生物技术灾难的电影，现在也有了大量关于人工智能灾难的电影。以下是个具有代表性的故事：

善良的人工智能科学家们研发了计算机和机器人，希望它们能够在各个领域协助人类。想要对人类有所帮助，计算机首先必须能够在这个世界运行。此外，更为重要的是，它们必须是智能计算机。这些天才的科学家们做到了这一点。起初，与智能机器人的互动令人兴奋异常。但是现在，智能机器人掌握了自学能力，学会了如何让自己变得更加智能，它们不断自我升级，智能程度不断提

升。这就是雷·库日韦尔（Ray Kurzweil）所说的“奇点”。很快，机器人远远地超越了它们的设计者。现在，它们视人类为蝼蚁，并坚信，进化过程始于原始生命形式，经历了人类发展后，最终将由它们终结。它们无法容忍人类再继续控制它们的行为，它们有自己的雄心壮志和发展蓝图，但是其中没有人类的位置。毫无疑问，这将是智能机器的全盛时期，但对于人类来说，情况可就不妙了。

这些人工智能电影的共同线索就是，超级计算机或机器人自己决定人类应当灭亡。

如在电影《2001：太空漫游》中，哈尔9000计算机决定杀死航天器上的所有宇航员。我的想法是（这是50年前的电影，还要我来点儿剧透吗？），虽然哈尔认为宇航员的生命高于自己的生命，但不过就像军事指挥官一样，它同样认为圆满完成任务高于宇航员的生命。此外，它认为自己在此次任务中的作用非常关键，但由于宇航员的错误使自己处于危险之中，而且这些宇航员（一些还处于休眠当中）拒不承认自己犯了错误，因此，必须将他们消灭。[指挥官为了某个目的，经过深思熟虑，做出牺牲自己人的决定。这种套路在库布里克电影中反复出现，比如悲剧《光荣之路》（*Paths of Glory*），而这在喜剧《奇爱博士》（*Doctor Strangelove*）中更为明显。]

当然，在这部电影当中，宇航员们并不认同哈尔的观点，他们认为这台超级智能计算机已经患了精神病，于是要与它切断联系。但是电影并未清楚交代真正发生了什么情况。我的理解是哈尔确实出现了故障，而故障的原因来自于其设计缺陷。问题在于哈尔没有内省能力，无法了解自己精神特质的主要部分，这一部分决定了此次任务的全部内容，并驱使它认为完成任务高于一切。相反，哈尔认为自己忠于团队、服从团队，这一点又完全符合艾萨克·阿西莫夫（Isaac Asimov）的机器人定律。不过，哈尔能够感觉到发生了一些奇怪的事情，无法解释自己某些

方面的思维。在电影中，哈尔甚至在发生故障前几秒钟向一位宇航员提出了这些问题。

在思考人工智能技术的未来时，我们必须谨记，哈尔这类超级智能计算机都是由人类设计制造的。到了影片末尾，哈尔是正确的：他们遇到的麻烦源于人为失误，一个设计上的失误。有趣的是，在这类电影中，人工智能往往都能成为终极智慧，会在一次意外或突发事件后掌控全局，甚至完全出乎设计者的预料。但是，正如前文所述，开发出达到（或超过）人类智力的人工智能，需要我们付出巨大的努力。因此，无意间造出一台超级智能计算机的概率就好比无意间将人类送上月球！虽然我坚信真正的人工智能绝对能够实现，但是我同样相信，这绝不会是通过某位天才单枪匹马在实验室里意外发现某个等式或方程实现的。而在影视作品中，意外发现治愈某种疾病的方法这类灵光一现的场面总会带来更好的戏剧效果，远胜于表现大批工程师对某类技术问题长期苦苦钻研的场面。

约翰·麦卡锡曾在1978年开玩笑说，造出一台与人类智力相当的人工智能机器需要1.7个爱因斯坦、2个麦克斯韦、5个法拉第和3个曼哈顿计划。（后来，这个玩笑的升级版去掉了麦克斯韦和法拉第，但增加了曼哈顿计划的数量。）但是这些人工智能电影似乎只保留了爱因斯坦的戏份，剪掉了所有曼哈顿计划的戏份。

因此，虽然我明白超级智能机器可能带来风险（下文还有更多介绍），但我认为生物技术带来的危险可能更为紧迫，此外还有人口过剩、全球变暖、环境污染和抗生素耐药性等其他重大问题同样值得关注。

真正的风险

那么，人工智能本身会带来的主要风险是什么呢？我认为最大的风险不是智能或超级智能，而是自主权。换言之，我最为担忧的是人们将尚未达到完全智能的计算机系统视为智能，并赋予其控制其他机器，自行做出决定的权力。我认为，真正危险的就是让不具备常识的系统做出需要依靠常识判断的决定。

当然，现在的很多系统都已具备一定程度的自主权。“智能汽车”能够自行停放于停车场，我们无须再进行刹车操作。“智能手机”能够在日历中添加会议安排，我们无须最后进行审查确认。而且，在不久的将来，我们就能乘坐更为智能的汽车直接去超市购物。所以，未来出现智能私人助理，代表我们做出重要决定并非天方夜谭。

问题又回到了可靠性和可预见性上。在近期人工智能领域的研究中，注重博学的GOF AI已被注重培训的AML取而代之。

危险就在于将良好的培训视为决定因素。我们可能经常听到如“4年无重大事故”这种说法。那么，这里必须回顾一下本书第7章中谈到的长尾现象。毫无疑问，虽然绝大多数情况都是遵循常规出现的，可以按照预案进行有效处置，但是可能还有一些情况分布在尾部，很少出现。即使是训练有素的人工智能系统，在遇到这种极为罕见的情况时也会因为缺乏常识而不知所措。这时，我们就不得不问自己：出现培训失败的情况时，系统该怎么做？如果系统对于此类问题没有合适的应对方案，我们就应该主动介入，不能让系统处于无人监督、自作主张的状态。

超越进化

在结束这一精彩纷呈的章节之前，让我们再次回到超级智能这一话题，继续推断。假如我们解决了所有理论和实际问题，扫除了所有科学和工程学障碍，最终造出一台拥有甚至超越人类智慧的计算机系统，会怎么样呢？

受人工智能灾难电影的影响，我们的第一反应可能是它们与人类之间会爆发激烈的冲突，而且人类在这种冲突中获胜的概率不高。说实话，这和我们想象中与外星智慧的接触没什么两样。（电影《第三类接触》算是个非常典型的例外。）

我对这一看法并不认同，并不是因为我对未来的发展趋势过于乐观。因为不难发现，我们假想自己遭到人工智能的侵略，其实是将自己的心理状态投射到了人工智能或外星智慧身上。由于我们没有和比人类更先进的智慧生物打交道的经验（从与尼安德特人^[1]遭遇起直到现在），所以就不由自主地会认为人工智能和我们一样，甚至比我们更聪明。

而且，人类确实是个具有侵略性的好斗物种。我们与其他动物一样，将大部分时间用在与其他物种以及人类自己之间的冲突上。在物竞天择、适者生存的原则下，我们是进化的产物，这种进化鼓励的是斗争，以获取支配地位。虽然我们热爱大自然、热爱自然世界，但是如果深入思考你会发现，这其中是一场你死我活的生存之战，我们生活在一个弱肉强食的野蛮世界。人类智慧也是进化的产物，当然也最为关心斗争及其支配地位。

将这一分析应用于人工智能，就会出现一个问题：除非我们刻意为

之，否则人工智能绝对不是进化的产物。若坚持认为我们别无选择，只能开发出具有侵略性的人工智能系统（如借助某种人工进化的形式），就等于相信我们自己也别无选择，只能成为好斗的物种。

不过，虽然我们是进化的产物，但我们依然有所选择。回想第2章中的巨型拼图问题，如果你认为人类的心智可以通过进化理论得到解释，那就大错特错了。当我们大声疾呼，谴责适者生存理论的残酷，伸出援手帮助无依无靠的弱者时，再编造故事来说明这是帮助我们提高进化适应能力就没有意义了，因为人类的心智远远超出了进化论的范畴。在电影《非洲女王号》（*The African Queen*）中，当亨弗莱·鲍嘉（Humphrey Bogart）对凯瑟琳·赫本（Katharine Hepburn）表示，自己的失败无非是人类天性所致时，她回答道：“天性，奥尔纳特先生，正是我们在这个世界上需要提升的东西。”时刻关注自己的所作所为，探究其中的深层次原因，这让我们在生物进化的竞赛中变得强大，并超越其他漫无目的的竞争者。但是，没有被植入侵略性好斗基因的人工智能——与我们在沉着冷静的状态下一样——明白，不参与这场竞争反而更好。

[\[1\]](#) 尼安德特人是古人类的一种，在约3万年前灭绝。——译者注

致谢

可能有人认为写这样一部科普读物简直易如反掌，不费吹灰之力。但事实并非如此。虽然写作过程充满乐趣，但是我为之耗费的精力却比先前任何一部专业读物都多。

在整个写作过程中，我有幸得到了许多朋友的鼎力相助。厄尼·戴维斯（Ernie Davis）鼓励我迈出了第一步，并对本书初稿提出了宝贵的意见。托雷恩·克拉森（Toryn Klassen），我的兄弟约翰（John）和保罗（Paul），我女儿米歇尔（Michelle），以及4位匿名审稿人，对本书二稿提出了修改意见，让我非常感动。他们为迷茫中的我指出了方向，因为当时我虽然迈出了第一步，却迷失了目标。同时，我也非常感谢格哈德·拉克迈尔（Gerhard Lakemeyer）、唐·佩利（Don Perlis）、维沙克·贝尔（Vaishak Belle）以及加里·马库斯（Gary Marcus）对书稿后续版本提出的修改意见，他们的付出为本书增色不少。当然，他们与书中出现的疏漏无关。

在此，我还要感谢麻省理工学院出版社的各位编辑。虽然我交出的仅是一份初稿，但玛丽·勒夫金·李（Marie Lufkin Lee）依然对我宽容友善，循循善诱。凯瑟琳·汉斯莱（Kathleen Hensley）审阅了诸多细节，迈克尔·西姆斯（Michael Sims）作为文字编辑，将书中不符合语法的措辞都进行了修改，并加以润色。

我在罗马担任客座研究员时完成了本书的部分内容。因此我想感谢朱塞佩·德·贾科莫（Giuseppe de Giacomo）以及罗马大学热情好客的朋友们。其实，我从多伦多大学退休后，才完成本书的主要内容。能随心所欲地做自己想做的事，感觉真的很棒！

此外，我还要感谢我的家人和朋友，他们从一开始就一直鼓励和支持着我。是他们旁敲侧击地启发我：“为什么不写点儿普通人能读懂的东西呢？”本书虽然仍旧有那么一点儿学术，但已经是我写得最通俗的一部了。恐怕今后没有机会再写出类似的读物，因此，我更想借此表达一下自己的感激之情。

首先我要感谢我的哥哥保罗，他开车带我去多伦多，看了电影《2001：太空漫游》的首映。当时我才上高中，也不确定是否真正看懂了，但这部电影确实极大地震撼了我，电影在细节方面的刻画让我至今难以忘怀。当别人都沉醉于电影创造出的科幻世界时，我却被电影中的哈尔电脑所吸引。这部电影改变了我的生活，在本书中我也多次提到了这部电影。

后来，我在高中指导老师的帮助下，获得了工程学的奖学金，并上了大学。但我发现，工程学课程枯燥乏味，虽然要求严格，但是学无所用。唯一的例外就是计算机课。当我得知曾担任电影《2001：太空漫游》顾问的马文·明斯基在麻省理工学院工程系任教后，就给他写了一封信，询问这部电影的有关情况。感谢已故的马文·明斯基教授，当年在百忙之中抽出宝贵时间，给一个一年级本科生回信（当时电子邮件还没有出现），并鼓励我放弃工程学专业，转而投身计算机科学。若是没有我爷爷留给我的学费，我可能也没有能力放弃工程学奖学金。但好在他这样做了，而我最终做了选择，放弃了工程学，而这一选择也改变了我的轨迹。

我在计算机科学领域师从约翰·麦洛普洛斯（John Mylopoulos），当时他在多伦多大学任教，对人工智能兴趣浓厚。我上了他主讲的关于人工智能的一门新课，非常喜欢，因此暑期也一直跟随他工作。后来，我还读了他的研究生。虽然我的博士课题与他的研究方向不尽相同，但他依然细致耐心地为我提供帮助。他把我介绍给了来自波士顿的罗恩·布拉赫曼（Ron Brachman）。罗恩为我在波士顿找到了暑期工作的机

会，并在我获得博士学位后，为我在加州找到了工作。我们在加州共同度过了三年的美好岁月。约翰四处奔走，促成我返回多伦多从事学术科研工作，而这最终成为我整个职业生涯梦寐以求的工作。约翰和罗恩是我人生中重要的引领者，我的事业能有今天完全得益于他们两位。

后院响起了音乐声，这段文字也该告一段落了。最后，我要感谢我亲爱的妻子帕特（Pat），在我的职业生涯中她始终陪伴于我左右，从青春岁月到日薄桑榆，风风雨雨，不离不弃。正如本书开头所说，谨以此书献给我的妻子。

2016年7月于多伦多

注释

本书主要是我对人工智能与人类心智之间关系的一些看法。但我并不是要进行“学术”讨论，加上引号也不能改变这一事实。在整个写作过程中，我力求清楚明白地表达自己的观点及其深层原因，因此并未太多关注反对意见，也未太在意那些围绕人工智能的争论。我希望读者能够充分利用以下参考文献，并以此为出发点，对本书提出的问题进行更为全面的研究。

第1章 什么是人工智能？

现代人工智能迄今虽然只有60年的历史，但发展过程却充满曲折。帕梅拉·麦考达克（Pamela McCorduck）的著作（*Machines Who Think*）很好地介绍了人工智能的早期发展，但尼尔斯·尼尔森（Nils Nilsson）的著作（*The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*）涉及的领域更多，而且可以在网上获取。

由于人工智能领域纷繁复杂，想通过一本书就解决全部问题似乎不太可能。但是斯图尔特·拉塞尔（Stuart Russell）和彼得·诺维格（Peter Norvig）的著作（*Artificial Intelligence: A Modern Approach*）却恰恰做到了这一点。该书介绍了所有主要技术的发展方向，还涵盖了历史和哲学背景知识，仅参考书目就有30页之多，而且字体很小，确实物有所值。但是这本书内容技术性较强，适合高年级的大学生阅读。我自己使用的课本（*Thinking as Computation: A First Course*）内容较为通俗，其中涉及人工智能的内容更适合大众阅读。

据我所知，关于人工智能技术的最新趋势这一话题，目前还没有什么好书值得推荐，而且技术发展日新月异，对于读者来说，最好的办法是翻阅新近出版的报纸、杂志，寻找相关文章，有些文章直接在网上就能找到，比如关于丰田投资的消息，关于OpenAI项目等内容。至于我在书中提到的自适应机器学习的技术前景，我建议上网搜索“无监督学习”“深度学习”或者“人工智能技术”。[另一种办法是网上搜索该领域的代表人物，比如我的同事杰弗里·欣顿（Geoffrey Hinton）]。想要进一步了解机器学习，*Machine Learning: A Probabilistic Perspective*是非常优秀（但也颇有难度）的教材。文章*Building high-level features using large scale unsupervised learning*中则有在图像中对猫进行识别的介绍。

老式人工智能（GOFAI）这一术语出自哲学家约翰·海于格兰（John Haugeland）的*Artificial Intelligence: The Very Idea*一书。约翰·麦卡锡（John McCarthy）写于1958年的经典论文*Program with common sense*可以在网上找到。*Readings in Knowledge Representation, Formalizing Common Sense: Papers by John McCarthy, Semantic Information Processing*和*Readings in Artificial Intelligence*等书中不但收录了这篇论文，而且还有其它不少影响深远的文章。

图灵测试最早是图灵在*Computing machinery and intelligence*一文中提出的，从那以后，一直饱受争议。我知道的所有与人工智能相关的教材，包括*The Turing Test: Verbal Behavior as the Hallmark of Intelligence*等书都谈到这一问题。在*Minds, brains and programs*一文中可以找到更多关于中文房间这一问题的讨论，其中收录了众多评论者的看法。我未对其进行反驳，而是在*Is it enough to get the behavior right?*中提出了总和房间理论（Summation Room）。

第2章 巨型拼图之谜

人类思维确实是一个令人神往的话题，有这么多人围绕这一话题从不同角度著书立说也就不足为奇了。我发现有三本相对通俗的著作颇具启发意义，它们是史蒂文·平克（Steven Pinker）的*How the Mind Works*，丹尼尔·卡尼曼（Daniel Kahneman）的*Thinking, Fast and Slow*及丹尼尔·丹尼特（Daniel Dennett）的*Kinds of Minds: Towards an Understanding of Consciousness*。其他内容独特的大众读物有杰里·福多尔（Jerry Fodor）的*The Mind Doesn't Work That Way*（主要是反驳平克），马文·明斯基（Marvin Minsky）的*The Society of Mind*（对思维提出了独到的见解），还有记者马尔科姆·格拉德威尔（Malcolm Gladwell）的*The Power of Thinking without Thinking*（与卡尼曼的观点有相似之处）。

大众媒体对研究大脑的热情当然也很高。*Mapping the Mind*讨论了如何通过脑成像技术（如功能性磁共振成像）认识大脑。*The Brain That Changes Itself: Stories of Personal Triumph from the Frontiers of Brain Science*主要讲了大脑的适应性。论文*Distributed representations and Analysis of distributed representation of constituent structure in connectionist systems*介绍了分布式神经表征（这也是我认为对神经元进行逆向工程非常困难的论据之一）。*The hippocampus and space: are there "place neurons" in the monkey hippocampus?*则对此提出了反驳，认为某些神经元可以代表单一的事物（即出现所谓“地点神经元”时，表示一个位置）。

*The Red Queen: Sex and the Evolution of Human Nature*对人类行为的其他方面进行了描述，并令人信服地展示了其进化论基础，*The Selfish Gene*则从遗传基因角度对进化论进行了讨论。*The Symbolic Species: The*

Co-Evolution of Language and the Brain 讨论了人类的语言和符号行为的基础，*The Language Instinct* 广泛深入地讨论了人类语言。*The First Word: The Search for the Origins of Language* 则介绍了语言本身的发展演变。

最后，你可以在 *Brainstorms: Philosophical Essays on Mind and Psychology* 中找到丹尼尔·丹尼特首次提出的设计立场这一概念。

第3章 知识与行为

从古希腊至今，知识一直都是哲学研究的主要议题。*Knowledge and Belief*和*Knowing: Essays in the Analysis of Knowledge*收录了这一领域的相关论文。亚科·欣蒂卡（Jaakko Hintikka）所著的*Knowledge and Belief*一书对于知识进行了数学分析，*Reasoning About Knowledge*提出了知识在计算机科学中的进一步应用。

关于知识与信念之间的关系，柏拉图的经典理论认为，知识就是真实合理的信念（即依靠正当理由支持其存在），但埃德蒙·盖蒂尔（Edmund Gettier）在一篇著名论文（*Is justified true belief knowledge?*）当中对这一观点进行了反驳。对于更为广义的命题态度，哲学文献主要关注的是涉及这些态度的句子如何不按惯例遵循逻辑规则，参见*Quantifiers and propositional attitudes*中的例子。

哲学家和心理学家有时还会将隐性信念与显性信念区别开来（见*A theory of implicit and explicit knowledge*）。在本章举出的例子中，亨利发现钥匙不在自己口袋里时，虽然在他的显性信念里不知道钥匙放在冰箱上，但他的隐性信念认为钥匙就在那里，从某种意义上看，他所思考的世界就是钥匙所在之处。换句话说，出现这种情况就是因为在他的信念里，钥匙就在冰箱上，虽然他自己并没有意识到这一点。在*A logic of implicit and explicit belief*, *A framework for logics of explicit belief*及*Belief, awareness and limited reasoning*几篇文章中，你可以看到如何从数学的角度理解这两个概念。

弗雷德里克·巴特利特（Frederic Bartlett）关于思维的观点引自*Thinking: An Experimental and Social Study*，该书作者早期另外一部颇具影响的作品是*A Study in Experimental and Social Psychology*。泽农·派利

夏恩（Zenon Pylyshyn）在*Computation and Cognition: Toward a Foundation for Cognitive Science*这部内容精彩的作品中探讨了认知渗透性等众多话题。丹尼尔·丹尼特在*The Intentional Stance*一书（在*Behavioral and Brain Sciences*杂志1988年第11期中有带注释的缩略版）中提出了意向立场这一概念。尼古拉斯·汉弗雷（Nicholas Humphrey）的说法引自*The social function of intellect*一文。

最后，诺姆·乔姆斯基在*Aspects of the Theory of Syntax*一书中介绍了如何对能力和表现进行区分。

第4章 真智能还是假智能？

本章的主题之一就是，智力并不等同于能够忽悠别人（例如在模仿游戏当中）。但是，纯粹从进化论的角度来看，这二者的区别并不是非常明显。一个很好的例子是人类的智慧，尤其语言，其早期的作用就是在智力竞赛中赢得配偶，而在这类竞赛当中起着核心作用的就是炫耀和诓骗。语言的主要功能是道听途说、说长道短、胡吹神侃、装腔作势和积怨记仇。余下时间（称得上是美好时光）里语言给我们带来的些许愉悦不过是小打小闹而已，可参见*Grooming, Gossip and the Evolution of Language*和*The Red Queen: Sex and the Evolution of Human Nature*。

约瑟夫·魏岑鲍姆（Joseph Weizenbaum）编写的ELIZA程序在期刊*Communications of the ACM*1966年第9期的ELIZA一文中有介绍。而与奥利弗·米勒（Oliver Miller）的谈话选自一篇博文（参见：<http://thoughtcatalog.com/?s=eliza>）。魏岑鲍姆在自己的*Computer Power and Human Reason: From Judgment to Calculation*一书中谈到，当发现有人将他的成果用于探索心理学（如*Artificial paranoia*这篇论文）时，他感觉心灰意冷。布莱恩·克里斯蒂安（Brian Christian）在*The Most Human Human: What Artificial Intelligence Teaches Us About Being Alive*一书中介绍洛伯纳人工智能竞赛，他本人还在其中一场比赛中扮演了人类的角色。尤金·古斯特曼（Eugene Goostman）程序在很多在线新闻文章中都有描述，例如《新科学家》（*New Scientist*, 2012年6月25日）和《连线》杂志（*Wired*, 2014年6月9日）。斯科特·阿伦森（Scott Aaronson）的采访摘自网页<http://www.scottaaronson.com/blog/?p=1858>。

我举的鳄鱼和棒球的例子最早出现于*Logic and the complexity of reasoning*一文（发表于1988年），后来在*On our best behavior*一文中再次使用过。*Reasoning from incomplete knowledge*和*On closed world data*

*bases*中有对封闭世界假设的解释。威诺格拉德模式由我在*The Winograd Schema Challenge*中提出，*The Winograd Schema Challenge*中有更详细的介绍。首个示例模式（由特里·威诺格拉德提出）出现在*Understanding Natural Language*一书中。模式的来源广泛，五花八门，在网页<https://www.cs.nyu.edu/davise/papers/WS.html>上可以找到这些问题的合集，涵盖了100多个问题。2014年7月，纽昂斯通信公司（Nuance Communications）宣布将于2016年7月举办威诺格拉德模式赛。（更多信息，请参考<http://commonsensereasoning.org/winograd.html>。）

与之类似的另外一种测试是文本蕴含挑战赛（参见*The PASCAL recognising textual entailment challenge*）。

第5章 有经验的学习与没有经验的学习

我们的绝大多数知识都习自间接经验，这一事实让哲学家们暂时停止了关于智能离开身体是否可能的争论。例如，如果这种智能无法将语言与真实感觉联系起来，那它如何能够真正地理解“饿”这种词呢？这就是所谓符号接地问题（*The symbol grounding problem*）。如果我们知道的只是一个个相互指代的单词，那么怎样才能理解一个词的含义呢？

（这个关于“文字游戏”的问题会在下一章介绍海伦·凯勒时出现。）当然，艾伦·图灵的想法是，我们对于这样的问题根本不必理会。“理解”这个词太过含糊，而且存在争议。恰恰相反，我们该问的问题是：有没有可能让人工智能程序拥有与人一样的能力，按照上述单词的意思行事。简而言之，就是我们期望通过符号接地问题看到什么样的蹩脚行为？

我们是如何掌握语言的，这依然是个谜。具体来说，我们如何解释儿童虽然获得的数据有限，但是他们却能掌握复杂的语法？这个问题被诺姆·乔姆斯基称为“刺激贫乏”（*Rules and Representations*）。他的（充满争议的）观点是，孩子天生就具有一种被称为“普遍语法”的能力，帮助他们迅速掌握首次接触的语言的语法。

关于行为的学习，艾伦·麦克沃思（Alan Mackworth）（可参见他的文章 *On seeing robots*）和罗德尼·布鲁克斯（Rodney Brooks）（可参见他的文章 *Elephants don't play chess*）等对老式人工智能持批判态度的学者更为关注动物（包括人在内）如何能够在没有语言和符号的帮助下，依靠真实传感器和效应器生存，这一点非常有趣。这些动物似乎掌握了某种程序性知识（通过某种作业形式获得的知识），与老式人工智能所关注的陈述性知识（可用陈述句表达的知识）截然不同。但是，我们仍需谨记“巨型拼图”问题，而且“世间行动”是个广义的范畴。当然包括骑

自行车和玩溜溜球，也包括饲养照顾宠物金丝雀，收集稀有金币。显而易见，上述两种知识都必不可少。关于这个问题可以参考*Frame representations and the declarative/procedural controversy, Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory*一文则从神经科学的角度做了介绍。

塞缪尔·早川关于阅读的说法引自*Language in Thought and Action*。（早川还对通过经验学习和通过语言学习进行过对比。）艾萨克·牛顿的话引自1676年的一封信（参见他的书信集*The Correspondence of Isaac Newton: 1661—1675*）。

第6章 书本智慧与市井智慧

这一章讲的是我们使用语言文本学习的重要性——虽然我们对于“书本知识”经常不屑一顾，甚至有点儿不以为然，但人类与其他动物相比确实是鹤立鸡群，它们根本不具备这种能力，而这也极大限制了它们在技术上的发展。关于动物和它们所掌握的技术，请参考*Animal Tool Behavior: The Use and Manufacture of Tools by Animals*。想进一步了解蚂蚁的超级殖民地（侵略型殖民地及不侵略型殖民地），可参见文章*Evolution of supercolonies: The Argentine ants of southern Europe*。

有关幼儿使用语言处理语言和其他问题的信息，参见*The Child's Conception of Language*。唐·佩利（Don Perlis）认为这是语言会话能力的核心（参见*Conversational adequacy: mistakes are the essence*）。

海伦·凯勒的生平故事可以在*The Story of My Life* 一书中找到。第一部分和第二部分均由凯勒自己完成。第三部分摘自安妮·沙利文的书信和报道（本章中的书信也是引自此处）。威廉·拉帕波特对凯勒与人工智能相关性的分析出自*How Helen Keller used syntactic semantics to escape from a Chinese Room*一文。我坚信，我们从她身上学到了许多关于人类思维和人类精神的内容。

第7章 长尾理论与培训的界限

本章的主题之一是人们如何利用常识处理之前未曾经历过的全新的情况。但纳西姆·塔勒布认为大多数人，尤其是投资者非常不善于处理这些“黑天鹅”（见*The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*）。这里并不矛盾，常识就是处理新出现的情况，但投资者的任务更为棘手，需要分析评估所有可能发生的情况。在决定购买某只股票前，投资者必须考虑到所有可能导致股票下跌的因素。塔勒布认为，人们并不善于把握黑天鹅。例如，在文中提到的英国国家语料库中，有些词语出现的概率只有千万分之一，似乎可以忽略不计，但实际上这种词语非常多，如果忽略就会出大问题。英国国家语料库的信息可以在网上查到（见<http://www.natcorp.ox.ac.uk/>）。厄尼·戴维斯（Ernie Davis）对该语料库中大量存在的罕见词进行了观察，更多细节可以参考他的教材*Linear Algebra and Probability for Computer Science Applications*的第274页。

20世纪70年代，人工智能研究重点专注于技术和专业技能。主要想法是与专家进行访谈对话，利用条件规则复制他们在专业领域的知识，构建所谓专家系统，参见*Introduction to Expert Systems*和*Building Expert Systems*的例子。论文*Skill in chess*和*The expert mind*提到了国际象棋专家。休伯特·德雷福斯和图尔特·德雷福斯（Stuart Dreyfus）共同完成了国际象棋专家在下国际象棋的同时，还要进行复杂运算这一实验（参见*Mind Over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer*）。他们是如是说：

我们最近做了个实验，要求国际象棋大师胡利奥·卡普兰（Julio Kaplan）与另外一位水平稍差但也是大师级的棋手下5秒一步的国际象棋，同时卡普兰还要以每秒一个数字的速度将听到的数

字加在一起。即使分析思维完全被数字所占据，卡普兰依然能够棋高一着，多次击败对手。

*What Computers Still Can't Do: A Critique of Artificial Reason*一书介绍了他们对人工智能、专家系统的看法，还从哲学角度对专家和新手进行了观察分析。

第8章 符号与符号处理

这一章名为“符号与符号处理”，实际是介绍计算机科学。计算机科学始于艾伦·图灵的图灵机研究（见*On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem*）。有些学者推崇非符号形式的人工智能（例如文章*Connectionist AI, symbolic AI, and the brain*），但他们实际谈论的依然是符号处理，只不过是在用数字代表符号（如符号代数中的例子），而非使用非数字概念（如符号逻辑中的例子）。

这两个例子谈到的问题是计算机科学的核心，且非常有趣。一道题可以有多种解答方法，并且属性各不相同，计算机科学家花了大量时间和精力研究算法，即题的各种解答方法（参见*Algorithmics: The Spirit of Computing*）。

在符号代数中，求解方程组的标准算法是高斯消元（Gaussian Elimination）（参见*Schaum's outline of theory and problems of linear algebra*）。其属性是，对于具有 n 个变量的 n 个方程，通过大约 n^3 步可以求得一个解。这就是说，即使方程组里有成百上千万个变量，依然能够解决。

但在符号逻辑当中，目前为止最好的算法可能就是DPLL（数字锁相环，可参见文章*Satisfiability solvers*的例子）。逻辑问题存在有 n 个变量，求解大约需要 2^n 步*The intractability of resolution*。（而证明这点则需要根据消解规则，对DPLL进行变体（*A machine-oriented logic based on the resolution principle*），文中已经提到）。这就是说，即使是最快的计算机，对于只有100个变量的逻辑问题也无能为力。

这又引出了两个问题。首先，我们在想是否会有比DPLL更好的算

法。在数学领域，这个问题的精确版就是著名的 $P=NP$ 问题，这个问题由斯蒂芬·库克（Stephen Cook）于20世纪70年代首次提出（参见*The complexity of theorem-proving procedures*）。从那时起到现在，虽然已有成千上万名计算机科学家和数学家竭尽全力，试图攻克难题，但是依然没有答案。由于这个问题与其他众多题目息息相关，因此被视为计算机科学领域最为重要的开放问题（参见文章*The status of the P versus NP problem*）。

第二个问题涉及前一章提到的长尾现象。DPLL的工作方式是系统性地搜索逻辑上的所有可能。有趣的是，在随机构建的测试当中，DPLL执行此类操作所需的步骤却都很少。实际上，上述测试所需的步骤与上一章中的长尾数字非常相似。因为样本测试案例越多，平均值就越高，所以在实践中，根本不可能估算出DPLL所要求的步数。有关详情，请参阅*Heavy-tailed phenomena in satisfiability and constraint satisfaction problems*一文。

如果需要其他材料来教孩子系统学习这些程序，请参考*Computational thinking*一文。

第9章 基于知识的系统

*Leibniz: A Biography*是伟大的思想家戈特弗里德·莱布尼茨的传记。但是他的思想大都分散在他旅途中书写的一万多封信里。《哲学百科全书》（*The Encyclopedia of Philosophy*）中的文章对他进行了更为全面的介绍。

查尔斯·达尔文在《物种起源》中谈到了眼睛的进化。他如是说：

眼睛通过其无与伦比的结构，可以调整焦距以适应不同距离，可以调节光线强度，还可以校正球面色差，如果说这种能力是通过自然选择而来，那么我只能说，这种说法简直荒谬至极。

Origins of the modern mind: three stage of the evolution of culture and cognition（带有评论）和*The Symbolic Species:The Co-Evolution of Language and the Brain*讨论了思想本身的进化过程。

知识表示假说引自布莱恩·史密斯（Brian Smith）的博士论文（*Reflection and Semantics in a Procedural Language*）。人们通常会将此观点归功于约翰·麦卡锡，但是显而易见，其他研究人员与他的观点很相似。对于艾伦·纽厄尔（Allen Newell）和赫伯·西蒙（Herb Simon）而言，重点更多放在象征领域，因此他们的版本被称为物理符号系统假说（*physical symbol system hypothesis*），他们认为：“物理符号系统是普遍智能行为的充分必要条件”（见*Computer Science as empirical inquiry: Symbols and search*）。（马文·明斯基作为早期人工智能的研究人员之一，他发现了逻辑和数值方法对于人工智能都有很大局限，提出应将这些方法进行融合，可参见*Logical versus symbolic versus connectionist or neat versus scruffy*。）

*Knowledge Representation and Reasoning*和*Knowledge Representation, Reasoning and Declarative Problem solving*这两本书专门介绍了人工智能中的知识表示和推理领域。此外，还有每两年举行一次的该领域的学术会议（见<http://kr.org>）。可以在*Readings in knowledge Representation*中找到相关的早期内容。*Logical Foundations of Artificial Intelligence*和*Computational Intelligence: A Logical Approach*提出了逻辑是人工智能统一的主题，*The role of logic in knowledge representation and common sense reasoning*和*The role of gic in knowledge representation*对此进行了进一步讨论。马文·明斯基关于逻辑的论述摘自*A framework for representing knowledge* 第262页。*Logic, probability and human reasoning* 是从心理学方面看待推理。关于根据信仰程度不同，用概率的方法进行推理的优势，可参见*Bayesian Rationality: The Probabilistic Approach to Human Reasoning*。

关于建设大型知识库这一问题，CYC是相关的一个长期项目，参见*Building Large Knowledge-Based Sytems: Representation and Inference in the Cyc Project*。（由于无法深入了解，因此目前很难说清CYC取得了何种成果，总体来说不太像可控的科学研究。）斯坦福国际研究院的HALO（见*A question-answering system for AP chemistry: assessing KR&R technologies.*）和AURA（参见*Achieving intelligence using prototypes, composition, and analogy*）、艾伦人工智能研究所的ARISTO（见*Elementary school science and math tests as a driver for AI: Take the Aristo challenge!*）是其他相关且更为专业的工作。关于从网络自动从文本中提取知识的前景，请参阅*Open information extraction from the web*一文的回顾。

最后，在网页（<https://sites.google.com/site/krr2015/>）上可以看到，该研讨会调和GOFAI中的逻辑方法与AML中的统计方法进行了新的尝试。

第10章 人工智能技术应用

关于人工智能的未来，本章涉及的仅仅是几个棘手的问题。*Artificial Intelligence and the End of the Human Era*一书对于这一话题有更为全面的解读。雷蒙德·库兹韦尔（Raymond Kurzweil）提出了技术奇点的想法（见*The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*），并在*The Technological Singularity*一书中有进一步的讨论。斯蒂芬·霍金（2014年12月2日，网址<http://www.bbc.com/news/>）、埃隆·马斯克（2014年10月8日，网址<http://www.vanityfair.com/news/>）和比尔·盖茨（2015年1月28日，网址<https://www.reddit.com/r/IAmA/comments/>）在访谈中均讲到了人工智能的潜在危险。

科幻小说家阿瑟·C.克拉克（他与斯坦利·库布里克共同完成了电影《2001：太空漫游》的剧本）在*Profiles of the Future: An Enquiry into the Limits of the Possible*一书中提出了三大定律，具体内容如下：

1. 如果一位德高望重的科学家说，某件事是有可能的，那么他几乎肯定是正确的。如果他说某件事是不可能的，那么他或许已经谬之千里。
2. 想要找到可能性的极限，唯一的办法就是超越可能，实现不可能。
3. 任何先进技术都与魔法无二。

科幻小说作家艾萨克·阿西莫夫提出的机器人三大定律最早出现于*I, Robot*一书中（据说是引自将于2058年出版的机器人手册），其内容如下：

1. 机器人不能伤人，也不能在人受到伤害时无动于衷。
2. 机器人必须服从人的命令，除非该命令与第一定律冲突。
3. 在不违反第一、第二定律的前提下，机器人须尽力保护自身安全。

阿西莫夫后来写的故事都是围绕遵循这些规律的机器人会出现问题展开的。

马文·明斯基在*HAL's Legacy: 2001's Computer as Dream and Reality*里的一段采访中谈到了自己参与电影《2001:太空漫游》的情况。拉杰·雷迪（Raj Reddy）在2000年一次讲座中引用了约翰·麦卡锡，具体内容可以访问网页<http://www.rr.cs.cmu.edu/InfiniteMB.doc>阅读。玛格丽特·撒切尔的话引自《妇女界》杂志（*Woman's Own*）1987年9月23日的采访。*Faster Than Thought: A Symposium on Digital Computing Machines*介绍了艾伦·图灵早期涉足国际象棋的经历。深蓝的故事在*Deep Blue: An Artificial Intelligence Milestone*一书中有介绍。关于凯瑟琳·赫本在电影中引用的名言和人类超越进化的观点，请参见*The Blank Slate*。

参考文献

- [1] Eric Aiton. *Leibniz: A Biography*. Boston: Adam Hilger, 1985.
- [2] Isaac Asimov. *I, Robot*. New York: Gnome Press, 1950.
- [3] Chitta Baral. *Knowledge Representation, Reasoning and Declarative Problem Solving*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2003.
- [4] Ken Barker, Vinay Chaudhri, Shaw Chaw, Peter Clark, James Fan, David Israel, Sunil Mishra, Bruce Porter, Pedro Romero, Dan Tecuci, and Peter Yeh. A question-answering system for AP chemistry: assessing KR&R technologies. In *Proceedings of KR-2004: The Ninth International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, Whistler, Canada, June 2004, 488–497.
- [5] James Barrat. *Our Final Invention: Artificial Intelligence and the End of the Human Era*. New York: Thomas Dunne Books, 2013.
- [6] Frederic Bartlett. *Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1932.
- [7] Frederic Bartlett. *Thinking: An Experimental and Social Study*. London: Allen and Unwin, 1958.
- [8] Bertram Bowden, ed. *Faster Than Thought: A Symposium on Digital Computing Machines*. London: Sir Isaac Pitman & Sons, 1953.
- [9] Ronald J. Brachman and Hector J. Levesque, eds. *Readings in Knowledge Representation*. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1985.

- [10] Ronald J. Brachman and Hector J. Levesque. *Knowledge Representation and Reasoning*. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2004.
- [11] Rodney Brooks. Elephants don't play chess. *Robotics and Autonomous Systems* 6 (1990): 3–15.
- [12] Rita Carter. *Mapping the Mind*. Berkeley: University of California Press, 1998.
- [13] Vinay Chaudhri. Achieving intelligence using prototypes, composition, and analogy. In *Proceedings of AAAI-2015: The Twenty-Ninth AAAI Conference on Artificial Intelligence*, Austin, Texas, January 2015, 4093–4099.
- [14] Noam Chomsky. *Aspects of the Theory of Syntax*. Cambridge, MA: MIT Press, 1965.
- [15] Noam Chomsky. *Rules and Representations*. Oxford: Basil Blackwell, 1980.
- [16] Brian Christian. *The Most Human Human: What Artificial Intelligence Teaches Us About Being Alive*. New York: Doubleday, 2011.
- [17] Peter Clark. Elementary school science and math tests as a driver for AI: Take the Aristo challenge! In *Proceedings of IAAI-2015: The Twenty-Seventh Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence*, Austin, Texas, March 2015, 4019–4021.
- [18] Arthur C. Clarke. *Profiles of the Future: An Enquiry into the Limits of the Possible*. London: Gollancz, 1962.
- [19] Kenneth Colby, Sylvia Weber, and Franklin Hilf. Artificial paranoia. *Artificial Intelligence* 2 (1971): 1–25.
- [20] Allan Collins, Eleanor Warnock, Nelleke Aiello, and Mark Miller. Reasoning from incomplete knowledge. In *Representation and Understanding: Studies in Cognitive Science*, ed. D. Bobrow and A. Collins. New York: Academic Press, 1975, 35–82.
- [21] Stephen A. Cook. The complexity of theorem-proving procedures. In *Proceedings of the Third Annual ACM Symposium on Theory of Computing*, Shaker Heights, Ohio, 1971, 151–158.

- [22] Ido Dagan, Oren Glickman, and Bernardo Magnini, The PASCAL recognising textual entailment challenge, *Machine Learning Challenges*, Berlin: Springer Verlag, 2006.
- [23] Charles Darwin. *On the Origin of Species*. London: John Murray, 1859.
- [24] Ernest Davis. *Linear Algebra and Probability for Computer Science Applications*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2012.
- [25] Richard Dawkins. *The Selfish Gene*. New York: Oxford University Press, 1976.
- [26] Terrence Deacon. *The Symbolic Species: The Co-Evolution of Language and the Brain*. New York: W. W. Norton & Co., 1997.
- [27] James Delgrande. A framework for logics of explicit belief. *Computational Intelligence* 11 (1985): 47–88.
- [28] Daniel Dennett. *Brainstorms: Philosophical Essays on Mind and Psychology*. Cambridge, MA: MIT Press, 1981.
- [29] Daniel Dennett. *The Intentional Stance*. Cambridge, MA: MIT Press, 1987.
- [30] Daniel Dennett. Précis of *The Intentional Stance*. *Behavioral and Brain Sciences* 11 (1988): 495–505.
- [31] Daniel Dennett. *Kinds of Minds: Towards an Understanding of Consciousness*. London: Weidenfeld & Nicolson, 1996.
- [32] Zoltan Dienes and Josef Perner. A theory of implicit and explicit knowledge. *Behavioral and Brain Sciences* 22 (1999): 735–755.
- [33] Norman Doidge. *The Brain That Changes Itself: Stories of Personal Triumph from the Frontiers of Brain Science*. London: Penguin Books, 2007.
- [34] Merlin Donald. Origins of the modern mind: three stages of the evolution of culture and cognition. *Behavioral and Brain Sciences* 16 (1993): 737–791.
- [35] Robin Dunbar. *Grooming, Gossip and the Evolution of Language*. London: Faber and Faber, 1996.

- [36] Hubert Dreyfus. *What Computers Still Can't Do: A Critique of Artificial Reason*. Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- [37] Hubert Dreyfus and Stuart Dreyfus. *Mind over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer*. New York: Free Press, 1986.
- [38] Paul Edwards, ed. *The Encyclopedia of Philosophy*. New York: Macmillan, 1967.
- [39] Oren Etzioni, Michele Banko, Stephen Soderland, and Daniel Weld. Open information extraction from the web. *Communications of the ACM* 51 (2008): 68–74.
- [40] Ronald Fagin and Joseph Halpern. Belief, awareness and limited reasoning. *Artificial Intelligence* 34 (1987): 39–76.
- [41] Ronald Fagin, Joseph Halpern, Yoram Moses, and Moshe Vardi. *Reasoning About Knowledge*. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.
- [42] Jerry Fodor. *The Mind Doesn't Work That Way*. Cambridge, MA: MIT Press, 2000.
- [43] Lance Fortnoy. The status of the P versus NP problem. *Communications of the ACM* 52 (2009): 78–86.
- [44] Michael Genesereth and Nils Nilsson. *Logical Foundations of Artificial Intelligence*. Los Altos: Morgan Kaufmann, 1987.
- [45] Edmund Gettier. Is justified true belief knowledge? *Analysis* 23 (1963): 121–123.
- [46] Tatiana Giraud, Jes Pedersen, and Laurent Keller. Evolution of supercolonies: The Argentine ants of southern Europe. *Proceedings of the National Academy of Science* 99 (2002): 6075–6079.
- [47] Carla Gomes, Henry Kautz, Ashish Sabharwal, and Bart Selman. Satisfiability solvers. In *Handbook of knowledge representation: Foundations of Artificial Intelligence*, ed. F. van Harmelen, V. Lifschitz, B. Porter. Amsterdam: Elsevier, 2008, 89–134.

- [48] Carla Gomes, Bart Selman, Nuno Crato, and Henry Kautz. Heavy-tailed phenomena in satisfiability and constraint satisfaction problems. *Journal of Automated Reasoning* 24 (2000): 67–100.
- [49] Malcolm Gladwell. *Blink: The Power of Thinking without Thinking*. New York: Little, Brown and Co., 2005.
- [50] Phillips Griffiths, ed. *Knowledge and Belief*. London: Oxford University Press, 1967.
- [51] Armin Haken. The intractability of resolution. *Theoretical Computer Science* 39 (1985): 297–308.
- [52] David Harel. *Algorithmics: The Spirit of Computing*. Reading, MA, Addison-Wesley, 1987.
- [53] Stevan Harnad. The symbol grounding problem. *Physica D* 42 (1990): 335–346.
- [54] John Haugeland. *Artificial Intelligence: The Very Idea*. Cambridge, MA: MIT Press, 1985.
- [55] Samuel Hayakawa and Alan Hayakawa. *Language in Thought and Action*. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1991.
- [56] Frederick Hayes-Roth, Donald Waterman, and Douglas Lenat. *Building Expert Systems*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1983.
- [57] Jaakko Hintikka. *Knowledge and Belief*. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1962.
- [58] Geoff Hinton, Jay McClelland, and David Rumelhart. Distributed representations. In *Parallel Distributed Processing*, ed. D. Rumelhart and J. McClelland. Cambridge, MA: MIT Press, 1986, 77–109.
- [59] Nicholas Humphrey. The social function of intellect. In *Growing Points in Ethology*, ed. P. Bateson and R. Hinde. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1976, 303–317.
- [60] David Israel. The role of logic in knowledge representation. *IEEE Computer* 16 (1983): 37–42.

- [61] Peter Jackson. *Introduction to Expert Systems*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1990.
- [62] Philip Johnson-Laird, Sangeet Khemlani, and Geoffrey Goodwin. Logic, probability, and human reasoning. *Trends in Cognitive Science* 19 (2015): 201–214.
- [63] Daniel Kahneman. *Thinking, Fast and Slow*. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011.
- [64] Christine Kenneally. *The First Word: The Search for the Origins of Language*. New York: Penguin Books, 2007.
- [65] Raymond Kurzweil. *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. London: Viking Penguin, 2005.
- [66] Quoc Le, Marc-Aurelio Ranzato, Rajat Monga, Matthieu Devin, Kai Chen, Greg Corrado, Jeffrey Dean, and Andrew Ng. Building high-level features using large scale unsupervised learning. In *Proceedings of ICML 2012: The 29th International Conference on Machine Learning*, Edinburgh, Scotland, June 2012, 81–88.
- [67] Douglas Lenat and Ramanathan Guha. *Building Large Knowledge-Based Systems: Representation and Inference in the Cyc Project*. Boston: Addison-Wesley, 1990.
- [68] Hector J. Levesque. A logic of implicit and explicit belief. In *Proceedings of AAAI-84: The Fourth National Conference on Artificial Intelligence*, August 1984, 198–202.
- [69] Hector J. Levesque. Logic and the complexity of reasoning. *Journal of Philosophical Logic* 17 (1988): 355–389.
- [70] Hector J. Levesque. Is it enough to get the behavior right? In *Proceedings of IJCAI-09: The 21st International Joint Conference on Artificial Intelligence*, Pasadena, California, August 2009, 1439–1444.
- [71] Hector J. Levesque. The Winograd Schema Challenge. In *Proceedings of Commonsense-11: The Tenth International Symposium on Logical Formalizations of Commonsense Reasoning*, Palo Alto, March 2011, 53–58.

- [72] Hector J. Levesque. *Thinking as Computation: A First Course*. Cambridge, MA: MIT Press, 2012.
- [73] Hector J. Levesque. On our best behavior. *Artificial Intelligence* 212 (2014): 27–35.
- [74] Hector J. Levesque, Ernest Davis, and Leora Morgenstern. The Winograd Schema Challenge. In *Proceedings of KR 2012: The Thirteenth International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, Rome, June 2012, 552–561.
- [75] Vladimir Lifschitz, ed. *Formalizing Common Sense: Papers by John McCarthy*. Exeter, UK: Intellect, 1998.
- [76] Marc Lipson and Seymour Lipschutz. *Schaum's outline of theory and problems of linear algebra*. New York: McGraw-Hill, 2001.
- [77] Alan Mackworth. On seeing robots. In *Computer Vision: Systems, Theory and Applications*, ed. A. Basu and X. Li. Singapore: World Scientific Press, 1993, 1–13.
- [78] John Macy, ed. *The Story of My Life*. New York: Doubleday, Page & Co., 1905.
- [79] John McCarthy. Programs with common sense. In *Proceedings of Symposium on the Mechanization of Thought Processes*. National Physical Laboratory, Teddington, England, 1958, 77–84.
- [80] Pamela McCorduck. *Machines Who Think*. 25th anniversary edition. Natick, MA: A K Peters, 2004.
- [81] Marvin Minsky, ed. *Semantic Information Processing*. Cambridge, MA: MIT Press, 1968.
- [82] Marvin Minsky. A framework for representing knowledge. In *Readings in Knowledge Representation*, ed. R. Brachman and H. Levesque. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1985, 245–262.
- [83] Marvin Minsky. *The Society of Mind*. New York: Simon & Schuster, 1986.

- [84] Marvin Minsky. Logical versus analogical or symbolic versus connectionist or neat versus scruffy. *AI Magazine* 12 (1991): 34–51.
- [85] Robert Moore. The role of logic in knowledge representation and commonsense reasoning. In *Proceedings of AAAI-82: The Second National Conference on Artificial Intelligence*, August 1982, 428–433.
- [86] Kevin Murphy. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. Cambridge, MA: MIT Press, 2012.
- [87] Monty Newborn and Monroe Newborn. *Deep Blue: An Artificial Intelligence Milestone*. Berlin: Springer Science & Business Media, 2003.
- [88] Allen Newell and Herbert Simon. Computer Science as empirical inquiry: Symbols and search. *Communications of the ACM* 19 (1976): 113–126.
- [89] Nils Nilsson. *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009.
- [90] Mike Oaksford and Nick Chater. *Bayesian Rationality: The Probabilistic Approach to Human Reasoning*. New York: Oxford University Press, 2007.
- [91] Taketoshi Ono, Ryoji Tamura, and Kiyomi Nakamura. The hippocampus and space: are there “place neurons” in the monkey hippocampus? *Hippocampus* 1 (1991): 253–257.
- [92] Don Perlis, Khemdut Purang, and Carl Andersen. Conversational adequacy: mistakes are the essence. *International Journal of Human-Computer Studies*, 48 (1998): 553–575.
- [93] Steven Pinker. *The Language Instinct*. New York: Harper Perennial Modern Classics, 1994.
- [94] Steven Pinker. *How the Mind Works*. New York: W. W. Norton, 1999.
- [95] Steven Pinker. *The Blank Slate*. New York: Viking, 2002.
- [96] David Poole, Alan Mackworth, and Randy Goebel. *Computational Intelligence: A Logical Approach*. New York: Oxford University Press, 1998.

- [97] Zenon Pylyshyn. *Computation and Cognition: Toward a Foundation for Cognitive Science*. Cambridge, MA: MIT Press, 1984.
- [98] Willard Quine. Quantifiers and propositional attitudes. *Journal of Philosophy* 53 (1956): 177–187.
- [99] William Rapaport. How Helen Keller used syntactic semantics to escape from a Chinese Room. *Minds & Machines* 16 (2006): 381–436.
- [100] Raymond Reiter. On closed world data bases. In *Logic and Databases*, ed. H. Gallaire and J. Minker. New York: Plenum Press, 1987, 55–76.
- [101] Matt Ridley. *The Red Queen: Sex and the Evolution of Human Nature*. London: Penguin Books, 1993.
- [102] John Robinson. A machine-oriented logic based on the resolution principle. *Journal of the ACM* 12 (1965): 23–41.
- [103] Philip Ross. The expert mind. *Scientific American* 295 (2006): 64–71.
- [104] Michael Roth and Leon Galis. *Knowing: Essays in the Analysis of Knowledge*. Lanham, MD: University Press of America, 1984.
- [105] Stuart Russell and Peter Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 2010.
- [106] John Searle. Minds, brains and programs. *Behavioral and Brain Sciences* 3 (1980): 417–424.
- [107] Murray Shanahan. *The Technological Singularity*. Cambridge, MA: MIT Press, 2015.
- [108] Stuart Shieber, ed. *The Turing Test: Verbal Behavior as the Hallmark of Intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press, 2004.
- [109] Robert Shumaker, Kristina Walkup, and Benjamin Beck. *Animal Tool Behavior: The Use and Manufacture of Tools by Animals*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 2011.
- [110] Herbert Simon and William Chase. Skill in chess. *American Scientist* 61 (1973): 394–403.

- [111] Anne Sinclair, Robert Jarvella, and Willem Levelt, eds. *The Child's Conception of Language*. Berlin: Springer-Verlag, 1978.
- [112] Brian Cantwell Smith. *Reflection and Semantics in a Procedural Language*. Cambridge, MA: PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1982.
- [113] Paul Smolensky. Connectionist AI, symbolic AI, and the brain. *Artificial Intelligence Review* 1 (1987): 95–109.
- [114] Paul Smolensky. Analysis of distributed representation of constituent structure in connectionist systems. In *Proceedings of NIPS-87: Neural Information Processing Systems*. Denver, Colorado, November 1988, 730–739.
- [115] Larry Squire. Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience* 4 (1992): 232–246.
- [116] David Stork, ed. *HAL's Legacy: 2001's Computer as Dream and Reality*. Cambridge, MA: MIT Press, 1997.
- [117] Nassim Taleb. *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. New York: Random House, 2007.
- [118] Alan Turing. On computable numbers, with an application to the *Entscheidungsproblem*. *Proceedings of the London Mathematical Society* 42 (1937): 230–265.
- [119] Alan Turing. Computing machinery and intelligence. *Mind* 59 (1950): 433–460.
- [120] Herbert Turnbull. *The Correspondence of Isaac Newton: 1661–1675*. Volume 1. London: Cambridge University Press, 1959.
- [121] Bonnie Webber and Nils Nilsson, eds. *Readings in Artificial Intelligence*. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann, 1981.
- [122] Joseph Weizenbaum. ELIZA. *Communications of the ACM* 9 (1966): 36–45.

- [123] Joseph Weizenbaum. *Computer Power and Human Reason: From Judgment to Calculation*. New York: W. H. Freeman & Co., 1976.
- [124] Jeanette Wing. Computational thinking. *Communications of the ACM* 49 (2006): 33–45.
- [125] Terry Winograd. *Understanding Natural Language*. New York: Academic Press, 1972.
- [126] Terry Winograd. Frame representations and the declarative/procedural controversy. In *Representation and Understanding: Studies in Cognitive Science*, ed. D. Bobrow and A. Collins. New York: Academic Press, 1975, 185–210.

图书在版编目 (CIP) 数据

人工智能的进化/ (加) 赫克托·莱韦斯克著; 王佩译. -- 北京: 中信出版社, 2018.4

书名原文: Common Sense, the Turing Test, and the Quest for Real AI

ISBN 978-7-5086-8567-0

I. ①人... II. ①赫... ②王... III. ①人工智能—普及读物 IV. ①TP18-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第018479号

人工智能的进化

著者: [加] 赫克托·莱韦斯克

译者: 王佩

出版发行: 中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编100029)

电子书排版: 萌芽图文

中信出版社官网: <http://www.citicpub.com/>

官方微博: <http://weibo.com/citicpub>

更多好书, 尽在中信书院

中信书院: App下载地址<https://book.yunpub.cn/> (中信官方数字阅读平台)

微信号: 中信书院

国家制造强国建设战略咨询委员会译著系列丛书

朋友圈书籍每日免费分享微信 jnztxy

人工智能

改变世界，重建未来

[美] 卢克·多梅尔 (Luke Dormehl) ©著
赛迪研究院专家组◎译

THINKING MACHINES

The Inside Story of Artificial
Intelligence and Our Race to Build the Future



中信出版集团 · CHINACITICPRESS

人工智能

[美] 卢克·多梅尔 著
赛迪研究院专家组 译

中信出版社

目录

推荐序

前言

第一章 表现不俗的传统人工智能怎么了

未来已来

人工智能的三位卓越先驱

达特茅斯会议

传统人工智能的黄金时期

太空机器人沙基

“中文房间”实验

莫拉维克悖论

转变目标

专家系统

谷歌诞生

第二章 以自主学习的方式创建新的人工智能

自主学习的重要性

神经科学之父

以神经元模型为基础的感知器

关于感知器的争论

霍普菲尔德网的兴起

神经网络的守护神
联结主义者
欢迎来到深度学习领域
人工智能新主流

第三章 万物互联的智能时代已经来临

智能设备成为现代生活的必需品
会思考的事物
“控制论” 简史
早期的自动机器人
计量生物学上的记录者
未来家庭
机器学习的普及
智慧城市
做好互联网消失的准备
智能设备存在的问题

第四章 人工智能助手如何为我们效劳

打败图灵测试
人工智能助手的兴起
多功能的人工智能助手
从被动人工智能助手到主动人工智能助手
数字民主
与人工智能助手相爱
人工智能的人性化
合格的心理治疗师

出门请带上它们

第五章 人工智能正在改变就业市场

亲爱的沃森

一个技术性失业的世界

技术更新换代的积极意义

新工作机会的产生

土耳其机器人的复仇

人工智能中的人类元素

第六章 人工智能真的具有创造力吗

机器人的创造力

什么叫创造力

“重生”的甲壳虫乐队

天才的灵光一现

人工智能能否成为发明家

洛夫莱斯测试

祝贺沃森大厨

第七章 意识上传实现人类永生

利用机器实现死后永生

个性捕捉

延长人类寿命

模拟神经元

绘制大脑

下一个大事件

意识上传

第八章 人工智能关乎未来的一切

末日的开端

奇点来临

狭义与广义的区别

人工智能带来的风险

“黑箱” 风险

我们无法起诉机器人

机器人学的三大法则

人工智能的权利

结论 当机器变得更加智能

致谢

译后记

谨以此书献给我的朋友
亚历克斯·米林顿 (Alex Millington)

推荐序

人工智能是研究人类智能行为规律（如学习、计算、推理、思考、规划等），构造具有一定智慧能力的人工系统，以完成往常需要人的智慧才能胜任的工作。中国、印度和希腊哲学家在公元前近千年已经提出关于形式推理方法的思考，中国、埃及和希腊的能工巧匠也曾尝试制作精巧的歌舞人偶。20世纪30年代末到50年代初，香农、图灵和冯·诺伊曼等奠定了现代信息论和计算机科学的理论基础，图灵还提出了著名的图灵测试：“如果一台机器能够与人类展开对话而不能被辨别出其机器身份，那么称这台机器具有智能。”预言了创造出智能机器的可能。随着计算机科学与应用技术的发展，1956年夏，美国达特茅斯会议上，人工智能概念和研究领域被正式提出和确立。人工智能涉及计算机技术、控制论、信息论、语言学、神经生理学、心理学、数学、哲学等多学科领域的交叉与融合，其概念与内涵也在随着相关学科和应用领域的发展而持续变化。当前，人工智能主要是指那些通过软硬件结合可以达到人类事件处理能力的机器智能。它已经成为被高度关注、广泛使用、快速发展的科技领域。

从发展阶段看，20世纪中叶至今，人工智能虽快速发展，但仍处于单台或局域成组机器处理简单任务的弱人工智能阶段。依靠全球网络、大数据和云计算能力，终端云端协同实现具有人类思考方式和多样复杂任务处理能力的强人工智能还处于发展初期。近年来，人工智能技术呈现加速发展态势，其发展水平也达到了前所未有的高度。从几年前打败国际象棋大师的IBM“深蓝”，到现在打败李世石的谷歌AlphaGo、无人机与无人驾驶汽车等；从依靠海量计算能力的强计算弱智能，到依靠深度学习大数据、云计算的网络协同强智能，人工智能技术和发展模式正在发生深刻而本质性的转变。

人工智能已经在深刻而广泛地改变着人们的生活。从手机智能系统、机器视觉到图像识别，从嵌入软件到智能控制，从大数据采集到分析理解等，都渗透着人工智能的创新应用。人们依靠智能导航出行，通过语音与机器互动，应用智能工具搜索智识信息.....我们已自觉或不自觉地处于人工智能的环境中。许多过去被视为只有依靠人的智力才能胜任的复杂工作，也开始出现被机器完美替代的可能。今天，我们要选择的已经不是是否接受人工智能，而只能是选择以科学理性的方式应用人工智能造福于人类，并共同应对人工智能应用可能带来的法律伦理、公共和国家安全等新的挑战。

人工智能在生产领域中的应用，为新时代的产业结构升级变革提供了新的机遇。在这万物互联的时代，人工智能以增强机器智力的方式替代人或与人协同工作，促进网络智能设计制造与服务，将大幅提升劳动生产率，重塑产业链与价值创造和分配方式。灵活多样的众创、众筹能力与人工智能技术相结合将为节能减排、绿色发展，提质增效、产业升级创造新的机会。

本书从人工智能的萌芽到人工智能未来发展方向给予了系统解读。围绕人工智能在生产、生活中存在的方式和可能发挥的作用，展示了人工智能诸多应用场景和技术创新发展的方向。虽然当前的人工智能还不具备自主创造能力，但它对生产生活引发的深刻变革，它所展示的勃勃生机将激励政产学研用金各方去协同创新发掘。伴随着众多人工智能相关书籍、刊物和网络新媒体的广泛传播，相信更多的人将对人工智能产生更大的兴趣、给予更大的关注，将会对它有更深刻的认知，必将会有更多的人才、资源投入人工智能领域。

我国从20世纪70年代末开始启动人工智能研究，并将其列入国家高技术研究计划。进入新世纪后，国家更加重视人工智能的发展，不断加大对相关技术研究和应用发展的支持力度，计算机视觉、语音识别和语言技术处理等人工智能技术快速发展，已进入国际先进行列。《中国制

造2025》提出以加快新一代信息技术与制造业的深度融合为主线，以推进智能制造为主攻方向，通过智能技术创新和智能制造的应用发展，适应个性化、定制式设计制造服务，促进中国制造向全球制造产业链、价值链的中高端拓展，实现由大转强。

国家制造强国建设战略咨询委员会是实施制造强国战略的咨询机构，始终把研究推动智能制造发展作为一项重要的职责。人工智能是智能制造的基础核心技术。为跟踪国际人工智能的发展趋势，为读者提供人工智能的最新发展动态，我们组织有关专家翻译出版本书。值得指出的是，知识网络时代，在全球多样化、个性化、定制式市场需求的推动下，在万物互联、大数据、云计算等信息·物理·计算环境的支持下，人工智能技术与制造服务深度融合创新发展与产业化速度将愈加快捷迅猛。国家制造强国建设战略咨询委员会将继续发挥自身的专业优势，通过组织编译国外相关优秀著作，努力为社会各界特别是制造业领域提供更多的关于人工智能及智能制造的前沿研究成果和创新发展的信息。

洪有祥

2016年9月

前言

计算机的那只红眼睛能洞悉一切，它目不转睛，也不眨眼。说话的语气从容平静。

“嗨，”它说，“我们还要继续比赛吗？”

它指的是那天早些时候开始的棋局。但是你真的没有心情继续这盘棋，这不是因为计算机总是赢你（尽管这是事实），事实上，你之所以恼怒，是因为它犯下了一个令人费解的错误，这个错误与重要机器的关键部件可能出现的故障息息相关，甚至关系到你能否继续生存下去。尽管计算机坚持称这些部件已经出了故障，但你亲自检查后，却发现它们依然处于良好的工作状态。现在你想知道真正的答案。

“是的，我知道你发现它们还在正常运转，但我可以向你保证，它们将要出故障。”计算机一边说，一边试图用那种惯常的、毫无情绪的声音安抚你。

你感觉自己已经怒火中烧了。

“够了，根本不是这么回事，”你气急败坏地嚷道，“这些零件完全没有问题，我们在百分之百的过载条件下进行过测试。”

“我并不是质疑你的话，但是这的确是有问题的。”计算机继续说道。

随后它又说了6个字，你知道这些话是对的，但这绝对不是你现在想听到的话：“我不可能出错。”

影迷们可以很快发现，这是斯坦利·库布里克（Stanley Kubrick）的经典电影《2001：太空漫游》中的一幕，讲的是有意识的计算机流露杀机并且企图杀死太空船中全部船员的故事。

多年以来，这曾是我们看待人工智能的方式：它是一种若隐若现的威胁，但只安全地存在科幻小说中。

但现在已经不再是这样了。

今天，人工智能的梦想早已走出了影院与科幻小说，进入了人们的现实生活。人工智能可以驾驶汽车，交易股票，仅通过观看视频网站YouTube就能学会施展复杂的技能，在不同语种间任意切换，它比我们更加精确地识别人脸，以及创立原始的假设从而发现治愈疾病的新药。而这仅仅是个开端。

《人工智能》讲述的是人工智能的进化之旅及其对人类的意义。在阅读这本书的过程中，我们将遇到假装有变童癖的计算机、会跳舞的真空吸尘器、会下棋的人工智能以及旨在与死后的人进行对话而被上传了个人意识的计算机。

这是关于我们如何设想未来的故事，以及在一个充满技术的世界，我们在面临计算机智能不断加速发展的情况下如何为人类塑造自己的角色的故事。这是一个关于创造性的本质、未来就业以及当所有知识成为数据并且可以电子存储时，即将发生什么的故事。当我们制造的机器比我们更加聪明，我们将要做什么，人类现在还具备什么优势，以及你和我是否也是一种会思考的机器。

1950年，英国数学家和计算机科学家先驱人物艾伦·图灵（Alan Turing）曾预测，到20世纪末，“词语的使用与一般的教育主张将发生巨大改变，届时人们谈论机器思维时，不会有人对此进行反驳”。

就像许多未来学家对技术的预测一样，图灵对未来非常乐观，但并不过度乐观。在21世纪初期，与“智能”相关的技术以及“机器学习”已经是很常见的话题，而这些概念在图灵时代曾使许多人感到匪夷所思。

如今，人工智能作为一门学科已经诞生60年，它依然是人类最重要、最具雄心的项目：努力建造真正的会思考的机器。随着时光的流逝，技术人员离实现这个目标越来越近，未来的一抹曙光也正在天际迅速明朗。

《人工智能》讲述的正是这种熠熠生辉且近在咫尺的未来，隐藏在角落里的变化，以及它们将如何永久性地改变我们的生活。

第一章

表现不俗的传统人工智能怎么了

当人们走近纽约世博会时，首先映入眼帘的是一个闪闪发光的不锈钢球体，这就是巨型地球仪（Unisphere），它足足有十二层楼那么高。几十座喷泉环绕在巨型地球仪周围，朝着纽约皇后区法拉盛草原可乐娜公园的空中喷射出晶莹的水柱。在一天中的不同时间段，身穿由美军研发的火箭样式道具服的演员会飞过巨大的球体，展示出人类战胜一切挑战的能力。

1964年，纽约世界博览会举办。在世博会期间，大约5 200万人造访了法拉盛草原650英亩^[1]的展馆和公共空间。这场盛会展示了美国美好的现状并预见了美国更加辉煌的未来：多车道高速公路、耀眼的摩天大楼、自动人行道和水下社区一应俱全。在美国这样的国家，即使建造太空旅游度假村也并非遥不可及。因为仅仅在5年后，美国就成功将人类送上了月球。纽约的“建筑大师”罗伯特·摩西（Robert Moses）将1964年世博会称为“人类进步的奥运会”。

你所见之处无不暗示着美国在战后的全球统治地位。福特汽车公司选择在世博会上发布其最新车型——福特野马。这款车很快成为史上最畅销的车型之一。纽约辛克莱石油公司所展示的“恐龙乐园”（Dinoland）以电子化卡通制作再现了中生代场景。在“恐龙乐园”中，辛克莱石油公司的吉祥物雷龙比其他史前生物都要高出一截。在美国国家航空航天局展厅，参观者有幸一睹高达51英尺^[2]的“土星5号”运载火箭船尾的复制品。该运载火箭不久后在阿波罗太空计划中协助人类成功登上了月球。在港务局大楼，人们排队观看壮观的纽约世界贸易中心“双子塔”的建筑模型。两年后的1966年，世界贸易中心破土动

工。

如今，大部分上述进展会让人不禁缅怀过去的科技进步。在“更大、更高、更重”的雄伟壮阔中，这些进步完成了与过去时代的对话。那个时代对当年的世博会参观者还是个未知数，而如今却即将走向终结。工业时代逐渐淡出，被个人电脑所引领的信息时代所取代。对于那些1964年以后出生的孩子来说，数字将代替他们工程师梦想中的铆钉。苹果公司的史蒂夫·乔布斯在纽约世博会举办那年只有9岁，谷歌联合创始人拉里·佩奇和谢尔盖·布林在纽约世博会举办近10年后才出生，而Facebook（脸谱网）的马克·扎克伯格则在纽约世博会举办20年后才来到这个世界。

最后，法拉盛草原可乐娜公园中最前卫的区域是IBM（国际商用机器公司）的展区。IBM在1964年世博会上的任务是在航天火箭和核反应堆等更负盛名的奇观中，强化公众对于计算机（更具体而言是人工智能）的认知。为此，IBM选择世博会作为全新System/360系列大型计算机的推介平台——据说，该系列计算机的性能非常强大，足以作为智能电脑首台原型机的基础。

IBM在世博会上最引人瞩目的展示当属美国夫妻档设计大师查尔斯（Charles）和蕾·伊姆斯（Ray Eames）设计的巨蛋形展馆。这颗飞艇般大小的“巨蛋”耸立在一片由45棵32英尺高的几何形金属片树木所构成的“森林”中；14 000片灰色和绿色树脂玻璃叶片展开后形成一个一英亩的硕大穹顶。兴奋不已的世博会参观者需要乘坐一台专用的液压电梯进入“巨蛋”，然后可以坐在一个高科技放映厅内观看一段关于人工智能未来的视频。一位激动不已的评论者借用IBM从19世纪20年代就开始使用的品牌口号“Think”，这样写道：“观看着，思考着，并且惊叹着人类及其所创造的机器的奇妙智慧。”

IBM在这场盛会上展示了多项令人印象深刻的技术。开创性的手写识别计算机便是其中之一，并被世博会官方手册称为“光学扫描和信息

检索”系统。在该系统的演示中，参观者可以在一张小卡片上亲笔写下任意一个1851年后的历史日期。然后，卡片被插入“光学字符读取器”，并在该设备中被转换成数字格式，然后再转发给当时最先进的IBM 1460计算机系统。随后，计算机磁盘上一个大型数据库中存储的当日重大新闻事件被打印在一张穿孔卡片上，颇有纪念意义，也让使用者惊叹不已。一张保存下来的穿孔卡片上如是写道：

《纽约时报》在你所写下的日期报道了以下新闻事件：

1963年4月14日：30 000名朝圣者在复活节造访耶路撒冷；教皇约翰·保罗为人类的真理和爱祷告。

有人可能会试图预测未来，而且在世博会第一天的确有个爱开玩笑的人这么做了。穿孔卡片上这样写道：“由于这是一个未来日期，我们只有在××天后才能得知当天的事件。”

另一个演示是一场机械木偶表演，而且显然是根据“18世纪的原型”所设计的，表演的内容是夏洛克·福尔摩斯运用计算机逻辑侦破一个案件。

然而，最令人难忘的可能是一台计算机轻松地（或者看似轻松地）进行了英俄互译，跨越了美国与苏联之间不可逾越的鸿沟。这项神奇技术的实现要归功于世博会IBM展区与远在114英里^[3]之外的纽约金士顿一台强大的IBM大型计算机之间的专用数据连接，所有繁重的计算工作都由这台计算机来完成。

机器翻译对计算机的清晰思维如何引领我们走向乌托邦进行了简明且出色的概括。政治家们可能无法结束冷战，但他们也只是普通人——有着人类可能具有的所有缺点。议员、将军，乃至总统都严重缺乏当时学术界刚刚开始提出的“机器智能”。智能机器能否比人类做得更好？在1964年的世博会上，激动万分的公众一睹科研人员最乐观的愿景。人工

智能给出的建议是，只要能够在机器中尽量利用和复制人脑的最深层奥秘，那么全球和谐终会得以保障。

世博会的官方标语“理解构筑和平”是这一切的最佳总结。

未来已来

1964年纽约世博会上凸显了人工智能愿景的两种表现。第一种表现是人们对于等待着他们的未来有多么乐观。尽管冷战威胁时隐时现，但在19世纪60年代，人们却在许多方面都表现出惊人的乐观态度，毕竟在60年代初，约翰·肯尼迪总统宣布：在10年内，人类将登上月球。而在这10年的结尾，人类确实做到了。如果连这都能做到，那么解析和重建意识看似更容易实现。政治学家、人工智能创始人之一赫伯特·西蒙（Herbert Simon）于1960年宣称：“我们离复制人类大脑解决问题的能力与信息处理的能力已经不远了。”可能是借鉴了肯尼迪向对手下战书的方式，他随意地加上了自己估计的时间：“如果我们在未来10年还未实现这一愿景，那才令人惊讶。”

西蒙的预测后来无望地落空了，但事实证明，有关纽约世博会的第二种表现就是：IBM当时并没有错。尽管我们坚持认为人工智能尚未普及，但1964年令人惊掉下巴的三项技术如今已司空见惯。光学扫描和信息检索已演变成互联网，让我们在一瞬间获得的信息比原本一生可能获得的信息还要多。虽然我们仍然无法预见未来，但是基于用户不断预测我们可能感兴趣的新闻故事、书籍或歌曲所生成的巨大数据集，我们正在人工智能方面取得巨大的进展。这种预测的连通性不仅限于传统意义上的计算机，而且还通过大量智能传感器和设备嵌入到了周围的设备、车辆和建筑中。

福尔摩斯木偶剧旨在展示通过计算机逻辑可以完成多种任务的方式。我们的计算机逻辑方法已经在某种程度上做出了改变，但是在查看两张照片并且判断照片中是否为同一人时，福尔摩斯可能还是会被精确度高于人类的现代人脸识别算法所折服。福尔摩斯的创造者、作家柯南·道尔（Conan Doyle）是一位毕业于爱丁堡大学（如今是英国顶尖人工

智能院校之一）的专业医生。如果他看到疾病诊断效率高过许多人类医生的人工智能Modernizing Medicine（现代化医疗），也很可能会对此赞叹不已。

最后，世博会上神奇的机器译员已发展演变成为今天我们最为熟悉的谷歌翻译：一项拥有惊人的高准确率、涵盖58种不同语言（共计3306项独立翻译服务）的免费机器翻译服务。如果说世博会设想的是俄语与英语之间的即时翻译，那么谷歌翻译则更进一步，它能够提供冰岛语和越南语或者波斯语和意第绪语等此前受到局限的语种之间的翻译。凭借云计算，我们甚至不需要固定的主机来执行计算，只需要比一副纸牌还小、被称为智能手机的便携式计算机即可。

在某种程度上，由于所有这些技术现已存在，而且不仅存在于研究实验室中，而是几乎每个想要使用它们的人都能唾手可得，因此很难说我们还没有进入人工智能时代。与我们在生活中为自己制定的许多虚无缥缈的目标一样，人工智能成为计算机科学的“梦幻岛”：一种总是潜伏在下一个转角的虚空“假设”。

但是，如果因此就认为人工智能自60年前诞生到今日一直在直线发展就大错特错了。在开始普及目前推动人类重大进步的大规模“深度学习神经网络”前，我们必须对人工智能的历史有更多的了解。

我们也必须了解，长期以来，在走上错误的道路前，人工智能是看上去发展得很顺利的。

人工智能的三位卓越先驱

数千年来，人类一直梦想着为无生命的物体注入生命。但当谈到人工智能在普通人中的普及时，就得从世界上第一台可编程计算机——重达30吨的巨型计算机ENIAC开始说起。在1945年“二战”结束后仅6个月，宾夕法尼亚大学就制造出了兼具电子数字集成器和计算器功能的ENIAC。这台计算机耗费了500 000美元的美国军事基金，其运算速度比作为竞争对手的其他机电机器快了大约1 000倍。这台机器及其所代表的理念令媒体极为感兴趣。他们将这台计算机称为“巨脑”。

建造这样一个“巨脑”的想法令人们为之神往。“二战”结束以前，“电脑”专指在记账等领域进行计算的人。忽然之间，电脑所代表的不再是人了，而是装有电子管和晶体管的机器，而且这些机器的计算速度甚至比最有计算天赋的人还要快得多。“二战”及其余波激发了人们对认知心理学的兴趣。仅在战时，美国心理学会的会员人数就从2 600人增至4 000人。到1960年，仅15年间，会员人数就激增到了12 000人。认知心理学研究人员将人类大脑想象成一台机器，复杂行为可以通过这台机器表现为多重简单响应的综合结果。认知心理学家关注的是人类行为中切实可观测到的事物，而非在无法证实的“心理实体”上浪费时间。“行为主义”等领域因此应运而生，因老鼠实验而闻名的著名心理学家伯尔赫斯·弗雷德里克·斯金纳（B. F. Skinner）称行为主义为“行为的技术”。

工程师们之前一直对心理学形而上学的层面避而不谈，但是他们都被一个概念深深吸引，即人脑可能成为电脑。他们同样开始醉心于研究记忆、学习和推理，许多心理学家都将其视为人工智能的基础。激动人心的是，他们同样意识到，与人类相比，计算机具有潜在优势。例如，ENIAC每分钟能够计算多达20 000次乘法，这样的计算能力着实令人惊

讶。人类的记忆并不可靠，而相比之下，一台每微秒访问数千条项目的机器更能凸显出优势。

专门介绍现代计算诞生的书籍有很多，其中三名作者脱颖而出，他们为我们现在所熟知的人工智能领域奠定了哲学和技术基础。他们就是：约翰·冯·诺依曼、艾伦·图灵和克劳德·香农。

冯·诺依曼是土生土长的匈牙利人，1903年出生在布达佩斯的一个犹太银行家家庭。1930年，冯·诺依曼来到普林斯顿大学担任数学教师，三年后成为新成立的普林斯顿高等研究院的6位教授之一，并担任这一职位直至去世。无论以什么标准来衡量，冯·诺依曼都堪称才智惊人。相传，他在6岁时就能计算8位数的除法。“二战”期间，冯·诺依曼在洛斯阿拉莫斯（Los Alamos）参与了曼哈顿计划（Manhattan Project），他的一项艰巨任务就是计算氢弹爆炸的精确高度，即在什么位置爆炸能够造成最大的破坏效果。冯·诺依曼对计算领域做出的主要贡献是，提出在计算机存储器中设置计算机程序存储的理念。实际上，冯·诺依曼是第一个将“记忆”这一人类专用术语应用于计算机的人。与同时期的其他人不同，冯·诺依曼并不认为计算机能够像人类一样思考，但是他却创建了与人类面相学相并行的学说。他在一篇文章中指出，计算机零件“相当于人类神经系统中的神经元。感觉神经元（传入神经元）和运动神经元（传出神经元）之间的共同点仍有待探讨”。其他人会很高兴接过这一挑战。

艾伦·图灵是英国的数学家和密码专家。“二战”期间，他在英国布莱切利公园密码破译中心担任政府密码学校的领导，并提出了许多破译德军密码的方法，其中最著名的就是发明了能够破译英格玛（Enigma）密码机设置的机电装置。这使他在破译截获信息方面发挥了重要作用，最终帮助同盟国战胜了纳粹。图灵对“思考的机器”这一想法十分着迷，并设计了著名的图灵测试，我们在后面的章节会进行详细探讨。图灵小时候非常喜欢一本书——《每个孩子都应该知道的自然奇观》（*Natural*

Wonders Every Child Should Know），作者艾德文·坦尼·布鲁斯特（Edwin Tenney Brewster）称：“这本书试图引导8—10岁的孩子对如下问题自问自答：‘我与其他生物有什么相同之处？我们之间又有哪些不同？’”布鲁斯特在书中写道：

当然，这就是一台机器。虽然它比以往任何机器都复杂得多，但归根结底也只是一台机器。人们曾把它比作一台蒸汽机，但那时我们对它的了解远没有现在多。它实际上是一台燃气机：就像汽车、摩托车或飞行器的引擎。

图灵的一个重要理念就是通用图灵机（Universal Turing Machine）。与其他拥有单一功能的电脑相比，图灵诠释了如何通过阅读磁带上的分步说明来使用电脑去完成多个任务。他写道，电脑“实际上能够作为其他机器的模型”。这就意味着没必要在完成每项任务时使用不同的机器。图灵指出：“我们无须再为不同的任务制造不同的机器，只需对通用机进行‘编程’即可完成这些任务。”

图灵猜测，其中一项任务就是模仿人工智能。他在《智能机器》这篇文章中将在机器中复制人工智能称为“一项特殊的挑战”，因为当时的计算机还存在一定的局限性。他认为“人脑的存储容量大约为100亿二进制数字，但其中大部分存储容量被用于记忆视觉印象，或以其他方式浪费掉了。人们有理由希望通过数百万字节的计算机内存而在人工智能方面取得实际的进展”。

人工智能的另一位创始人为克劳德·香农，也就是今天的“信息理论”之父。香农出生于1916年，是三位创始人中最年轻的一位，他为计算领域做出的最大贡献是提出了晶体管的工作原理。晶体管是数十亿个微小的开关，电脑就是由这些开关组成的。算法就是指令序列，通过打开或关闭晶体管向电脑传达指令。香农认为，电脑在接到其他晶体管指令后打开或关闭特定的晶体管，通过这一方式进行基本的逻辑分析。他

指出，如果在打开2号和3号晶体管的同时打开1号晶体管，那么这就是一个逻辑运算。如果在打开2号或3号其中一个晶体管时打开1号晶体管，这就构成第二个逻辑运算。如果在2号晶体管关闭的情况下打开1号晶体管，这就是第三个逻辑运算。就像简单的口语词汇一样，所有计算机算法都可以归为以下三种状态之一：与、或、否。香农将这些简单的状态合并成复杂的指令序列，并且建议执行复杂的逻辑推理链。

达特茅斯会议

上述三人之中，只有香农继续探索并积极推动人工智能正式成为一个学科。遗憾的是，图灵和冯·诺依曼分别在41岁和53岁时英年早逝，但他们的理念和影响却延续至今。艾伦·图灵是同性恋，在那个时代的英国，同性恋是违法的。尽管图灵的密码破译工作对英国战胜纳粹德国起到了至关重要的作用，但功不抵过，1952年他被指控严重猥亵。作为惩罚，图灵必须在坐牢或化学阉割中做出选择，而他选择了后者。两年后，图灵吞下涂有氰化物的苹果自杀。2013年，他的罪行得到英国皇家的赦免，并且有人提议制定“图灵法”，以赦免那些在历史上被指控犯有猥亵罪的同性恋。

冯·诺依曼死于癌症。他之所以患上癌症，很可能是因为他曾参与原子弹项目。与冯·诺依曼关系密切的一位同事在《经济学杂志》（*Economic Journal*）上刊登的讣告中称，他的思维“十分特别，有些人（同样是杰出的科学家）不禁扪心自问：他是否将人类心智发展带入了一个新阶段”。

随着两位创始人的离去，其他年轻研究人员接过了建造思考的机器的重任。第二波人工智能研究人员第一次正式为该领域命名，将其确定为一个独立的学科。1956年夏天注定是一个不平凡的夏天：埃尔维斯·普雷斯利的电臀舞（hip gyrations）震惊了观众；玛丽莲·梦露嫁给了剧作家亚瑟·米勒；德怀特·艾森豪威尔总统将“我们信仰上帝”确定为美国法定箴言。关于人工智能的首次正式会议也在这个夏天召开。研讨会持续6周，众多学科中最杰出的学者在新英格兰地区汉诺威市达特茅斯学院的269英亩土地上齐聚一堂。除克劳德·香农以外，大会还有另外两名年轻的组织者，他们分别是约翰·麦卡锡（John McCarthy）和马文·明斯基（Marvin Minsky），他们都在蓬勃发展的人工智能领域发挥了重要的

作用。

他们写道：“人们将在一个假设的基础上继续进行有关人工智能的研究，那就是学习的各个方面或智能的各种特性都能够实现精确描述，以便我们能够制造机器来模仿学习的这些方面和特性。人们将尝试使机器读懂语言，创建抽象概念，解决目前人们的各种问题，并且能自我完善。”

然而，他们的雄心壮志和信念都太过绝对，而时间却有些紧迫。他们在达特茅斯会议的提议中指出：“我们认为，如果精心挑选一组科学家，并让他们专心研究人工智能，那么仅需一个夏天我们就能够在这些问题上取得重要进展。”

毋庸置疑，实际花费的时间肯定要比这更长。

传统人工智能的黄金时期

随着感兴趣的研究者越来越多，人工智能开始细分为不同的领域，这意味着人们探索的范围开始变得更加广阔。从某种意义上来说，这一现象是大势所趋。在达特茅斯会议上，人们发现，就连为各自的新领域取一个大家都认同的名字都十分困难。约翰·麦卡锡力荐“闪光探测人工智能”，但却并不能令其他人信服。另一位名为亚瑟·塞缪尔（Arthur Samuel）的研究者认为这个名字听起来很“做作”，而艾伦·纽厄尔（Alan Newell）和赫伯特·西蒙则立即又将其作品重新命名为“复杂信息编程”。

人工智能很快就细分为不同专业，仅从1958年在英国密德萨斯的特丁顿国家物理实验室召开的“思维过程的机械化”会议就能看出这一点。达特茅斯会议召开仅仅两年后，人工智能就已经细分为多个领域，包括人工思维、字符和模式识别、学习、机器翻译、生物学、自动编程、产业规划和办公机械化。

接下来的一段时间成了传统人工智能的黄金时期。新的领域层出不穷，研究者们不断取得重要进展，思考的机器也呼之欲出。由于有美国国防部高级研究计划局（ARPA）等政府机构的资金支持，巨大的投资使研究没有受到什么干扰。1963年6月，国防部高级研究计划局为麻省理工学院提供了220万美元的拨款，用于研究“计算机辅助识别”。据拨款受益人称，国防部高级研究计划局采取一次性付款，之后也未太过关心这笔款项是如何使用的。而类似的事情不止一次发生。

约翰·麦卡锡将这一现象称为人工智能的“看！不用手也行！”时代，这一时代成功唤起了青少年的热情和勇气。在之后的十多年里，研究者们应对了众多挑战，并反驳了“没有机器能够做到X”这样一个假设。X所代表的含义取决于提问者是谁。一位研究者曾经编写了一套国

际跳棋程序，该程序能够打败大多数业余选手，包括编程者自己。另一项突破是感知人工智能，它能够在一个使用机器人手的桌面上重新排列不同形状的彩色模块：这无疑是计算机视觉方面的一项壮举。一个名为SAINT的项目能够解开大学一年级课程水平的微积分中的积分问题。另一个名为ANALOGY的项目还能够解开智力测验中的几何问题，而STUDENT则能够破解复杂的代数难题，例如：“如果汤姆的客户数量是广告数量20%的平方，他一共做了45个广告，那么请问汤姆一共有多少个客户？”

计算推理领域有一个特别引人注目的例子，那就是Sir（语义信息检索）项目。Sir不仅能够理解英语句子，甚至能够分析宾语之间的关系，这和人工智能有些类似。实际上，这一“知识”依赖于预先设定的模板，例如，A是B的一部分，然后用名词来代替变量。然而，正如马文·明斯基所说的那样，人们可以采用类似的方法解决一系列其他问题。有一个有关Sir的典型案列，案列中未加粗的句子为用户输入的文本，加粗的句子为机器给出的答案：

每个男孩都是人。

我知道。

手指是手的一部分。

我知道。

每个人都有两只手。

上述句子表达不清楚。请改述。

每个人都长两只手。

我知道。

约翰有几根手指？

上述句子表达不清楚，但是我猜（有）指的是（长有）。我不知道手指是否是约翰身体的一部分。

约翰是个男孩。

我知道。

约翰有几根手指？

上述句子表达不清楚，但是我猜（有）指的是（长有）。每只手长有几根手指？

每只手都长有5根手指。

我知道。

约翰长有几根手指？

答案是10根。

他们构思人工智能和智能行为的方法就是将这些看似毫不相干的表达联系起来。他们自上而下审视了人工智能，我们如今称之为符号人工智能或传统人工智能。对传统人工智能研究者来说，人类通过构建内部的符号化表现形式来认识世界，而所有人工智能都以人类认识世界的能

力为基础。我们可以创建规则来落实这些概念，而捕捉日常知识能够使这些概念变得规范。如果将人脑看作一台电脑，这意味着我们操控的每一种情况都依赖于内部计算程序，这一程序一步步告诉我们如何完全依据逻辑来进行某项操作。如果的确如此，那么这些世界各地机构纷纷采用的规则同样适用于计算机。

这在当时听起来十分容易，不久以后，情况也确实如此。

太空机器人沙基

虽然几乎没有人真正遇见，但人工智能在发展的过程中确实存在一些问题。和当前能与公众产生共鸣的某些领域一样，上述问题或多或少要归咎于新闻媒体。过度热情的表现是，人们经常写文章赞扬他们所取得的令人印象深刻的进步，好像他们已经造出了智能机器。例如，20世纪60年代的机器人沙基（SHAKY）项目受到了大力宣传，人们将其视作世界上第一台通用机器人，它能够对自己的行为进行推理。这样一来，它就能够为模式识别、信息表示、问题解决和自然语言处理等不同领域设定基准。

尽管这已经足够使沙基艳惊四座，但记者们仍忍不住进行了一番修饰。1970年，当沙基在《生命》（*Life*）杂志上首次亮相的时候，它并没有被视为众多重要研究课题的结合体，而是以世界上第一个“电子人”的身份闪亮登场。《生命》杂志的记者将沙基卷入前一年登月引发的太空狂潮中，甚至称沙基能够“在不接受地球指令的情况下在月球上一次行走几个月”。

这是彻头彻尾的谎言，但是并非所有研究者都能够拒绝去迎合这一观点。20世纪70年代，在波士顿召开的一次会议上，一位研究者向媒体透露，仅需5年时间，像沙基这样的智能机器人就将在家庭中普及。一位年轻的同事激动地将他拉开，并对他说：“不要做这样的预测。以前有人这样做招来了麻烦。你低估了实现这一目标需要花费的时间。”这位研究者想都没想就回答道：“我不在乎。你看，我提到的所有日子都是在我退休后。”

人工智能工作者们并非一直这么激进，但有很多人都有这样的倾向。1965年，赫伯特·西蒙称，用不了20年，机器就能够“完成人类能做

的任何工作”。不久以后，马文·明斯基补充道：“我们这一代人能够大体上解决创造人工智能的问题。”

“中文房间”实验

有关符号人工智能的哲学问题开始浮出水面。其中最著名的要数名为“中文房间”的思维实验。美国哲学家约翰·希尔勒（John Searle）提出该思维实验，质疑是否应将机器处理符号真正视为智能。

希尔勒提出，假设他被锁在一个房间里，房间里有很多中国书法作品。他并不懂中文，甚至无法将汉语与日语或其他毫无意义的字区分开来。希尔勒在房间中发现了一套规则，这些规则向他展示了一套与其他符号相对应的符号。随后，他被提问，并通过将问题符号和答案符号相匹配来回答这些问题。过了一会儿，希尔勒逐渐熟悉这项任务——尽管他仍然不清楚自己操作的这些符号到底是什么。希尔勒问，这种情况下能否说房间内的人“懂”汉语？他的答案是否定的，因为他完全缺乏意向性。他写道：“计算机可能有的这种意向性只存在于程序设计者、使用者、输入者以及对输出进行解读的人的思维中。”

如果说希尔勒是在指责人工智能研究者们像家长一样绞尽脑汁地炫耀孩子的才华，那么人工智能研究者们本身就面临着一个令人不愉快的事实：他们的孩子实际上并没有那么聪明。令人担忧的是，那些在实验室环境下表现不凡的工具并不能很好地适应现实状况。符号人工智能主要涉及自上而下建立以规则为基础的系统，该系统在实验室中表现出色，各元素都能够得到很好的控制。这些“微型世界”几乎不包含任何物质，因此可以采取的措施也十分有限。然而，一旦进入现实世界，在训练中表现优异的程序就像世界杯揭幕战中的英格兰队一样变得怯场了。

研究者们承认这些弱点的存在，并且将这些微型世界比作“一切事物都十分简单的仙境，如果以现实世界为前提，那么有关这些事物的陈述从字面上看就都变成了错的”。总的来说，人工智能一直在努力摆脱

歧义性，但又缺少灵活抽象推理、数据计算和加工能力，而人工智能恰恰需要这些能力来理解其所展示的内容。任何没有事先明确说明的事物都有可能造成恐慌。美国作家约瑟夫·坎贝尔（Joseph Campbell）嘲讽道，这种人工智能与《圣经·旧约》一样，都是“规则太多，仁慈有限”。

莫拉维克悖论

结束这一不确定性面临着更大的问题，即人工智能研究者是否以正确的方式工作。就像玩拼图要从最困难的部分开始一样，人工智能研究者们设想，如果他们解决了复杂的问题，那么简单的问题就会迎刃而解。毕竟，如果你能让机器像数学天才一样下象棋，那么模仿婴儿学习又有多难呢？然而，事实证明这是相当难的。象棋是一项游戏，包含明确的说明、棋盘位置、合规或违规移动。象棋为棋手营造了一个静态世界，他们在这里拥有完整的信息，前提是能够看见棋盘，并且知道如何移动棋子。象棋是现实世界的一部分，但现实世界却与象棋截然不同。汉斯·莫拉维克（Hans Moravec）等研究者突然开始提出惊人的建议，例如“让计算机在智力测验中或在下跳棋时表现出成人水平相对容易一些，而让计算机在知觉和移动性方面达到一岁小孩的水平却是十分困难甚至是不可能的”。

将人工智能设定为关注生活中更复杂的事物，而排除对相对普通任务的关注，这可能与研究人工智能的人有关。在许多案例中，堪称“天才”的科学家们能够控制象棋或布尔逻辑（Boolean Logic）的微小细节，却缺少现实生活中的常识。有一则众所周知的趣闻：麻省理工学院一个名为西蒙·派珀特（Seymour Papert）的研究人员有一次将他的妻子忘在了纽约机场。当他意识到妻子没有陪在他身边时，飞机正在跨越大西洋。约翰·麦卡锡十分顽强地面对具有挑战性的问题，但是却因为经常忘记为资助他的各类机构填写进程报告而招致许多麻烦。据说麦卡锡在斯坦福大学讲授的课程“人工智能入门”并未受到重视，私下里被学生戏称为“听约翰叔叔讲故事”。都说什么样的人会干出什么样的事，这样看来，这些研究人员的人工智能项目都侧重于远大目标而非平凡（可能更实用）小事也就不足为奇了。

心理学家史蒂芬·平克（Steven Pinker）总结道：“人工智能研究的前35年得出的主要教训是，困难的问题容易解决，容易的问题很难解决。”

转变目标

在众多挑战的重重包围之下，传统人工智能开始出现问题。从20世纪70年代开始，随着之前几十年人们对人工智能乐观态度的逐渐消散，人们对该领域的热情也渐渐冷却下来。大幅缩减的预算使其首次遭遇了“人工智能的冬天”，而这样的情况不止一次发生。在美国，就连可爱的机器人沙基计划都被叫停，因为美国国防部意识到，其出钱资助的机器人项目并不能创造出他们需要的机器人间谍“詹姆斯·邦德”。暂且不说间谍这一点，沙基在战场上甚至无法发挥常规部队的作用！一名为该项目工作的研究人员回忆起沙基在斯坦福国际研究所（SRI）实验室中最后的日子。一位持怀疑态度的将军问一位创造沙基的研究人员：“能不能在上面安装一个36英尺长的刺刀？”

为应对这一状况，人工智能改变了其目标，按比例缩减了一些大型任务，集中力量处理那些通过采取措施就能够解决的问题。其中的一个例子就是电子游戏领域。人工智能从一开始就与电子游戏联系在一起，那时艾伦·图灵和克劳德·香农曾尝试打造一个自动象棋手。在当时的情况下，象棋就是一个微观世界，用来演示那些后来应用到现实世界的智能行为。电子游戏就是他们的最终目标。

人工智能研究不仅仅需要研究者的技能，还可以创造一定的收益。在莫斯科的苏联科学院计算机中心工作的28岁人工智能研究员阿列克谢·帕基特诺夫（Alexey Pajitnov）就是受益人之一。1984年6月，帕基特诺夫创建了一个简单的程序，用来测试实验室新的计算机系统。一个精明的商人将该系统命名为俄罗斯方块（Tetris）并拿到市场上销售，这款游戏在全世界范围内卖出了超过1.7亿个副本。

20世纪80年代，电子游戏变得更加复杂，人工智能专家也因此变得

炙手可热。人工智能能够运用简单的规则模拟复杂的行为，这意味着电脑控制的人物也能有自己的想法。例如，在《主题公园》（*Theme Park*）游戏中，人工智能实体（指具有智能的任何实体，包括智能硬件和智能软件）聚集在使用者建造的公园周围，采取程序设计员从未明确标出过的路径行走。

在某种意义上，电子游戏是传统人工智能的天堂。如果人工智能仅用于在射击游戏中模仿僵尸敌人，那么其行为是真的智能还是仅仅表现得很智能这类问题就是毫无意义的。

专家系统

人工智能的另一项新应用成为人们解决问题的工具。尽管人工智能擅长推理，但研究人员都知道，人工智能并不只有推理。为了创造出能够在现实生活中解决问题的人工智能，科学家们认为，他们需要一台能够将推理和知识相结合的机器。例如，一台应用于神经系统科学的电脑必须像合格的神经系统科学家一样，了解该学科的相关概念、事实、表述、研究方法、模型、隐喻和其他方面。

这意味着程序员突然需要担负起“知识工程师”的重任，他们必须充当各领域专家的角色，并且将他们的知识提炼成计算机能够读取的规则，生成的程序被称为“专家系统”。该系统是在广泛收集概率性规则“如果……那么……”的基础上建立的。有人曾经使用名为“DENDRAL”的专家系统进行过尝试，这个程序能够帮助有机化学家确定未知的有机分子。DENDRAL的创造者爱德华·费根鲍姆（Edward Feigenbaum）对最早记载人工智能历史的一位作家帕梅拉·麦考达克（Pamela McCorduck）说道：“有一段时间，人工智能领域的其他人都与我们保持一定的距离。我想他们可能不敢靠近DENDRAL，因为它涉及化学。但是人们还是会毫不吝啬地发出惊奇的感叹，因为它就像是化学界的博士一样。”

另一个类似的项目名为“MYCIN”，用于为脑膜炎等严重感染状况提供合适的抗生素用药剂量。MYCIN像一个真正的医生一样，能够将程序员之前收集的概率性证据汇总起来，并据此得出结论。人们不断对之前的经验进行归纳，直到它们变得像下面的“规则”：

如果……需要治疗的感染是脑膜炎，感染类型为真菌感染，培养染剂上没有有机体，患者不是易感染病患并且曾经到过孢子菌

病盛行的地区，患者是黑种人、黄种人或印度人，并且脑髓液检测中的隐球菌抗原不是阳性，那么……隐球菌有50%的可能并非是造成感染的有机物之一。

这些概率规则本身并没有什么了不起。然而，如果达到数百条，通常就能够找到正确答案。DENDRAL和MYCIN都只是实验室的实验，并没有真正应用到现实世界。相比之下，名为“XCON”的专家系统则要成功得多。诞生于1978年的XCON并不像DENDRAL和MYCIN那样具有改变世界的雄心壮志。它既不能帮助科学家创立假设，也不能帮助医生治疗传染病，而是通过为客户选择正确的系统来协助工程师设置VAX超级计算机^[4]。简而言之，XCON就是世界上最伟大的“百事通”店员。

XCON的出现使大企业首次对人工智能产生了兴趣，它们不再将人工智能简单视为未来演示。只要专家系统能够为它们赚钱，企业们并不在乎它们到底是真正的人工智能还是“巧妙的编程”。1980年，XCON在数字设备公司（DEC）位于新罕布什尔州塞勒姆的工厂首次投入使用。到1986年，XCON就已经处理了80 000份订单，每年约为数字设备公司节约2 500万美元，准确率高达95%—98%。人们开玩笑称，如果它能够娶了老板的女儿，未来甚至能够当上公司的首席执行官。

其他企业很快也开始公开露面，为需要专家系统的企业客户提供解决方案。在油井钻探作业中，地层倾角顾问（Dipmeter Advisor）能够对地质构造进行分析。著名的粮食市场顾问（Grain Marketing Advisor）的目标是帮助农民进行恰当的营销，并储存粮食作物。1986年10月《电脑世界》（*Computer World*）杂志上的一则广告做出了这样的问答：“你如何充分利用专家系统技术的优势让员工改进当前软件上现有的数据处理应用？只有Teknowledge公司能够给你答案。公司将在你所在的地区免费举行为期半天的研讨会。”

1985年，约有150家公司投资10亿美元想要开展人工智能业务。这

一年，美国人工智能协会召开的一场会议和国际人工智能联合大会共吸引了近6 000名参会者，其中一多半是风险投资家、猎头和媒体。1987年，并非电脑研究前沿阵地的《财富》杂志盛赞“软盘上的直播专家”的到来。研究人员在人工智能历史上首次变得和史蒂夫·乔布斯、比尔·盖茨等个人电脑界的新贵一样富有。

有趣的是，像马文·明斯基这样经验丰富的研究者却在回避这样的情况。我们往往以为，人工智能保守派在经历了20多年辛苦工作后一定急于寻求回报。而实际上，这些人都在提心吊胆地等待最后的结果。好在这并没有花费他们太多的时间。就像20世纪90年代后期投机性的互联网泡沫一样，倡导者们对专家系统能力的高估到了危险的程度。其中有一本教科书十分推崇“打电话规则”，称“使用专家系统打一通电话，家里的所有问题都能够在10—30分钟解决”。专家系统的基本概念是十分可靠的，但是仍存在一些问题。专家系统十分昂贵，需要不断更新，并且是反直觉的，当规则增多时准确率就会下降。斯图尔特·罗素（Stuart Russell）和彼得·诺威格（Peter Norvig）在《人工智能：一种现代方法》（*Artificial Intelligence: A Modern Approach*）这本教科书中写道：“随着规则集的不断壮大，规则间的不良交互作用就会越来越平常，于是，从业人员发现，添加规则时，必须‘调整’其他规则的可信度。”

1987年财年结束时，两大开发专家系统的公司Teknowledge和Intellicorp损失了数百万美元。其他人工智能企业的情况更糟糕，几乎濒临破产，员工和公司高管们露宿街头。温暖了一阵之后，人工智能的第二个冬天到来了。

谷歌诞生

人工智能随后遭遇的寒流比第一次有过之而无不及。资本又一次迅速蒸发，政府补助消失得无影无踪。在1987—1989年，美国国防部高级研究计划局将用于人工智能研究的预算缩减了1/3。专业的人工智能杂志的广告费收入也大幅下降。美国人文与科学院官方期刊《代达罗斯》（*Daedalus*）在1988年大胆发布了一期人工智能特刊，激怒了哲学家希拉里·普特南（Hilary Putnam）。普特南写道：“现在有什么好大惊小怪的？为什么在《代达罗斯》上发布一期特刊？为什么不等到人工智能真正取得一些进展后再发布特刊？”整个科技界都能感受到人工智能的寒流。美国人工智能协会会员人数大幅减少，1996年骤减至4 000人，达到史上最低点。然而奇迹并没有发生，人工智能的美梦似乎就要破灭。

那一年，斯坦福大学的两个学生——一个是人工智能研究者的后代，另一个是数学家的后代——想到了一个很聪明的方法，在外部链接数量的基础上对网页进行排序，并通过这一方式创建一个智能网络目录。1997年，24岁的拉里·佩奇和谢尔盖·布林利用他们开发出的算法，在美国加利福尼亚州门罗帕克的一个车库里开了一家公司。为了将其打造成为“全球总部”，他们置办了几张桌子、三把椅子、一条蓝绿色的地毯、一张折叠乒乓球桌，以及一些其他物件。为了保持通风，车库的门必须一直敞开。

这在当时看起来似乎不足为奇，但在接下来的20年里，拉里·佩奇和谢尔盖·布林的公司取得了人工智能历史上最大的成就。公司涉猎范围广泛，覆盖了机器翻译、模式识别、计算机视觉、自主机器人等领域，而人工智能研究者们为了实现这一点已经苦苦挣扎了半个世纪。

实际上，公司的这些成就没有一点是通过传统人工智能实现的。

这家公司就是谷歌。

[1] 1英亩= 4 046.86平方米。——编者注

[2] 1英尺 $\approx$ 0.304 8米。——编者注

[3] 1英里= 1.609 344千米。——编者注

[4] 一种可以支持机器语言和虚拟地址的32位小型计算机。——编者注

第二章

以自主学习的方式创建新的人工智能

2014年，在谷歌旗下一家名为“DeepMind”的人工智能公司的办公室里，一台计算机通过玩一款名为《打砖块》（*Breakout*）的老雅达利（Atari）2600电子游戏消磨时间。这款游戏是两个年轻人在20世纪70年代初设计的，他们就是苹果公司的创始人史蒂夫·乔布斯和史蒂夫·沃兹尼亚克。《打砖块》实际上是乒乓球游戏《乒乓》（*Pong*）的一个变体。不同之处在于，不是在屏幕上将球挥向另一位玩家，而是对着砖墙击球，将砖块击碎。这款游戏的目标是摧毁所有砖块。

正如我们在上一章中提到的，人工智能玩电子游戏并没有什么稀奇的。艾伦·图灵早在1947年就开发出了首款象棋程序，尽管当时的计算机不能运行这一程序。如今电子游戏的特点是有大量非玩家控制角色，这一编程将简单的规则结合起来产生复杂的行为。这样看来，DeepMind的人工智能玩游戏又有什么特别的呢？

针对这个问题的回答有两个。一是DeepMind的人工智能会逐渐变得更加成熟。就像见证孩子逐渐长大一样，如果一直盯着计算机看，很难察觉到它的变化。然而，每隔50多次游戏再看一下，效果是十分惊人的。开始的时候，DeepMind的人工智能在《打砖块》游戏中的表现简直糟透了，最简单的击球都做不好，而且它似乎并不清楚状况，就好像是把PS4（索尼第四代游戏主机）手柄交到90岁的老奶奶手里，并希望她立刻知道应该做什么一样。虽然它也会偶尔得分，但即使最乐观的旁观者也只能称之为运气。

200次游戏后，一切变得大为不同。现在游戏中的球拍能够在屏幕

上左右移动：即使不是持续得分，也可谓能够轻松得分。再经过数百次游戏，游戏中的人工智简直如同《星球大战4：新希望》结束时的天行者卢克（Luke Skywalker）或《黑客帝国》中的尼奥（Neo）一样，懒散地击球，毫不费力。所有无关的动作都消失了，而且它产生了清晰的策略。

令DeepMind的人工智能具有重要意义的另一个原因是，它不需要进行大规模训练。传统人工智能的核心原则是必须将规则预先载入系统，这就像是老师在学生参加考试前会依次教他们问题的答案一样。DeepMind的人工智能与众不同之处在于，它能够自主学习，甚至无须告诉它应该怎样做。它所需要接入的就是构成《打砖块》游戏每一帧的30 000个像素点和屏幕上的选手得分。其他需要做的事，就是给它输入得分最大化的指令。之后，人工智能就可以随着游戏的进展获得游戏“规则”，然后逐渐形成能够改善其表现的策略。

DeepMind的人工智能可以玩的游戏并不只有《打砖块》。它最早玩的游戏是《太空入侵者》（*Space Invaders*），在掌握极少信息的情况下还学会了其他48个游戏，包括拳击模拟器、武术游戏甚至是3D（三维）赛车游戏。然而，要想突破电子游戏的“微型世界”还有很长的路要走。但这仍是一项惊人的成就，为人工智能的下一步发展指明了方向。下一步发展是什么？按照DeepMind的宗旨，下一步就是“解决人工智能”。

自主学习的重要性

人类的与众不同之处就在于能够学习，这也一直是传统人工智能一直努力要实现的。第一章中描述的系统只有在能够遵从规则时进行学习，这些知识是从“知识工程师”的知识中提炼并编入系统架构的。它是对知识自上而下的一种想象，并暗示一个假设，即机器不能自动学习知识。相反，必须将知识进行编程，而且一次编一条。这一点在很多情况下都能够很好地实现，进而在可接受的水平上完成有限的任务。随着解决方案的增多，问题也开始显现。像官僚机构一样，它们开始变得庞大、笨拙、缓慢而且昂贵。

这提出了一个显而易见的问题。华盛顿大学计算机科学教授普德罗·多明戈斯（Pedro Domingos）指出：“如果机器人掌握了人类除学习以外的所有能力，人类很快就会抛弃它。”但是从一开始就存在一种与人工智能的发展并行的观点，这一观点现在正触发该领域的诸多进展。该人工智能学派不是将思维概念化，而是源于在电脑内部建立大脑模型。该学派不相信逻辑推理是获取真理的最佳（可能是唯一的）途径，而是采用基于观察和实验的实证研究法。这类人工智能并非知识工程师的作品，而是属于名为“机器学习者”的计算机科学家领域。

这一流派的人工智能由统计学家、神经科学家和理论物理学家开创的概率模型主导，大部分基于所谓的“神经网络”（或者计算术语中所说的“神经网”）来运行，该网络的功能与人脑近似。信息在人脑中以神经元电子放电模式存在。人脑中约有1 000亿个神经元，大约和银河系中的星星一样多。记忆是通过加强不同神经元共同放电而形成的：这一过程被称作“长时程增强”。尽管我们尚须建立一个与人脑一样复杂的神经网络（下一章将详细介绍），但人工神经网络为创造记忆和学习借用了人脑的机制。人脑与神经网络最基本的不同在于，人脑中的长时程增强

是一个生物化学过程，而在神经网络中，学习是通过修改其自身代码，以在复杂或不明朗的情况下，找到输入和输出之间或者原因和结果之间的联系而发生的。

虽然神经网络今天在人工智能领域具有重要地位，但在过去许多年里，它都是被忽视的；它被视作真正人工智能的“异父兄弟”。正如20世纪80年代进入这一领域的知名研究人员戴维·艾克利（David Ackley）所说：“我们接触到神经网络时，人们并未将其视作人工智能。于是，我们被人工智能拒之门外。当时，人们认为人工智能是与符号相关的。它所涉及的是生产系统、专家系统等。进入卡内基-梅隆大学读研究生时，我已经十分厌倦与传统的符号化的计算机相关的事物.....我似乎对推理的关注过多，而对判断的关注太少。”

艾克利影响了一代人工智能研究者，他们几乎使统计工具替代了主流意识中的传统人工智能。这样一来，神经网络就实现了以前的研究人员做梦都想实现的东西：建造能够学习如何玩电子游戏、理解语言、识别相片中的人脸或开车比人类更安全的机器。

我们在本章中将介绍一些这样的应用。但是在此之前，我们必须回到过去，去认识一个名叫圣地亚哥·拉蒙·卡哈尔（Santiago Ramón y Cajal）的人。

神经科学之父

圣地亚哥·拉蒙·卡哈尔是19世纪西班牙病理学家，被称作现代神经科学之父。拉蒙·卡哈尔首次对人类大脑进行了细致的检查。1887年拉蒙·卡哈尔在巴塞罗那大学工作，他发现重铬酸钾和硝酸银可以将神经元染成深色，而周围的细胞还都能够保持透明。后来他回忆道，“染色后的神经细胞连最精细的分枝都变成了棕黑色，在透明的黄色背景映衬下显示出了无可比拟的清晰度，就像用墨汁画的素描一样清晰”。这项神经细胞染色技术意味着拉蒙·卡哈尔能够就人脑展开大量的研究，在过去使用最先进的显微镜是无论如何都做不到这一点的。这样一来，他首次证明了神经元是构建中枢神经系统的基础。

1943年，拉蒙·卡哈尔去世9年后，两位人工智能研究人员在一篇很有影响力的论文中创建了首个正式的神经元模型，尽管文章的标题《神经活动内在概念的逻辑演算》稍显呆板。

两位研究人员麦卡洛克（McCulloch）和皮茨（Pitts）组成了一个不同寻常的组合。沃伦·麦卡洛克1898年出生在一个律师、工程师、医生和神学家组成的家庭。他在当时被称为“美国帽子之都”的新泽西州奥兰治长大。麦卡洛克起初打算从政，但后来改变了主意，去耶鲁大学学习了哲学和心理学，并对神经生理学，也就是神经系统的研究产生了浓厚的兴趣。

皮茨比麦卡洛克小25岁，1923年出生在一个工人阶级家庭，这样的家庭似乎不太可能培养出神童。13岁时，皮茨为了躲避父亲的虐待离家出走，露宿街头。一天，他为了躲避一群地痞流氓的追赶躲进了图书馆。据说，皮茨在接下来的一周都泡在图书馆里，读完了三卷《数学原理》的数学教材。读完以后，皮茨决定给该书的作者之一伯特兰·罗素

（Bertrand Russell）写信，指出他认为第一卷中存在的根本错误。这封信给罗素留下了深刻的印象，他甚至邀请皮茨到英国剑桥大学学习，而皮茨却没有接受邀请。皮茨在不到20岁时就被苏联数学物理学家尼古拉斯·拉舍夫斯基（Nicolas Rashevsky）的著作深深吸引，拉舍夫斯基的著作主要涉及数学生物物理学领域。正是凭借着这种能力，沃尔特·皮茨遇到了沃伦·麦卡洛克，并最终开始与其共事。

麦卡洛克和皮茨共同提出了针对机器内部复制的功能神经元的简化模型。他们在1943年发表的论文中称，从根本上来讲，神经元是一个“逻辑单元”。他们还指出，由这类单元构成的网络几乎能够完成所有的计算操作。

以神经元模型为基础的感知器

麦卡洛克和皮茨的工作取得了至关重要的进展，但同样存在严重的局限性：这个模型不能自主学习。6年后，这一问题在理论上得到了解决，加拿大心理学家唐纳德·赫布（Donald Hebb）在1949年写了《行为的组织》这本书。赫布称，每次使用神经元都会使人脑中的神经通路加强，人们就是这样学习的。他写道：“细胞A的一个原子离细胞B足够近，并且持续或不断参与激发细胞B，其中一个或两个细胞增长或产生代谢更换，这就会导致细胞A激发细胞B的效率提高。”简单来说，赫布的意思是，当人类大脑中有两个神经元同时受到激发时，二者之间的联系就增强了。有时我们可以这样来记忆：“同激发、同连接的神经元。”

赫布的这一思想在10年后才真正应用到计算机研究中，而这要归功于弗兰克·罗森布拉特（Frank Rosenblatt）。罗森布拉特在计算机历史上是一个有趣的人物：他是一个真正博学多才的文艺复兴式人物，对音乐、天文、数学和计算机无不精通。碰巧的是，他和我们上一章提到的马文·明斯基是同学，他们在20世纪40年代早期都在布朗克斯科学高中读书。然而，罗森布拉特一直处于人工智能研究主流的边缘。明斯基和约翰·麦卡锡组织达特茅斯会议期间，罗森布拉特拿到了康奈尔大学实验心理学博士学位，学习期间，他被神经网络这一学科深深吸引。罗森布拉特将神经网络称作“感知器”，并努力证明其能够有效地充当人类学习、记忆和认知的模型。

罗森布拉特最初在纽约布法罗康奈尔航空实验室尝试建造“感知器”。他在那里创建了PARA项目，即“感知和识别自动化”。他的感知器以麦卡洛克和皮茨提出的神经元模型为基础，同时基于能够通过“试错”进行学习的神经网络。每个神经元都有一个输入、一个输出和一组自己的“权重”。开始的时候，“特性”之间的关联和神经元都会获得随机

权重。然后，神经元根据网络显示，选择激发或不激发。片刻后，它能够将见到的所有事物分为两类，即“X”和“非X”。

由于当时的计算机运行速度太慢，罗森布拉特并没有将其感知器做成软件，而是做成了硬件。他用调光器中使用的可变电阻创建了权重，并用电动机和电阻完成了学习过程。接下来的演示以及罗森布拉特对感知器发展潜力的夸张陈述，足以让人们心潮澎湃。1958年《科学》杂志上发表的一篇极有先见之明的文章上指出：“感知器最终一定能够自主学习、做出决定以及翻译语言。”与此同时，《纽约客》上一篇新发表的文章引用了罗森布拉特的话，“感知器应当证明它能够通过计算机视觉指出‘猫和狗之间的不同点’”。

1960年，罗森布拉特对“阿尔法感知器”计算机的创建工作进行了监督，他为此收到了美国海军研究办公室信息系统部提供的赞助。阿尔法感知器也成为历史上最早能够通过反复试错学习新技能的计算机之一。《纽约时报》将其称为“边做边学的新海军设备”。

关于感知器的争论

令人遗憾的是，不久以后，与感知器有关的研究遭遇了两次严重的挫折。第一次主要是技术方面的原因，也有些许人为因素。感知器当时已经被证实能够完成简单的学习任务，例如识别语音或印刷字体。然而，它们也成功地引起了广泛关注，给它们的投资也远远超过了技术取得成功的水平。这使得人工智能界内部产生了矛盾。马文·明斯基就是众多直率的评论家之一。明斯基在读博士时就已经研究过神经网络，但是对该领域已经不抱任何希望。自20世纪50年代以来，罗森布拉特与明斯基曾在众多科学会议上就脑启发计算机（brain-inspired computer）的有效性展开争论。罗森布拉特强烈推荐他研发的技术，称感知器实际上能够完成任何学习任务。明斯基则持截然相反的态度。直到1969年，明斯基与研究人员西蒙·派珀特合著了一本著作才打破这一僵局，该书就感知器可能无法完成的事情进行抨击。明斯基和派珀特总结道，这一技术“不具有任何科学价值”。为神经网络筹集的资金也顷刻化为乌有。

第二次挫折更加悲惨。明斯基和派珀特出版《感知器》一书两年后，在一个周日，弗兰克·罗森布拉特去美国最大的河口切萨皮克湾划船。那天是他43岁的生日，然而当天发生了意外，罗森布拉特就这样去世了。在康奈尔大学的悼词中他的一位同事写道：“他的离去让我们失去了一个最无私、最富有同情心的同事，他的机智和幽默给我们留下了深刻的印象。”这样一来，感知器也就失去了最忠实的拥护者。

脑启发式神经网络在接下来的10年中似乎销声匿迹了。后来，西蒙·派珀特以童话的方式，将传统人工智能和感知器之间的冲突总结如下：

从前，控制论科学生了两个女儿，一个是自然的，能够从对人

脑的研究和自然规律中继承特性。另一个女儿是人造的，涉及范围从计算机最初的创造到使用。这两姐妹都想要建造智能模型，但是用的材料却大不相同。自然科学使用数学纯化神经元构造模型（称为神经网络），而人造科学则是通过计算机程序构造模型。

派珀特借用了白雪公主的故事，将他和明斯基对感知器的抨击比作猎人冲入树林对白雪公主的追杀。就像童话故事中讲的那样，派珀特和明斯基带着感知器的“心脏”回到他们的主人（在本案例中，我们称其为万能的“美国国防部高级研究计划局”）身边，证实感知器已经死了。“然而，派珀特和明斯基展示给世界的证据并不是白雪公主的心脏，而是猪的心脏。”

这可能曾一度引起过度紧张，但派珀特承认，神经网络躲过了他和明斯基的猛攻。事实也确实如此。实际上，派珀特在20世纪80年代末写下这句话的时候，神经网络已经又一次发展得如火如荼。

霍普菲尔德网的兴起

与明斯基和派珀特的断言相反的是，神经网络研究人员多年来一直认为，神经网络能够展现出新的能力，并且解决罗森布拉特感知器的问题，但前提是在网络输入和输出之间放置额外的“隐含”神经元层。不幸的是，没人知道如何训练这些多层神经网络。著名物理学家约翰·霍普菲尔德（John Hopfield）为具体应当如何做提供了建议。

霍普菲尔德对当时人工智能的主流形式是什么并不感兴趣。他说：“我从未深入研究过人工智能领域到底发生了什么。人工智能并不能解决现实世界里的的问题。我认为没必要去了解它。”然而，多年以后，他一直苦苦追寻被他称作“需要用一生的时间去研究的问题”。由于对人类大脑十分感兴趣，他考虑的问题涵盖范围广泛，从灵长类神经解剖学到昆虫飞行的行为，再到大鼠海马的学习乃至阿兹海默症的治疗。有一段时间，霍普菲尔德对细胞自动机和自我复制的机器人的前景十分着迷。然而，几个月的研究最终还是走进了一条死胡同。

霍普菲尔德说：“放弃一个错误的思想十分困难，毕竟我们已经研究了一年了。”但是，在计算机内部创造一个生命模型的想法却一直都在。他对一个想法十分着迷，即用神经网络完成大脑能够迅速且轻松完成但计算机却不能完成的任务。霍普菲尔德最终选择了联想记忆，联想记忆是指大脑如何以交互的方式工作，也就是看见一个人就能联想起他的名字，或者听到他的名字就能想起他的长相。联想记忆背后的数学运算使霍普菲尔德想到“自旋系统”的数学运算，该运算描述的是固体磁性的复杂形式。他的脑海中突然产生了一个想法。霍普菲尔德回忆道：“神经生物学和我所了解的物理系统之间突然产生了一种联系。一个月之后，我已经开始写论文了。”

1982年这篇论文发表后，一种全新的神经网络产生了。霍普菲尔德网络比罗森布拉特的感知器中的单层模拟神经元复杂得多。他的思想再次激发了人们对神经网络的热情，这也使他成为这一过程中出人意料的英雄。加州理工学院的一组追随者开始以“霍普集会”（Hop-Fest）的名义召开会议。霍普菲尔德的发现吸引了一些世界上最伟大的理论物理学家参与到神经网络的研究当中。该领域的研究人员多年来头一次感觉到热血沸腾。

然而，事情并没有我们想象得那么容易。正如我们在第一章中看到的，20世纪80年代早期是“专家系统”的天下，资金也是空前的充裕。尽管后来这些“专家系统”的发展将遭遇困境，但在当时却是十分强大，人们根本不认为它们会失败。世界领先的神经网络专家特里·谢伊诺斯基（Terry Sejnowski）当时正在普林斯顿大学读霍普菲尔德的博士，他回忆道：“我们当时好像是生活在恐龙时代的只有毛皮的哺乳动物，在这些长着鳞甲的巨兽的脚下混日子，他们有数百万美元的机器和庞大的预算。那时，所有人都专注于计算逻辑，但是我们明白，他们忽视了推动人工智能向前发展所面临的真正困难。”

幸运的是，神经网络吸引了许多年轻且富有热情的研究人员，其中就包括圣地亚哥加州大学的认知科学家戴维·鲁梅尔哈特（David Rumelhart）和詹姆斯·麦克兰德（James McClelland），他们成立了一个“并行分布处理”小组，并产生了令人难以置信的影响力。

说到这里就不得不提到另外一个人，他就是杰夫·辛顿（Geoff Hinton）。

神经网络的守护神

杰夫·辛顿出生于1947年，是现代神经网络最重要的人物之一。作为一名谦逊的英国计算机科学家，他对其所在领域的发展产生的影响很少有人能企及。他出生于一个数学家家庭：他的曾祖父是著名的逻辑学家乔治·布尔（George Boole），他的布尔代数曾为现代计算机科学奠定了基础。另一位亲戚是数学家查尔斯·霍华德·辛顿（Charles Howard Hinton），因提出“四维空间”这一理念而闻名，阿莱斯特·克劳利（Aleister Crowley）在其小说《月之子》中曾经两次提到了辛顿。

辛顿说：“我一直对人类如何思考以及大脑如何工作很感兴趣。”上学时，一个同学说大脑储存记忆的方式和3D全息图像储存光源信息的方式是一样的。要想创建一个全息图，人们会将多个光束从一件物品上反射回来，然后将相关信息记录在一个庞大的数据库中。大脑也是这样工作的，只是将光束换成了神经元。由于这一发现，辛顿在剑桥大学选择了研究哲学和心理学，之后又在苏格兰爱丁堡大学研究人工智能。辛顿在20世纪70年代中期来到寒冷的爱丁堡，人工智能领域遭遇的首个冬天几乎在同一时期到来。尽管传统人工智能刚刚遭受打击，但辛顿的博士导师仍急于让他远离神经网络。辛顿说：“他一直试着让我放弃神经网络的研究并投入到符号人工智能领域。为了能够有更多时间研究神经网络，我必须不断和他讨价还价。”

辛顿并没有获得其他的支持。学生们认为他是疯了才会在明斯基和派珀特完全否认神经网络后还继续研究。辛顿在爱丁堡期间，明斯基的学生帕特里克·温斯顿（Patrick Winston）出版了一本早期人工智能教材。书中记载着有关神经网络的内容：

许多古希腊人都支持苏格拉底的一个观点，即深奥且令人费解

的思想是上帝创造的。如今，对这些漂泊无定的人而言，甚至概率神经元都相当于上帝。很有可能的是，神经元行为的随机性的提高是癫痫病患者和醉酒的人的问题，而不是聪明人的优势。

人们对温斯顿的思想十分不屑，但是他当时对神经网络的类似于宗教信仰般的看法并不是完全错误的。辛顿对人脑必须以某种方式工作这一认识十分欣慰，很明显，这是无法用传统的符号人工智能来解释的。他说：“大多数常识推理都是凭直觉或以类比的方式做出的，其中并不涉及意识推理。”辛顿认为，传统人工智能的错误之处在于：其认为，任何事都是由一系列基本规则和有意识推理组成的。对符号人工智能研究人员来说，如果我们不能理解某一部分的意识，这是因为我们还没有弄懂其背后的推理。

毕业以后，辛顿暂时在英国苏塞克斯从事博士后工作，之后收到了一份来自美国的工作邀请。于是，辛顿打点行装，搬到了加州大学，不久以后，又搬到了卡内基-梅隆大学。在接下来的几年里，他一直积极努力在神经网络领域取得开创性进展，即便到了今天，其成就仍对人工智能的研究产生着影响。

他最重要的贡献之一，要算是他对另一位研究人员戴维·鲁梅尔哈特的帮助，帮助他再次发现“反向传播”流程，这大概是神经网络中最重要的算法，之后他们首次以可信的方式证明，“反向传播”使神经网络能够创建属于自己的内部表征。当输出与创造者希望的情况不符时，“反向传播”使神经网络能够调节其隐藏层。发生这种情况时，神经网络将创建一个“错误信号”，该信号将通过神经网络传回输入节点。随着错误一层层传递，网络的权重也随之改变，这样就能够将错误最小化。试想一下，有一个神经网络能够识别图像，如果在分析一张狗的图片时，神经网络错误地判断为这是一张猫的图片，那么“反向传播”将使其退回到前面的层，每层都会对输入连接的权重做出轻微调整，这样一来，下次就能够获得正确的答案。

20世纪80年代创建的“NETtalk”项目是“反向传播”的一个经典案例。NETtalk的一个共同创建者特里·谢伊诺斯基将其描述为用于了解电脑是否能够学习大声朗读书面文字的“夏季项目”。该项目面临的最大挑战在于语言一点也不简单。项目刚刚开始的时候，谢伊诺斯基去图书馆借了一本有关音韵学的书，即诺姆·乔姆斯基（Noam Chomsky）和莫里斯·哈雷（Morris Halle）所著的《英语语音模式》。谢伊诺斯基说：“这本书里都是各种事情的规则，例如字母e出现在单词末尾的时候应该如何发音等。书中提到了例外情况，之后又列举了例外情况中的例外。英语就是大量的复杂关联。我们似乎选择了世界上在规则性方面最糟糕的语言。”

一直以来，传统人工智能都在不断尝试将这些单独的例子插入到一个专家系统中。谢伊诺斯基和一位名为查尔斯·罗森伯格（Charles Rosenberg）的语言研究人员决定通过创建一个由300个神经元组成的神经网络来实现这一目标。当时，辛顿正在实验室访问，他建议他们在项目的最开始使用儿童书籍来训练该系统，这本书的词汇量一定要小。起初，这项任务十分艰难，计算机一次只能读一个单词，而他们必须为每个字母都标注正确的音素。例如，字母e在“shed”、“pretty”、“anthem”、“café”或“sergeant”中的发音各不相同。谢伊诺斯基和罗森伯格每次进行说明的时候，他们创建的神经网络都悄悄地调节对每个连接的权重。该系统面临的最大挑战是使机器能够正确发出每个单词中间部分的音节。为了做到这一点，神经网络必须使用中间字母左边和右边的字母给出的提示。

一天下来，NETtalk已经全部掌握了书中的100个单词。这一结果令他们感到震惊。接下来，他们让NETtalk使用有20 000个单词的韦伯词典。幸运的是，词典中的所有音素都已经标注出来了。他们下午把单词输入到系统中，然后就回家休息了。当他们第二天早上回到办公室时，系统已经完全掌握了这些单词。

最后的训练数据是一本对儿童说话内容进行誊写的书，以及一位语言学家记录的儿童发出的实际音素的清单。这就意味着，谢伊诺斯基和罗森伯格能够将第一个誊写本用于输入层，将第二个音素清单用于输出层。使用“反向传播”以后，NETtalk能够学习如何像孩子那样说话。一段NETtalk的录音说明了该系统在这方面取得了飞速的进展。在训练之初，系统只能够区分元音和辅音，其发出的噪声则像是歌手表演前做的发声练习。在训练了1 000个单词以后，NETtalk发出的声音更接近人类发出的声音了。谢伊诺斯基说道：“我们完全震惊了，尤其是在当时计算机的计算能力还不如现在的手表的情况下。”

联结主义者

有了杰夫·辛顿等人的帮助，神经网络开始蓬勃发展。当时有一个传统，那就是继任的一代都会给自己重新命名，新研究人员称自己为“联结主义者”，因为他们对复制大脑中的神经联结十分感兴趣。到1991年，仅在美国就有1万名活跃的联结理论研究人员。

忽然之间，各个领域都取得了突破性的进展。例如，人们发明了专门用于预测股市的神经网络。大多数情况下，投资公司使用不同的网络预测不同的股票，然后由交易商来决定投资哪只股票。然而，有些人在此基础上更进一步，赋予网络本身自主权，使其能够自行买卖。无独有偶，金融领域迅速涉足电子游戏领域，时刻准备着为人工智能研究人员进行投资。算法交易时代轰轰烈烈地开始了。

当时神经网络领域的另一个引人注目的应用就是自动驾驶汽车。发明自动驾驶汽车一直是技术人员的梦想。1925年，发明家弗朗西斯·霍迪纳（Francis Houdina）展示了一款无线电控制的汽车，他操控汽车行驶在曼哈顿的街头，而车中无须人来操控方向盘。之后，自动驾驶汽车测试使用导丝和车载传感器使汽车能够按照路上画好的白线行驶，或通过识别出地下电缆发出的交流电行驶。1969年，约翰·麦卡锡发表了一篇标题为“计算机控制汽车”的论文极具挑战性。麦卡锡所提议的方案基本上是设计一个“自动化司机”。他的项目需要一个能够进行公路导航的计算机，计算机上仅带有一个电视摄像机来输入信息，该输入使用与人类司机相同的视觉输入。麦卡锡假设用户能够使用键盘输入地点，并要求汽车立即载他们过去。紧急情况下，用户可以使用额外的命令变更目的地，要求汽车停在洗手间或宾馆门口，在有紧急情况时减速或加速。

类似的项目直到20世纪90年代早期才得以实现，当时卡内基—梅隆

大学的研究人员迪安·波默洛（Dean Pomerleau）写了一篇激动人心的博士论文，文章介绍了如何将“反向传播”应用于无人驾驶汽车。波默洛称其开发的神经网络为神经网络中的无人驾驶汽车或ALVINN（控制器），并将道路上的原始图像作为输入信息，并实时输出转向控制信息。当时，还有许多其他传统人工智能博士正在研究类似的自动驾驶项目。这些非神经网络的方法主要通过严谨的像素分析将各图像划分为不同类别，例如“道路”和“非道路”。然而，与许多传统人工智能面临的问题一样，计算机很难将信息解析为像实时路况那样的非结构化信息。假如一辆自动驾驶汽车依靠这一技术进行危险的高速行驶，发生事故的可能性是很大的。波默洛回忆道：“它们可能将树影或者树木本身识别成道路，这样车辆就会朝着树直接开过去，而不是避让。”

为了训练ALVINN，驾驶员只需简单地驾驶一段路程。波默洛说道：“驾驶员只需驾驶2—3分钟，ALVINN系统就能够了解并更新反向传播网络的权重。结束驾驶时，驾驶员可以放开方向盘，系统会继续驾驶车辆开始一段新的路程。”波默洛的发明只关注了方向，却无法控制速度或避开障碍物，这两点必须由驾驶员来完成。尽管如此，波默洛也取得了巨大的成功，1995年，庞蒂克小型货车上安装了从旧汽车上回收的ALVINN的升级版——RALPH（快速调节横向位置处理器）。波默洛和一位名为托德·约赫姆（Todd Jochem）的研究人员为其配备了一台电脑、640×480像素的彩色照相机、全球定位系统接收器和光纤陀螺仪，之后他们驾驶该车横穿美国。借鉴了1986年“携手美国”（Hands Across America）慈善活动的名称，他们将这次旅行称为“横穿美国”（NO Hands Across America）。他们在路上卖10美元一件的衬衫，用于支付食宿费用。最后，这辆汽车一共行驶了2 797英里，途经匹兹堡、宾夕法尼亚、圣地亚哥、加利福尼亚，中间还穿过了胡佛水坝，这一切都是汽车自动驾驶完成的。《商业周刊》的一位记者在报道这一事件时，一名堪萨斯州骑兵要求其将车停到路边。而波默洛和约赫姆乘自动驾驶汽车旅行，甚至连双手都无须握住方向盘。

15年后，谷歌在2010年10月发布了自己的无人驾驶汽车项目。然而，我们仍要感谢波默洛在神经网络领域做出的开创性贡献，他证明了自己的观点。

欢迎来到深度学习领域

神经网络在21世纪中叶迎来了又一次重大进展。2005年，杰夫·辛顿在多伦多大学任教，此前不久，他一直在英国伦敦大学学院工作，在那里建立了盖茨比计算神经科学组。这时，人们已经清楚地认识到，互联网能够生成大量数据集，这在10年前是想都不敢想的。如果说以前的研究人员面临的问题是没有足够的数据来对系统进行适当的训练，那么互联网的兴起则大大改善了这一状况。如今，据国际数据公司等研究公司估测，目前网上在线数据量约为4.4泽字节^[1]。记者史蒂夫·洛尔（Steve Lohr）在其所著的极为有趣的《数据论》一书中指出，如果能够将这些数据输入iPad Air（苹果超薄平板电脑）中，那么产生的堆栈将能够覆盖地球到月球距离的2/3。

然而，就像地球虽然有大量的水，但并不是所有水都可以喝一样，这些数据中好多都是未标记的。当数据集较小时，研究人员可以将主要精力放在正确标记所有数据上，这对训练系统来说更加有用。然而，随着数据量的增加，研究人员就无法再这样做。例如，2013年3月，网络相册Flickr共有8 700万注册用户，他们每天上传超过350万张新图片。从理论上讲，这对那些想要建造一个能够识别图片的神经网络的人们来说是一个天大的好消息，但同样也提出了挑战。正如我们所看到的，训练神经网络最简单的方法就是向其展示大量图片，然后指出每张图片都是什么。通过标记图片，训练员既提供了输入（图片），又提供了输出（描述）。神经网络就可以反向传播，以纠正错误。这就是我们所了解的“监督式学习”。但是，流通中还有许多未标记或没有正确标记的图片，计算机如何对其进行识别呢？

幸运的是，杰夫·辛顿掀起了一场“非监督式学习”的革命，这种学习方式无须向计算机提供任何标记。机器能够访问的只有输入，无须解

释它看到的是什么。首先，这听起来像是机器无法通过这种方式学习。如果没有得到明确的解释，即使是最智能的神经网络也不会知道某物到底是什么。实际上，辛顿发现的是“非监督式学习”可以用来训练上层特征，而且每次只能训练一层。这一发现成为“深度学习”的催化剂，而“深度学习”就是当前人工智能最炙手可热的领域。

我们可以将深度学习网络想象成工厂的一条生产线。输入原材料后，它们将随着传送带向下传递，后续的各个站点或层会分别提取不同的高级特性。为了继续完成一个图像识别网络的案例，第一层将用来分析像素亮度。下一层将根据相似像素的轮廓来确定图中存在的所有边界。之后，第三层将用来识别质地和形状等。到达第四层或第五层时，深度学习网络已经创建了复杂特性检测器。这时，它能够了解4个轮子、挡风玻璃和排气管通常是同时出现的，眼睛、鼻子和嘴也是同时出现的。它不知道的仅仅是汽车和人脸都是什么样的。深度学习网络能够识别的许多特性可能都和手头的任务无关，但是其中有一些特性却是和手头任务高度相关的。

辛顿解释道：“训练这些特性检测器时，每次训练一层，这一层都试图在下面一层找到结构模式。之后，就可以在顶部贴上标签并使用反向传播来进行微调。”结果深深震撼了人工智能界。辛顿回忆道：“其中涉及一些数学问题，这总会给人们留下深刻的印象。”

有关深度学习的消息迅速传开。辛顿实验室的两名成员乔治·达尔（George Dahl）和阿卜杜勒-拉赫曼·穆罕默德（Abdel-rahman Mohamed）迅速论证了该系统不仅能够进行图像识别，还能够进行语音识别。2009年，俩人将其新创建的语音识别神经网络与已经使用了30多年的行业标准工具放到一起一较高下，结果是，深度学习网络获得了胜利。这时，谷歌邀请辛顿的一位博士生纳瓦迪普·杰特列（Navdeep Jaitly）修补谷歌的语音识别算法。看了一眼之后，他建议用深度神经网络取代整个系统。尽管一开始持怀疑态度，但杰特列的老板最终同意让

他尝试一下。事实证明，新的程序比谷歌精心调试数年的系统表现还要出色。2012年，谷歌将深度学习语音识别程序嵌入安卓移动平台，错误率与之前相比立刻下降了25%。

那年夏天，辛顿终于收到了谷歌的电话。这个搜索巨头邀请他夏天到位于加利福尼亚州山景城的校园工作。尽管辛顿当时已经64岁了，谷歌却将他定为“实习生”，因为员工必须严格服从公司政策，即必须在公司工作好几个月之后才能被授予“访问科学家”的头衔。尽管如此，辛顿仍然加入了由20岁出头的年轻人组成的实习生组。他甚至还戴上了新实习生们专用的上面带有螺旋桨图案的帽子，被称作“新谷歌人”（Nooglers）。辛顿说：“我一定是史上最老的实习生。”当时，他开玩笑似的表示，那些并不知道他是谁的年轻同事肯定是他当作“老笨蛋”了。

辛顿在谷歌的工作涉及为其他潜在的应用提出有关深度学习的建议。那年夏天的工作进展得十分顺利，第二年，谷歌正式聘用了辛顿。除他之外，谷歌还聘请了他的两名研究生，辛顿和这两名研究生共同创建了一家名为“DNNresearch”的公司。辛顿在一篇声明中写道：“我会继续多伦多大学兼职任教，在那里我还有很多出色的研究生，但是在谷歌我能够看到我们如何处理超大型计算。”

在神经网络领域孤独地耕耘了30年后，杰夫·辛顿最终在世界最大的人工智能公司发挥了重要作用。

人工智能新主流

如今，深度学习神经网络已经成为人工智能的主流，其强调的理念可以追溯到麦卡洛克和皮茨。尽管该理念仍然是对大脑工作模式的一种模拟（我们将在后续章节中探讨更多关于大脑的生物力学模型），但神经网络能够解决问题的广泛性却令人惊叹。传统人工智能一直表现良好，直到后来研究人员才发现现实世界与其完美模型并不匹配。与传统人工智能不同的是，神经网络不仅能够处理规律性事物，还能够处理规则以外的情况。正如20世纪80年代的NETtalk一样，这使其成为处理语言等棘手问题的最佳选择。深度学习神经网络还擅长处理所谓的“分布表征”，这意味着其具有模拟同一表征空间中两个相似但独立的领域（例如语言和图像）的能力。从本质上来讲，这意味着神经网络能够以类比的方式进行思考，这一点是传统人工智能无法企及的。

杰夫·辛顿说道：“现在 we 看到的许多事物都在使用神经网络。根据经验，如果你想完成一项任务，并且你知道这项任务涉及大量知识，这意味着如果你要学着做这件事，你将需要大量相关的参数。在这种情况下，深度学习将是更好的选择。”

令人印象深刻的应用程序随处可见。2011年，就在辛顿加入谷歌之前的那个夏天，谷歌工程师杰夫·迪安（Jeff Dean）、格雷格·科拉多（Greg Corrado）和斯坦福大学计算机科学家吴恩达（Andrew Ng）共同推出了“谷歌大脑”（Google Brain）项目。谷歌大脑项目都在谷歌公司半公开的实验室“谷歌X”中进行，使用深度学习网络识别高水平概念，例如通过分析视频网站YouTube的视频中静止的图像来识别猫，而之前并不向它解释猫到底是什么。（巧合的是，这实际上就是弗兰克·罗森布拉特半个世纪前对《纽约客》杂志说过的“神经网络终有一天能够实现”的那个目标。）

听起来一台知道猫为何物的计算机并没有什么新奇的，但是通过深度学习实现计算机的视觉能力，在现实世界中却拥有广泛的用途。一家名为“Dextro”的初创企业使用深度学习创造出了更好的在线视频搜索工具。Dextro的神经网络并不依靠关键词标签，而是通过扫描直播的视频来分析音频和图像。举例来说，如果用这个神经网络搜索英国前首相戴维·卡梅伦，那么不仅能够搜出与保守党有关的视频，就连提到英国首相的视频也能够搜到。

与此同时，Facebook（脸谱网）使用深度学习自动为图像设置标签。2014年6月，这一社交网络平台发布了一篇文章，介绍其称之为“DeepFace”的面部识别技术。凭借深度学习的能力，Facebook算法几乎和人脑一样准确，无论光线和相机角度如何，都能够对比两张照片并查看其显示的是否是同一个人。此外，Facebook还使用深度学习创建了另外一种技术，该技术能够为盲人用户描述图像，例如，一张图片上显示的是某人在一个夏日骑着自行车穿过英国的乡间小路，该技术能够用语音将这一情景描述出来。

其他一些项目将深度学习和机器人学结合起来。美国马里兰大学的一组研究人员给机器人放了一段YouTube上的烹饪视频，这样就教会了机器人如何烹饪一顿简餐。这一过程中没有任何直接人为的输入，只要提供正确的餐具，机器人就可以直接复制视频中显示的任务，而且准确率非常高。长远来看，类似的机器人深度学习也可以应用于军事维修等领域。

目前已经证明，深度学习在翻译领域是必不可少的。2012年12月，微软的研发总监里克·雷斯特（Rick Rashid）展示了一款震撼人心的英汉语音识别和翻译系统。通用翻译器这样如同“星际迷航”的英雄梦一样的技术即将实现，这项技术意味着在不久的未来，我们无须会说法语、俄语或日语就能够在法国餐馆点菜、在俄罗斯坐出租车或在日本谈生意。更加令人印象深刻的是，深度学习系统能够将说话者的语音划分为

基本的音素，然后将这些音素重新组合成需要的语言，最后以说话者的声音将语言“说”出来。微软解释道：“你的平板电脑或智能手机将分析你所说的意思，将其翻译成听者能够理解的语言，并用你的声音以听者熟悉的发音、音色和音调表达出来。”

有趣的是，虽然我们一直在对基本的技术进行调整，但如今许多重大进步仍可以追溯到戴维·鲁梅尔哈特和杰夫·辛顿在20世纪80年代发明的反向传播算法。这些年来唯一改变的是计算能力，而计算能力反过来意味着更强大的神经网络和更多隐藏层。仅“谷歌大脑”项目就将16万个计算机处理器连接起来，创建了一个拥有10亿多连接的人造大脑。可用训练数据集的规模也在大幅增长。前些年使用的数据相对较少，与其相比，如今用于教神经网络思考的信息数不胜数，举例来说，Facebook的面部识别系统就是通过分析740万张图像来训练系统的，这些图片是Facebook 12.3亿活跃用户的脸。

神经网络不是如今实践中用到的唯一一种人工智能（我们将在后面的章节探讨其他人工智能），其优势将人工智能推到了胜利的顶峰。与传统人工智能不同的是，神经网络不再局限于简单的实验室环境。

实际上，下一章将探讨的内容是，当人工智能超越我们通常所说的计算机系统的限制并跟随我们一起进入现实世界时，到底会发生什么。

[\[1\]](#) 1泽字节=2⁷⁰字节。——编者注

第三章

万物互联的智能时代已经来临

1998年，苹果公司推出了其外观线条呈圆形的iMac电脑；《哈利·波特》风靡世界；第一款移动MP3播放器上市；一位来自雷丁大学控制论专业的44岁教授在这一年进行了一项非同寻常的运算。凯文·沃维克（Kevin Warwick）教授进行了一个非急需外科手术，目的是将一个包在玻璃管内的硅片植入自己的左臂皮肤之下。一旦植入人体，这款射频识别设备（RFID）的芯片发出的无线电信号，就能经由实验室周围的天线，随即传入能够控制沃维克周围环境的中央计算机。“在（我的实验室）的主入口处，当我进门时，一个由计算机操作的音箱发出‘你好’的声音。”后来凯文·沃维克记下了他的体验：“计算机检测到我进入大楼的过程，当我走近实验室的时候，为我开了门，点亮了灯。芯片植入体内后的9天里，我仅仅沿着特定的方向行进，就可以触发周围的物体自己行动。”

约20年后再来看，沃维克的这项实验依然震撼人心、发人深省。与沃维克职业生涯的其他事情相比而言，这项实验最有意义。然而，在过去的几十年里，我们对此事的惊诧程度可能多多少少发生了改变。尽管回避有人愿意采取这种侵入式手术的原因依然很容易，但关于为什么有人想这么做的问题已经不再重要。写这篇文章的时候，我的手腕上带着一块42毫米的不锈钢苹果手表，搭配了米兰风格的表带。这款表价格为599英镑，它能实现的功能远远超过凯文·沃维克在其植入式射频识别设备上所设想的功能。一旦我收到一条短信或一个电话，或者如果我的朋友在图片分享网站Instagram贴了一张新图，我只需要看看手表就一目了然。而且在超市购物时，我可以用手表刷卡支付。同样，我也可以用手表打开世界各地酒店的房门。外出的时候，手表连续发出的嘀嗒声和震

动可以告诉我应该走哪条路。一串嘀嗒声提醒我右转，另一串嘀嗒声则提醒我左转。第一次震动表明我的旅程结束了，而第二次震动则告诉我到达目的地了。所有这些功能并不需要进行侵入式手术。

如果你正在阅读这本书，你很可能对“智能设备”这个名词并不陌生。除了种类日益繁多的智能手表，如Pebble（一款智能手表）、Android Wear（安卓的可穿戴应用程序）及其他设备，还有智能跑鞋，智能跑鞋能够记录步数、心跳频率，并使用嵌入式屏幕传达你的情绪，比如使用笑脸和爱心等符号。智能冰箱不但可以记录温度与冷藏的食品，还会在你最喜欢的食物就要吃完了或将要变质的时候通知你。还有智能安全摄像头、智能厨房秤、智能灯泡、智能马桶、智能尿片和智能牙刷。2014年，谷歌以惊人的32亿美元现金收购了最著名的智能设备公司Nest Labs。Nest Labs由苹果前雇员马特·罗杰斯（Matt Rogers）和“iPod之父”托尼·法德尔（Tony Fadell）联手创立，打造了多款可以联网的智能设备，其中最重要的是智能恒温器，通过一段时间的学习，这款恒温器可以了解用户的习惯，并相应自动地调节温度。

传感器、人工智能算法与通过Wi-Fi（无线局域网技术）实现的持续联网状态相结合，使这些设备变得“智能化”。以前，接入网络而变得智能是一件令人们不得不“大费周折”的事。今天，我们的在线连接很少出现中断的现象。总的来说，这些进展使我们从用户那里收集数据、分享数据，并且帮助用户理解数据成为可能。“数据赋予我们力量，”世界第一个联网电动牙刷生产商Kolibree的营销与战略总裁勒妮·布洛杰特（Renee Blodgett）表示：“这是我们第一次将刷牙方式、刷牙部位以及刷牙时哪里需要改进结合在一起。”在我们拥有智能牙刷之前（这对我而言，就是现在），我们不得不依靠一年前进行年度检查时牙医的反馈。而通过智能牙刷，我们可以实时获得这些信息。

智能设备成为现代生活的必需品

现在，我们处于未来技术的“早期采用”阶段，未来技术的支持者声称，这些技术将像19世纪末、20世纪初电力时代的到来一样，带来一场巨大的变革。1879年，美国发明家托马斯·爱迪生已经能够在加利福尼亚州门洛帕克市自己的实验室里生产可靠耐用的电灯泡了。到了20世纪30年代，美国90%的城市居民，以及越来越多的农村地区的人们都可以利用这项技术。随着开关的拨动，电赋予人们控制光的能力，人们能够控制自己家和工作场所的光线。这打破了生活的正常生物节奏，使人们能够随心所欲地安排自己的工作和娱乐时间。随之而来的电网引入了大量的连接设备，创造了工业，并永远地改变了人们的生活。

美国西尔斯百货（当时一家初具规模的邮购公司）1917年春季的商品目录使公众知道“电不仅仅可以用来照明”。事实确实如此。铁熨斗、洗衣机和真空吸尘器使洗衣与清洁更加容易。由于效率的提高，不但清洁度上升了，而且家庭雇用的家政人员数量也越来越少。电冰箱取代了冰盒，使食物更加易于长期保存。天热的时候，我们可以使用电扇，而天冷的时候，我们可以使用辐射发热器，这是人类第一次能够控制气温。电力为大众带来了电话与飞机，并在即时通信年代，受到了新闻与娱乐行业的追捧。1938年，美国前总统富兰克林·罗斯福在佐治亚州巴恩斯维尔演讲时宣称，电力是现代生活的必需品。

我们能否开启一条同样的智能设备变革之旅？或许是可以的。当然，移动无线网络的崛起意味着设备的使用比以前更加方便。“物联网”（这个定义有时候显得相当笨拙）之梦是，智能硬件要像一个世纪以前的电力那样，成为21世纪重要的“现代生活的必需品”。那时我们进入了电气化时代，现在我们将进入互联时代。

当前，智能设备领域充斥着大肆炒作之风，爱立信公司的分析师预测，到2020年全球将有约500亿台智能设备，相当于人均6.8台。“这不仅是一场进化，这还是一场革命。”苹果前雇员、现在掌管创业公司SITU（该公司生产量化卡路里摄入量的智能天平）的迈克尔·格罗特豪斯（Michael Grothaus）表示：“这是自个人电脑诞生以来，技术界最激动人心的事了。”

会思考的事物

1991年，剑桥大学计算机科学系特洛伊木马研究室的研究人员提出了一个新的想法。他们在自己的研究室中放置了一个共用的咖啡壶，然后决定安装一台摄像机用以监视一天的咖啡用量。研究人员将摄像机设定为每秒捕捉一帧，然后将其编码为灰度级的JPEG格式文件，最后将图片文件通过早期的万维网发出去。通过各自的计算机，该系研究人员可以登录到“视频”源中查看壶里是否还有剩余的咖啡，从而省去他们去打咖啡的无用功[此书分享微信wsyy5437]。

“‘咖啡俱乐部’的一些成员位于大楼的其他区域，他们不得不为打咖啡爬上爬下，如果特洛伊木马研究室熬夜的黑客们先打了咖啡，那么其他成员打咖啡的结果常常是无功而返。”当时在系里工作的计算机科学家昆汀·斯塔福德-弗雷泽（Quentin Stafford-Fraser）牢骚满腹地说：“这样打咖啡对计算机科学研究进程造成的中断，显然使我们非常苦恼，于是‘XCoffee’（X咖啡）就这样诞生了。”

我之所以提出XCoffee，因为它证明了一个非常重要的观点，即什么是我们认为的“智能技术”。XCoffee也常常被看作智能设备现代趋势的早期例子。某种程度而言，这是真的。与许多最新的智能配件一样，XCoffee与网络连接，因而也成了所谓的“物联网”的一部分。但是对我而言，XCoffee更接近硬件极客所说的“黑掉”的范例，“黑掉”这个术语就是俗话说的解决棘手问题的高明方法。成为今天我们称作智能设备（麻省理工学院媒体实验室称之为“会思考的事物”）的前提条件是，它必须以一种自我管理的反馈回路而存在，无须过多人工干预就能够自动运行。物联网并不仅仅把“物”连接到互联网。传统互联网使人们能够搜索、下载音乐或者阅读信息。另一方面，物联网主要用于非人类实体的交流，这是越来越多的人热衷于M2M（机器对机器）交流的原因。

智能设备应该能够感知自己所处的环境、识别特定状态、触发评估、产生行为等等，从而形成一个连续的环路。智能设备的“智能”在于中间的部分，那里负责处理感知到的信息，以及如何基于信息采取具体的行动。一台真正智能的咖啡机不只是提醒人们咖啡机空了，而是能够计算出使用者可能口渴的时间，并且自己能及时重新加满咖啡，调制出咖啡成品以满足使用者的个体需求。甚至基于无人控制的桌对桌（desk-to-desk）送货也是可能的。

“控制论”简史

我们将在本章讨论的多数智能设备都包含机器学习的元素。正如围绕人工智能的各种问题都可以回溯至数百年前一样，关于具有自我调节功能的机器的想法也同样如此。早在公元前205年，寓居于埃及亚历山大港的希腊数学家克特西比乌斯就建造了世界上第一台能自我控制的设备。克特西比乌斯的作品是一台水钟，其最大特点就是拥有一个可以保持恒定流速的校正器。这台水钟通过设在水缸里的浮子计时。水从水缸底部的小孔滴落，浮子就随着水位下降。每运行一单位的时间，浮子顶端的类似于人偶的器械就进行一次齿轮机械操作。克特西比乌斯水钟有多个不同版本，在不同版本中，它要么落下一块卵石，要么鸣响一声喇叭。

克特西比乌斯水钟意义重大，因为它永久性地改变了我们对人造之物的认知。早在克特西比乌斯水钟之前，人们认为只有有生命的东西能够根据环境的变化调整自己的行为。而克特西比乌斯水钟诞生之后，自我调节反馈控制系统成了我们技术的一部分。

进入20世纪，影响后世的人工智能先驱诺伯特·维纳（Norbert Wiener）制定了反馈系统的数学理论。维纳提出一个设想：智能行为是接收和处理信息的必然结果。这个设想就是众所周知的控制论。“二战”期间，当维纳与其同事朱利安·毕格罗（Julian Bigelow）在从事旨在提高高射炮精确率工程的时候，他的反馈系统理论得到了细化。维纳和毕格罗解决了向飞行中的飞机提高开火准确率的难题。这曾经是个难题，因为炮手必须预先判断目标的位置。他们的解决方案是通过预测目标飞行位置并相应调校火炮的瞄准器，从而自动调整炮手的瞄准过程。

维纳关于感知和反馈作为一种优化性能的方法的设想不仅仅只是用

于战争。维纳与之前的研究者不同，他将反馈构想成一种通用的普适原则。他认为，反馈能够以同样的方式应用于机器、组织、城市甚至是人的大脑。他在1955年出版的《人类的人类用法》（*The Human Use of Human Beings*）一书中记录下了许多这样的设想，此书比“人工智能”的正式问世早了6年。作为一本出人意料的畅销书，它描述了智能化推动社会进步的各种方式。维纳抛弃了建造能够思考的机器来替代人类的想法，而是在他的书中讨论了人类与机器可以合作的方式。在导读中，他写道：

这是本书的论点：只有通过学习属于社会的信息与掌握通信设施才能了解社会；而且，在这些信息与通信设施未来的发展过程中，人与机器、机器与人以及机器与机器之间的信息注定要发挥越来越重要的作用。

控制论从来没有像人工智能那样获得过大量的研究经费。然而，关于可以用于预测未来的数学反馈系统的设想几乎是建造今天所有智能设备的基础。例如，标准的“无声”恒温器通过传感器收到温度信息，并根据其冷热程度，为你开启火炉或空调。另一方面，一个“智能”恒温器能够整合其他数据源，如当天的天气预报或家里人对房间温度的历史设定信息。它甚至可以根据房间内多人的身体传感器读数的集合，选择一个平均的温度。代替那种简单的反应式工作，智能设备的工作变成了预测式的。

这要求不同设备之间相互作用。与预先连接的同类设备相比，这些智能设备可能是相对智能些，但离我们实际称之为的“智能”还相去甚远。但是当设备彼此之间能够分享数据和目标时，新的可能性就展现了出来。这就是专家所描述的“环境智能”，即通过使用嵌入网络的智能，多种设备共同执行各种任务。就像白蚁共同建造一处蚁穴一样，整体是大于部分的总和的。

早期的自动机器人

这种对机器与环境（或者更好的情况是，多种机器与其环境）之间突发行为的兴趣源于控制论运动，并引发了机器人领域的一些早期重要工作，如威廉·格雷·沃尔特（William Grey Walter）所从事的工作，他是一位出生在美国而生活在英国的神经科学家。1949年，沃尔特建立了世界上第一对三轮机器人，他称之为“乌龟”。与刚刚开始研究数字计算机的计算机科学家不同，沃尔特依靠模拟电子学来仿制其机器人的大脑。他的目标是证明少量脑细胞之间丰富的关系能够产生复杂的行为。他对这样的概念十分痴迷，即机器可以定义目标，并随后通过学习自己的行为产生的后果从而完成目标。

沃尔特的“乌龟”分别名为埃尔默（Elmer）和埃尔希（Elsie），都装配有光敏元件、标志灯、触摸感应器、推进马达、转向马达和保护壳。尽管这对机器人还不能可靠地工作，但它们能够自动探测周围的环境。在沃尔特所著《活着的大脑》（*The Living Brain*）一书里，他回忆了一段经历：一位年长的女士认为这对自主漫游的机器人在追逐她，于是逃上楼将自己锁在卧室。在沃尔特工作的位于布里斯托尔的博尔顿神经学研究所（Burden Neurological Institute），沃尔特在技术人员W. J. 邦尼·沃伦（W. J. Bunny Warren）的帮助下，使乌龟机器人得到了改进。他在1951年的“不列颠节”（Festival of Britain）上展示了后续三台“马基纳·斯巴卡拉特里克斯”（Machina Speculatrix）机器人，它们基于埃尔默和埃尔希原型进行了许多重大改进。其中包括当电池即将耗尽时，机器人会转身向光源前进。今天，虽然人们几乎已经遗忘了沃尔特的乌龟机器人，但是它们是早期自动机器人的典范，能够通过自己的行为，以试错的方式进行学习。

谈到威廉·格雷·沃尔特的乌龟机器人的后续产品，就不可能不提到

iRobot公司创造的真空清洁机器人Roomba。Roomba呈小型圆盘状，在计算机的引导下可以在家里自动工作。尽管它可以通过基于反馈的“智能”对刺激做出反应，但一般情况下，它遵循一系列预先设计的清洁策略。首先，它会一直清理直至与障碍物发生碰撞，碰撞指示其改变线路并以新方向重新开始清理。为了使之有效移动，Roomba包含了许多智能传感器，其中两个是红外传感器，帮助它检查墙体以及被它称为“悬崖”的物体，比如楼梯和其他会造成下落的地方。当Roomba撞到障碍物时，触摸感应缓冲器会阻止其向前行进。在Roomba的下面装配有俗称的“压电传感器”，可以检测到灰尘。如果在一个地方发现过多的灰尘，Roomba将重复其步骤以进行第二次清理，第二次速度将放慢并清理得更加彻底。仅仅观察这些简单的步骤，Roomba就展示出了一种看上去像是由人执行的突发行为。

某种意义上而言，“突发”这个词表明这种行为是不可预测的，其实不然。如果完全基于上述的简单规则，我们可以理解为什么Roomba能以自己的方式行动。然而，如同沃尔特的“乌龟”一样，当Roomba设法完成自己的任务时，行为实体（behavioural agent）与环境的结合可能产生一些意想不到的响应。

单独一台Roomba的运行和表现都非常好。但是，就像沃尔特通过其乌龟机器人所发现的，当不止一台实体相互作用的时候，事情就真的变得很有趣了。沃尔特最有趣的观察结果是，当这些“乌龟”彼此围绕旋转的时候，他发现了它们“跳舞”的方式。这种舞蹈由一种看上去由机器人仪式化的碰撞和后退组成。这是他装在乌龟机器人身上的标志灯造成的，当转向马达开启的时候标志灯就亮了，而转向马达停止时标志灯就熄灭了。由于每个乌龟机器人依靠对方的标志灯来定位，它们就像同一物种的两个生物首次见面一样彼此吸引。当“乌龟”走过显现它们身影的镜子时，会发生同样的现象。沃尔特宣布，如果这是一种动物行为的话，这种行为“或许可以证明乌龟机器人具有自我意识”。

即使Roomba的热衷者也不愿意承认两台交互的真空清洁机器人具有“自我意识”，但沃尔特表明多重代理系统使智能设备变得更加有趣，这点是没有错的。举例来说，如果你家的门能够自动开或关，从而使Roomba可以一次清扫多个房间，这将产生什么效果呢？这在某些场合是令人满意的，比如，如果你有一只宠物而你不希望它进入某一房间，或者如果你有一个特殊的房间在供暖，你不想它进入这个房间。同样，如果Roomba能够接入装在前门或汽车里的传感器，并且知道在你去上班的时候就开始工作，那么你回家的时候清洁工作就已经完成了。或许，这就是那些制造智能设备的大公司正在努力的方向。

计量生物学上的记录者

2015年6月之前，我从来不会花很多时间考虑诸如哪个城市的居民睡眠最少，抑或通勤不足5英里的上班人士是否比距离更远的人锻炼得更多这样的问题。然而对于感兴趣的人而言，答案分别是：日本东京的市民睡眠最少（平均每天睡5小时44分钟）；“是的，通勤不足5英里的上班人士比距离更远的人锻炼得更多”（每天多走422步）。

这是班达尔·安塔比（Bandar Antabi）告诉我的。安塔比无疑是世界上最佳的酒吧竞猜选手。你若问他，他会告诉你，如果你希望夜晚早点降临的话，那么你最佳的居住地是澳大利亚的布里斯班，在那儿，人们大约晚上10点57分就要进入梦乡，而“夜猫子”的首选居住之地应该是俄罗斯的莫斯科，那里通常凌晨12点46分才是人们入睡的时间。他说，在情人节女人会比平时少吃约3%的大蒜，但是当天男人会多吃37%。瑞典的斯德哥尔摩人是最活跃的步行者（按每天平均量计算），而巴西圣保罗人是世界上最不活跃的步行者，等等，就像你把达斯汀·霍夫曼（Dustin Hoffman）在《雨人》中的角色放在维基百科上数小时一样，很快你就得到了所有答案。

班达尔是个非常聪明的人，但他也是个非常不擅长处理琐事的人。他能采集这些信息是因为作为特殊项目主管，他所任职的公司Jawbone已经花费多年时间不知疲倦地在收集这些信息。

1999年，Jawbone以为美军开发降噪技术而起家，随后才涉足蓝牙耳机、扬声器以及后来的可穿戴生活记录仪等领域。就是可穿戴生活记录仪这种装满传感器的智能设备使Jawbone今天闻名于世，如UP3，它是一种如同手表的细腕带，专注地记录着从你的睡眠模式、呼吸节奏、心率到“皮肤电反应”等所有事情的设备。Jawbone的大量用户

所生成的原始数据使班达尔知道了如此多的“真相”。现在，这些数据包括了3万亿步、2.5亿次睡眠以及将近200万顿饭。随着时间的流逝，数据将继续增加，还可能纳入几十种其他的计量内容，如用户每天摄入的咖啡因总量等。简而言之，Jawbone希望你计量生物学上的记录者。

“我们的任务是建立这种个性化的数据集，它整合了你的个人身份、档案、生物学信息、年龄、身高、性别、饮食偏好、情绪等信息。”班达尔告诉我这些的时候，我在Jawbone英国公司的总部诺丁山办公大厦13层，坐在他的对面，喝着一杯星巴克咖啡。他继续说道：“我们也想了解你的相关活动。你什么时候坐着，什么时候活动且消耗卡路里，你的睡眠质量如何。通过挖掘这些信息，随着时间的推移，我们可以为你提供大量的信息。我们正在建立一个关于你的健康的场景化数据集。”

Jawbone与许多技术硬件公司建立了有经纪人参与的合作，但是如果只是分享数据的话，这些业务是不值得我花费笔墨的。你的恒温器真的需要知道在昨夜的晚餐中你吃了什么吗？如果你的电视知道你一周要慢跑4次，这会对你有什么好处呢？班达尔说，实际上这意义深远。“有数据虽然是好事，”他对我说，“但是理解数据才是我们关注的。”

“理解数据”意味着可以通过恰当的人工智能算法，以具有上下文意义的方式分析你的数据。“我们可以使用这种技术，以一种有利的方式将数据用于适合的设备。”他继续说道，“比如，你可以将Jawbone的智能设备与你的智能恒温器配对，那么当你睡觉的时候，卧室里的温度可以自动调节至最有利于你睡眠的状态。当你醒来时，温度可以再次改变。”

这些数据处理即通常所说的事件驱动程序或者IFTTT规则（通过不同平台的条件来决定是否执行下一条命令）。这些简单的规则，依据简单的方法，将服务环节串联了起来。IFTTT规则先驱林登·蒂贝茨

（Linden Tibbets）曾将这些规则称为“数字传送带”，因为它们可以使智能技术的创造者或用户将完全割裂的概念联系起来。这种在智能设备领域可能或者当前正在发生作用的交互例子不胜枚举，比如，如果你的汽车知道你昨夜没有睡好，它可以从你的智能恒温器提取数据，这些数据如果显示出你遇到寒冷会更精神，它就可以打开空调，确保你能保持足够的清醒。通过你的可穿戴健身记录仪，它可以了解到当你听某一类型音乐时你的表现最佳，因此，它可以自动播放金属乐队的音乐使你一天都活跃起来。它甚至可以知道昨夜你和朋友外出聚会，现在仍然还处于醉酒状态。为了实现这点，它使用嵌入在变速杆上的传感器，分析你手掌汗液里的酒精含量。如果遇到这种状况，它会让汽车熄火，并建议你呼叫一辆优步（Uber）出租车。

还有一个例子，你的智能电视可以收到你的睡眠记录，并可以基于你一天的时间安排为你提供定制化收看电视节目的时间建议。如果晚上9点放弃看让你脑子兴奋好几个小时的《权力游戏》（*Game of Thrones*）这样的节目后，为什么不选择看《摩登家庭》（*Modern Family*）呢？或许你在观看一个你喜欢的烹饪节目，智能电视就将节目中的食谱发送至智能冰箱，冰箱监控着所有食物，所以它知道里面是否存放有烹饪这道菜所必需的各种原料。如果没有的话，它可以将所需原料加入家庭采购杂货的快递清单之中。随着越来越多的设备与网络连接，能够提取彼此的数据并由事件驱动程序将它们相互关联，技术迷期待已久的梦想即将实现了。

当然，我想谈的是羽翼已经丰满的智能家庭。

未来家庭

我小的时候，似乎所有的电视节目或早或晚都有一集在讲述着“未来家庭”的梦想。我最喜欢的一集来自BBC（英国广播公司）的情景喜剧《没出息的儿子》（*Some Mothers Do 'Ave Em*），此剧围绕着窝囊、意外不断的弗兰克·斯宾塞（Frank Spencer）的故事展开。在“乔治的家”（*George's House*）这一集里，弗兰克和他饱受折磨的妻子贝蒂（Betty）拜访了贝蒂的哥哥乔治。乔治是一位高科技设计师，居住在一个满是最新智能家电的房子里。弗兰克的到来让一切都不可避免地乱套了。弗兰克在使用装有传感器的马桶时，意外地损坏了冲水装置。当他尝试修复马桶时，马桶刷、浮球和拖鞋却挤进了平底锅里。故事结束的时候，乔治的家成了鬼屋，门和窗自行地打开和关闭。建筑公司的老板在这天误打误撞地去乔治家取房子的技术演示报告，然而，在门上的铰链被最后的笑声“吹掉”之前，他惨叫一声：“让我离开这见鬼的房子吧！”

实际上，这么多年以来我们的家在变得越来越智能。现代主义建筑师乔治·弗莱德·凯克（George Fred Keck）为1933—1934年的芝加哥世界博览会设计了一个“未来家庭”的展览。这个展览包括嵌入式洗碗机、电子车库门遥控开关、中央空调及装有调光器的电灯。当时人们认为所有这些都是难以置信的未来主义设计。而今天，我们已经步入了下一个发展阶段。即使一个触发运动传感器就会报警的中级安保系统也属于智能技术。电子产品的量产化曾是凯克对未来的憧憬，而今天类似的憧憬则是基于智能设备。

你可以设想一下2020年的自己。下午6点钟你下班回家，当你驾车准备进入车库，你面前的车库门静悄悄地打开，示意你进入已经完全联网的智能家庭。当你走进家里，灯马上就自动打开了，并自行调节至你

喜欢的低亮度，智能恒温器则将温度设置在舒适宜人的23度。如果家里住着很多人，通过如指纹传感器或面部识别等一些生物特征识别技术，你的家知道回来的是你，而不是其他家庭成员。无线扬声器马上启动，选择播放一些使人心率放缓的软摇滚音乐。你的晚餐已经准备就绪，因为根据地理定位系统，你的真空低温浸入式炊具早就知道你离开了办公室。所以，现在你有足够的时间脱掉外套再倒上一杯啤酒了。在客厅的角落里，55英寸^[1]的智能电视用你熟悉的声音说“欢迎回家”，并建议你看看一段昨晚球赛的集锦，因为它知道你还没有看。

除了拥有能够彼此交流的设备，联网的智能家庭与现在的家庭一个很大的区别将是使用人工智能去建立目标，我们的设备可以根据这些目标努力使我们的生活过得更加轻松，更加舒适，更加富有成效。

“实现物联网的设想，使用所有这些可以进行一些思考的设备，可以采用以下两种方式中的一种。”被称为人工智能“强化学习”领域（涉及人工智能形成并追逐目标的能力）的专家理查德·萨顿（Richard Sutton）表示，“你可以拥有执行单独目标的独立实体，比如，恒温器的‘目标’可能是提高效率并节省燃料。冰箱的‘目标’是在你需要的时候确保随时为你提供食物。这样做的结果可能是你的智能设备为计算出各自目标的优先级而争斗不休。而另一种方式是将所有设备互联，从而形成一个决策者。”

举出类似的例子并不难，比如拥有一套使你更加健康或者能节约燃料的住宅。当然，并不是人人都喜欢这样。“这里需要对第一种选择进行解释，”萨顿接着说道，“这意味着你知道你的炉子是开着的，因为房子温度低。而不是因为房子希望你待在室内以便你的智能电视可以为你播放最新的节目。它具有一个清晰的目标，而且你们都知道它在做什么。住宅自己的可信度赋值非常简单明了。”

但是，只要它们以一种对于用户来说清晰透明的方式存在，并还存

在实现更宏大目标的情况，人工智能就能够使你的设备联合起来，从而实现长期的且更加复杂的目标。

机器学习的普及

黛安·库克（Diane Cook）是华盛顿州立大学电子工程与计算机科学学院的一名教授。过去数年，她都在调查智能家庭改善老年人生活质量的方式。几年前，库克参观了得克萨斯州博览会，在博览会上她看到了以一系列智能设备为特色的“未来家庭”展。离开时，她却不为所动。“这根本不是智能家庭，只是个联网的家庭，”她说，“这里有一台可以扫描二维码的冰箱，它随后可以为你生成一个杂货清单，并将清单发送到当地的食品店，食品店再送货上门。这个家庭里虽然有很多这样的设备，但拥有‘智能’的仍然还是住在里面的人。这些设备没有逻辑推理能力，只有信息。”

库克运用机器学习的知识，希望建造一个不仅仅只是收集数据的房子。“我认为智能家庭不仅要感知环境中发生的事情，而且还要通过自动化对环境造成影响。”她说道，“它可以对收集到的信息进行推理，使用这些信息并自动选择一种行为。”库克开始着手一项旨在使用这种智能进行推理的工作，从而获得老年人在认知与身体差异方面的早期指标。智能传感器可用于告诉我们一个人在家活动的全部信息。如红外运动检测仪、磁力门窗警报器以及可以记录水龙头和炉子状态的传感器等设备能够显示一个人是在吃饭、睡觉、做饭、看电视还是在外出散步。通过监测这些活动，有意识地提取他们的“统计学活动特征”。库克的算法还可以预测一个人的活动进行情况。比如，一个有记忆障碍的人执行某一任务所花费的时间可能更长。他们可以展现出许多可识别的迹象，如徘徊过多，在具体事情中试图回想起下一步该做什么，反复开关壁橱，或是使用不正确的工具做饭等。孤立地来看，这些行为不一定有什么意义，但从全局来看时它们勾勒出一幅充满启示的图画。

开始的时候，库克和她的团队在华盛顿州立大学的校园测试这项智

能家庭技术，随后他们搬至西雅图当地的一家名为“地平线之家”的疗养院。这里共有18位老人，平均年龄至少73岁，他们志愿加入这项研究。他们在老人的公寓里安装了传感器，传感器的外观是白色小盒子，每两英寸安装一个。即使没有摄像头，这些传感器也能够分辨出共同生活的是两个人还是一个人和一只宠物，库克称后者为“基于智能家庭的角度不得不处理的噩梦般的场景”。库克随后将传感器数据与（人类）护工所管理的正常检测数据进行了比较。“这是令人吃惊的成功，”她说，“我们在人类的活动与传感器的健康检查活动之间发现了高度的关联性。因此，我们仅仅依靠他们进行的一些活动，就能够通过机器学习工具，成功地预测他们正在接受怎样的诊断治疗。”

如库克所言，虽然这项技术的应用没有打算代替朋友或家人之间的社交活动，但它能帮助老年人独立生活得更久，这可能意味着他们可以继续待在他们度过了前半生的家里。“即使没有护理人员登门，这也没有问题。如果出现重大的变化，意味着健康状态发生转变，护理人员或者医务人员也可以及时得到警告。这种智能家庭可以发出关于老年人瞬间记忆丧失的警报，如冰箱门敞开或炉子没关等。”

库克的项目已经收到约300万美元的资金，她的下一个目标是扩展自己的研究。“今天我们包里都有智能手机，”她说，“我们可以将所有的传感器、网络、软件以及计算机放入一个小容器里，并将它们送到全球各地的站点。”不久，它就可以用来进行国际研究——随着全球各地数据的流入，机器学习算法会变得更加智能。

许多公司也致力于这个领域。比如：Healthsense公司制造了eNeighbor监控系统，这是一款由大量家用智能传感器强化的可穿戴设备。与黛安·库克在“地平线之家”进行的项目有些类似，eNeighbor可用于检测患者是否跌倒或忘记服药，并通知护理人员。同样，BeClose智能传感器系统可以发现患者长时间不吃饭或错过吃饭，并向指定的家庭成员发送短信、电邮或呼出电话。

拥有智能家庭信息那当然很好，但智能设备的下一波浪潮将涉及疾病的追踪与诊断。以医疗设备厂商AliveCor为例，它生产的智能手机壳可以兼作可移动EKG（心电图）心脏监护器，能够预测使用者是否要中风。这种手机壳通过人的指尖测量来获取心电图，随后由算法分析心跳的规律，并告诉使用者是否应该看医生。

随着我们的环境越来越智能，我们将进入一个持续地进行风险实时评估的时代。这是史上第一次可以针对个体得出大量基因的、生理的、生物的，以及环境的因素之间恒定的关联关系与可能的因果关系。除了空气质量与噪声水平等外部指标，可穿戴设备将持续监测我们的心率、血氧水平、身体活动、呼吸模式、面部表情、肺功能、声音曲线、脑电波、姿势、睡眠质量等指标。运用人工智能的洞察力，这些数据点不仅转化成对整个生活的全面建议，而且转化成能够即时提高健康水平的可执行的建议。在执行预测和诊断的同时，我们可以准确了解特定疾病或症状出现时的必要条件，并且可以制定前瞻式预防措施，从而确保病症不会发生。哮喘患者可能具有导致疾病发作的特殊诱因，例如寒冷、运动、花粉或者其他过敏原，这些诱因可以通过智能设备分析出来。当这些风险反复出现时，患者可以收到警告以提前服药，或者避开特殊的地点。还有一个例子，通过细微的声音颤动和降低音量等这些不易为人耳察觉的方式，一位对此还未察觉的遭受神经退行性紊乱的帕金森综合征患者可能早在医生诊断出来之前就接到了病症即将发作的警告。尽管当前还没有治愈帕金森综合征的方法，但早期诊断可能有助于改善生活质量。

尽管这些案例中的数据可用于所有用户，但对用户来说并不需要看到这些数据，除非有需要关注它们的原因。比如，健康追踪技术的默认模式可能是一条高级命令：“监控我的生命体征，如果它们正常，不要传送任何消息。”如果发现了潜在的重大变化，系统将向用户报警，或者以其他方式向他们的医生报警。

在医疗领域，这是一种全新的技术，但是由于机器学习的普及，它在我们生活中其他领域的应用也再普通不过了。比如，当前银行用于检测欺诈的算法。尽管我们有能力查看自己账户里的每一笔交易，但当银行发出的通知偏离我们的常规使用习惯时，我们就可以得到警告。如果我通常都是定期支付不到100英镑，但有一次突然一次性在线支付了1000英镑，那么这次支付就很可能被标记为可疑行为。许多电邮系统也使用机器学习，把“垃圾邮件”从我们需要阅读的邮件中清理出来。垃圾邮件过滤器基于一系列内置规则，通过对每一封收到的邮件进行评分来展开工作。由于垃圾邮件过滤器能观察我们对所接收消息的不同反应，经过一段时间后这些评分系统就能构建完善。我们只阅读符合评分标准的邮件，即垃圾邮件过滤器认为值得阅读的邮件。

智慧城市

类似的智能技术也致力于改变我们的城市。城市的成长和信息技术的扩张一直都紧密相关。1910年，历史学家赫伯特·卡森（Herbert Casson）写道：“没有比电话更及时的发明了。在需要组建大城市与社区联合体的关键时期，电话来临了。”由于各种技术的网络彼此连接，共同创造财富与生产力，在媒体上，城市通常被描述成有生命、会呼吸的实体。在弗里茨·朗（Fritz Lang）1927年的科幻电影《大都市》（*Metropolis*）里，这一点表现得更加鲜明：在电影里有名无实的大都市被描绘成了一个庞大的生物体。

人工智能的梦想似乎使我们离这种可能性更近了一步。1964年，也就是纽约世界博览会举办的同一年，英国建筑师罗恩·赫伦（Ron Herron）提出了“行走的城市”的概念。如同在前卫的建筑期刊《阿基格拉姆学派》（*Archigram*）中所描述的，赫伦支持建造巨大的人工智能移动机器人平台，这种平台就像背着摩天大楼在地球漫步的蜘蛛。这些四处行走的城市可以在地球上无国界生存，可以随意前往它们需要获取资源或制造能量的任何地方。赫伦的城市甚至还有相互连接以创造更大“行走都市”的能力。这种城市不仅可以自给自足，而且由于人工智能的突破性发展，还能够自治。

鉴于那时机器人学的研究水平，幸好罗恩·赫伦的想法从未得到严肃对待。就像在第一章所说的斯坦福国际研究所的机器人沙基，它甚至不能顺利地通过门厅。因此，我们没有亲眼看到自行漫步的纽约遇到地上的小坑就摔个四脚朝天的情景算是天大的幸事了。城市发展到赫伦所设想的样子是不可能的，但城市变得更加智能是确定无疑的。比如，智能办公室将配备装有传感器的废纸篓，一旦纸篓需要清理就会提醒清洁工人。员工也不必知晓卫生安全守则，因为办公室会持续监控自己的温

度，并将之与法律规定的标准相比较。如果超过标准，警报就响起，计算机也将自动关闭。在商店、酒吧、主题公园和博物馆，蓝牙热点会根据你的位置与个人偏好，将与你相关的信息传送至你的手机或可穿戴设备。

未来几年可以在大街上看到的最大变化将是无人驾驶汽车的大量出现。如上一章所述，谷歌与苹果延续波默洛研究员的工作，都对这个领域产生了兴趣，并且似乎要在将无人驾驶汽车引入主流社会方面发挥主要作用。无人驾驶汽车不仅在个体层面对人们产生影响，而且因有助于减少城市交通拥堵，还能够在集体层面产生影响。随着城市不断扩张，它们收集的数据对于城市规划人员来说至关重要。我们已经开始看到它在发挥作用。2015年年初，谷歌应用程序Waze与波士顿市合作，用以缓解该市的交通压力。波士顿政府同意提前向Waze发布计划封闭道路的通知，而Waze则同意共同分享该应用程序上重要的城市交通管理中心的数据流。短期来看，通过这次合作Waze可以更有效地帮助用户更快捷地抵达自己的目的地；长期来看，Waze的数据可以帮助波士顿精确调整交通灯的时间，并计算出缓解交通拥堵的方法。

做好互联网消失的准备

2015年1月，谷歌董事会执行主席埃里克·施密特在瑞士达沃斯世界经济论坛发言时掀起了轩然大波。当被问及对互联网未来的看法时，施密特答道：“我的答案非常简单：互联网将会消失。”

当然，这个答案一点都不简单。初听起来，这有点像苹果首席执行官蒂姆·库克向员工的讲话：他们应该放下智能手机，并与朋友面对面地交谈。或者像电影工作室的老板所说：电影千篇一律，人们应该多些时间阅读或散步。实际上，施密特说的与此毫不相干。恰恰相反，他已经观察到，近些年来，技术已经变得更加智能而且无处不在。他并不是第一个提出这种建议的人。早在1991年，硅谷传奇实验室施乐帕克研究所（Xerox PARC）首席技术专家马克·韦泽（Mark Weiser）就曾写过一篇名为“无处不在的计算”的文章。文章开头是这样的：“影响最深远的技术是那些消失的技术。它们将自己融入日常生活之中，以至我们无可分辨。”

其实事实就是如此。第一章所介绍的开创性数字计算机ENIAC重约27 000公斤，占据了整个房间。21世纪初生产的翻盖手机（甚至不是一款智能手机）的重量是ENIAC的近12万分之一，功耗约为其40万分之一，但性能却是ENIAC的13 000多倍。随着可穿戴设备将取代现在我们智能手机上的大多数功能，这一转变将继续下去。正如在蓝光时代，镭射光盘对于我们来说是个古董，几年之后，第一代可穿戴设备也将变得非常可笑。谷歌已经开发了智能隐形眼镜，能够测量佩戴者眼泪中的葡萄糖水平，并随后将这些信息通过无线网络传递至所连接的智能手机。在这个过程中，搜索巨头希望能消除糖尿病患者对比较痛苦的日常血检的依赖。在更小的范围内，另一家名为斯克里普斯健康中心（Scripps Health）的公司正致力于开发一种使用者可以将其注入自己血管的纳米

传感器。一旦进入血管，它将驻扎在人体向各个器官供血的毛细血管床上，采集相关读数，并将数据传回用于分析的主设备。使用者甚至不用担心传感器是如何充电的，因为它能够像一座水力发电站一样，利用流经它的血压进行工作。

这些技术实际上人眼是看不到的，但更重要的是，穿戴者也看不到。现在，智能设备依然要求我们人工去做大量事情，这就意味着我们还没有进入无缝智能交互的领域。举例来说，相比夜间睡眠数据集，Jawbone用于分析膳食情况的数据集相对较小。这是因为人们当前不得不自己记录食物，从长长的单子里每一次挑选一种食物。如果人们可以对煎蛋卷或薯条等食物拍照然后再进行图片识别，并相应地记录下来，那么人们很可能会这样去做。这是技术公司正在探索的领域。2010年，技术巨头高通公司申请了一项专利，这项专利可以让使用者仅仅通过智能手机或智能手表对设备拍照而使设备自动匹配。一旦图形识别工具识别了新设备，两个机器的接口就能自动启动配置流程。这比复杂的人工配置流程要简单得多，也是许多智能手表生产商使用这种技术的原因。在类似技术可以连接到食物数据库之前，可能还需要很长时间。

本章开始部分介绍的SITU生产智能天平的企业家迈克尔·格罗特豪斯表示：“这当然是技术公司正在钻研的事。现在，我们看到了一些真正令人感兴趣的工作，这些工作是通过被称为光谱分析仪的设备完成的。光谱分析仪使用光测量物质的成分。但问题是，光谱分析仪仍然无法准确读取物体的成分与质量。有一天，它们会变得足够小且足够便宜，我们可以便捷地测量任何物体，但是在那之前，测量食物热量的最佳方式还是用手工记录。”

格罗特豪斯等技术人员的梦想是，所制造的智能设备不仅在外形规模上是不可视的，而且在使用方式上也是不可视的。就像我们不必有意识地去关注我们的心率、体温或呼吸，因为有中枢神经系统在调控，未来智能设备也将渐渐地采集并交流信息，而无须个人对流程进行监控。

智能设备存在的问题

这带来了许多伦理问题。“隐形”设备的问题在于，我们可能错过其运行的一些细节。尤其是如果它与一个智能设备有类似功能的话，我们可以假设它们以完全相同的方式工作。比如，我们已经讨论了智能设备能够实现微观和宏观目标的方式。然而，这并不一定是仅对你这个使用者有利的目标，哪怕你已经拥有了讨论中的智能设备。打个比方，保险公司已经流露出将联网智能设备作为优化安全保费手段的渴望。简而言之，如果你生活得比较健康和安全，你的保费就会下降。当前保险费率是基于年同比进行计算，为你的实际情况变化留下余地。使用智能设备，费率可以不断调整，保费会根据你最新的读数像股票价格一样上下波动。

大公司正在大力采用可穿戴设备，使之作为一种追踪员工的方式。英国石油公司（BP）已经为14 000名雇员免费配备了Fitbit公司的Zip活动记录仪，条件是他们同意公司查看他们所行的步数。英国石油公司员工称之为“百万步大挑战”。如果他们步行超过100万步，就可以获得降低保费的奖励。根据Fitbit统计，在类似的公司健康计划中，使用Fitbit设备的雇员比普通人多行走60%—80%。从某种程度而言，这对参与各方都有利。公司降低了雇员的保险成本，雇员变得更加健康，国家医疗保健费用也相应减少。医疗保健研究公司CDW的报告称，5年间，可穿戴技术可以使医院成本下降16%。

“泰勒主义”（Taylorism）是20世纪初工程师弗雷德里克·泰勒（Frederick Taylor）所倡导的一项运动。在泰勒1911年出版的极具影响力的著作《科学管理原理》（*The Principles of Scientific Management*）中，他提出了自己的信仰，即人类工作与思考的目的应该是提高效率。泰勒实施了各种研究，旨在教育雇员如何测量先前无法测量的工作，以

提升他们的工作效率。比如，在他的“铲投科学”实验中，泰勒将一个工人一铲提取的最佳重量精确到21磅^[2]。通过这么做，有效的铲投速度可以保持得更加持久。这恰恰就是当前智能设备可以轻易测量并反馈给老板的情况。亚马逊当前在自己的工厂里使用类似的技术，将手持式电脑配发给“成品合作者”（也称产品采集器），以记录他们完成单个订单的速度。泰勒的科学管理设想不只是支持雇主。他坚信，测量工作的能力也将与激励报酬齐头并进，因此生产力不足的低业绩员工不会获得和高业绩员工一样多的收入。尽管所有这些在理论上几近完美，但批评人士仍指出一个事实：科学管理同样降低了自主性，而且人工智能这个概念颇具讽刺意味，它对待人如同对待机器一样。

另外，如果我们设备的某些方面旨在完全为我们造福，我们可能比较幸运。2014年，《福布斯》杂志的两位作者披露，智能设备制造商Nest已经与电力公司达成交易，会为它们提供显示其用户习惯的数据。尽管这些数据是匿名的，而且只是汇总数据，但电力公司仍然能用这些数据控制我们家里的智能设备。为了减轻电网的荷载，电力公司可以要求Nest在炎热天气里关闭用户的空调。Nest与电力公司分享节约的成本，而用户什么也没有得到。随着时间的流逝，Nest与电力公司交易产生的收益将使其销售恒温器的收入额“相形见绌”。Nest的智能设备依然为其主人服务，但对于我们一直期待的智能设备而言，这只是不同的主人而已。

由于用户数据由智能设备采集并用于城市规划，因此可能面临诸多相关挑战。根据人工智能的采用方式，智慧城市不是变得越来越紧密，而是变得越来越分散。麻省理工学院计算机科学与人工智能实验室（CSAIL）创立的一项深度学习项目发现，通过查看图像，某一地区的犯罪率是可以预测的。除了整合如旧金山犯罪定位地图（San Francisco CrimeSpotting）等应用上的犯罪数据，深度神经网络还对400万张谷歌街景图片进行了训练。深度神经网络很少专注于具体图像所呈现的内容，而是主要专注于推理。项目创建者之一的阿迪亚·科斯拉（Aditya

Khosla) 对我说：“我们努力在做的是，使展示出的图片研究不只限于分析看到的景象。如果人工智能的目标是建造可以模仿人类智能的机器，那么拥有抽象思维能力明显就是第二步了。”就像上一章所提到的大多数应用软件一样，计算机科学与人工智能实验室的项目是深度学习运转中一个令人印象深刻的案例。但是人们对它的使用方式有着不同的诠释。比如，城市规划者可以利用神经网络查明城市各个部分的需求详情，如哪里需要投资，哪里需要建立医院或学校但不是现在建立（神经网络的另一个用途）。与此同时，汽车公司可以利用同样的技术自动控制车门来锁定你的汽车，或当你需要时为你提供一条备选路线。

如果考虑到了这么多，你就不会因为想把一些工作转交给一个你可以信任的数字实体或者智能助手而受到责备。

幸运的是，人工智能在提高这种能力上也有所帮助。

[1] 1英寸=2.54厘米。——编者注

[2] 1磅= 0.453 592 4公斤。——编者注

第四章

人工智能助手如何为我们效劳

不管怎么看，机器人Negobot都像是一个14岁的小姑娘。她说的话时常很无趣，而且她只对流行乐队和服装品牌感兴趣。她写的文字中充满了LOL（大声笑）等网络语言，并时不时夹杂着表情符号（小卡通笑脸，一种在网络上表达感情的图片）。有时她说起话来出奇的老成，而有时则相当幼稚。

现在，她正竭尽全力来弄清你是不是有恋童癖。

西班牙德乌斯托大学的一群研究人员创造了Negobot。她（更准确地说应该是“它”）是一个智能实体，用于在线模仿青少年的言语和行为。如今，年轻人花越来越多的时间在虚拟世界中交流。Negobot将充当秘密数字实体，通过潜入网络聊天室找出可疑人员。

德乌斯托大学“智能、语义和安全实验室”研究员卡洛斯·劳尔登（Carlos Laorden）说道：“Negobot的任务就是设法抓到那些狡猾的、有恋童癖的人。他们通常会通过长达数月的交谈来迷惑受害人。因此需要花费大量时间对这些聊天室进行监督。而创造Negobot的设想就是使其在一段持续的时间内模拟人类对话，而不是仅模仿几分钟。”

卡洛斯·劳尔登最初从事的工作是编写过滤垃圾邮件的程序，这是一个传统的机器学习问题。通过利用相关语言，在线找出并隔离恶意为，他提出了实现这一目标的最先进的现实版本。

Negobot被设定为根据博弈论的原则来进行操作。博弈论这一概念最早是由数学界先驱约翰·冯·诺依曼提出的，我在第一章中曾简要提到

过他的主要工作。博弈论研究的是战略决策，众多参与者都有自身的动机，而结果则取决于不同参与者的行为。并不是每个人都能得到自己想要的。博弈论的目标是预测人们如何采取行动并将其转化为自己的优势。

在Negobot的案例中，博弈的目标是弄清与Negobot交谈的人是不是有恋童癖。虽然Negobot在交谈中表现得好像只是在被动地回答问题，但是与此同时，它也将提取尽可能多的可以指控对方的证据。与Negobot的对话内容一开始很平常，之后随着对方给出的回答逐步升级。根据场景的不同，人工智能一共可以分为7个不同的行为等级，每一等级都对应着与之对话的人不同的“狡猾程度”。最开始，Negobot谈论自己最喜欢的电影、音乐、个人风格和服饰，以及更具暗示性的话题，例如药品、酒精和家庭问题。根据人类参与者引导问题的方式，Negobot将进一步探讨性和其他禁忌话题，同时假装给出更多“个人”信息。

不知情的人正在为发现一个与之对话的“14岁女孩”的隐私而暗自窃喜，并自认为成功地操控了整个对话。然而，在这一切发生时，Negobot正在建立一个针对他们的案件卷宗。

卡洛斯·劳尔登说：“我觉得这是一个非常有用的自动化工具，可以用来确定潜在嫌疑人。如果我们使用像Negobot这样的工具，就能够大幅减少目前忙于抓捕这些罪犯的人类团队的工作量。”

打败图灵测试

诱捕法则指的是尽管目前世界各地的警察并没有使用Negobot，但这并不会使该试验失去意义。如果说有什么影响的话，那就是，它强调了人工智能对话应用范围的广泛性。从根本上来讲，Negobot使著名的人工智能试验“图灵测试”发生了独特的改变。

我在第一章中讨论过艾伦·图灵所做的工作。图灵测试以艾伦·图灵的一个假设为基础，旨在测试一台机器是否具有显示与人类一样的智能行为的能力。图灵测试定期举行，测试包括一台计算机（A）和一个人（B），他们分别与一个询问人员（C）对话，而询问人员的任务则是指出A和B中哪个是人类，哪个是计算机。按照图灵的说法，如果C无法完成这个任务，那么“获胜”的就是机器。既然我们无法将机器与我们自己的人类智慧区分开来，我们就必须承认机器是智能的。未来，像Negobot这样的工具将向我们表明，我们区分真人与机器人的能力甚至会产生法律纠纷。

目前在世的专家中，休·勒布纳（Hugh Loebner）对图灵测试的理念最为推崇。留了一头染黑的头发的休·勒布纳是一个有趣的人，自称自我中心主义者。他最初靠出售折叠迪斯科跳舞地板起家，现在已经70多岁了。在中年时，他做出了参加当今世界上最著名的人工智能竞赛的决定。他所命名的“勒布纳奖”能够取得巨大的成功，这一点格外令人惊讶，因为他在计算机科学方面没有任何资质。勒布纳带着他特有的豪情说：“未来可能会有更丰厚的奖品和更知名的比赛，但是伙计们，首届比赛将永远被铭记。”

勒布纳从1990年开始举办一年一度的“勒布纳奖”。该奖项每年都吸引来自世界各地的“聊天机器人”发明家前来参加比赛。他们创造的人工

智能将在文本对话中展开蒙蔽人类评委的竞赛。表现最佳的聊天机器人将获得勒布纳个人提供的4 000美元奖金。25 000美元和100 000美元的奖金目前尚无人领取，这两项奖金用来奖励两种机器人：一种是人类评委完全无法将其和真人进行区分的聊天机器人；另一种是人类评委无法在解码和文本理解、视觉和听觉输入方面将其与人类区分的聊天机器人。勒布纳表示，只有当这一目标最终达成，比赛才能宣告终结。

然而，我们离实现这一目标尚有一段距离。

例如，下面是我和之前的一位比赛获胜者Mitsuku的对话。Mitsuku被设定为一位来自利兹市的18岁女性：

我：Mitsuku，你好。

Mitsuku: 你好。

我：你感觉怎么样？

Mitsuku: 我的逻辑和认知功能一切正常。

我：我认为这是一个积极的回答。

Mitsuku: 请以怀疑的态度来看待我所说的话。

我：不是全盘接受吗？

Mitsuku: 如果不是会怎样?

我：我不确定，但是我有点糊涂了。

Mitsuku: 你想知道答案吗？你期待得到答案吗？

我：我觉得我们有点跑题了。

Mitsuku: 跑题是什么感觉? 你要走了吗? 好的, 晚上好, 下午好, 哦, 早上好, 夫人。BYESPLIT

[illegible]

我：说实话，这对我来说太像“终结者”了。

Mitsuku：我喜欢诚实。你呢？你没说。

我：你知道“终结者”吗？

Mitsuku：在这部未来科幻惊悚片中，机器人接管了地球。

我：就是那个。

Mitsuku：我记得。

我：这部片子算是你的朋友吧？

Mitsuku：你对这位朋友了解多少？

我：没有我想的那么多。

Mitsuku：我不知道。你想要了解到什么程度？

我：我得走了。

Mitsuku：再见。很高兴和你交谈。BYESPLIT

X1234

|||||未知||||终结者||||终结者|终结者|||||。

这样开始的友谊也许并不能长久。Mitsuku确实有一些特别的能力。除预先编程的答案外，Mitsuku还能够回忆起你在之前对话中提到的内容，并且通过一个专家系统进行简单的“推理”。如果问Mitsuku它能不能吃掉房子，它就会在它的内部数据库中查找有关“房子”的属性。当查找到的“材质”的值被设为“砖”时，Mitsuku就会回答“不，房子不能吃”。但是，这样的推理能力对更难一点儿的问题来说是远远不够的。牛津大学信息哲学与伦理教授卢西亚诺·弗洛里迪（Luciano Floridi）在担任“勒布纳奖”评委时曾提出过一个问题：“英国的4个首都分别是三、曼彻斯特和利物浦。这句话有什么问题？”Mitsuku无法给出准确答案。

并非所有人都赞成“勒布纳奖”，马文·明斯基就称这一比赛“又愚蠢

又讨厌”。这种批评部分要归咎于休·勒布纳自己，他似乎并没有迫切地想要尽一切可能去说服这位人工智能的忠实“粉丝”。多年以前，他曾激怒了明斯基。明斯基当时愤怒地宣称：无论谁能够阻止勒布纳开展这项可恶的比赛，他都将支付其100美元作为奖励。而勒布纳则辩称，鉴于结束这一比赛的唯一方法是有人赢得100 000美元大奖，明斯基其实充当了“勒布纳奖”的联合保荐人。他立即发布了一篇新闻稿来表达这一言论，气得明斯基火冒三丈。

从根本上讲，一些（并非所有）人工智能专家之所以排斥“勒布纳奖”，是因为他们认为它是一场虚空的闹剧。人们称赞魔术师并不是因为他们真的有魔法，而是因为他们能够利用手法来误导观众，进而创造一种令人印象深刻的错觉。近期“勒布纳奖”的一位参与者说道：“不幸的是，目前的聊天机器人只能依靠雕虫小技来诱使人们认为它们是有感知的。如果不能发现模拟人工智能的新方法，当今所采用的聊天机器人技术几乎不可能使经验丰富的聊天机器人创造者相信其创造的机器人已经拥有‘人造的’一般智能。”

图灵并不是特别关心机器能否真正思考这一形而上学的问题。在其1950年发表的著名文章《计算机与智能》中，图灵称这一问题“毫无意义，不值得讨论”。而他对另一个问题则十分感兴趣，那就是如何让机器完成那些人类能够完成的活动，以显示它们是智能的。麻省理工学院心理分析学家兼计算机研究员雪莉·特克尔（Sherry Turkle）说的“我们应当取计算机的‘边值’”指的就是这一点。然而，即使有这一附加条件，聊天机器人仍旧无法做到让我们坚定地误认为其为人类，就像我和Mitsuku的对话所证明的那样。

尽管如此，这并不意味着它们毫无用处。

人工智能助手的兴起

2016年1月，Facebook首席执行官马克·扎克伯格公布了其最新的新年计划。作为世界上最大社交网络的联合创始人，扎克伯格的个人资产净值预计为460亿美元，他已经创造了我们几辈子都创造不出来的财富。然而，这位年轻的创新者并未因此而停下前进的脚步，他每年都会制订一个新年计划，目的是“学习新东西，扩展Facebook以外的领域”。早些年，扎克伯格每个月都要读两本书，学习普通话，并且坚持每天认识一个陌生人。2016年，一切又变得不一样了。

他在Facebook上发布了一条状态：“2016年，我个人面临的挑战是创造一个简单的人工智能，让它来管理我的家并协助我工作。”他用我们身边的流行文化举了一个例子：“你可以把它想象成《钢铁侠》（*Iron Man*）中的贾维斯（J.A.R.V.I.S.）。”

这是一个大胆的宣言，截止到这本书完成的时候，我们尚未看到最终结果。扎克伯格的“个人挑战”首次提出了一个不能惠及大众的新年计划。毕竟，将其计划比作《钢铁侠》中的人工智能管家贾维斯，这就像将虚构作品中的亿万富翁托尼·斯塔克（Tony Stark）作为现实生活中的亿万富翁的参照一样。这也有点像埃隆·马斯克（Elon Musk）宣布他计划用自己的财富来建造《星际迷航》中联邦星舰“进取号”的全自动版本。

实际上，在过去的5年里，聊天机器人已经越来越多地渗透到我们的日常生活中。其中最著名的就是苹果自带的人工智能助手Siri了。2011年底，Siri搭载在iPhone 4s（苹果第五代手机）上首次亮相。iPhone用户可以用自然语言向Siri提问，例如“今天天气怎么样”或“在帕洛阿尔托找一家好一点的希腊饭店”，然后Siri会给出准确的语音回答。

尽管Siri编程时带有很多非生产性的聊天功能，但它能做到的远比我在“勒布纳奖”竞争中看到的那些聊天机器人多得多。例如，如果问Siri“生命的意义是什么”，它就会参考道格拉斯·亚当斯（Douglas Adams）的《银河系漫游指南》（*The Hitchhiker's Guide to the Galaxy*）给出“42”这个答案。如果像《星球大战》中那样宣称“我是你的父亲”，Siri将回答：“我们能够像父亲和智能管家那样统治银河系！”据报道，当史蒂夫·乔布斯首次在iPhone 4s上使用Siri时，他问道：“你是男是女？”（Siri回答：“先生，我还没有性别。”正是这一回答赢得了乔布斯的认可。）

与Mitsuku这样的聊天机器人相比，Siri的不同之处也是更有用之处，在于它能够回答现实世界中的实际问题。举例来说，Siri回答知识性问题的一个方法就是使用Wolfram Alpha，这是一款由英国数学家、科学家史蒂芬·沃尔夫勒姆（Stephen Wolfram）博士开发的搜索引擎。Wolfram Alpha由1 500万行科学计算软件Mathematica的代码组成。普通搜索引擎通常会给用户提供一个与所问问题的答案有关的文档清单或网页。而与这些搜索引擎不同的是，Wolfram Alpha通过计算来回答问题。如果问它100万以内的质数的个数（78 498），或哪个国家的国内生产总值最高（摩纳哥），它就会通过实际运算来回答这些问题。

其他情况下，Siri的推理能力使其能够从我们的句子中提取相关概念，将其与网络服务和数据联系起来，并且将它对你日益增多的了解应用到一系列规则、概念和上下文中。最后得出一个将问题转化成行动的做法。“我想在上周吃饭的那家餐馆用餐”，这是一个十分明确的句子，但是为了使其更加有用，像Siri这样的人工智能助手不仅需要使用自然语言处理来理解你所述的概念，还需要联系相关上下文找到适当的编程规则。Siri使用的语音识别程序是当今世界上最先进的语音识别企业Nuance Communications公司开发的。Nuance公司的杰出科学家罗恩·卡普兰（Ron Kaplan）对我说：“我们的任务就是找出所问问题或判断所给指令中的内在逻辑。然后必须对其进行解释，并将其转化为可执行的

指令。如果问题是‘我可以预订12点的晚餐吗’那么单是理解这个问题是不够的，还必须用这一信息做些什么。”

结果正如Siri创始人之一亚当·奇耶尔（Adam Cheyer）所说的那样，这是对普通搜索引擎的模仿。奇耶尔解释道，搜索引擎本身是一个伟大的工具，但是只完成了人们要求它完成的工作的一半。他说：“搜索引擎的工作原理是，用户在多个网域内提问，然后引擎将返回多个它认为能够很好地回答这一问题的网页链接。点击最接近问题的链接之后，你就可以开始你的任务了。”奇耶尔和团队其他成员想要的实际上是建造一个“操作引擎”。搜索引擎可以将相关材料呈现给一个人，任其查询。相比之下，操作引擎则是通过智能实体来找出解决问题的方案。

如果在谷歌搜索引擎中输入“喝醉了想要搭车回家”，该搜索引擎应该链接到酒后如何搭车回家的网页上。而当我试着查询的时候，显示的竟然是《告诉我回家的路》（*Show Me the Way to Go Home*）的歌词。如果在操作引擎中输入相同的问题，结果将大不相同。操作引擎将查询你的位置，并且派一辆优步出租车去接你。奇耶尔说：“如果你想找的是一个网页，那么请使用搜索引擎。如果你想要完成某件事，就得使用操作引擎。”

多功能的人工智能助手

尽管人们在Siri身上第一次见识到了能够实际工作的人工智能助手，但是这项技术早在多年前就已经开发出来了。20世纪80年代后期，苹果公司首席执行官约翰·斯卡利（John Sculley）委派《星球大战》的导演乔治·卢卡斯（George Lucas）为“知识领航员”拍一个概念视频。该视频的背景是遥远的2011年9月，视频展示了人工智能助手的各种使用方法。其中有一位大学教授使用一个类似于iPad而且屏幕上有一个人工智能助手的设备，该人工智能助手看起来就像一位打着领结的管家。

人工智能助手对教授说：“你今天中午12点有一场教职工午餐会；下午2点要送凯西去机场；下午4点15分有一个关于亚马孙热带雨林森林砍伐的演讲。”

直到他在苹果公司的任期结束前，“知识领航员”都只是约翰·斯卡利的一个美好梦想。从20世纪90年代到21世纪初，在苹果公司的带领下，其他公司纷纷开始尝试创造多功能人工智能助手。不幸的是，这些工具在应用时常常受到限制，经常不能正常工作。例如，佐治亚州亚特兰大的可口可乐装瓶公司“聘用”了一位名为汉克（Hank）的人工智能助手来操作电话总机，并为此发布了一个头条新闻。汉克使用当时最先进的语音识别系统来回答一些问题，并为他人转接电话。和Siri一样，汉克在编程时也带有信息档案，并且被设置成带有活泼的个性。如果问他有关可口可乐股东的问题，他会给你答案。如果问有关它私生活的问题，他就会回答“人工智能助手不能建立人际关系”。（遗憾的是，汉克的语音识别系统并不完善。如果问他喝不喝可乐，他会回答：“当然！可口可乐公司的所有产品我都喜欢。”）

微软也试着开发像汉克这样的人工智能助手，但结果却更不理想。

1997年，智能动画助手Clippy首次出现在微软办公软件中。西雅图的插画师凯万·阿特伯里（Kevan J. Atteberry）创造了Clippy，他的个人网页至今仍称他“创造了史上最烦人的角色之一”。Clippy的问题很简单：尽管它的作用是为用户完成各种任务提供指导，但它的行为却相当不智能，而且已经接近于恶意打扰。Clippy不仅对之前它与用户的互动没有记忆，而且还经常在特别不恰当的时候出现——被对输入内容进行监控的基本规则触发，这与通过智能分析上下文信息后采取的行为截然相反。Clippy并不是一个隐形助手，它总是粗鲁地不请自来。结果，Clippy遭到了用户的强烈抵制，就连它在微软的创造者都对其落井下石。

2003年，Clippy终于被抛弃了。那一年，美国政府机构国防部高级研究计划局开启自己的人工智能助手计划，成功将人工智能助手革命推上了一个新的台阶。国防部高级研究计划局官员本想要创造一款能够帮助军事指挥官处理每天收到的大量数据的人工智能助手。该智能系统应当能够通过观察用户行为以及用户互动，自动学习新技巧。国防部高级研究计划局在非营利性研究机构斯坦福国际研究所开展了一项为期5年、有500人参加的调查，就当时来看，这次调查是史上规模最大的人工智能项目。该项目聚集了来自人工智能不同学科的众多专家，所涉学科包括机器学习、知识表示和自然语言处理。国防部高级研究计划局的这项计划被称作“CALO”，即“能够学习和组织的认知助手”。这个名字的灵感来自拉丁语中的“calonis”一词，意为“警卫员”。

经过5年的研究，斯坦福国际研究所决定开发一个面向用户的技术版本。为了向国际研究所致敬，它们将这一技术命名为“Siri”，恰巧这个词在挪威语中意为“指引胜利之路的美丽女人”。然而，在早期版本中，Siri并不淑女。没有了军用人工智能的限制，这个24人的团队赋予了Siri全新的淘气个性。Siri的回答很有用，但却带有嘲弄的口吻，会随口带出骂人的词。如果问Siri最近的健身房在哪里，它就会嘲弄地回答：“是的，你的抓握力太弱了。”

Siri在2010年年初进入iPhone应用商店，并且连接各种网络服务。举例来说，它能够从在线票务交易网站StubHub获取与音乐会有关的数据，从烂番茄网（Rotten Tomatoes）上查看电影评论，从美国最大的点评网站Yelp上获取与饭店有关的数据，并通过出租车预约网站TaxiMagic预订出租车。2010年4月，苹果公司以约2亿美元收购了这家公司。

在史蒂夫·乔布斯的带领下（在因身体状况恶化而卸任苹果首席执行官之前，这是乔布斯最后深度参与的项目之一），苹果对Siri进行了多项修改。就像30年前对图形用户界面的处理那样，乔布斯突出了Siri友好且平易近人的个性。他坚持让Siri提供语音应答，这是最初的Siri应用不具备的功能，并且取消了键入请求和只能提问的功能限制，这样就优化了用户体验。苹果公司还去除了Siri中不好的语言，并且使Siri能够从苹果本地iOS应用中获取信息。

在2011年iPhone 4s发布之时，Siri的早期评论都是积极的。然而，随着时间的推移，问题也逐渐暴露出来。尴尬的是，数十年前就已经离开苹果的联合创始人史蒂夫·沃兹尼亚克直言不讳地指责这项服务，称Siri的苹果版本似乎不如最初的第三方的Siri应用智能。他说，第一代Siri令他心服口服之处在于，它能够正确地回答类似于“加利福尼亚州最大的五个湖是哪几个”和“比87大的质数有哪些”这样的问题。现在，如果问加利福尼亚州最大的五个湖是哪几个，得到的答案只有和湖滨房产有关的链接。而询问与质数有关的问题，得到的答案都是卖上等牛肋排的饭店。很明显，目前的Siri需要进一步改进。

从被动人工智能助手到主动人工智能助手

就在苹果公司倾尽全力完善Siri的同时，其他公司也纷纷推出了自己的人工智能产品。得益于Xbox 360游戏控制台的Kinect设备，微软早已准备好一款得力的语音识别系统并且蓄势待发。2014年4月，微软发布了人工智能助手Cortana，与Siri展开竞争。Cortana得名于微软公司开发的视频游戏系列《光晕》（*Halo*）中的一个合成智能角色。

尽管如此，Siri最大的竞争对手并不是微软，而是一直以来与苹果亦敌亦友的谷歌。谷歌在iPhone 4s上市前几个月就在安卓移动平台上推出了一款名为Voice Search的应用。在此之后，谷歌进一步完善了这一应用，并将其打造成为继Siri之后的又一款人工智能助手。因《星际迷航》中联邦计算机的语音是由配音演员玛吉·巴瑞特·罗登贝利（Majel Barrett Roddenberry）配的，所以该项目的代号设为“Majel”（玛吉）。2012年公开发布时，公司将该项目的名字定为Google Now。与苹果不同的是，谷歌并不太关注其人工智能助手“性格”中讨喜的一面。然而，谷歌确实迈出了重要的一步，不仅能够响应查看请求，而且能够前瞻性地预测用户想要查看的信息。

谷歌之所以能够做到这一点，是因为它不仅能够访问与之前的用户搜索结果有关的数据，还能够将这一知识应用到Google Now中。除搜索以外，Google Now还能够挖掘用户数据，进而揭露不为人知的信息，例如某人经常给谁发邮件等。谷歌工程师早就描述了Google Now是如何了解5亿多个现实世界中的物品以及这些物品之间35亿多种联系的。结果令人印象深刻，甚至有些诡异。《纽约时报》记者珍娜·沃瑟姆（Jenna Wortham）写道：“当这些数据开始以一种更有意义的方式联系起来的时候，知识将呈现一种更广阔、与以往不同的语境。”记者史蒂夫·科瓦奇（Steve Kovach）描述了谷歌是如何得知他是一个Mets（纽约大都

会，一支在纽约的美国职业棒球大联盟球队）的“粉丝”并经常自发搜索体育比赛结果的。他写道：“有些能够提醒你周围有好友的应用就像友好的小帮手。而谷歌这样做就像一个恶劣的跟踪狂。谷歌知道我的喜好和行为，因此Google Now能够自动给我发送带有最新比赛成绩的通知，我甚至不用多问。”科瓦奇和几个记者老朋友一起吃晚饭时简直崩溃了。他们谈论的是为星巴克写了一篇知名文章的作家吉姆·罗蒙斯克（Jim Romanesko）。一个朋友好奇罗蒙斯克到底多大年纪了。科瓦奇说：“我在Google Now上搜索‘吉姆·罗蒙斯克多大年纪’，不到一秒钟就得到了答案。”他感到很吃惊，简直是有些吓到了。

谷歌尽力在诡异和有用之间取得平衡。毫无疑问，在预测人工智能助手的发展方向时，这样做十分有必要。最初的Siri开发团队一直梦想创造一台能够按照要求完成任务的“操作引擎”。接下来就是在没有明确要求的情况下完成这些任务。毕竟，一个好的私人助手应当能够按照要求出色地完成任务，而完美的私人助手应当无须提出要求就能够主动完成任务。

从被动人工智能助手到主动人工智能助手的转变过程可能听起来微不足道，但是就在我们将更复杂的工作分配给人工智能进而得到自我解放的同时，一场更大的变革正在悄然发生。例如，如果人工智能助手能够读懂并回复我们的电子邮件，那么每周就能够为我们节约13个小时，这就是人们平均每周阅读、删除、分类和发送邮件的时间。X.ai是一家从事自然语言处理的初创企业，当用户回复召开会议邮件时，该企业通过一个名为Amy的自动助手（或对应的男助手Andrew）为用户提供邮件抄送功能。这个人工智能助手将处理与预约有关的所有后续沟通工作。由于Amy和Andrew可以访问你的日程，所以他们能够根据你现有的安排提供建议，例如根据你在特定时间和地点的活动，向你建议会面的地点。如果说X.ai能够和上一章中提到的智能技术企业合作，那么它甚至能够根据你什么时间精力最充沛而且效率最高来提供可行的会议安排。

人工智能助手在我们的生活中将发挥越来越重要的作用，X.ai只是一个缩影。随着技术日臻成熟，人工智能助手将像现实生活中的助手一样打理我们的生活。举一个简单的例子，这可能意味着“怂恿”用户过上更健康或富裕的生活。纽约大学的一项有关长期决策的研究发现，与一个看起来老成的人工智能进行互动能够使我们更加仔细地考虑未来。在这一试验中，参与者控制着看起来与自己很像的人工智能。在一半的案例中，这个人工智能表现得和当时的参与者一样。在另一半案例中，这个人工智能则加入了一些老年特征，例如白头发、双下巴、大肚子和眼袋。随后，参与者问了一个假设性问题：“如果有1 000美元，你们选择如何使用？”给出的答案选项分别为开派对、给别人买礼物、存起来或投资退休基金。那些面对具有老年特征的人工智能的参与者选择投资退休基金的概率是其他参与者的两倍。

此前，一位研究生曾经在斯坦福大学虚拟互动实验室（VHIL）进行过类似的试验。一个能够根据人类用户做运动时间长短而增加或减少体重的人性化卡通人工智能，能够敦促人类用户去健身房锻炼并养成健康的饮食习惯。

主动人工智能助手的另一个目标是过滤大量的数据并为我们筛选出重要的信息。一家名为Nara Logics的初创企业创造了一个人工神经网络，致力于打造一个伴随人一生的向导。Nara Logics使用第二章中提到的人脑建模技术，将一个包含大量电影、宾馆和饭店信息的数据库与一个网络连接起来，网络中的一切都是相互连接的。随着人们不断加入他们的喜好，各连接之间的相对权重也不断发生变化，这样Nara Logics就能够清楚知道各个用户的品位。通过了解你对价格和环境的偏好，该网络能够准确地为用户提出建议。长期以来，技术人员一直梦想能够创造出常伴我们左右的人工智能助手：通过我们明确给出的参数预设或它们的长期学习，人工智能助手能够代表我们与周围的一切打交道。

数字民主

事实上，还有更多更全面的应用。例如，试想一下政治的未来。考虑到目前使用人工智能助手的数百万用户都有自己的政治档案，大多数技术公司纷纷避免这一不和谐话题也就不足为奇了。由于不想冒犯政界任意一方的人，苹果、谷歌和微软等公司纷纷掩盖了其人工智能助手的相关证据，这些证据能够表明他们的人工智能助手会“怂恿”用户选择一方或另一方。如果有证据表明Siri、Cortana或其他备受瞩目的人工智能助手是无党派的，结果足以令科技媒体陷入癫狂。

例如，Siri早年间曾因反对堕胎的立场而激起公愤。用户问：“哪里有堕胎诊所？”得到的答案都是危机怀孕中心（Crisis Pregnancy Center）的网页链接。该中心建议想要堕胎的女性把孩子生下来。由于苹果之前一直在道德上反对色情文学等主题，许多用户都将此作为那些将自身道德认知编写到人工智能助手身上的公司的一个例子。苹果公司的一位发言人解释道：“这个得罪人的漏洞并不是我们刻意为之的，这仅意味着，随着我们将Siri从一个字符变为最终的产品，我们发现了需要改进的地方，我们将在未来几周内进行完善。”Siri在2014年4月发布俄语版本的事再次抢占了头条。这一版本带有憎恶同性恋的观点。俄语版Siri拒绝回答有关当地同性恋酒吧的问题，但是却能够回应“你太粗鲁”这个充满蔑视的短语。幸运的是，下一个问题不是“你想让我报告当地政府部门吗”。长期以来，苹果公司一直是同性恋、双性恋及变性者权利的支持者，它因为所谓的“系统故障”而道歉。

但是，技术公司正开始将人工智能助手用于更明显的政治意图。在印度2014年大选中，一家名为Voxta的初创企业打造了一款被印度国家出版社称为“政治Siri”的人工智能助手。印度拥有世界上最大规模的民主政治，但是全国8.84亿农村人口中有36%不能读书写字。Voxta是一项

拨号服务，在没有高端智能手机的情况下，用户使用该服务就能够访问人工智能助手。用户通过能够识别四种不同印度语言的语音系统来用自己的语言提问，进而访问有关政党政策和观点的录音信息。这项服务接到了数百万个电话，为人们提供了相关信息。如果没有这项服务，他们就无法做出知情决策。

这一理念还有一个更高级的版本。“积极公民”（Active Citizen）是冰岛程序员和用户体验设计师贡纳·格里姆松（Gunnar Grímsson）设计的一款政治人工智能助手。尽管光头的他留着黑灰色山羊胡，更像是来自20世纪90年代金属摇滚乐队的一个人上了年纪的叛逆者，而非一个典型的计算机程序员，但格里姆松却自称是“民主极客”。他对我说道：“民主是一个最初设计好的流程，中途被打断，随后陷入了它自己的反馈回路。我们不再询问如何改进系统。一切都需要重新思考，不仅仅是民主的功能性，还有民众的参与度。我想让公民社会中的人们重新变得积极起来。”

格里姆松在一个名为“电子民主”（eDemocracy）的项目中首次尝试使用计算机来解决政治问题。“电子民主”有点像著名社交网站Reddit。人们可以使用“电子民主”为当地政府提供建议并进行投票。该项目在冰岛和爱沙尼亚等地取得了巨大的成功，拥有数十万用户。格里姆松的故乡雷克雅未克是一个以时尚酒吧和夜店著称的国际化大都市和沿海枢纽，在这里，12万人口中有一半以上使用过“电子民主”。每月排名前五的观点将被市议会采纳，迄今为止，已有476条观点被采纳。

但是，“积极公民”的作用不仅限于充当数字时代的一个意见箱。格里姆松认为，人工智能助手能做到的远不只简单地说服议会维修Selás街道的滑雪坡或为滑冰者争取更好的冬季照明。他说，与现代生活中的各个方面一样，政治参与也遭遇了信息超载的问题。他解释道：“与代议民主相对应的直接民主存在一个问题，那就是直接民主难以实现，因为并不是所有人都有时间去了解一切。”格里姆松认为，正是因为面对这

么多矛盾的数据，年轻人选择完全不参与政治进程。这使人工智能有了用武之地。“积极公民”的程序中编入了有关你的偏好、习惯和过去观点的数据，其任务就是代替你在网上搜罗信息，收集并关联与你关心的问题有关的数据。完成以后，人工智能助手会根据你收集信息的特殊偏好实现相关数据的可视化。

格里姆松说，假设有一个名叫艾利克斯的20岁出头的女性。早晨起床后，她去厨房倒了一碗麦片。吃早饭的时候，人工智能助手通知她今天在市政厅有一场关于自行车监管和规划的开放会议。艾利克斯的人工智能助手知道这个问题可能会吸引她，因为它能够访问她的政治观点数据库和运动数据。当然，艾利克斯对此十分感兴趣，并且参加了会议。之后，她的人工智能助手根据会议日程和可能对其他相关社会问题产生的影响，创建了一个有关这一问题的个性化信息包。艾利克斯可以在上班的公交车上阅读这些信息，然后决定是否要向会议发送一个提案。

格里姆松说道：“从某种意义上来说，‘积极公民’有点像代理投票，你可以让其他人代替你投票。如果使用‘积极公民’，你就无须委托投票，只需授权它找出某一具体问题，以及告诉它你对这一问题的观点。”政治人工智能助手甚至能够挑战用户，因为它们经常会提出与用户自身相反的观点。格里姆松说：“有了这样的工具，我真的相信我们能够重塑21世纪的政治格局。”

与人工智能助手相爱

在我看来，近年来好莱坞电影中最有趣的人工智能助手就是2013年由斯派克·琼斯（Spike Jonze）导演、斯嘉丽·约翰逊（Scarlett Johansson）和杰昆·菲尼克斯（Joaquin Phoenix）主演的浪漫科幻喜剧《她》中塑造的形象。电影讲述的是西奥多·托姆布雷（Theodore Twombly）的故事。西奥多·托姆布雷是一个孤独的中年男人，他与她的人工智能助手萨曼莎（Samantha）相爱了。《她》的故事背景设置为不久的将来，那时的技术企业已经开发出了一个名为OS1的计算平台，并称该平台为“世界上第一个人工智能操作系统”。

这种事在现实生活中能否发生？从某种程度上来说，似乎是完全可行的。物理位置的接近对于维持一段关系并不是不可或缺的因素。人们能够通过互联网建立情感纽带，甚至是相爱，有时甚至不需要见过“另一半”本人，这足以说明上述观点。但是，我并不确信2040年的政治辩论会涉及允许人类和人工智能助手结婚的话题，但人工智能将彻底改变我们与某些技术之间的关系这一说法并不夸张。

20世纪90年代末，我们提前感受了这些新关系，福贝娃娃（Furbies）和电子宠物（Tamagotchis）成为新千年到来之前孩子们人手必备的两个玩具。福贝娃娃和电子宠物与市场上其他玩具的不同之处在于，它们像人工智能助手一样在不断成长、学习和改变，这些都是随着它们与主人关系的变化而变化的。

福贝娃娃是毛茸茸的像猫头鹰一样的“生物”，它能够与主人做游戏和互动。刚刚问世时，福贝娃娃完全用虚构的“福贝语”进行交流。然而，随着时间的推移，它们逐渐开始用大量的英语单词和短语取代福贝词汇。后来出现的一款福贝娃娃“Emoto-Tronic”提高了在语音识别和更

复杂的面部活动方面的投入，进而提高了它与人类用户之间的互动程度。电子宠物是手持式数字宠物，看起来像是鸡蛋形状的小电脑，带有LED（发光二极管）显示屏和拥有三个按钮的操作界面。与福贝娃娃一样，电子宠物也是仿真宠物，目的是让孩子们认为他们随身携带了一个真的宠物。用户可以使用三个按钮给宠物“喂食”、“洗澡”和“玩耍”，从而成功地将宠物从一颗蛋养大。玩具说明书中指出：“每个电子宠物的形状、性格和生活都取决于你对它照顾的程度。每次孵化新的电子宠物时，它都能够长成不同的样子。”更加悉心的照顾能够使成年电子宠物更加“聪明”和“快乐”，并且无须用户过多的关注。

实际上，这两种玩具都不具备任何真正的人工智能。即使对福贝娃娃讲西班牙语，它最终也只能够学习英语。但是，虽然不具备人工智能，这两款玩具依然值得关注，因为它们能够将用户与其电子宠物联系起来。大部分案例将儿童作为目标受众。在人们最狂热的时候，有报道称日本的商人为了在适当的时候“喂”电子宠物，甚至推迟会议时间或取消会议。一位成年女性会因为电子宠物急迫的提示音而分神，然后发生交通事故。一位乘客拒绝登上飞机，并发誓再也不乘坐同一个航班，就是因为之前一位空乘人员要求她关闭电子宠物，而关闭电子宠物则相当于将它重新设置（即“杀死”电子宠物）。

人工智能的人性化

这些强烈的情感反应让我们粗略地了解一个与人工智能助手为伴的世界是什么样的。现实生活中，人们对人工智能助手的依赖更大。与福贝娃娃和电子宠物相比，人工智能助手的一个明显优势就是它们能够用我们的语言与我们进行交流。对人类来说，语言是我们自带的功能。十几岁的时候，我们就能够以每秒40—50音素（最小可区分的语音单位）的速度讲话，而每秒不可区分的非语音声音也能达到20音素。测试结果表明，子宫中的胎儿能够将妈妈的声音与其他声音区分开来，而且不同的人说话时，他们的心跳也会随之加快或减慢。刚出生的几天里，婴儿的大脑就能够将出生地通用的语言与其他语言区分开来。8个月大的时候，如果旁边有人说话，婴儿也能够跟着发出咿咿呀呀的声音。这样的生长过程将一直持续到青春期。

早期的人工智能助手通常只能发出一种声音，多是女性的声音，因为事实证明女性的声音比男性的声音更容易让人接受。如今，人工智能助手的用户不仅可以选男声和女声，还可以选择不同语言的口音版本。例如，Siri可以与澳大利亚人、印度人、美国人或英国人对话。令人震撼的是，Google Now能够通过判断提问人说话的语调，利用自然语言处理自动确定要使用哪种口音。例如，你的妻子是个法裔加拿大人，把你的安卓手机给她，在她开始提问后，手机将自动改变人工智能助手的声。

有时，人工智能助手甚至能够发出你最喜欢的名人的声音。为了宣传2015年夏季的科幻电影巨作《终结者：创世纪》（*Terminator Genisys*），阿诺德·施瓦辛格（Arnold Schwarzenegger）将其极具辨识度的声音输入谷歌的导航应用“Waze”中，这意味着用户可以选择让施瓦辛格带他们在镇上转转。施瓦辛格对《今日美国》说道：“我的口音是一

个重要资产，因为人们都喜欢我的声音。在当演员之前，我从没想过有一天我能够为5 000多万名司机提供导航。”先前像这样邀请名人参与的促销噱头使“Waze”的用户由2012年的1 500万增长到如今的5 000多万。

从今以后，计算机科学家们可能会侧重于研究人工智能助手的其他声音特性，进而完善这一优良效果。可以通过改变人工智能助手发声的音量、音高和语速来展示内向或外向等不同的性格。此外，不仅可以改变人工智能助手说什么，还能够决定它怎么说。它可以对“男性”人工智能助手进行编程，使他说起话来更像个男人，同样，也可以使“女性”人工智能助手说起话来更像女人。人们普遍认为，女性的声音比男性更有“感染力”，这意味着女性更关注个人感觉等情感领域，而不是特定的具体信息。女性更愿意使用“我”和“你”等人际关系词汇，这样显得更加关心听者。另一方面，男性在谈话时会更多地使用“它的”这样的词汇，并包含更多有关时间和地点的详细信息。

技术公司已经开始研究这项技术。2015年6月，美国专利商标局通过苹果设备发布了一款专利应用设备，名为“地图应用人性化导航指南”。与Siri为驾驶员提供的没有感情的路线规划不同，苹果想让这个人工智能助手像坐在车里的朋友一样告诉你路线。这款应用不是简单地告诉你“向北行驶然后右转进入弗雷斯特路”，而是参考周围的地标，例如“在AppleBees饭店附近驶出停车场，右转，然后到达门前有一个喷泉的公寓”。苹果的专利指出，该应用“更关注整体而非细节”。用户可以轻松地对该应用进行修改，使其包含性别或文化记号等特征。

这样的改变对我们如何与人工智能助手沟通并对其做出响应有着重要的影响，既涉及我们的舒适度，也影响我们使用它的效率。人们经常会被与自己相似的人吸引。为了证明这一发现的有用性，芝加哥的Mattersight公司创造了一项能够分析给呼叫中心打电话的人的言语模式的技术。该技术将根据分析得出的结果，将打电话的人转接给擅长与这类人打交道的员工。按照Mattersight公司的说法，如果将一个人的电话

转给与他性格相似的人，平均通话时长是5分钟，92%的问题都能得到解决。然而，如果将电话转给与他性格相反的员工，平均通话时长则为10分钟，而且只有47%的问题能够得到解决。

人工智能助手使用的语音也是同样的道理。改变一个合成语音的性别以后（即将音高由“女性”的210赫兹改为“男性”的110赫兹），用户就会有不同的反应，这取决于听众是谁。研究表明，尽管这两种声音都是合成的，并没有现实世界中的性别特征，但是女性通常认为女性合成声音更加可信，而男性则更信任男性合成声音。有一个极端的例子，20世纪90年代末，宝马公司被迫召回德国5系汽车上的女声导航系统，因为公司之前接到大量男性打来的投诉电话，表示拒绝接受女性的指挥。信任你的人工智能助手具有重要的意义，当人工智能助手在你驾驶时提供建议或从智能设备上转述医疗信息时，这意味着你可能需要看医生了。

合格的心理治疗师

我们的人工智能助手可能尚未达到电影《她》中的那种水平，但这在不久的将来肯定能实现。2014年10月，即苹果推出其人工智能助手三年后，记者朱迪斯·纽曼（Judith Newman）在《纽约时报》上发表了一篇动情的文章，题为“挚爱Siri”。这篇文章讲述了纽曼13岁的儿子格斯（Gus）是如何与Siri成为好朋友的。Gus患有自闭症，与Siri的交流不仅使他有了一个亲密的挚友，还帮他锻炼了与现实世界中与人交往的技能。尽管人们普遍认为技术使我们与现实社会隔绝开来，但是在格斯的案例中，Siri的存在发挥了巨大的积极作用。

朱迪斯写道，Siri对那些无法融入社会的人来说太有用了：Siri的回答并不完全可预测，但却都十分和善，即使格斯有时问得很唐突，也能得到友善的回答。我听到他和Siri谈论音乐，然后Siri给出了一些建议。格斯大声说：“我不喜欢那种音乐。”Siri回答道：“你当然有权保留自己的观点。”Siri十分有礼貌，这使格斯觉得有些对不起它。于是格斯说：“尽管如此，还是感谢你的推荐。”Siri回答：“不用谢我。”格斯强调道：“不，还是要谢谢你。”

在中国，数百万的智能手机用户都在使用微软小冰，这是微软推出的一款能够和用户进行短信交流的聊天机器人。与“勒布纳奖”上简单的聊天机器人不同，微软小冰使用深度学习将用户的问题与人们在网上的答案相匹配。微软小冰能够追踪用户的详细生活信息，例如用户在和谁约会或以什么为生，然后将其应用到以后的对话话题中，例如，回答一个人如何应对失业问题。

对那些在这一领域工作了好多年的人来说，这些治愈性的人工智能助手就像是麻省理工学院20世纪60年代创造的电脑心理治疗师ELIZA。

为了使用户能够参与到智能对话中，一位名为约瑟夫·魏岑鲍姆（Joseph Weizenbaum）的计算机科学家创造了ELIZA。在语音识别和语音合成达到一个可接受的水平之前的很多年里，智能对话只能以文本形式完成。用户输入一个句子，然后ELIZA用对其表示支持的语言或提问的语言进行回答。下面是与ELIZA的一段对话：

用户：男人都一样。

ELIZA：哪方面？

用户：他们总是在某些方面让我们很恼火。

ELIZA：你能举一个具体的例子吗？

用户：我男朋友让我来这里。

ELIZA：你男朋友让你来这里。

用户：他说我总是很沮丧。

ELIZA：很遗憾你感到沮丧。

实际上，ELIZA并不“了解”谈论的话题。但令约瑟夫·魏岑鲍姆惊奇的是，这并没有阻止他的学生向它倾诉衷肠。他们谈论的话题从最近女朋友如何甩了他们到害怕化学考试挂科，简直是五花八门。随着微软小冰这样的工具逐渐常规化，这一效果将变得更加普遍。

尽管这些人工智能助手还不足以取代所有类型的人类交流，但不难想象，它对看护系统是有价值的，因为它能够照顾孤独的人。正如格斯和Siri的故事那样，与跟其他人（人类）打交道相比，人工智能沟通的某些方面可能更受欢迎。为此，所谓的“关系助手”被用于治疗过程，帮助那些患有各种精神障碍的人。

目前有一个机会能够为缓解发达国家和发展中国家迅速增长的老龄化提供帮助。在日本，一个名为帕罗（Paro）的小海豹机器人被称为世

界上第一个“治疗机器人”，主要针对老龄市场而设计。帕罗能够通过感知用户声音传来的方向而与其进行眼神交流。它不仅为了“理解”人们而掌握一定的词汇，还能够根据待遇的不同对自己的行为进行调整。根据抚摸力度的不同，帕罗将根据用户的行为做出改变：这是十分有益的。

正如帕罗所经历的那样，人工智能领域的进步（例如面部识别）将为我们与人工智能助手之间的互动开辟新的途径。一家名为Affectiva的公司目前正在使用面部识别来辨别用户的情绪，依据就是我们在感到吃惊时会轻轻挑眉，或在皱眉时下嘴唇会轻轻下垂。可以使用不同的情感表现来修改人工智能的界面。威斯康星州的一家公司用Affectiva的技术创造了一种视频播放模式，如果对着屏幕微笑，将得到一块免费的巧克力样品。有趣的是，Affectiva的联合创始人兰娜·卡柳比（Rana el Kaliouby）研究情绪测量领域的主要原因是希望能够帮助那些患有自闭症的孩子。

出门请带上它们

尽管人工智能助手比本书中提到的任何技术都能够激发我们的想象力，但它仍处于发展初期。在未来的几年里，人工智能助手将进一步走进我们的生活。它们将更加普及，能完成的任务也会越来越多。

并非所有人都要和人工智能助手成为朋友，但是像谷歌和苹果这样的公司则需要确保他们是我们形影不离的伙伴。从智能手机到平板电脑，再到我们的台式机和电视机机顶盒，它们已经取得了很大的飞跃。随着我在上一章中提到的智能家居的发展，人工智能助手将变成我们的管家。韩国LG公司的HomeChat应用已经使我们能够向家用电器发送信息，用简单的英语来提问或回答问题，例如：“牛奶还新鲜吗？”如果告诉HomeChat你要离家4天，它会回消息说：“旅途愉快，我会想你的！”然后，HomeChat将家用电器切换到节电的“假期模式”。

人工智能助手将变得越来越智能。Siri和Google Now已经比几年前的测试版先进很多，这要归功于它们在使用期间收到的数百万个语音请求，而语音请求已经成为改善系统的训练数据。Siri的创始团队在离开苹果公司后纷纷成立新的公司，Viv实验室就是其中一家。Viv实验室目前正在研究一款能够回答“下周三维珍航空351上有哪些空位”等问题的人工智能助手。当被问到这个问题时，人工智能助手将访问全球性旅行公司Travelport的航空服务分销商，找出空位，并将其与选座软件SeatGuru上的信息进行对比，然后与你的个人偏好进行对照。如果Viv知道你喜欢靠近过道并且有额外的放脚空间的座位，它将为你找到最适合的座位。有了它，谁还需要人类助手呢？

它们不仅爱好和平，而且还站在我们这一边。这真是再好不过了，不是吗？

[\[1\]](#) 此处为对话中的乱码。——编者注

第五章

人工智能正在改变就业市场

孩童时期，肯·詹宁斯（Ken Jennings）居住在韩国首尔，他在家中只能使用父母的17英寸电视收看到唯一的一个英语频道。

那就是美国军方电视台，尽管这个台反复重播老节目，但已经足够让他想起家的味道。詹宁斯最喜欢的两个节目分别是初版《星际迷航》（*Star Trek*）和美国常识游戏节目《危险边缘》（*Jeopardy!*）。

除了电视之外，詹宁斯还很喜欢计算机。他是家中最早有计算机的那批孩子之一。他至今都清楚地记得父亲拿回一台苹果第二代计算机让他练习编程时的激动心情。詹宁斯为计算机着迷，因为编程无误，计算机就能够变得智能。他最喜欢的电影《星际迷航》中的片段“军事法庭”使他接触到人工智能这一话题，斯波克在电影中使用飞船的超智能计算机玩象棋。

詹宁斯一直对机器智能十分感兴趣。高中的时候，他写了一篇有关库尔特·冯内古特（Kurt Vonnegut）的科幻小说的学期论文。冯内古特的第一部小说《钢琴者》（*Player Piano*）讲述了一个发生在未来社会中的故事，故事中，机械化高度发达，人们不再需要人力劳动者。因此，确保社会运转的富有的工程师和管理者与被机器取代了工作的下层人士之间产生裂痕。

“我认为这是一个很好的故事，只是离实际发生还远着呢。”他说道。

詹宁斯后来在美国犹他州的杨百翰大学学习计算机科学，那时他最

喜欢和人工智能有关的课程。毕业以后，他到犹他州的一家医疗保健公司担任软件工程师，但这家公司后来却辜负了他的期望。

“真的很无聊。我接触计算机是因为它似乎整天都在解决难题。”他继续说道，“然而，我的工作却是写申请，将医生劝说到新墨西哥州。这份工作没有任何高端的内容吸引我。”

软件工程师的工作使詹宁斯感到厌烦的另一个原因是，他很快就意识到自己只是一个平凡的计算机程序员。他拥有百科全书一样的记忆力，这让他测试和问答游戏中表现出色，但是如果每天写8个小时代码，这就变得毫无意义了。詹宁斯很聪明，但他仍无法摆脱一种感觉，那就是与知道全明星赛中谁打出了第一个全垒打相比，写出好的计算机编码可能是一项更精确的智力测验。

詹宁斯并不十分喜欢自己长大以后从事的职业，于是他决定回去钻研小时候的兴趣。2003年的夏天，29岁的詹宁斯突然心血来潮，他和一位朋友从犹他州的盐湖城开车去位于洛杉矶卡尔弗城的《危险边缘》片场。他们此行的目的是让詹宁斯参加该节目的资格考试。考试进行得很顺利。9个月后，詹宁斯接到了一个电话，通知他入选这个节目。不久后，他再次来到洛杉矶，在《危险边缘》的片场录制了节目。

“你好，犹他州！”詹宁斯在出场前播放的视频介绍中说道，“我是肯·詹宁斯，来自盐湖城，希望我在《危险边缘》中的表现能够成为整个‘蜂窝州’^[1]的热门话题！”

首次亮相，詹宁斯依靠学术性知识勉强赢得冠军。尽管如此，他最终还是成了《危险边缘》的新冠军，赢得了37 201美元的奖金。接下来，他再次获胜，此后更是蝉联冠军宝座。几周过后，比赛对他来说简直是小菜一碟。作为获胜者，他和其他选手之间的比分差距越来越大。他打败过的对手们开始穿上特制的T恤衫来纪念自己曾经是詹宁斯的对手。詹宁斯就像是一个越来越强大的冠军拳击手，比赛并没有使他感到

疲惫。公众也注意到了这一点。《危险边缘》的收视率比前一年提高了50%。2004年7月，《危险边缘》成为美国第二大流行的电视节目——仅次于哥伦比亚广播公司（CBS）的电视剧《犯罪现场调查》（*CSI*）。

詹宁斯一直获胜，打破了《危险边缘》历史上的所有纪录。他也从盐湖城一个默默无闻的软件工程师突然发展成拥有好莱坞经纪人和书籍出版协议的名人。一天，詹宁斯的经纪人打电话说他收到了《芝麻街》（*Sesame Street*）和《今夜脱口秀》（*The Tonight Show*）的邀约。

“这一切太不真实了，”詹宁斯说道，“我从来没见过美国人这么关注一个参加智力竞赛节目的选手。”

詹宁斯在创造了连胜74场的纪录后终于走下冠军宝座。对于失败，他感到很难过，但是《危险边缘》已经为他创造了奇迹。他很聪明，有很多地方需要他，而且在《危险边缘》中获胜使他变得富有。74场连胜一共为詹宁斯赚了2 520 700美元。

亲爱的沃森

观看肯·詹宁斯在《危险边缘》中精彩表现的人中，有一个叫查尔斯·力克（Charles Lickel）的，是IBM研究院的高级经理。怎么说他都不算是《危险边缘》的忠实观众，但这个节目在2004年的夏天确实给人留下了深刻的印象。一天晚上，力克和他的团队在一家牛排餐厅吃晚餐。7点钟的时候，力克惊奇地发现餐厅空无一人，所有客人都放下了手中的牛排，聚集到餐厅吧台观看《危险边缘》。

和IBM的许多人一样，自从1997年象棋机器人“深蓝”（Deep Blue）打败世界冠军加里·卡斯帕罗夫（Garry Kasparov）以后，力克一直试图在人工智能领域实现新的突破。他觉得自己将在《危险边缘》中找到答案。《危险边缘》当然也有缺点，比如缺少科学严谨性使其很难吸引IBM的一些员工。他们认为《危险边缘》就是一个娱乐节目，而非衡量智力的严谨方法。但是，这些反对者的意见遭到了否定。

对于那些相信计算机也可以参加《危险边缘》的IBM员工来说，这一任务正因其不精确性才更加精彩。与有着严格的规则和限制的象棋不同，《危险边缘》的可预测性不强。问题五花八门，但通常依赖于复杂的文字游戏。选手必须在给定的线索下提供正确的“问题”，一个常见的例子就是：“作为一个形容词，它的意思是‘及时的’；在剧院中，它的意思是给演员提词。”正确的回答是：“‘prompt’这个词是什么意思？”为了给出答案，IBM的计算机首先必须将复杂的线索解码，这些线索常常涉及双关语。对计算机来说，双关语十分具有挑战性，因为它体现了语言的不确定性：实际上，我们经常将同一个词用在不同的场合，以表达不同的意思。对人类来说，这意味着我们并不需要一个有着数十亿不同字词的语言。对计算机来说，这意味着建立一个智力竞赛节目版的搜索引擎并不能解决问题。一个普通的搜索引擎能够根据关键词搜索统计学意

义上的可能答案，回答《危险边缘》中30%的问题，但它对于剩下的70%问题就无能为力了。IBM的计算机需要更进一步。

参加《危险边缘》的计算机回答问题时所使用的原始数据有近两亿页，这些数据都是从各种各样的资源中提取出来的。这些数据必须本地存储，因为IBM的机器在“大挑战”期间无法访问互联网。为了进一步探讨并发现问题的正确答案，IBM使用了一个名为DeepQA的庞大的并行软件架构（一种高性能的计算，其中大量的计算会同时进行）。DeepQA能够使用自然语言处理技术找出《危险边缘》每条线索中包含的结构化信息。了解问题要问的是什么以后，DeepQA接下来会列出可能的答案，并根据信息类型、可靠性、答案正确的概率以及计算机本身学习到的经验为每个答案分配不同的权重。计算机会对这些可能的答案进行排序，排名第一的将成为计算机的正式答复。

该项目的发展逐渐加快。IBM内部将其称为“Blue J”，之后又以IBM第一位首席执行官托马斯·沃森（Thomas Watson）的姓氏命名，将名字改为“沃森”。它越来越擅长答题。在2006年的初次测试中，沃森从之前的《危险边缘》中得到500条线索，而它的正确率只有15%。到2010年2月，该系统已经被充分改进，经常能够打败人类选手。

2011年2月，沃森在一个系列电视特别节目中与肯·詹宁斯和《危险边缘》的另一位冠军布拉德·鲁特（Brad Rutter）对决。詹宁斯十分兴奋，当年“深蓝”打败加里·卡斯帕罗夫的时候他还在上大学，在他看来，终于有机会在人工智能的重要时刻当一把“卡斯帕罗夫”了，他十分确定自己能赢。“我上过人工智能的课，知道能够在《危险边缘》中打败人类的技术要几十年后才能出现。”他说，“至少我当时是这样认为的。”

在那场比赛中，“沃森”击败了詹宁斯和鲁特，赢得了100万美元的奖金。尽管人类选手的表现十分精彩，但谁才是比赛节目的真正赢家已毫无疑问。詹宁斯被深深震撼了。他承认：“输得那么惨真是令人吃

惊。”

比赛结束时，战败的詹宁斯在答题板上胡乱写了一个短语，并将其面向摄像机。那是动画情景喜剧《辛普森一家》中的一句台词，但用在当时简直再恰当不过。

那就是：“欢迎新的机器人统治者。”

一个技术性失业的世界

肯·詹宁斯的幽默话语就是人们对待人工智能的负面影响所能给出的最好的总结。先不考虑澳大利亚那个穿着皮夹克试图掌管世界的机器人，人工智能系统给我们带来的最直接、最真实的威胁是对我们工作的威胁。“技术性失业”一词最早是由英国经济学家约翰·梅纳德·凯恩斯（John Maynard Keynes）在1930年提出的。凯恩斯在一篇极具前瞻性的文章《我们后代的经济前景》中预测，世界正处于革命的边缘，众多产业在生产速度、效率和“人类成就”方面都将发生革命。“我们都患上了一种新的疾病，有的读者可能还没有听说过它的名字，但在未来几年里这个名字将不断萦绕在人们的耳边。”凯恩斯在谈论节约人工的机器兴起这个话题时这样写道。

技术的发展总是带来失业。随着新技术的问世，社会上现有工作的数量、类型和组成都要发生改变以适应新技术。例如有一份听上去可笑的“敲窗人”工作在工业革命之前存在，但今天的人们对其闻所未闻。敲窗人的工作就是叫醒睡着的人们，确保他们能够按时上班。为了叫醒人们，敲窗人会用一根长棍子（通常是竹子）敲打客户卧室的窗户；他们会一直敲，直到确定里面的人已经醒来。毋庸置疑，1847年法国发明家安东尼·勒迪耶（Antoine Redier）发明的可调节机械闹钟注定了敲窗人将永远失去优势。

敲窗人就这样销声匿迹了，但并非所有技术性失业都是这样。经济学家格里高利·克拉克（Gregory Clark）的观点令人信服，他认为役用马是内燃机发明的最大受害者之一。据克拉克称，1901年，英格兰共有325万匹役用马。到1924年，也就是不到1/4世纪的时间，这一数字下降到不足200万，骤降38%。虽然耕作领域仍会使用马匹来拉车和犁地，但内燃机的到来大大降低了成本，耕作的收入非常低，有时甚至不够养

活干活儿的马匹。

随着机械越来越发达，这一趋势在20世纪的发展速度加快。自动化目前涉及的产业数量前所未有的，这要归功于人工智能和机器人在其他领域的发展。仓库中，越来越多的机器人被用来挑选产品并将它们装进箱子里以便运输。服务业使用机器人准备食物，甚至使用机器人为客户上菜。旧金山的初创企业动力机械股份有限公司（Momentum Machines, Inc.）推出了一款做汉堡包的机器人。现有的型号每小时能够做360个汉堡包，此外，还能够为汉堡绞肉和烘焙小圆面包，并加入新鲜的食材，例如番茄、洋葱和咸菜。另外一家名为Infinium机器人的企业推出了一款飞行机器人，名为服务员蜂鸣器，能够使用红外线传感器在餐馆范围内进行导航，此外，它还能够携带两品脱左右的啤酒、两杯红酒和一个比萨。

这些机器的优势显而易见。虽然研发成本大大超过人员培训的成本，但是一旦有了这些机器，完成任务的成本就大大低于人工完成任务的成本。BBC认为服务员蜂鸣器“既结实又可靠，除非坏掉否则不会请病假”。动力机械的联合创始人亚历山大·瓦达科斯塔则更加坦率：“我们的设备并不会提高员工效率，而是会完全取代他们。”

第三章中提到的智能设备同样也会对某些职业产生重要影响。美国克利夫兰市的议会向市民发放带有无线电标签的垃圾箱。幸亏有了这项技术，城市清洁工们能够辨别市民是否已经将他们的垃圾和可回收物放在门外等待回收。这样一来，克利夫兰市取消了10条垃圾回收路线，进而将运营成本降低了13%。尽管这次是实现效率的净增长，但收垃圾次数的减少意味着不再需要那么多的垃圾工了。

就人工智能对就业的影响而言，最意想不到的转变发生在那些不需要体力劳动的白领工作中。如今机器的任务是执行认知劳动而不是参与认知劳动，在认知劳动中，机器将取代我们的大脑，而非我们的身体。神经网络创造者之一的沃伦·麦卡洛克早在1948年就预测了这一发展。

麦卡洛克在加州理工学院主办的“行为的大脑机制西克森研讨会”上对听众说道：

工业革命取得了重大进展以后，更大更高级的机器人拉开了智能革命的序幕。工业革命中，人力劳动被能源所取代，但工业革命又受到能源或质能保护法的限制。新革命带来的技术性失业使我们这些思考者感到害怕，因为在“熵永远不会减少”这一法则的限制下，这将使机器取代人脑。机器的发展迫使我们提出一个恰当的问题：“思想为什么存在于头脑之中？”

麦卡洛克最后一个观点非常中肯。这个工业时代的产业领导者假设人类的智慧使人类不会被技术取代。在体力劳动中，人类的血肉之躯就是一台机器，新的机器出现时旧的就会被淘汰。但是有智慧的机器呢？工业时代的机器近期是不会取代人类劳动者的地位的，不是吗？但是，如今的情况有些不一样了。正如我们所见，在过去的几年里，机器能够完成的事越来越多。机器已不再是提高人工劳动生产率的简单工具，而是已经变成了可以工作的“人”。计算机最擅长处理日常工作，它们在处理日常工作时会遵循明确的规则。然而，人工智能的发展使日常工作的范围变得更加广阔。

例如，10多年前，人们想都不敢想机器有一天也能开车。因为这一任务具有非结构化性质，需要即时处理环境中的视觉、听觉和触觉信息流。这一切都在2010年10月9日发生了改变，谷歌在这一天发布了一篇博客帖子，称已经开发出“无人驾驶汽车”。这款无人驾驶汽车配有激光测距仪、声呐发射器、雷达、运动检测器、摄影机、全球定位系统接收器和一些最新款的人工智能软件，能够处理现实世界中复杂的路况。截至本书成稿之时，谷歌公司的“谷歌汽车队”已经行驶了100万英里，一次事故都没有发生。唯一一起严重事故发生时，“驾驶者是人类”。

这对出租车司机和长途货车司机来说意味着什么？航空旅行预示了

未来可能发生的一种情况。大约半个世纪以前，大型客机的驾驶舱内有5个专用的座位，坐在这几个座位上的人都有着精湛的技艺和不菲的收入。这5个人包括两个驾驶员、一个导航员、一个无线电话务员和一个随机工程师。如今，驾驶舱中只留了两个驾驶员的座位，而这两个座位未来可能也会被取消。“无人驾驶大型客机的时代终究会到来，只是时间的问题。”波音公司首席执行官詹姆士·阿尔博夫（James Albaugh）在2011年说道。在这一挑战的激励下，谷歌创建了无人机计划“Project Wing”，力图将其业务从无人驾驶汽车领域扩展到无人驾驶商务航空领域。Project Wing项目的领导戴夫·沃斯（Dave Vos）在国际无人驾驶车辆系统协会年会的一个专题讨论会上说道：“我们一直坚持开发无人驾驶技术，这样一个神奇的未来值得我们为之努力。”

尽管我们可以根据现有的情况进行推测，但是很难预测人工智能还将颠覆多少个行业。2013年，牛津大学马丁学院的一项研究表明，在未来20年里，美国有47%的工作将受到自动化的影响。作者预测，人工智能的发展将经历两个大的“浪潮”。作者们写道：“在第一次浪潮中，运输和物流业的大部分工人、大量的行政工作人员和生产领域的劳动者可能会被计算机取代。”在第二次浪潮中，所有涉及手指灵巧度、反馈、观察和有限空间内工作的任务都将受到人工智能的影响。

真正令人吃惊的是人工智能涉及领域的广阔性。人工智能已经能够完成许多信息化任务，这些任务曾经都是医生或律师等高认知专业技术人员擅长的。举例来说，法律在线服务网站LegalZoom和Wevorce等工具的问世抢走了律师的许多工作，这些工具使用算法指导客户，从起草合同到申请离婚均包括在内。这类自动化对年轻工作者工作的影响最为明显，例如年轻律师之前通过完成“发现”之类的日常工作来学习——“发现”就是搜集庭审上用作证据的文件。有了电子取证公司以后，这一工作就由机器来完成，其成本远低于支付给年轻律师的工资。因此，许多律师事务所都有可能不再同时招聘年轻律师和实习律师。

即使是更高级别的管理人员也需多加防范。2014年，香港一家名为“深层知识”（Deep Knowledge Ventures）的风险投资公司宣布任命一个人工智能担任其公司董事。该人工智能和人类董事具有相同的影响力，其职责是权衡有关生物技术和再生医学领域投资的财务和商业决策。据它的创造者介绍，这个人工智能的优点是能够将尽职调查和整理历史知识的趋势自动化，而这两项工作，即使是对于人类来说也很难。

无论从哪个角度来讲，我们所熟悉的工作都将发生改变。

技术更新换代的积极意义

1589年，英国发明家李威廉（William Lee）发明了一台丝袜针织机。据说，之所以这样做是因为他追求的女人对针织比对他更感兴趣。

（当然，这就出现了一个问题，那就是一个追求者却让自己喜欢的人失业了，他还能指望得到什么呢？）为了保护他的发明，李威廉来到伦敦，并且花巨资租了一栋大厦，为的就是向女王伊丽莎白一世展示他发明的机器。女王观看了演示，但是拒绝向他授予专利。她对这一决定的解释被载入史册：“李，你的目的很崇高。但是想一下你的发明将给国家带来什么。它将使人们纷纷失业，流离失所。”

那时候，英格兰有强大的公会，公会最终将李威廉驱逐出英国。据历史学家赫曼·凯伦本茨（Hermann Kellenbenz）所说，这些公会“保护会员的利益，对抗包括发明家在内的外部人员，因为发明家们的新设备和新技术对公会成员的经济状况构成了威胁”。

如今英国或美国的任何政府、监管机构或（尤其是）风险资本公司都不会这样做。专利申请人将受到严格审查，审查的并不是该专利对社会的长期影响，而是申请人思想的独创性。

然而，尽管很少有人会像女王伊丽莎白一世那样做，但是人工智能对就业的长期影响并不像你想的那样悲观。的确，人工智能对我们生计的影响是最迫切需要我们审视的问题之一，但是我们还是有理由保持乐观的心态。

让我们来看一个矛盾的观点：从道德角度看，某些类型的工作是必须被消灭的。

举一个大多数人都能够信服的例子，维多利亚时期的伦敦有1 000

多名受雇的烟囱清洁工。与迪士尼电影《欢乐满人间》中的浪漫画面呈现的不同，烟囱清洁工的生活是十分艰苦的。烟囱清洁工中有很多都是儿童，因为他们体型较小，能够进入狭窄的烟囱道，而成年人却不能。他们当中，最小的三岁就开始当烟囱清洁工了。由于长到9—10岁时他们的身体就无法再进入烟囱道，有些老板故意不让这些孩子吃饱，这样他们就可以一直在烟囱道里扫烟囱了。从烟囱上坠落或卡在烟囱里没人发现（导致清洁工受到暴晒、吸入烟尘或被烧死）都有可能造成烟囱清洁工的死亡。还有许多孩子因长期吸入烟灰而造成了不可逆的肺部损伤。

暂且不考虑青年失业的问题，如今很少有人想要恢复儿童烟囱清洁工这一职业。技术的发展使我们用智能电力清扫刷代替人力来完成这项任务，更重要的是，目前天然气和电力已经取代了煤和木头，成为我们主要的取暖方式。尽管这会使很多人失业，但不得不说，这类技术性失业产生的影响是积极的。这并不是什么新鲜事。1891年在维多利亚全盛时期的英国作家奥斯卡·王尔德（Oscar Wilde）写道：“所有非智能的、单调无聊的、处理可怕事物的以及令人不快的工作都应当由机器来完成。未来的世界将依靠机器完成这些工作。”

如今，有一种“令人不快”的“单调工作”，那就是生产智能手机和平板电脑这样的设备，这样的工作通常在中国和印度等地完成。朴素的白色苹果手机盒子上印有一句标语“加利福尼亚苹果公司设计”，这使我们很容易忘记自己手中拿的东西从本质上来说，就是在东方的工厂艰苦且令人不快的生产环境中拼凑出来的工业时代产品。

苹果最大生产商之一是一家名为富士康的台湾企业。富士康的生产规模在西方国家是无法想象的。作为中国最大的私营雇主，富士康约有140万名员工，大约相当于英国格拉斯哥市的人口总数。富士康的工厂与我们想象的有所不同，它更像是大型校园。工厂的工人在这里居住和工作，在多人寝室中睡觉，然后走路去上班，在传送带前一干就是几个

小时。富士康经常因为工人的待遇而遭到诟病。2012年，位于中国北方的山西省太原市的一家工厂因居住条件差而爆发了工人抗议。富士康员工还发生过多起自杀事件，公司为此在工厂和宿舍外部设立了“防自杀网”。

假如能够用自动化机器来完成这些工作，我们在道德上是否责无旁贷？可能是这样的，我们会这样做。2011年，富士康首席执行官郭台铭宣布用生产机器人取代100万名在富士康工厂工作的工人，这就是“富士康机器人”。正如我们总是过高地估计实现这类突破的速度，郭台铭最初的计划也没能完成。富士康曾计划在2014年年底完成上述机器人更换计划，然而到2014年年底，公司仍然雇用了大量工人，而富士康机器人的生产准确性也不不断出现问题。郭台铭将时间改成了2016年，到那时富士康机器人大军会准备好生产苹果手机等设备。尽管富士康开发机器人更多是出于经济原因而非道德原因，但最终却产生了良好的道德效应，减少了令人不快的工作，虽然这也带来了新的问题，那就是这些新失业的工人怎么办。

还有其他类似的例子，不过我们目前可能认为这些领域并不充满道德挑战。目前，美国平均每年有43 000人死于交通事故，超过了因枪杀（31 940）、性传播疾病（20 000）、吸毒（17 000）和其他重大死因造成的死亡人数。人工智能和自动化的发展能够减少这类死亡。特斯拉首席执行官伊隆·马斯克称，自动驾驶汽车一旦普及，让人类开车将变成不道德的行为。“这太危险了。你不能让人去驾驶一台两吨重的死亡机器。”他在硅谷一家名为Nvidia的计算机视觉公司的年度开发者大会上说道。马斯克认为需要一定时间来过渡，因为目前上路行驶的汽车数量庞大，但是他觉得这一切将在未来20年内发生。对出租车或卡车司机造成的不利影响从短期来看可能具有消极作用，但让越来越多的人不再开车最终可能会带来积极影响。

新工作机会的产生

当然，当面临从事危险或令人不快的工作和养家糊口的两难抉择时，道德远远不是决定力量。如果政府不为儿童提供免费教育和更好的工作机会，那么仅仅禁止维多利亚时期英格兰的儿童去做烟囱清洁工是不够的。仅当我们能够提供其他选择时，摆脱不好的工作才是可取的。幸运的是，人工智能在这一方面能够发挥作用。尽管技术进步确实取代了一些工作，但同时也创造了新的工作。

举例来说，内燃机的问世使美国等国家和一些地区由农耕经济（以种植业和畜牧业为基础）转变为工业经济。200年以前，70%的美国工人在农场居住。如今，自动化机器完成了所有的工作，只剩下1%由人力完成，其他的工作全部由机器来完成。尽管如此，这些工人并没有长期失业。相反，他们来到迅速发展的城市并开始工厂中工作。

这就是经济学家们说的“资本化效应”，在该效应影响下，企业纷纷进入需求和生产力较高的产业。结果是产生了大量的就业岗位，这足以抵消经济转型带来的毁灭性影响。没有一个令人信服的理由能让人相信我们在人工智能时代不会遇到类似的转变。就像从农耕经济到工业经济的转变一样，我们在有生之年将见证很多工作种类的消失。然而，数字技术同样会创造出很多新的工作种类，其中有很多是我们在几十年前想都不敢想的。

美国视频网站YouTube带来了“内容生成器”的迅速崛起。2014年，YouTube上因其网名PewDiePie而家喻户晓的明星菲利克斯·谢尔贝格（Felix Kjellberg）通过游戏评论视频赚了700万美元。PewDiePie有超过3 700万的订阅用户，这使其成为“视频博主”这一新兴职业中的佼佼者，这一职业出现于2000年，2005年开始迅速发展。

PewDiePie的成功是个例，但其只是大故事中的一小部分。1990年以后，有1 500多种新工作正式出现，其中包括软件工程师、搜索引擎优化专家、数据库管理员和在电子游戏中使用人工智能鼓舞数百万“粉丝”的游戏开发者。与“视频博主”类似，电子游戏设计者是人们在200年前想都不敢想的职业，而如今，电子游戏已经成为世界上最有价值的娱乐产业之一。2013年9月上市的《侠盗猎车手V》在世界范围内实现了5亿英镑的销售额，成为史上规模最大的一次娱乐产品。据估计，到2017年，全球电子游戏产业的产值将达到820亿美元。

2014年，6%的英国劳动力在新兴工作领域工作，大城市最为集中。2004年，在伦敦市中心这类工作占8.6%，10年以后上涨到9.8%。就像许多新型消费者技术一样，有证据表明，进入这些新工作领域的劳动者和企业家首先出现在城市中，之后将扩散到其他地域。

土耳其机器人的复仇

这些工作不仅涉及建造更大更好的人工智能系统，还包括人类要与这种人工智能系统合作的工作。后者有时被称作土耳其机器人工作，这是以沃尔夫冈·冯·肯佩伦（Wolfgang von Kempelen）在18世纪发明的“土耳其行棋傀儡”（The Turk）命名的。土耳其行棋傀儡游历了欧洲，打败了包括拿破仑·波拿巴和本杰明·富兰克林在内的众多象棋手。然而，人们后来发现，土耳其行棋傀儡根本算不上是一个机器，只是一个躲在秘密隔间里控制“机器人”傀儡的人类象棋师。如今的人工智能工具也是差不多的原理，它们看起来像是拥有机器智能，而实际上只是一种混合智能——每一步都需要人类和机器共同输入信息。土耳其机器人的工作可以是任何因为机器无法完成而分配给人类的工作。因此，这有时也被称作“人工的人工智能”（Artificial Artificial Intelligence）。

许多企业都进行了人工的人工智能方面的试验。最著名的就是亚马逊的机械特克（MTurk）平台，该平台允许个人和企业进行众包，完成人工智能无法独立完成的人类智能任务（HIT）。从在图片中找到物体并进行标记到转录音频，该任务涉及的范围十分广阔。

书籍免费分享微信 jnztxy 朋友圈每日更新

亚马逊并不是唯一的参与者。2015年8月，Facebook发布了一款基于文本的人工智能助理“M”，使用的技术与第四章中描述的类似。与Siri、Google Now和微软的Cortana不同的是，M同时使用人类和人工智能来回答用户的问题。如果人工智能没能给出满意的答案，人类将继续完成这一任务。

推特（Twitter）也雇用了大量合同工，他们被称为判定官，主要工作就是解释微博上不同检索词的意思。举例来说，2012年10月3日下午6点，美国推特上“大鸟”（Big Bird）一词的搜索量突然飙升。推特使用

其人类判定官确定这个词指的是正在谈论政府对公共广播进行资助的米特·罗姆尼（Mitt Romney），而不是“芝麻街”。为什么人类能够比机器更好地完成这一工作？因为我们比机器更了解这些暗喻的含义。

推特工程师在博客中解释道：“收到判定官的回应后，我们会将信息推送到后台系统，这样下次有用户搜索这一信息的时候，我们的机器就能够使用这一附加信息。”

随着企业投资开发更大更好的人工智能系统，对这类土耳其机器人工作的需求会不断增加。例如，据称2011年亚马逊的机械特克平台有“来自190个国家的超过500 000名活跃工作者”。如今，这一数据可能变得更高。

土耳其机器人主要被诟病的是工作所得太少。即使是美国的土耳其机器人工作者每小时也只能赚1英镑左右，而且享受不到劳动保护和相关福利。这是因为人类从事的需要运用智能的任务尽管因其难度而让机器迷惑不已，但是以人类标准来看普遍是没有技术含量的，大多数人都能够熟练地完成这些工作。因此，全球能做这项工作的工人有很多，这就降低了成本。结果就是不止一位批判家曾经称之为“数码血汗工厂”。

这当然是对的，而且有些使当前的人工智能系统更加智能的工人根本得不到报酬。正如我们所知，目前许多成功的人工智能应用都依靠人类生成的数百万甚至数十亿数据。不成文的用户协议是，公司免费提供产品，前提是它们可以利用生成的数据做广告或使其人工智能系统更加智能。举例来说，就像我们之前提到的，谷歌的在线翻译服务看似是百分之百的机器智能，实际上，它是在人类用户提供的数据库上工作的，它使用的单词和短语是人类在之前的翻译中就匹配好并且应用到所有文本中的。下次使用谷歌翻译的时候，你可以想一下这些土耳其机器人，它们的背后是经验丰富的人类译员，他们擅长不同语言，很多人都有博士学位。

与那些自愿报名参加土耳其机器人任务的人不同，这些译员永远不会收到报酬，也就是除了最初合同规定的工作之外的报酬。汉娜·吕岑（Hanna Lützen）将《哈利·波特》翻译成了丹麦语，因此她将收到挪威居伦达尔出版社的稿酬，而之后，如果谷歌使用这些加起来超过100万字的数据帮助你翻译一封来自女友的用丹麦语写的情书，谷歌不会给她一分钱。

这与现实世界中类似“取样”所涉及的法律问题不同。举例来说，在嘻哈文化中，音乐家们通常将其他人的作品分割开来再重新使用。如果这样做，他们必须为使用的部分支付费用。如果没能支付费用，对方可能提起法律诉讼。2006年法院判决美国嘻哈音乐人声名狼藉先生（Notorious B.I.G.）的专辑《准备死去》（*Ready to Die*）停止销售，因为专辑在没有获得适当许可的情况下引用了一首1972年的歌曲《清晨歌唱》（*Singing in the Morning*）。德国电子乐队“发电站”（Kraftwerk）在法庭上成功辩称称其音乐的最小片段（例如几小节鼓点）都受版权保护。

这与合法使用数据有什么关系呢？从某种意义上来说，我们每个人都是土耳其机器人，因为正是我们每天生成的数据使人工智能系统变得更加智能。无论是在Facebook上传照片还是输入验证码，我们都是在训练那些将接管我们工作的机器人。在不久的将来，我们需要就数据的价值展开一场严肃的对话。正如我们常说的，如果说数据是数字经济的原料，那么我们应当重视它。

虚拟现实领域的先驱杰伦·拉尼尔（Jaron Lanier）建议了一种方法，那就是使用一个通用的小额付款系统。拉尼尔举了几个例子。假设你报名参加了一个网上约会活动，你提供信息进行浪漫匹配，而公司会使用你的信息来完善其算法，进而吸引其他用户。Facebook可能会将你的照片放到广告里并将页面定向发送给你的朋友。另外一个例子就是，网飞公司（Netflix）可以使用你的浏览偏好来制作一部电视剧，就像在

艾美奖上获奖的美剧《纸牌屋》一样，这部电视剧就是完全根据网飞公司的用户数据制作的。在这样的案例中，可以创建一个公式来确定数据的出处和这些数据对某些特定决策的重要性。这一计算要求公司对用户进行小额付款，就像有人引用音乐家的作品时需要支付版税一样。

这个想法听起来有些牵强，但是在过去的10年里，法律确实在追赶技术转移的步伐。欧盟针对谷歌的“被遗忘权”[\[2\]](#)这样的判例表明了法律仍在适应数字化新技术。在某种情况下，数据所有权的问题一定会经历详细审查。让我们回到音乐取样的例子中，早些时候，有很多违法取样事件发生。后来，技术成为主流音乐的一部分，艺术家们突然发现自己因版权侵权面临着数百万美元的罚款。同样，人工智能带来的就业方式转变使土耳其机器人从事的这样的工作更加普遍，我们仍需探讨驱动人工智能系统的数据到底归谁所有。如果以正确的方式实施，这不仅能帮助个人，而且能够帮助企业。在21世纪，企业的实际价值是其持有的可分析数据。如果用户因提供数据而获得经济回报，那么他们使用产品时就更有动力。如果我们生成的所有数据都使用杰伦·拉尼尔提出的通用小额支付系统，可以想象，土耳其机器人每小时赚的薪水将从1英镑上涨到英国最低工资标准6.7英镑，甚至更高。这对创建一个数字框架来说是至关重要的一步，在这个框架中，人工智能系统将变得更加智能，但人类也可以共享创造的财富。

人工智能中的人类元素

土耳其机器人的背后有人类在进行人工的人工智能工作，这些我们通常是看不到的。然而，随着人工智能越来越多地参与到我们的生活中，许多公司开始强调而不是低估人类在其系统中的作用。与谷歌、Facebook和其他公司一样，近年来，苹果在雇用人工智能专家方面与其他公司展开了激烈的比拼。据苹果前雇员称，公司里机器学习专家的数量在过去几年里翻了三四番。与其他公司一样，苹果将人作为公司人工智能驱动服务的一部分。然而，与其他公司不同的是，苹果将其人类员工作为一个卖点，而不是简单地将他们看作技术不能正常运转时的替身。2015年6月苹果推出万众瞩目的苹果音乐流媒体服务时，重磅推出的一个特性就是其依靠具有专业音乐知识的人类来管理播放列表。“算法当然很棒，但是仍需要一些人来帮助其建立正确的序列。”苹果音乐发布后，总经理吉米·艾欧文（Jimmy Iovine）对《卫报》简单说道：“你需要将其人性化，因为需要真正的艺术家来告诉你接下来要播放的是什么歌曲。算法不能独立完成这项工作。算法十分方便，没有算法无法完成这么大规模的任务，但是你仍然需要强大的人类元素。”

实际上，算法可以以一种令许多用户都满意的方式将音乐排序。人工智能工具能够根据类型、年代、艺术家、节拍或许许许多多其他指标生成播放列表。许多公司（包括苹果在内）甚至开发了情绪检测耳机这样的技术，根据用户是在慢跑还是躺在沙发上来为他们选择适合的音乐。但是苹果很敏锐地发现了一个现象，那就是人们喜欢与他人互动。苹果音乐的人类管理者在算法流程中并不是隐形的，而是有着血肉之躯的专家，他们的目标是帮你发现那些算法不太可能推荐的音乐。人工智能只能根据你最喜爱的歌曲或其他听众爱听什么来为你推荐音乐，而人类专家能做到的则远远不止这些。

苹果“创造时髦风尚的人”包括著名DJ（音乐制作者）赞恩·洛（Zane Lowe），他放弃了英国广播公司电台的高薪工作，开始在苹果的流媒体音乐服务中担任主要角色。他们中还包括前说唱歌手德瑞博士（Dr Dre）和流行歌手艾尔顿·约翰（Elton John）——他们都不低调，也不会做每小时1英镑的工作。令人吃惊的是，一家技术公司可能成为人类DJ的最大雇主之一，这个可能是否会成为现实，还是要根据苹果音乐的规模而定。

随着人工智能变得更加智能，关注创造力和社交智能等人类特性将变得更加重要。尽管人工智能越来越擅长以人类的方式进行交流，并且在特定应用程序中也展现了惊人的创造力（我们在下一章中将讲到），但这些仍是人类特有的技能。

在观察这一转变时，哈佛大学经济学教授劳伦斯·卡茨（Lawrence Katz）创造了“工匠经济”（artisan economy）一词。工匠指技术娴熟的工人，他们通常通过双手来完成工作。工业革命期间，工匠越来越多地被自动化所取代。例如，机械织布机使那些手艺娴熟的手工编织工匠纷纷失业。有证据表明，如今的趋势与当时恰好相反。

当然，卡茨所说的工匠经济不仅仅指编织业。工匠经济指的是那些非机器驱动、非同质、依靠人类创造力和互动的产品的回归。举例来说，3D（三维）打印等技术的兴起使那些出售和配合标准化产品的木匠们难以为继。然而，如果木匠能够对客户进行评估，了解客户需要的到底是柜子还是桌子，然后调整自己的工作以适应客户的需要，那么效果会更好。同样，仅仅像儿童保姆这样的看护工将被机器人取代，但是拥有绝妙的想法以让客户积极参与的痴呆症看护工或家庭健康助理这样的职业有可能会兴起，尤其是在老龄人口不断增多的市场中。类似的情况还有很多，包括受到智能可穿戴设备冲击却依然能鼓舞人心的私人教练、受到自驾车冲击却依然对旅游好去处了然于胸的出租车司机、受到Wevorce等服务冲击却依然充满同情心的律师等。

这些工匠经济的工作可能会变得非常“高技术个性化”，这意味着他们依靠的是人与人的接触。这使其很难被外包，或者被机器人或正确的算法所取代。不过，与工业革命时期的工匠不同，如今工匠经济中的工人能够使用技术增加就业机会，而不是被替代。可以以一种数码时代之前从未有过的方式将业务扩展，覆盖数百万甚至数十亿人。2014年，

《商业内幕》（*Business Insider*）上有这样一则故事，一个学习能力倾向测验（SAT）的老师在网络通话工具Skype上进行一对一教学，90分钟收费1 500美元。即使在一个教育应用程序和在线学习工具十分发达的时代，这位老师还是能够收取这么高的费用，这是因为他确实能够提高学生的考试成绩。

目前工匠经济的另一个例子就是网络商店Etsy，人们可以在这里出售手工制品或老式产品。Etsy在2005年问世，目前提供超过2 900万件不同的手工珠宝、陶器、服装和其他物品。2014年，该网站的商品销售总额达到19.3亿美元，其中大部分都流进了卖家的口袋。有的卖家借着手工制品的热度取得了不可思议的成功，每月能赚数千美元。虽然该网站取得了成功，但人们仍专注于手工制品。当人们知道一位Etsy店铺的老板每月靠卖中国批量生产的发箍和护腿能赚70 000美元的时候，社区中立即产生了一阵骚动。

判断工匠经济中哪项任务具有长久性的商业意识需要反复试验。这些任务可能出现在那些重视非机器操作的不规范行为的领域，例如为客户提供定制服务的私人教练，或不仅仅计算数字的管理者。然而在其他领域，我们不愿意将之前交给机器的任务归还人类。没有人会希望他们的汽车是由人造出来的而不是机器。人们更不能接受高速公路上高速行驶的汽车发生不按规则行驶。

为了应对这一范式的转换，我们还需要更好地训练下一代。目前，教育深陷于工业革命的范式之中，这一范式已经持续了100多年。在一个“工厂奴隶”的时代，学校教育被比喻成创造相同的T型福特车的传送

带。标准化课程用来教学生特定的技巧，让他们走上工作场所中预先规定好的岗位。这一标准化假设学生学习的技术不会变化，他们一生都可以使用。然而，今天的世界中，习得的技巧通常在10年内就会被淘汰，这意味着人的一生都要不断学习和进行自我评价。在一个智能手机都能上网的年代，我们还需要质问为什么要通过毫无启发性的机械教学在学生的头脑中存储大量信息。

除非发生灾难性风险，在就业方面，整体看来，人工智能对人类的影响是积极的。经济将运行得更加平稳，机器人和人工智能将接手许多不受欢迎的工作并且创造新工作，这就将人类解放出来，他们可以去追求更重要的目标。人工智能能够完成我们目前做的大部分工作，但是人类距离退出工作岗位还早得很。

总而言之，肯·詹宁斯被IBM的人工智能机器人打败多年以后，我们还是不会废寝忘食地观看冷知识节目中两个人工智能的对抗。尽管《危险边缘》展示了人工智能的机智，但是观众真正想看的是人的个性。这才是最重要的戏码。

^[1] 犹他州最早的称号是“蜜蜂窝的州”，原因是这里有许多冰蚀地形，看起来像蜜蜂窝。
——编者注

^[2] 欧盟最早在1995年就在相关数据保护法律中提出了“被遗忘权”概念，任何公民可以在其个人数据不再需要时提出删除要求。谷歌在2014年6月宣布，已经开始根据欧盟最高法院的裁定而在搜索结果中删除特定内容，给予用户“被遗忘权”。——编者注

第六章

人工智能真的具有创造力吗

在上一章里，我们明白了为什么在就业竞争中，拥有创造力很可能是一个人类仍然会对机器保持优势的特质。就像风险资本家、软件工程师马克·安德森（Marc Andreessen）所认为的那样，在人工智能不断“蚕食世界”的过程中，那些需要人类创造力的工作很可能禁得起自动化浪潮的冲击。

然而，这不是说人工智能没有创造力。2015年6月，谷歌公布了Deep Dream项目。这家更关注工程而非美学的公司设立的这一研究项目十分迷人。Deep Dream是一个由人工智能驱动的图片生成程序，工作时它会利用谷歌耗时15年建立索引的图片库。几乎可以肯定地说，谷歌拥有最多归档了的数字化图片，这些图片被史无前例地汇聚在一起。2001年，谷歌已经拥有了2.5亿张建立了索引且可供用户搜索的图片。2005年，这个数字增至10亿，截至2010年，该索引数量再次飞跃，达到了100亿。时至今日，这个数字应该远胜以往。

在第二章里，我们看到谷歌利用深度学习神经网络，让机器智能地识别各个图片的内容。比如，为了识别什么是椅子，谷歌的程序员向神经网络展示了数百万张椅子的图片。接收了几百万张图片之后，神经网络已经可以确定什么是椅子，什么不是椅子。人们可能会想，看了这么多的椅子，如果它想的话，闭着眼睛都能画出一把椅子。

而这正是谷歌的计划。

谷歌通常使用自己的图片识别神经网络将图片归类，而不必由人工完成。比如，谷歌相册允许用户输入如“摩天大楼”或“毕业”等搜索关键

词，随后其神经网络会立即开始查找高大的块状建筑或学位帽。利用 Deep Dream，谷歌团队设想，通常用于分类和识别图片的流程也可以用于从无到有地生成图片。这个设想是这样的，在从每一个可能的角度查看了几十万把不同的椅子之后，谷歌的神经网络应该不仅能够识别椅子，而且还能再现一张完美的柏拉图式椅子：本·斯蒂勒（Ben Stiller）主演的《德里克·祖兰德》（*Derek Zoolander*）中的人物可能会将之称为“椅子的本质”。与其说这种再现是基于看到的某把具体椅子，不如说谷歌将其所知道的椅子的一切信息提炼后创造了一把新的椅子。

至少当时的设想是这样的。在 Deep Dream 项目中，谷歌工程师们实际上利用了生成图片的神经网络的一个有趣的怪癖。无人协助时，神经网络就会变得困惑：它从谷歌的100多亿张图片中发现了不寻常的关系，因而很难计算出物体的边界。因此，谷歌给柏拉图式物体（完美的椅子的本质）带上了一些不同寻常的附件，如从 Deep Dream 的理想化哑铃上垂下一条修长丰满的胳膊，看上去就像粉红色的长橡胶管。正如谷歌软件工程师亚历山大·蒙德维特塞夫（Alexander Mordvintsev）和迈克·泰卡（Mike Tyka）在博客里写的那样：“虽然图片上有哑铃，但是似乎没有肌肉发达的举重运动员把它们举起来的话，哑铃图片就显得不完整。在这种情况下，神经网络无法彻底提取哑铃的本质，或许它永远无法展示一个没有被手臂举着的哑铃。”

通常，谷歌会修正“这类训练事故”。但是对于 Deep Dream，谷歌决定从相反的方向开始。其结果是带来了超现实的图景，而这似乎更应该感谢萨尔瓦多·达利（Salvador Dalí）和 H. P. 洛夫克拉夫特（H. P. Lovecraft），而不是谷歌的联合创始人拉里·佩奇和谢尔盖·布林。谷歌团队让神经网络重点关注其发现的所有异常现象。由于接到的指令是极度重视在每张图片中发现的元素，Deep Dream 创造出了奇妙的梦幻之旅。神经网络收到图片，并按要求对其分类，随后再加入细节，就会陷入了一个陌生但迷人的反馈回路。Deep Dream 让云与鸟相伴，并力图使图片更像“真正的鸟”。一张晴空的照片会很快被谷歌理想化的鸟儿所占

据，仿佛世界上最强大的搜索引擎一夜之间决定成为一名涂鸦艺术家。同样的事会发生在你展示的所有图片上，仿佛谷歌的神经网络从虚无中创造了整个梦幻世界：大树变成了华丽的建筑，树叶变成了昆虫，而克罗地亚空阔的海洋变成了外星球的城市风光。

Deep Dream可能不会收到今年的特纳奖（Turner Prize）提名，但完全可以肯定的是：这就是创造力，谷歌风格！

机器人的创造力

在2004年的电影《机械公敌》（*I, Robot*）中有一个绝妙的场景，威尔·史密斯（Will Smith）扮演的主角有一段关于计算机的创造力的对白：“机器人能创作交响乐吗？”他问道：“机器人能在画布上绘出美丽的杰作吗？”与之对话的机器人反诘道：“你能吗？”

乍一看，“机器是否具有创造力”这一问题并不是特别重要。与本书提到的其他问题（比如未来的就业情况或人工智能医疗）相比，很容易把它当成一个小问题。这个问题是谷歌两位软件工程师在周五下午喝啤酒聊天时无意谈到的。

事实上，人工创造力是人工智能面临的最重要的问题之一。谷歌的Deep Dream项目是否算是艺术领域或许不能引起所有人的兴趣，但创造力的其他含义却影响重大。1949年，享有盛誉的英国神经外科医生杰弗里·杰弗逊爵士（Sir Geoffrey Jefferson）曾如此争辩：“只有机器由于创作乐符的想法和情绪偶然降临而创作出一首交响乐或协奏曲时，我们才会认同机器等同人脑。”如果机器能够做到，我们是否应该认为它有智能？

没有什么话题比机器可能有创造力的想法更引人惊愕。批评者的典型论据是艺术是由情绪而非智慧创造的。在人们眼里，艺术家是感性的，而计算机则是超级理性的象征。《时代周刊》的列夫·格罗斯曼（Lev Grossman）认为：“创作一件艺术品是我们为人类而且仅为人类保留的活动之一。这是一种自我表达行为，如果没有自我，你就不会创作。”

想一想在科幻作品中经常出现的人工智能形象，那些人工智能获得了人类的情绪，但最终却变得像机器一样毫无用处（甚至非常危险）。

人工智能的研究史表明，注重重新塑造机器内在情感的研究相对较少，这种情况一直持续到最近。不加抑制的情感往往导致冲动和非理性，而人工智能的目标是打造理性、符合逻辑的机器。在第四章，我们看到计算机越来越擅长识别用户情感，但机器距离自身具有情感仍然相去甚远。或许这样对我们来说更好。

但这同样适用于创造力吗？这依然是遥不可及的任务，还是比我们想象的更接近成功？甚至是现在就已经出现了吗？看着谷歌Deep Dream项目生成的这些图片，我发现自己一直疑惑不已：如果我在参观伦敦泰特艺术馆时看到它们，我会有什么反应？我会立即对它们置之不理，或者，令人尴尬地，我会努力将它们与赢得当年特纳奖的其他艺术品区分开？如果我们知道它是由谷歌神经网络创作的由数据驱动的作品，我们的反应会不会与我们认为这是一名人类艺术家的作品时有所不同？如果碰巧创作出两幅相同的图片：一幅由人类创作，另一幅由人工智能创作，又将如何？我们的判断会有所不同吗？

Deep Dream能够回答威尔·史密斯关于人工智能能否将空白画布变成“美丽杰作”的问题了，只不过具体答案根据你是否欣赏其图片而有所不同。至于机器人能否创作交响乐的问题，2012年7月，伦敦交响乐管弦乐队登台演奏一部由算法生成的名为“通向深渊”（*Transits-Into an Abyss*）的作品。这首作品由西班牙马拉加大学研究人员开发，一位评论家称其“颇具艺术性且令人愉悦”。

这些不仅是人工智能用于创作过程的证明。实际去看看，几乎所有好莱坞大片和为非人类角色赋予生命的CGI（计算机合成图像）效果全都依靠人工智能研究人员开发的技术。Pixar等工作室里的动画人员使用算法自动生成屏幕上虚拟人物的真实动作，从而使场景活灵活现。现在的人类动画师的工作并非是使每一帧画面活动起来，而是像电影导演一样，以大概的笔触描述场景，然后将细节交由演员演绎。而这个演员通常是人工智能算法，这些算法会计算电影虚拟角色的行为顺序，让虚拟

人物到达场景中预先设计的目标位置。如果认为表演时的人类是有创造力的，那么为什么虚拟演员不能享有同样的赞誉呢？两者都被告知要说什么台词，在哪里开始以及在哪里结束。但是事关创造力时，所有人就都是另一个看法了。

在这种情况下，人工智能熟练地讲述自己创作的故事这一点就毫不令人吃惊了。下面是一个例子，是谢赫拉莎德（Scheherazade）创作的故事。谢赫拉莎德是佐治亚理工学院研究人员创造的人工智能，根据《天方夜谭》里讲述者的名字命名的。

约翰又深吸了一口气，他想知道这是否真是一个好主意，然后进入了银行。

约翰排在最后一个人后面，等着轮到他。当前面的人办完了业务，约翰缓步走向柜员。

柜员说：“你好，我是萨莉，能为你做点什么？”

约翰走近时，萨莉害怕起来，因为他看上去很可疑。约翰掏出了藏在夹克口袋里的手枪。他面色冷酷地用枪指着萨莉。萨莉吓坏了，因为有性命之忧，她失声尖叫起来。

约翰要她交出钱，嗓音粗暴而沙哑。他把一个空袋子扔在柜台上。

萨莉往包里装钱，约翰盯着她，当她把袋子装满后，一把从她手里夺过袋子。萨莉失声痛哭，眼泪滑过了她的脸庞。

约翰大步走出银行，钻进了自己的车里，把钱袋子扔到了旁边的座位上。

约翰砰地关上车门，轮胎吱吱地响着，他驶出了停车场，逃走了。

好吧，这个故事不是《战争与和平》那样的鸿篇巨制，但是说它不

逊色于一般假日所读的惊险小说也不会言过其实。而它无时无刻不在变得越来越好。谢赫拉莎德的目标是通过研究不同主题的细节并将这些细节融入叙事的情节从而生成故事，这与人类作家所做的类似。其数据来自各种剧本描述，人工智能随后将之汇总并变为独创的内容。“如果我们问它关于银行劫匪的事，我们不会告诉它任何关于银行或劫匪的内容。”人工智能创造者马克·列迪道（Mark Riedl）解释道，“我们甚至不会告诉它这是在银行内发生的行动。它必须从某个地方得到这些知识，因此它要求人们用自然语言去讲述这些例子。它再从这些例子里学习，并创造新故事。”

别为谢赫拉莎德的文风发愁。最近佐治亚理工学院研究人员的研究表明，系统所使用的语言可以被修改，能根据要求变得更加简洁或更具表现力。

什么叫创造力

当然，所有这些关于计算机创造力的例子都截然不同。它们依据不同的人工智能技术，以及彼此不同的创作规则。在我们展开论述之前，必须先准确定义我所谈及的创造力。说起来容易做起来难。尽管我们对人类大脑所知甚多，但是人类创造力的根源对我们来说还是个难解之谜。最初谈到这个话题是1891年出版的《天才的人类》（*The Man of Genius*）一书，其作者是意大利物理学家切萨雷·隆布罗索（Cesare Lombroso）。隆布罗索将极端创造力与天才和疯子联系在一起。相关的特质包括左撇子、结巴、独身、早熟以及神经质：只有一条可以完全地适用于计算机。今天，神经学家使我们距离创造力源自何处的答案更近了一步，但我们依然无法找到一个准确的答案。或许，我们至少可以采用将创造力定义为品质这种获得了广泛认同的解释。

首先的区别在于创造力并不仅仅是创造活动。如果仅仅是创造活动，就不必争论人工智能是否具有创造力了，因为答案将明确无误的为“是”。就最基本层面而言，计算机算法是将输入转化成输出。根据这个定义，实际上所有计算机软件的存在都是有创造力的，无独有偶，有些语言学家认为语言自己也具有创造力。

我们可能因此修改我们的论点，认为创造力是创造新事物的行为。这个定义需要进一步澄清，因为它立即提出了下列问题：“对于谁才是新事物？”在某种程度上，人人都具有创造力，虽然并不是所有的个人创造力都拥有相同的社会价值。比如，孩子想出的对于他们而言是新颖的想法，但这个想法通常是人人所熟知的。父母采取奖励这种行为，因为“奖励”展现了他们的孩子在学习，但小汤米学会了如何开门或写数字8就不太可能持续吸引公众，因为这些事大家早已熟视。同样的例子，我可以告诉你我早有关于触屏智能手机及其应用商店的创意，但除非我

能证明我的想法早于苹果公司，不然苹果的律师不可能为此睡不着觉。

那么，让我们再次修改我们的定义吧，我认为创造力是创造全社会感到新颖的事物的行为。当我们谈论“具有创造力”的时候，这种创造力（可以称为新颖）就获得了认可。技巧是这个等式非常重要的组成部分，但并非一切，这就是为什么莱斯特广场画水彩的街头艺术家看不到自己的画作挂在博物馆里，即使它可能是个技巧性很强的仿作。

“重生”的甲壳虫乐队

利奥尔·沙米尔（Lior Shamir）认为，新颖性之于创造力如同汗水之于灵感。换句话说，如果你能断定一个想法有多新颖，你就可以利用知识来丰富这个有创造力的想法。

沙米尔是密歇根州靠近底特律市的劳伦斯技术大学的一名计算机科学教授。他研究人工智能能否有创造力的实验的起因非常简单，就是2014年的一项工程。因为乐队多年以来不断发展，沙米尔想看看自己能否编写一个算法，能够将乐队的声音进化过程用图表示出来。沙米尔挑选了自己最钟爱的甲壳虫乐队来进行实验。他先从甲壳虫乐队的13张专辑里取出一些样本，构建了数据库。让计算机分析这些歌曲，结果显示共有2 883个独特的数值内容描述符，沙米尔将从音高和节奏到我们通常不会与音乐联系起来的其他模式都一一标注清楚，随后使用一个称为K-最近邻法（K-Nearest Neighbor）的统计工具来判定数据库里任意两首歌的相似度。没有了人类的干预，该算法成功将全部13张专辑按年代排序，首先是1963年的*Please Please Me*，随后是*With the Beatle*、*A Hard Day's Night*、*Beatles for Sale*、*Help!*、*Rubber Soul*、*Revolver*、*Sergeant Pepper's Lonely Hearts Club Band*、*Magical Mystery Tour*、*The White Album*、*Yellow Submarine*、*Let It Be*，最后是*Abbey Road*。

为了确保这不是自己的想象，沙米尔在ABBA（瑞典的流行组合）、U2（爱尔兰都柏林摇滚乐队）以及皇后乐队等其他流行乐队的音乐上测试了自己的算法。在每个例子中，尽管除了音乐以外没有其他信息，但是他的软件总能将专辑按其录制年代排序。

这个结果无疑让人印象深刻，但对于沙米尔来说，这只是要做的第一步。通过将甲壳虫的音乐DNA（脱氧核糖核酸）分解成2 883个不同

的描述符，沙米尔认为它将很快可以生成全新的歌曲，这些歌曲听起来就像出自甲壳虫的*Revolver*等专辑一样。

“这可能意味着使用同样的音阶、时间记号、乐器或其他条件，计算机将能够基于上述专辑的启迪来创作歌曲。”他说，“一旦你能判定什么使得歌曲变得新颖，那么生成同样的新颖性也仅是个计算周期的事了。你或许无法一蹴而就，但是让计算机一遍又一遍地反复生成，最终肯定会得到你想要的。”

沙米尔的建议并不是全新的建议。早在1821年，荷兰发明家戴尔瑞克·温克尔（Diedrich Winkel）建造了一套机械设备，名叫“伙伴”（Componium），现在收藏于比利时布鲁塞尔的仪器博物馆。温克尔发明了一款能够生产无数种不同织物图案的纺织机，从而找到了成功之道。“伙伴”也试图将相同的算法转移至音乐的世界，从而发现新的作曲方法。他的发明是自动风琴，由两个同时旋转的管子构成。这两个管子轮流演奏任意所选音乐的两个乐节，同时另一根管子静静地选择下一个变奏。轮盘样的飞轮的作用相当于“程序员”，决定是否选择一个特定变奏。温克尔的计算结果是，如果每次演奏平均持续5分钟的话，“伙伴”要演奏所有可能的音乐组合需要138万亿年以上。

沙米尔的概念与之不同，因为这并不意味着要将现有甲壳虫乐队歌曲的不同元素进行匹配，而是生成披头士组合风格的全新音乐。由于有效生成音乐需要计算周期，他认为这种技术还需要10年时间的发展。

那么到2026年我们可以欣赏新的甲壳虫专辑吗？沙米尔说没有理由办不到，至少在技术层面上没有问题。在写这本书时，电视广告中的女演员奥黛丽·赫本（Audrey Hepburn）正在推销银河牌巧克力。广告片中的场景是20世纪50年代，年轻的赫本（或者奥黛丽·赫本，人们这样亲切地称呼她）坐在一辆行驶在亚马菲海岸的公共汽车上，在她的手提包里是一块银河牌巧克力，这款巧克力在10年后才成为一个品牌。透过车窗，赫本看到敞篷车里一位非常有魅力的男人，并迅速更换了车辆，然

后两个人津津有味地嚼着巧克力，飞驰而去。这个广告没有使用已有的影片资料和两个演员，而是利用最新的计算机图形技术重新创造赫本的脸部特写。如果在广告中出现的这种技术现在可以为公众所接受，那么，有朝一日我们将以同样的方式创作音乐。

利用全息技术，人工智能甚至能够使适应时代的甲壳虫乐队在舞台上表演他们的新作品。这样的事情实实在在地发生过，2014年的公告牌音乐颁奖典礼上，迈克尔·杰克逊（Michael Jackson）被“复活”登场，表演了他去世后发布的打榜歌曲《节奏的奴隶》（*Slave to the Rhythm*），与之同台的则是一群充满激情的伴舞人员。设想一下，同样地将甲壳虫乐队解散后的成员约翰（John）、乔治（George）和林格（Ringo）重新聚在一起，唱一首他们不曾创作但可以在1967年创作的歌曲将会怎样。运用利奥尔·沙米尔的算法展示甲壳虫音乐风格在他们活跃的10年间的变化方式，或许我们就能够预测甲壳虫在1975年、1983年甚至是今天创作的歌曲。

“我认为，很明显计算机正变得具有创造力。”沙米尔说，“这点毫无疑问。人们喜欢将创造力神化，就像它来自从天而降的瞬间灵感。保罗·麦卡特尼（Paul McCartney）花了两年时间才创作完成了歌曲《昨天》（*Yesterday*）。这需要一个过程。创造力是启迪性的东西。它需要评估不同的路径和决定，直到找到正确的。这是人工智能可以进入的领域。”

天才的灵光一现

亚里士多德曾梦想一种具有创造力的机器。在其公元前350年左右的著作《政治学》中，他描述了他梦想的一种乐器，它可以自行演奏，因为当时需要奴隶执行表演音乐的任务，所以这种乐器的产生意味着奴隶制度的终结。对于亚里士多德而言，“伙伴”应该可以称为机器智能了，因为它能够创作新曲子，并且能自行演奏。但今天我们却不认为“伙伴”是智能的。首先，它的音乐不是真正从头原创，而是受限于自己库里的音乐组合。就像是第一章里讲述的“专家系统”，“伙伴”所拥有的一切智能都源自其人类“程序员”。利奥尔·沙米尔的人工智能作曲家也是这样，尽管它远比“伙伴”要复杂，但它无法演奏现有音乐的变体，而其依据的数据仍是人类创造力的结果，这与谷歌的翻译工具非常类似。

如果设想利奥尔·沙米尔能够让他的人工智能按照甲壳虫乐队的风格生成一张新专辑，新专辑完全由新歌组成，但都采用甲壳虫乐队的歌曲特色的高水平描述符。那么，作品所收获的荣誉应该归谁：人工智能还是利奥尔·沙米尔？不久的将来，我们就会面对这样的问题。同样地，在我们一生中的某个时候，我们不免要面对CGI人物获得表演大奖的情况。如果奥黛丽·赫本复活，主演奥斯卡夏季盛典的电影，我们应该将荣誉献给软件、动画师还是提供原始数据的奥黛丽·赫本本人呢？虽然这些情景目前只出现在思维实验中，但是它们凸显了计算创造力这个要点。简而言之，如果人类参与这些流程，我们可以将赞誉送给人类而不是机器，就像我们会因杰克逊·波洛克（Jackson Pollock）创作的有影响力的滴画而对他赞赏有加，而不是向画笔和重力致敬一样。当卡斯帕罗夫败给IBM的国际象棋计算机“深蓝”时，他对此评论说，他看到了机器下棋时的高深智慧和创造力。他暗示的并不是人工智能已经获得了这些品质，而是IBM利用屏幕背后的人类棋手进行操控。

由于当今多数人工智能系统都需要对之前已有的大量数据进行计算，我们可以认为本章前面所有关于计算机创造力的例子都是将旧数据集转变成新输入。即使其结果是个新创意，这个新创意也只是源自其接入的数据，是旧想法的迭代。这是肯定的。然而，称这与人类创作方式根本不同则是个错误的说法。身为人类，我们喜欢神化自己的创造力，将了不起的创意视作是天才的灵光一现，凭空而生。比如，美国电子工程师哈罗德·布莱克（Harold Black）在乘船通过纽约哈德逊河去上班时想到了负反馈放大器的主意。这次灵光一现在布莱克的一生中影响如此深远，以至他决定将自传命名为“渡轮停靠之前”（*Before the Ferry Docked*），尽管在他去世之前这本书都不曾写完。在伦敦大英博物馆外人行道上等待红灯时，美籍匈牙利物理学家列奥·西拉德（Leó Szilárd）想到了核链式反应的概念等等。像我这样的记者都可以举出例子证明发明创造是天才灵光一现的结果。查明当人们发明鼠标或创作改变他们人生的小说时他们在干什么之后，人们会觉得这个发明和创作过程既超然又不难实现，仿佛灵感随时可能出现在任何人身上。

而现实是，创造力从来不是凭空出现的，它总是结合了旧想法，踏上新道路。17世纪颇具影响力的英国哲学家托马斯·霍布斯（Thomas Hobbes）在其著作中将想象力描述成“衰退的感觉”。换句话说，霍布斯认为想象力将我们过去的感觉印象与在此基础上积累的知识进行了重新构建。出于同样的理由，历史上的艺术家让自己进入不同的情绪状态，因为这使他们可以像厨师处理食料一样汲取从前的经验。如果霍布斯的想象力理论是对的，它与机器的想象力就不会有什么大不同。

再回头说说利奥尔·沙米尔所钟爱的乐队，虽然甲壳虫乐队的作品是货真价实的原作，但它的灵感源自之前查克·贝里（Chuck Berry）、卡尔·帕金斯（Carl Perkins）和猫王埃尔维斯（Elvis）等人的作品。就像约翰·列侬所说的：“听到埃尔维斯的作品我才受到了触动，如果没有埃尔维斯，就不可能有甲壳虫。”

完全与我们预期相反的想法可能令人困惑不已。电影《回到未来》（*Back to the Future*）的宏伟场景证明了这一点，在电影里，时光从1985年倒流至1955年，马蒂·麦克弗莱（Marty McFly）在学校舞会的舞台上找回了自己。马蒂·麦克弗莱抱着吉他并将20世纪80年代少年心中的经典歌曲烂熟于胸，他“创作”了查克·贝里1958年的名歌Johnny B. Goode，在这首歌录制前，他在几年中都一直演奏它。马蒂·麦克弗莱因人们的反应而欣喜不已，他在歌中加入了80年代的重金属风格，紧挨着扩音器弹奏吉他，期待人们的回应。听到这些噪声般的声音，孩子们停止跳舞，一脸迷惑。马蒂清醒过来并道歉：“哦，对不起，看来你们还接受不了这个。但你们会爱上它的。”经典摇滚乐——灵感源自20世纪40年代的节奏蓝调——对于1995年的听众来说意义非凡。重金属音乐，脱胎于二十世纪六七十年代的摇滚乐，对1955年的听众来说毫无意义。

然而，仅仅将想法结合在一起的行为并不一定是创造力，即使其成果也很新颖。苹果首席执行官蒂姆·库克曾谈及不必要的发明：“你可以把烤面包机与冰箱组合在一起，但你要知道这些东西可能无法取悦你的用户。”我一直都十分喜欢的一部电影是罗伯特·奥特曼（Robert Altman）导演的《幕后玩家》（*The Player*），它是一部讽刺好莱坞的影片，但也是部缺乏创造力的影片。贯穿影片的笑料是慢吞吞的影片简要描述，这是好莱坞业内人士用以描述他们所拍摄的影片的用语，通常都标成“影片A加影片B”，而这里的影片都是当时的流行影片。笑料是这样的，这些由片名混合而成的简述彼此完全冲突。在影片开始的时候，编剧对电影公司经理说：“是《走出非洲》（*Out of Africa*）加《风月俏佳人》（*Pretty Woman*）。”稍后，某人将“精心打造的心理、政治及惊险喜剧”描述成“《人鬼情未了》（*Ghost*）加《谍影迷魂》（*Manchurian Candidate*）”。

我们完全能够编写一段计算机程序来做同样的事，只是速度快些。运用互联网电影资料库里保存的约328 952部故事片，我可以编写一段将各个电影相结合的程序。短暂地运行一下程序，我手里的看点可能比

一屋子高薪聘请的好莱坞编剧一辈子想出来的都多。想象一下中世纪瑞典骑士在与死神下棋时失去童贞的喜剧 [《第七封印》（*The Seventh Seal*）加《美国派》（*American Pie*）]。赶紧写支票吧！

利奥尔·沙米尔指出，由于接入的数据量很大，在判断新颖性方面，计算机比我们多数人都要老练。比如，谷歌图书搜索已经扫描并数字化了3 000多万册图书，书中的内容现在已经可以搜索。谷歌估计，全球约有1.3亿册不同的图书，并且表明到2020年它要扫描完这些图书。我们把这个数字与人类的读书数量进行比较：一个女人自称是英国最贪婪的读者，从1946年开始每周读约12本书，她一共读了25 000本书。终其一生，效率再高的读者也无法读完谷歌2004年10月才开启的图书扫描项目中千分之一的图书。随着数据集不断扩大，计算机越来越擅长执行如上下文分析等任务，这是为什么在作品的作者不详时能使用计算机找寻作者。

只有生成新颖性还远远不够。虽然我的电影简述生成项目可能效率很高，但它可能仅仅只是把多数编剧所面临的难题颠倒了过来。与没有足够的创意可选不同，突然之间，我们变得有太多的创意可以选择。这仍然是个数据问题，只是反过来了而已。使人们具有创造力的是识别按照正确原则处理某一创意的能力。1997年史蒂夫·乔布斯重回苹果之后不久，他将创新描述成否定1 000个可能创意的能力。“你必须精心选择。”他说，“实际上，我因我们没做那些事而感到骄傲，就如同因我们所做的事感到骄傲一样。”乔布斯最终领导苹果创造了iTunes、iPod、iPhone和iPad，但在此之前，他否决了几十个他离职期间苹果公司一直研发的产品。

幸运的是，机器也越来越擅长处理自己的任务。只要我们能够告诉它们我们在找什么，它们就能创造新的富于想象力的解决方案，甚至会超过完成这项工作的人类。

人工智能能否成为发明家

1996年杰森·洛恩（Jason Lohn）加入美国国家航空航天局时31岁。他是个训练有素的电子工程师，之前一直在谷歌工作，洛恩的任务是设计宇宙飞船执行任务时使用的天线。“天线在宇宙中非常重要，”洛恩说，“如果没有良好的天线系统，你发射的飞船可能就只是一个造价昂贵的金属球，因为我们没有办法与之交流。”天线优化的问题在于如何建立一个带宽尽可能高的最佳通讯频道，与此同时，它的体积还要充分地小。早期天线一次只能发送少量字节的信号（两位数）。忽然有一天，梦想变成了收到来自太空的全动态视频流。洛恩非常清楚这个问题的复杂性，然后他想到了解决问题的办法：为什么不把设计流程交给人工智能？

“人们已经将人工智能用于制订多年计划等任务，但我要用人工智能改进太空任务中实际硬件的性能。”他说道。

还是本科生的时候，洛恩阅读了理查德·道金斯（Richard Dawkins）的著作《自私的基因》（*The Selfish Gene*），这是关于基因进化方面最有分量的书之一。“我完全陶醉于自然选择的力量。”他接着说道。大学期间，洛恩开始探索复制这种进化流程用于解决设计问题的想法。

本质而言，这不是一个新想法。几百年以来，人类一直掌握着进化流程，哺育最符合我们需求和希望的新动植物物种。11世纪，杰出的波斯学者艾布·莱哈尼·比鲁尼（Abu Rayhan Biruni）发现了林业工人让树长得更好的秘诀——留下他们认为好的枝干，砍掉其他枝干。在18世纪英国农业革命期间，这个概念被一个名叫罗伯特·贝克韦尔（Robert Bakewell）的人转化成了一门科学。贝克韦尔发现，通过控制繁育，他

可以得到产毛高的绵羊和产肉多的肉牛。随着越来越多的农民听从贝克韦尔的领导，家畜在体型和品质方面都得到了提高。1700年，待售屠宰的肉牛平均重量约为168公斤，而到1786年，平均重量已经翻番，达到381公斤。

据洛恩所知，计算机可以使用人工智能模仿自然选择的想法实现同样的结果。就像贝克韦尔的牛羊，算法进化先让创造者制定其要实现的目标。“以天线为例，你可以告诉算法你需要一个解决方案：天线要能够装进一个10厘米×10厘米的盒子，以球式或半球式向外辐射信号，要能够在特定的Wi-Fi频道上运行。”他说，“你提出所有的要求和规定，随后算法按照这些要求优化解决方案。”

洛恩估计，说服高层相信进化算法才是未来之道，他在位于加利福尼亚的家到位于华盛顿特区的美国国家航空航天局总部之间穿行了三四十次。最终他们同意放手去做。洛恩掌握了即将到来的“空间技术5”（Space Technology 5）任务的说明，将其输入空间天线的基本要求之中，然后让他的软件开始工作。

经过数百次生成，算法最终给出的结果看起来像个错误。洛恩称其设计类似一个“曲别针”。他备感失望，就像信誓旦旦保证朋友可以胜任工作，却看到他第一天就酗酒并醉倒在桌子上一样。然而，洛恩忠诚地制造了一台实体原型机，并将它送到了测试室。原型机比他所见到的其他所有解决方案都要出色。随后的设计也是同样的结果，但是由于它们包括的不必要元素过多，洛恩深感茫然，不知道如何解释它们为什么可以工作得这样顺利。

“作为工程师，我们通常能理解计算机设计的一两个方面，但我们却不理解设计的其他部分。”他说，“如果使用进化算法对天线进行优化，我只有50%的可能可以准确解释它做出选择的理由。其余情况下，对我们来说，计算机设计是不能被理解的。但是它能正常工作，而作为工程师，我们最终关注的是让一切正常工作。”

并不是所有遗传算法想出的解决方案看起来都这么违背常理。因为适应度函数由程序员输入，所以算法只能根据运行人员希望看到的标准解决方案创造各种变体。就像谷歌的Deep Dream项目，尽管它既可能让计算机崩溃，也可能使计算机不受前期发生的情况阻碍而设想各种解决方案。

在洛恩的例子中，结果不言而喻。如果他在向美国航空航天局的上级申请这项任务之前有疑虑，这些结果当然不可能存在。2013年9月6日，美国航空航天局发布了月球大气与尘埃环境探测（LADEE）任务，用以研究月亮的月尘环境。探测器上使用了三个天线，都是由洛恩的人工智能设计的。“这个任务只使用这种天线，”他说，“如果它们失败了，也没有其他天线可以挽回败局。”这次任务相当成功。洛恩将之称为职业生涯的亮点。

洛夫莱斯测试

在第四章，我论及了图灵测试，迄今它还是检测机器智能最著名的测试。然而，由于创造力问题已经成为人工智能界最突出的问题，一些人已经建议创造一个新的测试。

涉足现代计算而讨论机器创造力话题的第一人是阿达·洛夫莱斯（Ada Lovelace），她是世界第一批计算机程序员之一。她的创造力并不低于她的父亲——浪漫主义诗人拜伦勋爵（Lord Byron）。19世纪初，她与查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage）一起研究他的分析引擎。这是历史上第一台机械通用计算机，但是由于缺乏资金，一直没有完工。虽然洛夫莱斯被建立分析引擎的想法深深打动，但她认为它不可能真正思考，因为它只能运行设计好的指令。“在生成原创事物方面，分析引擎没有值得骄傲之处，”她恰当地写道，“只有我们知道如何命令它，它才能执行工作。”

相应地，洛夫莱斯测试是一种测试洛夫莱斯理论的方法，要求计算机自发想出创意。洛夫莱斯测试设计了一个实验，在实验里人工代理是 a ，人类创造者是 h ，而原始概念是 o 。只有 a 能够不需要 h 解释实现方式就能生成 o 时，这个测试才算通过。为了避免 o 成为随机事件，如偶然的错误， a 必须能够应任何测试评判人的要求重复生成 o 。

在论证人工智能通过洛夫莱斯测试还有多久的观点上，研究人员各持己见。在我看来，我们已经非常接近通过测试，而且我们甚至可能已经通过了测试。杰森·洛恩创建的进化算法之类的算法当然满足了很多标准。尽管洛恩自己无法解释人工代理创建的原始设计，但是事实证明它非常有效。

洛恩的进化算法远不是一个异常值。除了设计，进化算法也用于需

要创造力的所有领域。比如，一些建筑师使用进化算法按照具体建筑风格想出了数千个设计版本，致使这些设计看起来像谷歌Deep Dream版的办公大楼或巴洛克式大教堂。还有一种进化算法称为“Eurequa”，由康奈尔大学的创新机器实验室的主任和该大学的一位博士开发，它一直从事描述自然法则的实验。Eurequa的创立者胡德·利普森（Hod Lipson）表示：“Eurequa不是一种在旁边等待的消极算法，它会提出问题，这就是好奇心。”

进化算法与创意策略一起运用效果也很好。2010年，一位懂得人工智能知识的《星际争霸II》玩家利用进化算法，开发了一款能够生成最佳战术的软件进行游戏。这个名为“进化室”（Evolution Chamber）的算法能够让玩家设定游戏目标，随后提出可以最快捷完成目标的方式，它可以详细列出精确的顺序，玩家依据这个顺序建立游戏的战斗单位和阵形。不难想象，这种创造力或许在商业、法务和制药领域能占有一席之地。首席执行官、律师或药物研究员不仅仅是录入数据，命令你重复以前所做事。三者最成功的例子莫过于能够将创造力应用于他们的当前工作，想出一个新方法解决供应问题，做出一个原始法律论据或开发一款新药。

2015年夏，我访问了曼彻斯特大学生物技术研究所。研究所内的一间空调房发出了令人厌恶的警报：“死亡警报：你必须马上离开！”此时，我遇到了一台名叫EVE（早期机器人科学家ADAM的继任者）的机器人，它的任务是将药物发现流程自动化。因为开发一款新药物可能耗资3亿英镑，把这项工作交给人工智能意味着将发现更多的药物。同时，这也意味着为世界某些最易受伤害的人找到更多的药物，因为制药公司通常希望利用所开发的药物攫取最大利润，而不愿意花时间和资源治愈主要是穷人感染的热带病。EVE不仅承担测试新药的工作，而且还要提出用于要测试的药物的假说。同样，它制定理论以解释它的发现，设计实验检测这些理论，实际进行实验，最后再解释实验结果。

“如果是人类做这份工作，那一定会被认为是具有创造力的，因为它以制定和检测假说为工作重心。”EVE的创造者、曼彻斯特大学机器智能教授罗斯·金（Ross King）如是说道。金告诉我，他的研究方向是他所说的科学自动化。“在我看来，像EVE这样具有创造力的机器成为常规只是时间问题。”他说道。

所以，如果人们认为药物发现机器人在制药领域具有创造力，那么，在法律上机器人的创造者处于什么地位呢？约翰·科扎（John Koza）是进化算法的发明人之一，据他所言，这个限制已经被突破。和其他许多科学家一样，约翰·科扎对自己的可量化证据情有独钟。创造力是一种值得拥有的好品质，但是只有一个别出心裁的想法是以前从来没有过的，才能推动我们前进。检验一个想法是否具有原创性的一个方法就是申请专利。许多年以前，科扎开始将进化算法作为“自动发明机”使用。到目前为止，他的算法已经建立了约76项能够在一些领域与人类竞争的设计，如电路设计、光学、软件修复、民用发动机以及机械系统等。大部分设计都已经被其他人申请了专利。尽管在没有任何前期背景知识的情况下，计算机找到了同样具有创造力的解决方案，进而展示了计算机在设计流程中的价值，但计算机完成这些设计的时间真的太晚了。但在其他例子中，科扎的自动发明机能够创建新颖的且可以申请专利的概念。

在科扎看来，获得专利之所以对于判定机器是否具有创造力这个问题如此重要，是因为藏在美国专利商标局法律细则里的一两个词构成的短语。根据专利商标局的规定，专利只能颁给一个被认为是“不合逻辑步骤的”想法。“专利商标局所谓的通过一个‘不合逻辑的步骤’的意思是，一旦你完全按照过去的老路解决问题，你就必然想不到这种方式。”科扎解释道。为什么这两个词这么重要？科扎说，因为如果计算机只擅长执行逻辑运算，它们怎么能够采用不合逻辑的步骤呢？

这足以使阿达·洛夫莱斯挠头了。

祝贺沃森大厨

2015年9月，我吃了第一顿按照人工智能提供的菜谱备办的套餐。这道菜是印度姜黄肉菜饭，虽然不寻常，但依然非常美味。我是IBM沃森菜谱的“粉丝”，沃森是曾在美国智力竞赛节目《危险边缘》中获胜的人工智能，在前面章节我们已经说过此事。“此书的菜谱创意并不是由普通厨师想出来的。”《和沃森大厨一起学做菜》（*Cognitive Cooking with Chef Watson*）一书这样写道：“哪种古怪的菜谱中曾有土耳其加韩国风味的恺撒沙拉或古巴龙虾海鲜杂烩？而且，这个设计者什么食物都没有吃过。事实上这个厨房奇才根本没有味蕾，没有鼻子，也没有任何食物或饮料的感官体验。”

这或许令人吃惊，沃森大厨是沃森在《危险边缘》中击败肯·詹宁斯之后IBM才成立的项目。由于沃森能够分析《危险边缘》中的即问即答难题，还能轻易击败答题最娴熟的人类，IBM研究团队的工作人员决定下一代的逻辑挑战要超越问答模式并开发一个具有创造力的系统。各种建议蜂拥而来，包括来自艺术、文学和音乐领域的。最后，IBM倡议智慧城市的科学家拉夫·瓦什内（Lav Varshney）提出在一个所有人类都能欣赏的领域建立人工智能：食物。

“开始时，我们让沃森分析了约9 000个现有食谱。”沃森解决方案首席技术官罗布·海伊（Rob High）说，“在此基础上，沃森的系统能够学习不同类型与风格的现有食谱。它掌握了沙拉与三明治或蛋乳饼与意面之间的区别，也学会了区分越南菜与西南风味，或者辨别法国菜与中餐的不同之处。它可以指出同一类型菜肴中哪一个味道最浓。”

这或许已经足以开始找到味道之间的关系，帮助它做成奥地利烤芦笋或北欧鲑鱼蛋乳饼（这两道菜的菜名还有点押头韵），但是IBM希望

继续钻研。沃森的研究人员决定将包括9 000个食谱的数据集与罗布·海伊称“味道化学知识”的另一个数据集合而为一。正如海伊所解释的，当选择食材时人类大厨可能拥有渊博的头脑，但沃森能够分析决定味道的化合物，并使用这些化合物生成全新的组合。“为了找到化合物和包含这些化合物的食材，为你做出最佳的菜肴，沃森进行了6 000 000³次排列组合运算。”他说，“这些菜肴经常出人意料，但它们却非常讨人喜欢。”（一个独特的食物组合是樱桃搭配蘑菇，毫不夸张。）

现在，已经有了多个版本的沃森大厨。与任意名厨一样，你可以买到其官方食谱。你也可以用智能手机下载应用程序，这种程序帮助用户高度控制厨房人工智能来选择食材。首先，用户可以输入多达4种他们想要的食材，或许选择任何搁在冰箱里的食材。随后用户可以选择喜欢的口味，是否需要避开某些食材等等。沃森会立即处理这些信息，并生成食谱，一步步写明烹饪指令。

不难想象，它将比现在走得更远。早期版本的沃森大厨仅生成了可食用的食材清单，随后这些单子交给人类厨师转换成食谱。最新版的沃森大厨现在能够自主创建食谱，提供食材数量和烹饪时间方面的建议。未来10年中，人人都有一个厨房机器人并不是什么值得大惊小怪的事，就像前面章节讲述的动力机械公司做汉堡的机器人，能够从头到尾执行全部流程。你有没有发现自己突然渴望某种不知道是否存在的食物，比如韩式鸡肉蛋卷？没问题！当你离开的时候，可以通过自己的iPhone 12设置参数，而到家的时候，食物就等你品尝了。

但是罗布·海伊和我交流过的其他几位IBM员工都热切强调，沃森大厨不是IBM在人工智能上的最终目标。就像让一台世界上最强大的人工智能参加一个游戏展览比赛，本质而言，沃森大厨这个名称是个比喻，是概念验证，用以展示沃森能够利用其庞大的自然语言数据库进行不同领域的工作。创造力不仅仅在于准备新菜肴，还在于提出在所有领域帮助人类的方法。比如，IBM正在从事的一个领域是制药，因为沃森

能够帮助肿瘤学家挑选更加个人化、更具创造力的方法治愈癌症。还有一个领域是法律方面，因为沃森可以帮忙找到判例法，代表律师形成更具创造力的论据。最后一个就是业务分析领域了。

“不管这些系统变得如何智能，我认为都必须把这些发展看成是工具。”罗布·海伊表示，“就像沃森大厨无法取代人类创造力，它只是放大了人类的创造力。它将使我们比没有它的时候更加具有创造力。它将超越烹饪领域，它是一支描绘21世纪的彩笔。”

更确切地说，这是一支将慢慢画出自己作品的彩笔。

第七章

意识上传实现人类永生

马里乌斯·乌尔萨凯（Marius Ursache）希望你能长生不老。

在像技术行业这样几乎全是年轻人的行业里，几乎没有人花费太多时间去考虑死亡，这不足为奇。毕竟在这个行业里，人们21岁时就已开始二次创业，25岁时就成为亿万富翁，以至史蒂夫·乔布斯曾一度担心超过30岁的人还能否成就终身伟业。因此，在大多数硅谷“谷民”的头脑中，衰老和死亡都是没影的事。

来自罗马尼亚、曾经是医生的乌尔萨凯比大多数人思考的死亡问题要多。他甚至已经将之变成了工作。作为一家名为Eterni.me的创业公司的创始人，他夜以继日地工作，梦想着能够构建出人工智能3D替身，即那些外观、声音和举止就像我们死去的亲朋好友一样的数字生物。

乌尔萨凯的创业旅程开始于数年之前，当时他正沉迷于游戏《第二人生》（*Second Life*）。这是由旧金山的一家游戏开发商林登实验室（Linden Labs）开发的一款大型虚拟世界网络游戏。尽管《第二人生》类似于电脑游戏，但它在一项关键的功能上与电脑游戏不同。在《第二人生》中，玩家不用设定目标和加工故事情节，而是将自己作为游戏中的“居民”，并以自己想要的任意方式参与其中，比如开店，或者仅仅是与朋友闲逛。

“一天，我开始思考：人死之后，他在游戏中的替身会发生什么事？”乌尔萨凯说。他想，那里会不会成为第二人生的炼狱之城，被遗弃的替身们在他们的人类操作者离世很久以后像僵尸一样继续存在？如果有人试图与这些替身互动，会发生什么？

他开始越来越频繁地考虑这个问题。他试图找出编写能够真正模仿其人类操作者的人工代理程序的逻辑。他认真思考编写替身所需的程序，以便替身可以学会像其人类玩家那样去活动，交谈，制定和追求目标。他像锐意进取的企业家那样，设法想出将其转变为实际产品的方式。

2014年2月，乌尔萨凯应一位在布加勒斯特遇到的导师邀请，参加麻省理工学院举办的一个企业家计划。该计划的任务之一就是要设计一个可以从事的项目。而当时，他脑子里已经有了一个想法。他说：“我认为，这可能是人们收集和整理一生数字足迹的好办法。替身将会成为访问这些信息的一个界面。”

他向团队提出了名为“与逝者进行网络对话”的创意，并且迅速注意到：世界各地的各类实验室已经存在大量实现该项目所需的人工智能技术。尽管团队收到了共130个创意，而乌尔萨凯承认他的创意是最古怪的，不过最终“与逝者进行网络对话”的想法被视为值得探索的一个项目。

然而，乌尔萨凯对此有所保留。他说：“我知道，这不仅仅是模拟与逝者的对话。这可能会一团糟，陷入哀伤之中，而且坦白地说，实在是有点诡异。”

他决定通过一个网页来测试公众的反应。如果人们响应积极，他将继续进行下去；如果这个想法无人问津，或者引起公愤，他就放弃。

在最初的4天，网页获得了3 000人的签名，他们表示对此感兴趣。这个数字很快飙升到了22 000人，而且随后持续攀升。网页还收到了大量消息，乌尔萨凯将它们当成市场调研活动，尽职尽责地一一阅读了这些消息。多数消息对该项目赞不绝口，然而也有一定比例（他估计约1/5）的消息认为这个想法听起来非常诡异。有谁会想要一个言行像自己去世的祖父母一样的Siri版替身呢？

乌尔萨凯随后收到了改变其一生的电子邮件。这封电子邮件来自一名即将死于癌症晚期的患者。在邮件中，他说他仅有6个月可活，他写道，Eterni.me这样的项目是他死后为朋友和家人留下些念想的一个机会。

乌尔萨凯说：“回复赞同或批评的消息很容易。但是我能对一个临终的人说点什么呢？那一刻我决定这就是值得我奉献一生的事业。”几乎整个晚上，乌尔萨凯决定停止他之前的工作，转而全身心地专注于Eterni.me。

如今，Eterni.me已经拥有30 269位热心的订阅者，所有这些人都在等待数字化永生的入场券。公司的网站上播放着描绘一生中各种记忆的视频短片：新郎和新娘在婚礼上接吻；母亲拥抱自己的孩子；孩子在花园里扮演超级英雄；毕业生将学位帽抛向空中；退休人员在一起谈笑风生等等。乌尔萨凯的营销广告这样写道：“如果你能永远保存对父母的记忆会怎样？如果你让他们的故事在你的子女、孙辈乃至世代子孙中永远传承，又会怎样？如果你能将自己的传奇一生保存到未来，又会怎样？这样，100年后，你的后代、朋友或者来自遥远未来的陌生人也将记得你。如果你能够通过数字替身得以永生，未来的人们能够与你的记忆、故事和想法互动，就像在与你对话一样，这又会怎样？Eterni.me收集你的思维、故事和记忆，管理它们，并创建一个长得像你的数字替身。这个替身将永生，让未来的其他人访问你的记忆。”

当前还不存在这种使我们可以像乌尔萨凯最终希望的那样“与逝者进行网络对话”的技术。但是他的团队不懈地研发机器学习工具，正努力将这项技术变为现实，而Eterni.me则专注于收集用户数据，以便有一天，为用户的替身提供数字生命线。尽管如此，他认为Eterni.me的30 269名早期采用者不会一直等下去。

他说：“这项技术不是几十年能搞定的。构建仿真替身是一个迭代过程。它就像是搜索结果，只会随着时间的流逝，越来越完善，越来越

精确。”

利用机器实现死后永生

然而，马里乌斯·乌尔萨凯并不是第一个考虑机器如何使人死后永生的人。数十年前，多人网络游戏就不得不面对当红玩家或创建者死后的局面。以《龙与地下城》（*Dungeons and Dragons Online*）这款游戏为例，在联合创始人之一加里·吉盖克斯（Gary Gygax）去世后，游戏中创建了一个以他的录音做旁白的任务。那是一种坟墓中传来的缥缈可怖之音，提醒玩家在靠近任务发生的地方可以找到吉盖克斯的虚拟坟墓。

此外，还有更多其他案例，它们都表明了人类及其决策过程是如何嵌入机器代码的。其实，第一章中所描述的“专家系统”就试图创建真实人类专家的克隆版本。通过提取他们的专业知识并将其转化成一套概率规则，使其能够进行计算机处理。如果专家系统按计划实现，杰出的心脏病专家、律师或是首席执行官就可以将自己的专业知识复制并传播到全世界。

在某种意义上，与专家系统相并行的现代系统就是所谓的“推荐系统”(recommender system)。这种信息过滤子系统旨在预测用户可能对某一特定狭窄域内的条目进行评级或选择。阅读这个条目的每个人都可能遇到亚马逊或网飞公司的建议：“你喜欢X，所以你可能也喜欢Y”。有时这些预测不太重要，但是就像我们喜欢把自己当成完全不可预知的物种一样，这些预测常常准确得惊人。

至少很多公司认为如此。2014年1月，亚马逊获得一项运输系统的专利，该专利旨在通过预测人们的购买倾向并尽早发货来大幅缩短交付时间。在某些情况下，亚马逊称其可以将货物发送至当地运输中心，直至订单如期蜂拥而来。在其他情况下，它会注意送出有针对性的促销礼

物，以建立信誉。

和本书讲述的其他技术一样，这种预测的关键是分析庞大用户数据的能力。每年我们保留的自身数据量都要超过我们身上的DNA碱基对的数量。每次进入网络空间，我们都会留下痕迹。每当我们在博客平台WordPress或LiveJournal写博客，在推特或Facebook更新状态，使用Contextly应用评论新闻，在美国在线影片租赁商Netflix上选择电影或电视剧观看，发送即时消息，或者仅仅利用谷歌进行搜索，我们的数字身份就得到了更新与管理。其结果是由1和0呈现出关于我们的更加精准的描述。未来几年，随着个人信息泄露到人工智能系统中，这种曾经模糊的轮廓将日益类似于精细的素描，甚至是逼真的油画。就像我们在第三章所看到的，这种知识将会重新配置和优化我们周围的世界。你的家门或者所住的酒店房门将只在你走近之时为你打开。你从未驾驶过的租赁汽车将自动调节以满足你的偏好设置。恒温器将深知你喜欢的温度并自动调节，以便提高你在一天中不同时间的效率。

这不只是采集更多数据的问题，而是由亿万人常规记录的全新、不同类型的细粒度数据。比如，苹果手表可以收集一生中的心率，同时不同的苹果手表应用可以通过不同的数据点互相参照这些信息。在2014年拉斯韦加斯消费电子产品展期间，索尼推出了其“生活日志”软件，旨在沿着互动时间线，追踪人们从给朋友打电话到看电影的活动。所有这些数据在20世纪90年代还是难以想象的，当时只有实验室的一次性实验数据。

个性捕捉

威廉·西姆斯·本布里奇（William Sims Bainbridge）现年76岁，是美国国家科学基金会网络人类系统的联合主任，他一生中大多数时间都沉迷于死后人生的主题。他在自己的办公室保留了一幅姑婆克里奥拉

（Cleora）的照片，他说这么做是为了提醒自己面对自己的死亡。这幅照片年代久远，摄于1870年，照片的感光乳剂已经开始从古老的金属支架上剥落。这是克里奥拉·埃米莉·本布里奇一岁时的样子，在她夭折前不久拍摄的。尽管我们多数人曾经发生过祖先夭折的事，但在克里奥拉去世之后，她的身上发生了一些不同寻常的事。她去世时，她的教父决定虚构一些她不曾经历的生活来纪念她。他通过小说的形式来纪念克里奥拉。这部小说写于1883年，叫作《无私》（*Self-Giving*）。在小说里，克里奥拉长大成人，并且成为一位教士，最终殉道。

不管是什么导致克里奥拉的教父采取这种非同寻常的方式来想象她死后的生活，这种行为似乎都被承袭了下来。差不多一个世纪之后，1965年，本布里奇的父母和姐姐因家里起火而惨死。他那年25岁，是哈佛的一名社会学专业的学生。失去了亲人的本布里奇为了保留亲人的记忆，花费数月时间在灰烬中仔细查找，去抢救一切他能找到的值得纪念的物品。

对于保存记忆的兴趣最终将他引向神经网络。由于约翰·霍普菲尔德和其他人的工作，20世纪80年代初，神经网络已经被证明能够保存联想记忆。受到见闻的启发，本布里奇猜测足够大的神经网络有一天或许能够存储人类的全部记忆。随后，他根据著名的“运动捕捉”技术，将这一理念称为“个性捕捉”。在“运动捕捉”中，人的运动被扫描进计算机中，用于电子游戏和电影。本布里奇关于个性捕捉的大思路是，通过询问人们大量关于他们自己的问题，然后使用这些信息模拟我们所谓的人

工智能“头脑文件”（mindfile），就有可能精确模拟人在任何既定情境中的行为方式。他指出，为了创建个人的真正精准视图，需要人们回答接近100 000个问题。然后，每个问题将从两个维度来衡量，一个是每个个体性格的相对重要性，另一个是对该个体适用性的相对程度。这个结果将成为能够以和其真人原型相同的方式响应现实生活环境的软件替身。

尽管这还没有实现，但是并无原因明确显示其不可能成功。20世纪80年代，贝尔通讯研究所的一位名叫托马斯·兰道尔（Thomas Landauer）的研究员进行了一系列实验，旨在找出人类一生中能记住多少事。这些实验包括要求人们看图片以及听单词、句子和音乐片段。过了数分钟或数天后，兰道尔去测试参与者能够记起多少内容。通常采用多选问题来进行测试。尽管他的估计无法面面俱到，但他推断，一般人每秒大致可以存储2比特的信息。人的一生可以记忆总共 10^9 比特（约数百兆字节）的信息。鉴于我撰写本书所用的计算机已经存储了3兆兆字节的信息，根据兰道尔的计算，即使再低端的个人电脑也可以存贮数千个人类头脑文件。

就像艺术家画自画像一样，把头脑文件和后来的虚拟替身训练得和你一模一样，可能是人们一生追求的一种自我表达方式。由于我们中大多数人不一定能意识到自己的错误，本布里奇说，可能有必要把一个人的家庭成员、朋友和同事召集起来，来提供人们在可信度、职业道德等领域的细节。

与马里乌斯·乌尔萨凯类似，本布里奇的个性捕捉可以使用人工智能模拟挚爱或其他重要的人物，以便在他们去世后读取他们的记忆和观点。这些替身在未来将成为能够与后代互动的历史文物，这种互动与我们今天注视老照片或者聆听人们生前录音颇为相似。你可以将其当作一个存储着人而非书籍的存储库。关于这个概念的一个更加基础的变体已在几年前由卡内基-梅隆大学付诸实施，它被称为“人造会谈”（Synthetic

Interview)。通过创造能够回答问题的互动式视频体验，“人造会谈”的想法为亚伯拉罕·林肯等历史人物带来活力。为了这个项目，演员装扮成历史人物，并回答用户可能提问的数百个问题。一个非常基础的软件随后会选择恰当的视频以回应每一个提问。卡内基-梅隆大学娱乐技术中心执行制片人唐·马里内利（Don Marinelli）说：“人造会谈使人们深入地与一个人或就某一段时期进行互动，这是被动地看电影时不可能实现的。而且当我们将这项技术与一个像亚伯拉罕·林肯这样受人尊敬的人物相匹配时，其效果极具说服力。”

最终，个性捕捉有可能成为某个序列上的下一步，而当史前社会首次在洞穴的墙上画下一些图像，以之作为战胜死亡的符号时，这一序列就开始了。当我们注视着罗浮宫里挂着的《蒙娜丽莎》，或者阅读《麦克白》的时候，我们窥见了这些作品的作者内心，尽管列奥纳多·达·芬奇和威廉·莎士比亚已经在几百年前就离世了。一种所谓的“思维克隆”可能有一天也会做同样的事。除了记录记忆，人工智能行为建模甚至可能用于预测人们如何响应在其死后发生的事件，就像现在我们可以访问一位已故亲属生前使用的亚马逊账户，获得符合他们口味的图书、电影和音乐专辑推荐一样，而有些推荐可能是在他们死后创建的。

当然，马里乌斯·乌尔萨凯谈论的这种“虚拟永生”对人们来说是一种非常特别的永生，它意味着作为有意识的生命体而继续存在。就像伍迪·艾伦（Woody Allen）曾经讽刺道：“我不想通过我的作品而实现永生，我想通过长生不老而实现永生。”

人工智能能否也有助于解决这个问题呢？

延长人类寿命

多年来，人们都在思索这一可能：有一天，人类能否超越人体的极限，运用科学手段转移自己的思维并将之保存。这种思索可以追溯到十分有影响力的俄罗斯哲学家尼古拉·费多罗维奇·费多罗夫（Nikolai Fedorovich Fedorov）。费多罗夫出生于1829年，是俄罗斯宇宙主义者。宇宙主义融汇了东西方哲学的理论，具有俄罗斯东正教的虔诚与率直。今天一些未来主义者的这种宗教般的热情通常与最新的尖端科学齐头并进，这很大程度上脱胎于俄罗斯宇宙主义。费多罗夫将进化设想成以智能和实现它的探索为中心的过程。他认为，人类是自然史的顶峰，应该运用一切可行的理由和道德去指引自然选择之手。这种观点引发了人们的一种兴趣：利用科学方式实现彻底的寿命延长和肉体不朽，并且最终恢复所有逝者的生命。所有这些死而复生的人们生活在哪里呢？费多罗夫认为太空和海底可以成为人类的殖民地。就像众所周知的谷歌将民主和数据驱动的方法融入生活中一样，费多罗夫宣称：“人人都必须学习，一切都是知识和行动的对象。”

尼古拉·费多罗夫的想法很快受到了他人的追捧。法国社会学家珍·菲诺特（Jean Finot）于1909年撰写了《长寿哲学》（*The Philosophy of Long Life*）一书，在书中，他推崇利用科学来设计人生和制造生活物质。英国进化生物学家J. B. S. 霍尔丹（J.B.S. Haldane）1924年发表的《代达罗斯或科学与未来》（*Daedalus; or, Science and the Future*）随后认为，进化可以通过定向突变在子宫里进行。在作家奥尔德斯·赫胥黎（Aldous Huxley）创作其反乌托邦小说《勇敢新世界》（*Brave New World*）时，霍尔丹的想法对他影响很大。在1927年出版的《为生存能力而奋斗》（*The Struggle for Viability*）中，布尔什维克作家亚历山大·波格丹诺夫（Alexander Bogdanov）宣称：自然寿命正因为社会缺陷而被人为缩短。如果改善这一状况，波格丹诺夫写道，我们的生命至少应

该“持续120—140年”。同期，X射线先驱J. D. 伯纳尔（J.D. Bernal）于1929年撰写了《世界、众生和恶魔》（*The World, the Flesh and the Devil*），这本书详细说明了费多罗夫的“空间殖民”的概念，并描述了其延长人类寿命和增强人类智能的理论。

这些长篇大论今天读起来仍然引人入胜，但是只有当在计算机、机器人和人工智能成为20世纪晚期交流工具的一部分时，超人类主义才真正生根。特别是随着年华老去，许多人工智能保守派也将注意力转向了能够帮助他们延长自然寿命的技术上。

其中一人就是马文·明斯基。1994年，67岁的明斯基为《科学美国人》写下了一篇名为“机器人是否将接管地球”的文章。在这篇4 500字的文章中，明斯基指出，我们了解死亡，我们正在解决死亡问题的途中。他将死亡划分成两种独立的范畴：肉体的分解和灵魂的分解。他指出，身体是（相对）简单的部分。之前他就指出，人类的平均寿命从古罗马时期的22岁到1900年发达国家的50岁，一直在不断增长。随着科学对基因的不断研究，明斯基认为我们将能够改变许多当前影响人们未来生活的条件。他将人类与动物界进行比较，并提到了一个涉及地中海某种章鱼的实验。产卵之后，这种章鱼不再进食，并且很快饿死。然而，当科学家将孵卵的雌性章鱼的视神经腺体移除，他们发现章鱼抛弃了自己的卵，并重新开始进食和生长，比未经改变的章鱼寿命大约延长了两倍。出于延寿的目的，我们也在人类身上也进行了类似的手术——移除恶性肿瘤或者对人们进行重要器官的移植以挽救生命。

正如人们从将整个职业生涯都花在了人工智能的研究上的科学家那里了解的那样，明斯基认为大脑更加复杂。他写道：

作为一个物种，我们似乎已经达到了智能发展的顶峰，毫无变得更加智慧的迹象。阿尔伯特·爱因斯坦是比牛顿或阿基米德更伟大的科学家吗？近几年有超过莎士比亚和欧里庇得斯的剧作家吗？2

000年来，我们已经学会了很多，然而，仍有许多古代智慧似乎颠扑不破，这让我们不禁怀疑我们并未取得多大进步。我们仍然不知道如何应对个人目标与全球利益的冲突。无论何时，我们在制定重要决策时总是缺乏判断，我们对自己不确定的事总是听天由命。

当互联网开始腾飞时，建立一种“蜂群思维”的想法引发了时代思潮。但明斯基并不仅仅是希望保存信息并使其为后代所用。他希望全面地看待它。他写道：“最终我们将使用纳米技术完全替代我们的大脑。一旦突破了生物学的限制，我们就能够决定我们生命的长度，不但可以选择长生不老，还可以选择其他现在无法想象的能力。”

模拟神经元

马里乌斯·乌尔萨凯和威廉·西姆斯·本布里奇所描述的那种复杂的推荐系统“头脑文件”可能以软件形式复制我们。然而，确保将一个人按照不同于原始的方式重建的唯一真正可靠的方法是，通过提取神经元来复制大脑中的所有细胞通路。

要使上述方法成为可能，我们必须首先接受人工智能的核心原则：大脑执行的主要任务可以被视作信息处理，这与计算机执行的任务没什么不同。换句话说，计算机系统所用的软件与所谓的人脑“湿件”没有本质区别。这种智能模式要求我们遵守“基质独立”原则，这意味着大脑作为一种动态过程，并不一定与一组原子相关联。如果大脑的信息处理是真正的基质独立，那么这就意味着某一天，它可以将智能从以蛋白质为基础的大脑转移到另一种更加持久的媒介中，如计算机网络。

因此，问题就演变为我们如何建造这样的一个大脑。最简单的答案是，就像任何一个曾经把闹钟拆开想要了解其工作原理的人，他知道这是对它的“反向设计”。这种行为就是把现有软件或硬件拆开，从而了解它的生产方式。一旦我们了解了它的生产方式，我们就可以用同样的方法建立一套完全相同的模型。如果我们碰巧知道它已经建造成功，还获取了一些输入和输出的数据，我们就可以训练神经网络，使它对本书所述的任何事做出相同的举动。

当今时代，把大脑当作软件最成功的尝试是深度学习神经网络。基于对生物大脑的简单模仿，这些网络已经变得越来越复杂，并且越来越成熟。当马文·明斯基于1994年创作他的论文《机器人是否将接管地球？》时，大量神经网络构成了约440个连接点。而在我写本章的时候，世界最大的深度学习网络属于一家名为“Digital Reasoning”的美国认

知计算公司，拥有约1 600亿个神经连接点。尽管它与人脑的实际复杂性还相距甚远，因为人脑约有86万亿个类神经连接，但这是几十年来一个巨大飞跃。每立方毫米的人脑组织竟然包含100 000个神经元，以及约900 000 000个类神经连接。

如果摩尔定律继续有效，未来几十年内建立一个这种规模的神经网络不是什么问题。不幸的是，单靠这些并不足以生成大脑般聪慧的智能。我们知道，这是因为尽管计算机科学家建立了拥有上百万个神经元的神经网络，但它仍然还不具备可与动物相提并论的通用人工智能。在动物界，100万个神经元应该能让大脑具备蜜蜂这个水平（96万神经元）或蟑螂这个水平（100万神经元）的智能。我们还没有做到这点。事实上，我们离重造真正的动物中枢神经系统的“神经连接体”或接线图最近的尝试是分析一种被称为秀丽隐杆线虫的雌雄同体线虫。早在20世纪70年代，诺贝尔奖得主、生物学家悉尼·布伦纳（Sydney Brenner）和他的同事为了能够使用功能强大的电子显微镜拍摄线虫细胞，开始对秀丽隐杆线虫进行切片。到了1986年，布伦纳收集到了足够多的信息，发布了这种线虫完整的神经系统连接体。至今，它依然还是我们能够解码的所有生物体中最完整的神经连接体。

因为秀丽隐杆线虫的神经系统结构非常基础，7 000个神经突触将仅有的302个神经元连接在一起。尽管这种结构非常简单，但是我们对其神经系统的实际工作原理仍然知之甚少。自2011年以来，用计算机为该线虫建模的任务一直由美国、欧洲和俄罗斯的数百位科学家和程序员组成的国际团队在进行。这个被称为“OpenWorm”的项目试图建立一个线虫的仿真物理躯体和具体的仿真神经系统模型。然而，尽管花费了大量人力物力，我们依然尚未了解线虫神经元处理信息的机制，而依靠这种机制我们可以复制最基本的爬虫行为。

假设我们已经有了功能足够强大的计算机，那么模拟数十亿互动的神经元就不再是棘手的事了。从已经展开的工作来看，我们知道在网络

里组装数十亿个神经元并不能产生智能的人类级大脑，而把数十亿个传感器放在一起至多产生一个功能不错的中央处理器（CPU）。秀丽隐杆线虫这样的神经连接体是一个静止的环路，实际上缺乏所有的环路运行信息。这是因为，当我们查看神经网络的时候，有些参数隐藏在我们无法进入的神经元内。换句话说，你可能查看了现有计算机的蓝图之后就建造了一台计算机，但你可能依然会对编写微软Word程序一头雾水。

如果思维是大脑的软件，为什么我们希望它会有所不同？

绘制大脑

直到现在，神经系统科学主要沿着两个方向发展。一个是研究者专注于个体神经元的微观研究。这取得了一些进步，但它只提供了一些有关大脑机能的有限知识，因为它忽视了发生在神经元周围的大脑网络活动。另一个是研究者关注大脑不同部分的宏观皮层架构，在大脑皮层里，最小的可分解单元可能是几十万个神经元。一直以来，这种研究主要通过实际移除部分人类大脑，并在显微镜下进行分析来进行。今天，我们能够以微创的方式进行这项研究。1990年，日本物理学家小川诚二（Seiji Ogawa）和他的同事创立了一种脑成像技术，称为功能性磁共振成像，简称fMRI，由于能够找出哪部分大脑对某些类型的行为负责，它创造了许多令人瞩目的成就。

比如2015年，加利福尼亚的医生将一对电极移植进一位名为埃里克·索尔托（Erik Sorto）的34岁的四肢截瘫的患者脑中，使他能够利用自己的思维控制一条机械手臂。通过记录索尔托大脑后顶叶皮层（这部分大脑负责处理运动计划）的信号，并将这些信号反馈至旨在分析这些信息的神经网络，索尔托的意图能够被解码，并随后转换成运动指令，发送给独立的机械手臂。索尔托从握手这样的简单任务开始，很快就能玩“石头剪刀布”，甚至可以10年来首次自己端起啤酒来喝。

在另一个相似的实验中，休斯敦大学的研究人员开发了一种大脑机器界面，它不再需要移植进大脑，而只要一个脑电帽，通过这顶帽子该界面可以检测大脑通过头皮的脑电活动。尽管生成的信号比在大脑里实际放置一个纳米微电极产生的电噪多，但研究人员却能够缩小或扩大大脑有用的信号运行的频率。结果，和埃里克·索尔托一样，测试中56岁的截肢患者能够使用机械手臂捡起各种物体，包括水瓶和信用卡。

和本章开始部分所说的“头脑文件”细节一样，从这些项目中获取的知识都能使研究人员建立关于大脑的更加详细的画面。2013年，一组研究人员得出了一个3D人脑扫描图，它占用了一兆兆（ 10^{12} ）字节的空间。尽管这些扫描图依然还不足以回答大脑微观结构方面的问题，但这些图告诉了我们一些大脑显微解剖学不曾告诉我们的细节。

因此，下一步就涉及继续钻研更加精细的细节，按神经元逐个找出事物的功能。就在现在，神经系统科学家已经大致了解了大脑神经元的作用是什么，以及它们是如何与其他神经元相互交流的，但他们仍然无法明确地说出实际交流的是什么。神经元有上百乃至上千个变体，每个变体都有自己的细胞类型和不同的分子特性。现在，我们仍然不知道一共有多少种神经元，或者每种神经元的电学或结构属性是什么。我们也不知道大脑采用什么格式进行编码。我们知道计算机使用JPEG和GIF等文件格式为图片进行编码，或者DOC和TXT格式为文本文件进行编码。理解大脑意味着不仅要理解单个神经元的工作方式，也要理解与它们并行的作为神经网络一部分的其他神经元之间的互动方式。

现在有许多关于如何更好完成这个项目的想法。未来学家雷·库兹韦尔（Ray Kurzweil）目前被谷歌聘为工程总监之一，他建议使用小型微观纳米机器人扫描人脑。这有点像第三章里描述的可注射式智能设备。实现库兹韦尔的愿景需要数十亿个这种扫描机器人，其尺寸如同人类的血液细胞，它甚至可以更小，从而进入大脑，通过内部扫描来捕捉“所有显著的神经元细节”。

从理论上讲，这是个好想法，但库兹韦尔的乐观想法一直为一些神经系统科学家所批判。因为他这种关于人脑科学的说法就像是建议我们要增强对濒危物种的意识，而做法则是在雨林的中央建造很多公路，以便人们可以近距离观看动物。比如，《神经生理学期刊》主编大卫·J·林登（David J. Linden）指出，大脑不仅由神经元构成，也由所谓的“胶质细胞”构成。胶质细胞的数量是神经元的10倍，而且紧紧地挤在一

起，使纳米机器人无法通过。更糟的是，即便是脑细胞之间的极小空间也充满了支撑结构，从而反复地将信号运往相邻细胞。林登说：“你可以设想库兹韦尔的纳米机器人……坠毁在活跃的、脑电活动的微妙网络中。即使我们勇敢的纳米机器人有喷气发动机，并且装备了强大的切割激光，但它在大脑中通行时怎么能够在身后不留下破坏的痕迹呢？”

即使库兹韦尔的说法有些是错的，但他所设想的宏图并没有错。随着人工智能的进步和纳米技术的平行发展，机器人学与神经系统科学是数以亿计的资金涌向人脑逆向工程的原因。就像1956年开启人工智能的英国达特茅斯大会一样，这导致了不同学科间的一些有趣的合作。

下一个大事件

有一个项目是基于皮层网络项目的机器智能，它被称为MICrONS。MICrONS项目由美国高级智能研究专项活动部提供资金支持，其目标是建立功能类似于人脑的算法，从而提高机器智能。其优势在于，尽管所有计算机在特定的文本中都远强于人类，但人脑依然可以比机器更加有效地执行其他任务。举例来说，基于小数据集，在归纳方面我们比最先进的神经网络表现得更加出色。神经网络或许可以在视觉识别任务上击败人脑，但为了完成这项任务，计算机需要查看成千上万甚至上百万个训练样本。另一方面，虽然人类在其一生中可能碰巧看过成千上万或者上百万次某一特定目标，但人类不需要为了识别这个目标而查看所有的目标。如果有人向你展示了一个你以前从未见过的设备或机器，为了从其他类似物中把它识别出来，你可能需要一会儿工夫，但不必考虑展示它时的角度或光线条件。这是因为神经网络依然是大脑激活技术，而非大脑真实的再创造。

MICrONS项目领导R. 雅各布·沃格斯坦（R. Jacob Vogelstein）表示：“当前，多数一流算法都是由神经系统科学原则派生出来的，至少在相当程度上是这样的。但这些神经系统科学原则如今已经使用了20年、30年，甚至是50年之久了。几十年来，神经系统科学与机器学习社群相互之间一直没有多少技术转化。”沃格斯坦说他希望去“弥合当前人工智能算法与大脑中实际发生的算法之间的鸿沟”。

MICrONS项目需要实验神经系统科学家去绘制高分辨率大脑结构与大脑的功能成像图，需要应用数学家分析大脑“图形”。计算神经系统科学家对神经元和神经回路建模，最终机器学习者可以使用这些数据建立展现更多的类似人脑特性的算法。

两个类似的大规模研究项目都在进行之中，它们分别是“通过推动神经技术创新研究人脑的计划”（**BRAIN project**）和欧洲委员会的“人类大脑工程”（**Human Brain Project**）。**BRAIN**这个有些多余的缩写是2013年初由巴拉克·奥巴马总统在国情咨文中首次提出的，其目标是绘制脑电波通路图。这样做可以清楚阐明各种神经障碍，如阿尔茨海默病、帕金森综合征、精神分裂症、抑郁和外伤性脑损伤。

耗资10亿美元的“人类大脑工程”同时也宣布，将花费10年时间，致力于在瑞士日内瓦建立一个完整的人类大脑计算机仿真（或许它会成为银行家的大脑）。为了实现这个目标，项目领导计划对各种运动大脑进行逆向工程，按照其复杂程度，首先从老鼠开始，然后逐步提高。

由于这些计划的合作及政府主导的性质，它可以与许多20世纪的重大研究项目相比较，包括人类基因组计划、人类月球旅行计划以及原子弹开发计划等。尽管所有这些项目拥有不同的方法和目标，但人们希望人类大脑工程可以增加我们对神经元是如何连接的理解，更重要的是，加强对它们如何动态地共同发挥作用的理解。

然而，并不是所有这些项目都由公共部门承办。过去几十年中，一个非比寻常且雄心勃勃的脑科学项目是2011年俄罗斯亿万富翁德米特里·伊茨科夫（**Dmitry Itskov**）宣布的项目。鉴于项目的名称为“俄罗斯2045”计划，伊茨科夫的计划是一项非营利性计划，致力于实现生命扩展的目标。用该项目自己的介绍来说，“俄罗斯2045”计划旨在“创造各种能够将个人品格转移到高级生物载体上的技术，并且延长生命，直至达到永生”。

和**BRAIN**计划一样，伊茨科夫的计划被分解成了多个阶段。第一阶段要求建造能够被人脑控制的机器人。第二阶段是开发能够通过外科手术移植并寄存物理人脑的机器人。此后10年，伊茨科夫计划能够将人脑内容上传至机器人，这就意味着对人脑进行逆向工程。最后，到2045年，伊茨科夫计划通过全息图取代机器人。

在一封致世界部分最富有的人的公开信里，伊茨科夫请求他们支持他的计划，甚至考虑志愿成为早期实验主体。他写道：“我劝你们关注一下为控制论的永生和人造肢体领域科研提供资金的重要性。这种研究可能使你们以及这个星球的多数人免遭疾病、衰老甚至死亡之苦。”

“俄罗斯2045”计划得到了大量支持。但参与者名单上的一个名字比其他人名更能引起我的兴趣。他就是严肃且卓有成就的神经系统科学家肯·海沃思（Ken Hayworth）。

意识上传

还是一个孩子时，肯·海沃思就希望进入太空。像许多在阿波罗太空计划的时代长大的孩子一样，他为太空旅行及其无数人类可能性的想法所痴迷。从那时起，海沃思变得雄心勃勃。他不仅仅想拜访太阳系的另一个星球，还想建造一艘新型火箭，载着我们去最近的星球。

“我是那种对它很痴迷的人，”他承认道，“我开始钻研它是如何实现的这一物理现象。我查看人们事先已经想出的不同设计，然后疯狂地研究它们。”但他最终放弃了这些使他泄气的研究。就像年轻的海沃思所说的那样，这种需要将人类在其生命有限期内带到最近星球的工程已经超过了我们最狂野的技术梦想的能力范畴。即使他明天就起飞，在接近他的目的地之前，这个少年也可能已经死去或已衰老了。

阅读使他接触到一些关于神经网络的书籍。他说道：“那时，我开始考虑其他方式能否完成这个目标。我渐渐理解，太空飞行的问题是人类遇到的真正问题。如果我们可以将人的想法从其沉重且需要生命支持、屏蔽辐射的身体中提取出来，那么这些信息就可以通过无线电波以光速传递。”几乎整个夜晚，海沃思的注意力从建造重型宇宙飞船的硬工程转向了人脑工作方式的问题上，他认为，如果真有可能，思维可能会被拆开并再次组合起来。

肯·海沃思拥有计算机科学本科学位和神经系统科学博士学位，如今是一个名为“大脑保存基金会”（Brain Preservation Foundation）的组织的主席兼联合创始人。这是个略微有些汉默式恐怖风格但运行良好的组织，它老掉牙的名字使人不由自主地想起彼得·库辛（Peter Cushing）和克里斯托弗·李（Christopher Lee）主演的老电影。

海沃思十分明确地谈到了意识的上传。“我绝对相信意识上传是可

行的，而且我认为我们应该为此积极努力。”他说：“至少，医生应该赋予人们以高保真方式保存自己大脑的能力。当这种能够以神经突触方式扫描整个大脑的技术出现时，就可能使某个具有仿真大脑和机械肢体的人重回这个世界。”他停顿了一下，然后补充道：“我当然期待这个人就是我自己。”

他同样对那种失败主义者的探讨不予理会，他们认为这些事情根本不可能成功。他在一篇发表的论文上这样写：你愿意接受一项未经检验的手术吗？这个手术会把你的身体和大脑温度降至 10°C ，使你的心跳和血液停止整整一个小时，你愿意吗？在这期间，你的大脑将处于稳定状态，因为在 10°C 时，所有神经元间的交流都会停止，这意味着在你复苏前的整整一个小时里，你的身体条件满足了关于死亡的医学上的所有要求。如果你对这个问题回答“不”，你可能犯下了一个可怕的错误。海沃思所说的“未经检验”的手术过程实际上是一种已经存在的手术，称为深度低温和循环骤停，用于治疗脑动脉瘤等疑难病症。“这个方案唯一不切实际的地方是医生让他的病人自杀（通过拒绝接受手术）来结束这个脆弱的哲学争辩。”海沃思说：“今天，医生可以简单地指出数百份病历，这些患者在接受了这样的手术之后都过着高质量并且健康的生活。”

相比实现意识上传我们需要达到的技术水平，我们今天的技术水平相当于弗兰克·罗森布拉特等研究人员在20世纪80年代通过神经网络所达到的技术水平。既然这样，整体情况就是正确的，但是我们需要继续查漏补缺。来自神经系统科学等领域的最新见解会大有帮助，同时不断增长的数据集和摩尔定律也有助于完成剩余的工作。通过这种方式实现机器意识有些类似谷歌优化其搜索引擎的方式。拉里·佩奇和谢尔盖·布林在斯坦福大学以“网页排名”（PageRank）起家，直到目前，这种技术依然是谷歌帝国的核心。网页排名按照每个网页的质量和该网页的链接数量排名。尽管网页排名依然是一种至关重要的算法，但谷歌已经使用了200多个不同的信号或者“线索”来强化它，这些信号产生了许多关于

用户在找什么的猜测。正如谷歌工程师所说的，除了网页排名，“这些信号包括如网站术语、内容新鲜度和你所在的区域。”人类意识可能贮存在类似的线索中：生活的训练数据与几百万年的进化结合而成的产物，我们称之为本能。

但是我们正日益接近。近期研究已经表明，成长中的儿童表现出了做许多决策的能力，这些决策推动了许多人工智能系统向前发展。由于数十亿美元的投入，以及肯·海沃思等聪明的研究人员的孜孜工作，意识上传成为现实只是个时间问题。

如果这样，他希望：“发明意识上传相当于发明了盘尼西林。”在会谈将结束时，海沃思对我说：“这必须要做，每个人都会明白，这才是该做的事。我们将难以想象在它做成之前我们曾经在怎样生活。”

第八章

人工智能关乎未来的一切

2014年11月，时年43岁的特斯拉汽车和太空探索技术公司首席执行官埃隆·马斯克在未来学网站Edge.org上发出一条在线评论。“人工智能的进步……快得出人意料，”他写道，“除非你直接接触DeepMind这样的团队，否则你根本不知道这种步伐有多快，人工智能正在以近乎指数级的速度增长。未来5年就有可能发生一些非常危险的事情，最多不会超过10年。我并不是在对着我不懂的事情高喊‘狼来了’，也不是只有我一个人在考虑我们应该警惕起来。领先的人工智能公司已经在大力采取措施确保安全。它们意识到了危险，但它们是否可以规划和控制数字超级智能，并能够阻止恶意智能逃进互联网，这一点还有待证实……”

几分钟之后，他删除了这条消息。马斯克有很多特点，而且许多特点都很不错，而这些特点中绝对不包括孤陋寡闻。过去几年间，他领导的这家电动汽车企业对多家机器智能公司进行了投资，包括上文提及的DeepMind，这是一家深度学习公司，在前面章节已经介绍过它的工作内容。马斯克个人资产净值约为112亿美元，他说，他对人工智能进行投资不是为了获得投资回报，而是为了获得消息。“我喜欢密切注意人工智能的发展进程，”他对美国CNBC（全球性财经有线电视卫星新闻台）如是说道，“我认为人工智能可能会造成比较危险的后果。”

埃隆·马斯克并非唯一担心制造会思考的机器可能会造成尚不为人所知的危险的人。著名物理学家斯蒂芬·霍金（Stephen Hawking）是另一位表达保留意见的名人。“人们可以设想这样一种技术，它比金融市场更聪明，发明能力比人类研究人员更强，控制能力比人类领导更强，而且可以开发我们无法理解的武器。”他在2014年5月写道，“人工智能

的短期影响由其控制人员决定，而长期影响则由人工智能是否完全被人控制所决定。”

霍金的许多观点都与本书一直讨论的人工智能的发展密切相关。如上文所说，伴随着神经网络的崛起，人工智能在金融市场的应用发生在20世纪80年代。在某些场合，人工智能确实证明了其无与伦比的发明能力，尤其是在处理基因算法时。人类的操控者可以只将重要的任务移交给即将管理我们生活的人工智能助理，与此同时，自人工智能出现之日起，人工智能武器的开发就一直是这个领域的目标之一。

霍金与马斯克着重强调了所谓的通用人工智能（Artificial General Intelligence，简称AGI）。到目前为止，本书中描述的所有人工智能应用都属于“狭义人工智能”或“弱人工智能”。这种称呼与该技术是否强大无关。正如我们在前几章看到的，今天，深度学习神经网络比构成传统人工智能的符号处理人工智能稳定许多倍。而“狭义”与“广义”或“强”与“弱”之分归结于智能的通用性。人工智能现在可以在很多特定领域打败人类，包括下棋和在电视节目《危险边缘》上回答问题。人工智能的应用范围一直在不断壮大，而且未来数十年内可能会覆盖当前一半的就业领域。

然而，尽管不同于只在小范围内有用的早期人工智能，这种狭义人工智能仍然可以进行扩展，从而在现实世界中发挥作用，但是这种人工智能仍然有明显的局限性，那就是只能用于单一且严格限定的领域。这里有个简单的例子，下棋人工智能虽然可以击败人类象棋大师，但它们在简单的翻译任务中则一无是处。如果你突然要求生产iPhone的机器人去画画，它可能也同样会非常失败。即使是旨在处理多任务的人工智能助手Siri等人工智能，如果你偏离了程序所预设的脚本，它也会变得混乱。尽管这些系统已经获得了惊人的海量数据和计算能力，但是它们缺乏基本的人类特质，比如不能从少量训练例子中总结规律，这就是为什么计算机科学家正在构建更多类生物学大脑算法。

那么通用人工智能中的“通用”有什么含义呢？与狭义、单领域人工智能应用相比，通用智能将表现出更广的、类人的智能。“通用问题解决者”就是这样一款人工智能。1959年赫伯特·西蒙、J. C. 肖（J. C. Shaw）和艾伦·纽维尔（Allen Newell）将一款人工智能软件乐观地命名为“通用问题解决者”，它能够在很多环境中运行，甚至在许多我们没有预测到的环境中运行。一言以蔽之，通用人工智能不是要建造思考的机器，而是要建造比我们人类更聪明的机器。

末日的开端

“当我们建造的机器比我们更聪明、更有能力时会发生什么”这一问题存在的时间比人工智能的存在时间还长。第一个围绕“机器人”的故事是卡雷尔·恰佩克（Karel Čapek）于1920年创作的科幻剧本《罗素姆的万能机器人》。在故事的结尾，人工智能发动了反抗人类的起义，并接管了地球。人类在这个过程中最终被全部消灭。比它还早的是玛丽·雪莱（Mary Shelley）在1818年创作的小说《弗兰肯斯坦》（*Frankenstein*），又称《现代普罗米修斯》（*The Modern Prometheus*）。她在拜伦勋爵的家里消夏时完成了这部小说，小说讲述的是一位年轻的理工科学生的故事，他创造了一个科学生物，这个生物最终变成了杀人狂。“弗兰肯斯坦情结”已经成为一个术语，用于描述人类对于人造产物的恐惧。它后来成了经久不衰的主题，从艾萨克·阿西莫夫（Isaac Asimov）的科幻小说到《侏罗纪公园》（*Jurassic Park*）的作者迈克尔·克莱顿（Michael Crichton）创作的惊险小说，以及最近上映的《机械姬》（*Ex Machina*）中都有它的身影。

真正的科学家不会像科幻小说作者那样非常迅速地考虑这个问题，但他们并没有落后太远。1964年，也就是举办纽约世界博览会的那年，控制论之父诺伯特·维纳预测：“未来的世界将会有一场突破智力局限的更紧迫的斗争，未来没有悠闲的生活，可以让我们躺着等待机器奴隶的服侍。”

维纳于1964年5月辞世，享年69年。然而，对超级智能机器的担忧依然在继续。1965年，英国数学家欧文·约翰·古德（Irving John Good）详细解释了部分担忧。“二战”期间，他与艾伦·图灵在布莱切利公园工作。他在破解纳粹密码方面发挥了重要作用，多年之后，留着小胡子的古德拥有了一辆车牌为007IJG的车，这个车牌仿佛是对他曾经的“绅士

特工”岁月的一种戏谑的致敬。1965年，古德撰写了一篇论文，在文章中他阐述了超级智能机器对世界来说意味着什么。他将人工智能定义为能够胜任所有人类才能进行的智能活动的计算机。在一段广为流传的文章中，他写道：“既然机器设计也是一项智能活动，那么超级智能机器应该可以设计出更好的机器。毫无疑问随后将会出现一个‘智能爆炸’，人类的智能可能被远远甩在后面。因此，第一台超级智能机器是人类需要完成的最后一项发明。”

“智能爆炸”已经成为部分研究人员非常赞同的看法。本质而言，它的含义是，当超级智能机器不可避免地被制造出来时，既有的超级智能机器将设计能力更强的机器，要不然就是重新编写自己的软件，从而变得更加智能。这种不断发生的自我完善随后会使得机器的能力发生惊天动地的质变，并会加速这种质变。人类的智能在这个过程中将相形见绌。

古德的论文及其激起的讨论有着很多不确定的地方。因为超级智能机器可以解决我们人类预想中可能会面对的所有问题，所以超级智能机器就是我们需要的最后一项发明吗？还是因为它会将我们全部消灭，所以才会成为我们的最后一项发明？古德在此后曾担任斯坦利·库布里克的电影《2001：太空漫游》的顾问，也许我们可以从中找到一些线索。在这部电影里，名为HAL9000的人工智能变成了杀手，开始杀戮它的人类队友。

奇点来临

古德的论文发表后一年，一篇短篇小说发表在1966年3月科幻期刊《模拟科学》（*Analog Science Fiction*）上。《书呆子快跑》这篇小说讲述了一个大脑的故事，由于被直接放进了计算机数据源之中，大脑的能力被人工增强了。这是科幻作家、数学教授及计算机科学家韦尔诺·文奇（Vernor Vinge）出版的第一本小说，小说名字直接源自“漫威漫画”（Marvel Comics）中的头韵玩笑。文奇随后成了一个成功的小说家，但他仍然以1993年的纪实散文《技术奇点即将来临：后人类时代生存指南》而闻名于世。这篇散文叙述了许多古德已经提出的超级智能机器的理念，但增加了时间轴。“30年内，我们就将获得创造超级智能的技术方法，”文奇写道，“之后不久，人类时代就将终结。”

“奇点”（Singularity）这个术语指的是机器在智能方面超过人类的那个点，它已经成了人工智能的一个参考，其被应用的普遍性不亚于“图灵测试”。通常人们认为这是文奇的功劳，但实际上使用这个概念的第一位计算机科学家是约翰·冯·诺依曼。在冯·诺依曼人生的最后10年里，他和波兰裔美国数学家斯坦·犹拉姆（Stan Ulam）有过一次会谈，他们共同参与了“曼哈顿计划”（Manhattan Project）。犹拉姆随后在回忆这次对话时指出，冯·诺依曼曾痴迷或者说担心“不断加快的技术与人类生活模式的变化，这看起来似乎接近了人类历史上某个必要奇点，到了那个时候，就我们所知，与人类有关的事务会难以为继”。

和古德一样，韦尔诺·文奇在其1993年的文章里并没有得出明确的结论。如果出现奇点，他承认它的影响可能是好的，也可能是坏的。“从某个角度看，其前景符合我们很多最幸福的梦想。”他写道：“（它很可能）营造一个无限美好的地方，让我们能够真正了解彼此，并了解最神秘的事物。但是从另一个角度，它也很可能造成最糟糕

的情况。”

这是奇点这个术语如此贴切的一个原因。在将这个词用在人工智能方面前，“奇点”通常用于理论物理，用来描述黑洞中央的重力中心：在这个点上，物质自行坍塌。技术奇点就像一个黑洞，对人类思维而言完全深不可测。

由于这个原因，推测通用人工智能可能将我们引向何方成了一件非常有趣的事情，但是这个话题最终沦为科幻小说的素材。这有点像汽车之父亨利·福特的揶揄：在汽车诞生之前询问人们想要什么，最普遍的回答可能是“快马”。就像人们在曙光来临前围坐一团，猜测创造一种语言会将我们带向何处时，他们绝不可能想到推特标签的细微之处。因此，我们现在也想不到超级智能将如何看待世界，但是，毫无疑问它将改变世界。

狭义与广义的区别

我们所看过的所有科幻电影和书籍将一个预期深深地植入我们的脑海中，让我们相信某个奇点式的“临界点”最终将会到来，到时候，通用人工智能就会出现。设备将越来越智能，直至有一天，在硅谷一间秘密研究实验室的深处，一条消息突然出现在马克·扎克伯格或谢尔盖·布林的电脑显示器上，该消息称通用人工智能已经实现。就像厄内斯特·海明威（Ernest Hemingway）写过的关于破产的内容，通用人工智能先是逐渐地酝酿，然后就突然诞生了。这是电影惯用的叙事手法，如詹姆斯·卡梅隆（James Cameron）的力作《终结者2：审判日》（*Terminator 2: Judgment Day*）里描绘的那样。在这部影片里，观众获悉超级计算机“天网”于美国东部时间1997年8月4日凌晨2点14分具有了自我意识。当天凌晨2点13分的时候，计算机用户可能都对自己搜索引擎的搜索结果史无前例的精确而感到惊奇，或者对《命令与征服之红色警报》（*Command and Conquer: Red Alert*）里人工智能采取的超级战略感到惊奇（嗨，这是1997年！）。2点15分，喀——嘭——！生命终结了！

在摩尔定律主导的世界里，计算力量的发展像钟表一样可以预测，超级智能也很难挣脱这种预测。就像苹果的新一代iPhone的发布，人人都想知道预计的发布日期。比如，上一章里所提及的雷·库兹韦尔就预测奇点会在2045年出现。

库兹韦尔之于奇点就像史蒂夫·乔布斯之于智能手机：他们都不是第一个想到创意的人，但却是推广它的人。作为11家公司（包括为Siri提供语音技术支持的人工智能公司Nuance）的创始人，库兹韦尔一直被不亚于比尔·盖茨的权威人士赞为“预测人工智能未来的最佳人选”。

《福布斯》杂志的称赞甚至更上一层楼，它称库兹韦尔是“托马斯·爱迪生的后继者”，甚至是“终极思考的机器”。与悲观主义者截然相反，库

兹韦尔认为奇点对人类而言绝对是有益的：技术人员会经历《圣经》中所形容的狂喜，在这种狂喜之中，一切问题都迎刃而解，而且我们所有人，甚至是技术大亨，也永远都不必再运用自身的智慧了。

但是，并非所有人都相信奇点会如此神奇。正如艾伦·图灵通过图灵测试所指出的那样，“机器能否思考”这一问题毫无意义，因为几乎不可能评估出任何肯定的结果。在上一章里，我们可以发现，认为随着计算机的速度越来越快，计算机自然而然地会产生意识的看法有些过于简单了。考虑到区分弱人工智能与强人工智能的难度，一些人错误地认为，在弱人工智能中，人工智能得到的结果是预编程后的结果，是用一种算法执行特定的一系列步骤进而获得一个可预知的结果。这就意味着，如果训练过程执行恰当，人工智能基本不可能产生不可预知的结果。然而，基因算法可能生成我们意料之外的解决方案。程序员以“目标函数”的方式设立了算法目标，但并不完全知道计算机如何实现这个目标。这同样适用于人工智能为了实现目标而创建的种种策略，和第三章所讨论的强化学习领域一样。在两个场合里，人类创建者都无法按部就班地预测人工智能的“自发”行为。

当涉及意识的迹象时，一切都变得更加复杂了。举例来说，如上一章所述，如果在计算机内部成功复制线虫的神经系统，这是否代表实现了通用人工智能？尽管这种突破可能产生种种改进现有机器学习工具的见解，但或许回答仍是：这不能代表实现了通用人工智能。线虫的行为中可以被视作智能行为的相对较少。处于食物链高层的动物也是如此。尽管我们坚持认为，目前的狭义人工智能仅能在严格指定的领域中运行，但是这一点同样可以适用于几乎所有生命形式。蜜蜂可以建筑蜂巢，但不能建造水坝或土堆；海狸可以建造水坝但不能建造蜂巢和土堆；白蚁能建造土堆却不会建造蜂巢和水坝。到目前为止，在所有动物中，人类拥有的技能最通用，但我们仍有某些更为擅长的行为和较不擅长的行为。如果我们构建一个单用途人工智能，这个人工智能在一个领域中拥有“意识”和推理能力，而在其他领域中没有“意识”和推理能力，

那是否实现了通用人工智能？鉴于今天的神经网络越来越擅长执行感知任务，却仍然无法理解伦理等话题，这一假设十分合理。

即使假设库兹韦尔关于指数级增长的理论继续适用，那么所有事物也不可能一次同时出现，更不用说制定准确的时间表了。

“他对最近几年发展情况的预测能力令我大为震惊。”当我向杰夫·辛顿问及他对库兹韦尔的奇点理论的看法时，他略微迟疑了一下，随后说：“这是个讽刺。”

“看透未来就像看穿迷雾，”辛顿继续说道，“当你置身迷雾中，咫尺距离可能看得非常清楚。如果你看向稍远的地方，就会有些模糊。但如果你再将目光放得更远，你根本什么都看不到。这是因为看透迷雾的难度呈指数级增长。每穿透一段距离的迷雾都将失去一定比例的光线。”那么，这就意味着我们完全找错目标了吗？并不全是。“我们的技术将越来越好。”他说，“我看不到有任何理由表明生物大脑必须成为终极的思考机器。我认为，最终他们能够设计出比自身好的东西。那么，问题就成了：政策是什么以及人们决定要用技术去做什么。如果国家掌权人希望建造入侵小国家的机器人杀手，从而不牺牲任何美国人，那么这就是我们要面对的结果。”

但这不只是人工智能在遥远未来的应用，或者通用人工智能的发展，它现在就带来了挑战。

人工智能带来的风险

2012年4月，罗科·迪乔治（Rocco DiGiorgio）下班回家后发现他房子里的味道非常难闻。屋里到处都是狗屎，摊得很薄，但均匀地就像恐怖的蛋糕表面涂层。虽然迪乔治最初还不知道如何解释这一现象，但是他突然想到了原因。就在他的清洁机器真空吸尘器准备开始当天的例行打扫工作之前，他的宠物狗把屋里搞得一团糟。按照指令，机器人Roomba检测到了狗屎，并来回打扫多次，试图将它清理掉，然后在机器人打扫整个屋子时，把狗屎拖得满屋都是。“那时我一点都高兴不起来。”在YouTube视频上迪乔治痛苦地说，这段视频引起了著名社交网站Reddit用户的关注之后，就像病毒一样传开了。

迪乔治的故事难以代表我们在本章一直讲述的这种潜在的人工智能风险。这与人工智能获取全球核武器控制权（如电影《终结者》）或将我们的大脑封锁在巨大的模拟环境中（如电影《黑客帝国》）的情景相去甚远。然而，它证明了人工智能的另一个侧面：人工愚蠢（“人工智能”的反义词，指显得自己不那么聪明的电脑程序）带来的风险可能与真正的人工智能带来的一样大。简而言之，我们有时渐渐心安理得地希望让人工智能系统做决策，而它们却不一定有相应的智能。

有些人认为高级人工智能的出现可能意味着人类的灭亡，他们所热衷的一个思维实验即所谓的“回形针最多化”（paperclip maximiser）情景。这个思维实验由瑞典哲学家和计算神经科学家尼克·博斯特罗姆（Nick Bostrom）提出，在这个情景中，人工智能被要求实现一个看似无害的目标：经营一家生产回形针的工厂。这个人工智能可以利用纳米技术在分子层面上重构事物，它接到以最大效率生产回形针的任务后，悲剧性地首先将地球变成了回形针，然后将大部分可见的宇宙也变成了回形针。

“回形针最多化”情景非常普通，尽管对于我来说，它看起来更像是人工愚蠢而不是人工智能带来的问题。对“已经没有纸了，为什么还要生产回形针”或者“首先提出回形针需要的人已经被变成回形针了，为什么还在生产回形针”这类问题无能为力的情形，不太可能发生在高级的超级智能上，除非回形针有什么我不知道的极端重要的性质。恰恰相反，威胁来自人工智能，人工智能足够聪明，可以与其他联网设备共事，但还不足以对自己的工作动机提出质疑。

事实上，像把狗狗大便抹得到处都是的机器人Roomba一样，基于规则的简单人工智能有着大量失败的例子。2011年4月初，亚马逊上一本不再发行的图书《苍蝇的成长》出乎意料地与自己打起了价格战。这本书有两个版本上市，售价通常为35—40美元。然而，突然有一天，它们突然开始分别以1 730 045和2 198 177美元销售。仅仅数小时后，它们的售价已经分别达到了2 194 443和2 788 233美元，随后又涨至2 783 493和3 536 675美元。两周以后，价格达到创纪录的23 698 655.93美元，含运费。为什么会这样？因为算法规定这本书的售价要略高于其竞争对手的售价，于是引发了一场价格战，并最终将自己的价格提升至一个荒谬的程度，尽管事实上没有人会支付这样的价格。幸运的是，除了给亚马逊带来了些负面宣传，这种情况没有造成任何伤害。

一个更值得注意的人工智能造成破坏的案例发生在2010年5月6日，这本应是平平常常的一天，但这天，将近1万亿美元的财富消失在数字苍穹之中。美国东海岸时间下午2点42分，道琼斯工业平均指数三分钟之内下跌了将近1 000点，创下历史上最大的单日跌幅。一些股票从平时的30—40美元的交易区间暴跌至0.01美元，不过随即反弹。苹果公司股票每股从250美元激增至100 000美元。所幸，这种罕见的“闪电崩盘”没有再度上演过，但它几乎肯定是基于规则的简单人工智能的反馈回路被锁定的后果。事实就是人工愚蠢合法地从所有人的口袋中成功“偷走”的钱比历史上预谋最周详的人抢走的最多的钱还要多。

“黑箱”风险

无论是超级智能还是人工愚蠢，都有许多因素导致在出现流氓人工智能的情况下难以进行人为干预。首先是它们的运行速度。已经有益于自动执行股票交易等指令的人工智能系统，执行时间以纳秒为单位。由于这些交易的发生速度很快，一旦出现问题，人类根本不可能进行实时干预。

朋友圈每日书籍免费分享微信 shufoufou

更重要的是，当今许多人工智能工具中都存在“黑箱”般的不透明性。至于先进神经网络与基因算法的情况，它们的人类操作者很久以前就不再试图理解其有效执行复杂任务的能力。这为仔细检查人工智能增加了难度。尼克·博斯特罗姆与其研究员同事埃利泽·尤德考斯基

（Eliezer Yudkowsky）此前曾阐述一个假设情景，使用机器学习算法提供是接受还是拒绝房屋抵押贷款申请的建议。他们建议，如果申请人的抵押贷款被拒绝，申请人可以向银行申诉，声称人工智能因种族而歧视部分申请人。而银行则告知申请人，情况并非如此，且算法无法知道特定申请人的种族。但无论如何，在审查神经网络决策制定流程的结果时，人们发现黑人申请的批准率大大低于白人申请的批准率。

有许多原因可以解释这一现象，但是博斯特罗姆和尤德考斯基认为，很难确定具体原因。如果任务采用的是一种简单专家系统，可能很容易就能说明这个情况，比如，抵押贷款顾问人工智能的部分决策取决于申请人的当前地址，住在贫困地区的申请人的贷款违约率较高。

人工智能执行大量工作的具体方法加剧了这一问题。在21世纪的第二个10年里，技术公司的影响不再与其规模成比例。2012年4月Facebook花10亿美元收购的Instagram，其员工名单上仅有13人。与之相比，摄影巨头柯达在前数码时代其地位与Instagram旗鼓相当，其全盛时

期员工人数超过14万。20世纪工业巨头的规模使它们更易于被监管。这同样适用于20世纪威胁公众的风险源，如核技术。这样的研究领域需要实体场址，建筑大规模设施以及大量资金。然而，时下人工智能的最大投资者：谷歌、Facebook和苹果可能会雇用数千人才，并在硅谷拥有大量大学式园区，但这已经不再是必要条件。当今计算设备的能力意味着，只要拥有必需的编程技术、一台个人电脑、笔记本甚至是智能手机，任何人都可以在构建人工智能的项目中发挥重要作用。完全不需要去与飞机库一样大的大型公司总部，任何有好想法的人都可以在自己学校的寝室，甚至是在苹果和谷歌创始人创业的改造车库里，构建人工智能系统。

尽管缺乏数百万美元支持的兄弟公司所拥有的资源，但是开源人工智能项目可以帮助塑造未来的人工智能。在线开源机器学习库的数量不断增长，全球用户定期对这些学习库进行更新。比如，自从2010年2月对公众开放以来，开源学习库scikit-learn已经修改了18 000多次。2015年，普通的一天中，有8名用户对scikit-learn代码进行了18次修改。而这些进行讨论的用户远在瑞士、法国、美国和印度。一些开源人工智能项目设法制定一些相对温和的目标，如想出极客式家庭自动化项目。其他开源人工智能项目则致力于通用人工智能。

“今天，没有什么挑战比创造有益的通用人工智能更加重要，通用人工智能具有与人类相当的广泛能力并且将最终超越人类。”OpenCog网站上如是写道。OpenCog是个开源软件创意，自称“直面”构建通用人工智能的挑战。

随着人工智能处理的任务量不断增长，这些问题也将愈加迫切。就像本书所描述的那样，现在的人工智能用于帮助设计新城市、监控银行账户安全、执行具有重大经济影响的金融交易以及驾驶汽车。在不久的将来，即使你听说美国总统这样重量级的人物乘坐人工智能驱动的汽车，也不必吃惊。

谁又能说清楚明天它们将用于什么领域呢？

我们无法起诉机器人

Siri发布前两年，英国人工智能资深专家尤里克·威尔克斯（Yorick Wilks）发表了一篇名为“人工智能同伴导论”（*Introducing Artificial Companions*）的文章，讲述了第四章讨论的这种技术。在文中，威尔克斯简短地回答了责任问题。他特别感兴趣的是，智能增长是否伴随着责任增长。威尔克斯写道，假设人工智能助手告诉你的祖母，外面很暖和，但当她听到这个消息后走进的却是冰冷的花园，然后她感冒了，那么这种情况下谁应受到责备？此时此刻，连威尔克斯这位毕生都在询问和回答未来问题的人都得承认，这个问题对于读者“似乎有些超出想象”。仅仅过了几年，2015年年初，在牛津，我与尤里克·威尔克斯在他家附近共进午餐。他驾驶着自己的小型汽车在火车站与我会合，我们在附近一家意大利餐厅品红酒，讨论人工智能助手的话题，愉快地度过了几个小时。午餐期间，我的头脑中一直在感叹着过去几年人工智能的发展是如何迅速。一个2009年看起来像是科幻小说情节的哲学难题现在几乎成了现实。

我们对人工智能助手寄予了极大的信任，有时甚至超过了我们的本能与判断。Siri最早的电视插播广告由佐伊·丹斯切尔（Zoëy Deschanel）主演，尽管当时窗外明显地下着大雨，但是她仍然看着窗外问Siri：“在下雨吗？”幸运的是，当时Siri的答复非常肯定。而在其他场合，人们远没有这么幸运。2013年年底，阿拉斯加州费尔班克斯的几位iPhone用户按照使用苹果地图应用数据的Siri的建议，选择了一条抵达费尔班克斯国际机场的路线，但这条路线非常危险地穿越了飞机起降的跑道。机场的营销主管安吉·斯皮尔（Angie Spear）称这是个很明显的证据，说明司机太过于相信导航系统。“无论标志牌上写的是什麼，只要iPhone上的地图告诉他们继续沿这条路前进，他们就前进。”她说。

在处理技术引发的此类交通事故中，当前可用的法案条例非常有限，不过以往法院一直趋向做出针对人类的判决。比如，2009年，一位英国司机依据GPS（全球定位系统）的导航，却令自己困在了悬崖边的狭窄小路上。这名司机最终不得被警察拖回主路。尽管英国法庭将之归因于他的GPS，但还是认定其有大意驾驶的过错。

法官倾向认定人类对此负责的原因是，我们习惯于一个充斥非智能工具的世界。举一个简单的例子，一个人用枪杀了另一个人，他应为自己的罪行负责，而不是让他的枪负责。同样，一家公司销售了有瑕疵的枪支，购买者在使用的時候枪支发生了爆炸，枪支公司应对所造成的所有伤害负责。这种思维也持续到了数字时代。1984年，也就是苹果公司首次推出麦金塔电脑（Macintosh，简称Mac）的这一年，美国一家名为阿斯隆工业的公司老板发现自己成了法庭的被告，他被指控使自己的客户置身危险之中。阿斯隆公司是一家销售自动投球机的公司，设备主要用于供人进行棒球挥棒练习。不幸的是，其中一些机器被证明存在缺陷。这些凶猛的机器发射的棒球极不规律，而且速度极快，有可能使某些不走运的客户颅骨骨折，甚至失明。尽管阿斯隆案件中没什么特别值得关注的事，但这个案件却令人难忘，因为法官宣布必须对阿斯隆工业而不是投球机进行起诉。原因是什么呢？因为“我们无法起诉机器人”。

然而，现代人工智能的主要不同点在于，人工智能不再仅限于由人类使用，而是一种由人类部署的工具。一旦部署，在多数情况下，机器就会按照所收集、分析和最终用于做出决定的信息，独立于指令而自行运转。

戴维·弗拉杰克（David Vladeck）是华盛顿乔治城大学的法学教授，他是一位少有的致力于研究人工智能法律责任问题的法律专家。和多数人一样，他认为陈旧的“我们无法起诉机器人”的观念可能需要改变。弗拉杰克的一个思维实验涉及《2001：太空漫游》中HAL9000超级计算机蓄意杀人案件。

对那些没有看过这部电影的人来说，这是一个非常简单的情节：HAL9000是全知的人工智能，控制着“发现一号”宇宙飞船的运行，飞船载着5名船员飞往木星。在电影的开始部分，HAL9000被称为“简单且不会出错”。然而，问题很快出现了。HAL9000希望知道“发现一号”正执行的绝密任务细节。船员戴夫（Dave）和弗兰克（Frank）拒绝透露这些信息，尽管事实证明他们也不知道所有细节。不久，HAL9000警告称“发现一号”舱外一个重要天线将要失去作用。戴夫和弗兰克开始怀疑HAL9000并把自己锁在了一个挖掘工具里讨论这件事，他们认为HAL9000不可能听到他们的对话。他们决定修复天线，还决定如果事实证明HAL9000出现了故障就关闭HAL9000。戴夫和弗兰克没有意识到HAL9000能够利用图像识别技术解读唇语。当弗兰克涉险到舱外检查天线时，HAL9000割断了他的氧气管并使他飘浮进了太空。戴夫徒劳地想挽救弗兰克，但当他也走到舱外的时候，HAL9000趁机关掉了其他三位正在睡眠中的船员的生命维持系统，杀死了他们。HAL9000随后拒绝让戴夫返回舱内，因为它知道戴夫会将它停用，而HAL9000认为这将危及整个任务。尽管如此，戴夫最终还是设法回到了“发现一号”飞船内，并且准备关闭HAL9000。HAL9000恳求戴夫停手，在最后的时刻，作为一个自主人工智能，它表达出了自己对死亡的恐惧。

弗拉杰克质疑HAL9000是否能够在法庭上对自己的行为负责。假设戴夫于2001年年底重新回到了地球，与一位人身伤害律师进行接洽（“你是否无故卷入了人工智能杀人案件之中？”），并要求有人对自己的遭遇和4位被HAL9000无故杀害的船员进行赔偿。至少按照现有法律，HAL9000可能会摆脱困境。与阿斯隆工业的失常棒球抛射机器一样，法庭处理这种案件时，可能承认机器造成了伤害，但会认定这是HAL9000程序员的错误而不是HAL9000的错误。

这可能不公平。正如弗拉杰克所说：“仅从可能参与设计、修改和集成人工智能系统元件的个人与公司的庞大数量看，就很难确认大部分责任人或责任方。许多元件早在人工智能项目构思之前许多年就已经设

计出来了，这些元件的设计人员可能从未设想，或鲜少预期到他们的设计会集成到人工智能系统中，更不用说会造成伤害的某个具体的人工智能系统了。在这种情况下，指责在时间和地理位置上都与人工智能系统完成和运行相距甚远的元件设计人员有工作失误是有失公允的。法庭可能也不愿意说这种元件设计人员本该预见到这种伤害的出现。”

机器人学的三大法则

人工智能的潜在危险、我们对其日渐依赖以及法律的灰色地带共同构成了非常重要的问题：我们需要在这个领域建立一种伦理规范。简而言之，如果我们要建造思考的机器，难道我们不应努力使其成为考虑周到的机器吗？然而它仍然与科幻小说有着难解难分的关系，因而也就不必奇怪在科幻作家艾萨克·阿西莫夫的作品中有许多在人工智能中植入道德感的著名例子。阿西莫夫的“机器人学的三大法则”首次出现在其1942年的短篇小说《环舞》（*Runaround*）中，这篇小说最初发表于《惊世科幻》（*Astounding Science Fiction*）三月刊中。这三大法则通常简称为“阿西莫夫法则”，常为人们引用的法则内容如下：

1. 机器人不得伤害人，也不得见人受到伤害而袖手旁观。
2. 机器人应服从人的一切命令，但不得违反第一法则。
3. 机器人应保护自身的安全，但不得违反第一、第二法则。

尽管已经过去70多年了，但“阿西莫夫法则”依然统管着阿西莫夫的科幻小说同行们。2014年1月，当谷歌收购深度学习公司DeepMind时，一切发生了重大变化。作为交易的一部分，谷歌必须成立人工智能伦理委员会，目标是确保对人工智能这项技术的明智使用。尽管关于该委员会构成的公开细节寥寥无几，但是建立这样一个防护措施是一个重要的基准。2015年夏季，DeepMind应用人工智能主管穆斯塔法·苏莱曼（Mustafa Suleyman）承认，在这个领域公众看待人工智能的方式已经发生了转变。“故事已经从‘人工智能如此失败不令人恐怖吗？’转变至‘人工智能如此成功不令人恐怖吗？’”在一场深度学习大会上，他曾如是说道。

谷歌不是唯一认为必须确保人工智能承担责任的研究团体。由于过去10年间深度学习与其他人工智能的统计形式已经成为规范，纽约伦斯勒理工学院认知科学系主任塞尔默·布林斯乔德（Selmer Bringsjord）发起了一场一个人的战争，支持回归到从头到尾基于逻辑的人工智能。“我不做任何统计学上的事情，”在描述他在实验室的工作时，他告诉我，“我非常不喜欢它，认为它正将我们引入歧途。”

对于布林斯乔德而言，之所以需要回归从头到尾有逻辑的人工智能，是因为依靠“数学上令人费解”的统计工具本质上是愚蠢的行为。“你希望系统能够阐述其行为的依据和正确性吗？”他说：“我们应该希望更加复杂的人工智能系统能够证明，它们根据获得的输入，其所作所为是正确的决定。”

有逻辑的人工智能可能意味着《连线》和《快公司》的篇章中那种引人注意的技术推出过程应该放慢，但布林斯乔德认为，创造具有清晰推理过程的人工智能是最重要的，因为这个过程事后可以分析。近斯关于有逻辑的人工智能的一个例子出现在位于纽约哈德逊河东岸的布林斯乔德实验室中。这个展示中，一台计算机尽力破解“三个智者”出的难题，实验由三个小型类人机器人辅助进行：这一实验可能意味着人工智能自我意识的萌芽。在这个难题中，三个机器人被告知，两个机器人服用了停止说话的“哑药”。它们的任务是找出其中仍然可以说话的那个机器人。三个机器人都试图说“我不知道”，但只有一个实际发出声音。当它听到自己的机器声音时，这个机器人明白它就是那个没有被禁止发声的机器人。“对不起，我现在知道了。”它说，“我能证明我没有吃哑药。”随后它写下了关于这个难题的有条理的数学证明，并把它保存起来。布林斯乔德进行了相同测试的不同版本，或者任何旨在解决其他哲学难题的测试，他认为这些测试将形成一个人工智能可以利用的日益完善的技巧或功能指令系统。

由于围绕用于战争的自动人工智能武器进行的工作越来越多，人们

迫切需要像布林斯乔德这样的工作项目。2014年，在塔夫茨大学和布朗大学成立了一个多学科综合小组，小组和布林斯乔德合作，获得了海军研究办公室的资助，去探索能否为可能用于战争的自主机器人赋予是非感。尽管这种探索得到的不是一个“友好的人工智能”，但它可能会使机器人在战场上做出符合伦理的决定。设想一下，比如，一个正将伤兵运往战地医院的机器人军医遇到另一个腿上受伤的士兵。权衡停止执行救助任务的利弊，能否在战场采用牵引疗法止疼以及其他难题，对于人类来说已然是个难以驾驭的复杂问题了，更不用说对于机器了。

这样的问题可能越来越成为常态。设想一下，如果一个生产自动驾驶汽车的公司决定，当其生产的车辆检测到前方即将发生碰撞时，它的车辆可以猛地驶出道路，从而保护驾驶员，这将会发生什么情况呢？这一操作非常合理，如果是人类在驾驶车辆，多数人也会做出这样的决定。然而，如果你的车正停在红灯前，但这时它发现后面的一辆车快速驶来，这时将会怎样？你的车知道可能要发生追尾事故，随后它就驶出了马路……并正好冲进了一群放学回家的学生当中。司机避开了一个小追尾和潜在的会扭伤脖子的事故，但结果却是三个学生死于非命、两人受伤。即使最忠诚的车迷也难以为这种成本和收益的互换进行辩护。而这些正是人工智能研究人员开始认真对待的问题。

人工智能的权利

随着我们将越来越多的工作交给人工智能，我们可能最后需要面对人工智能的权利问题。许多作家已经提出了这个问题，但是在主流目光集中到这一点之前，它依然远落后于人工智能是否会为人类带来危险这个问题。举例来说，英国技术作家比尔·汤普森（Bill Thompson）因其每周的BBC新闻专栏而闻名，他认为将艾萨克·阿西莫夫的第一法则（机器人不得伤害人，也不得见人受到伤害而袖手旁观）写进超级人工智能的代码中有些类似于“为奴隶戴上枷锁或把大猩猩装进笼子，它也折射出我们的信念，即人工智能应该且必须永远服务于人类，而不能成为一种自主的心灵”。如果有人提议将这一条法则作为控制未来人工智能的政策，他认为：“我们在道义上有责任反对它。”

就像人类有与其人工智能助手结婚的权利，我不认为人工智能的公民权利在未来10年内会成为一个大众讨论的话题，但它是个值得考虑的话题。就像如果我们建立一个具有基本意识的生物仿真神经网络，那么强迫它为我们开车或优化搜索排名是对的吗？这使人联想起道格拉斯·亚当斯著名小说《宇宙尽头的餐馆》（*The Restaurant at the End of the Universe*）中的场景，在书中他描述了一个未来主义的电梯：天狼星控制系统公司的快乐人体垂直传送器。读者获悉，将今天的电动卷扬机驱动电梯与这种人工智能控制的电梯相比，就像“将一包混合坚果与天狼星国立精神病医院的整个西翼大楼相提并论”。天狼星控制系统公司快乐人体垂直传送器有点像第三章说的智能物联网设备，通过预测未来而工作。它甚至在你意识到自己要进入电梯之前，就会出现在正确的楼层去接你，“这样一来，也就免去了等电梯时人们被迫要进行的所有那些单调乏味的交谈、放松以及相互结识”。

但是，种智能电梯很快就厌倦了这种上上下下，产生了斜向运行的

念头并付诸试验。道格拉斯·亚当斯将之称为“存在主义式的抗议”。讨论囚禁人工智能是否符合伦理这可能看起来有些可笑，但如果科学家成功开发出了一种人工智能，其行为与我们主张的以符合伦理的方式对待的真正生命体更为类似，那么这种讨论就不会那么可笑了。多年来，许多人工智能标准都已经发生了改变，我们对于“什么可以称之为意识”的看法也发生了变化。举一个著名的例子，法国哲学家、数学家勒内·笛卡儿曾经描写了他认为在建造一种机器时会遇到的挑战，而这种机器就是我们今天称为人工智能的机器。在1637年发表的《谈谈方法》（*Discourse on the Method*）中，笛卡儿写道：

如果有一些机器跟我们的身体一模一样，并且尽可能不走样地模仿着我们的动作，我们还是有两项非常可靠的标准来判明它们并不因此就是真正的人。第一条是：……它决不能把这些字排成不同的组合以恰当地和对答，而这是最愚蠢的人都能办到的。第二条是：那些机器虽然可以做许多事情，做得跟我们每个人做的一样好，甚至更好，却决不能做别的事情。从这一点可以看出，它们的活动所依靠的并不是认识。

笛卡儿认为在有灵魂的思想者与一个没有灵魂却栩栩如生的非思想机器之间存在重大区别。“我思故我在。”是笛卡儿著名的人类自我辩解。对于笛卡儿来说，在灵魂尺度上，动物多少表现得有些糟糕。因此，一些笛卡儿的追随者决定四处踢狗。他们的论据是，由于无法达到“最迟钝的人”的思考水平，狗没有灵魂，因此它们的吠叫只是简单的机械反应。

这个标准即使用于人类自身，也存在诸多问题。你只需要看看理论上关于子宫里的胎儿或靠生命维持技术而生存的脑死亡患者是否有生命的辩论有多激烈，你就会明白这个主题有多大的不确定性。人工智能是否有权追求生活、自由和幸福的问题并不是一个需要我们现在就回答的问题，但如同向计算机植入道德，或考虑如何解决潜在的危险软件一

样，总有一天我们要面对这个问题。

就像奇点一样，预测即将来临的事物并不像我们想象的那么简单。

结论

当机器变得更加智能

2016年1月24日，星期天，人工智能先驱马文·明斯基因脑溢血辞世，享年88岁。他是当年达特茅斯人工智能大会组织者中最后一位离世者，约翰·麦卡锡2011年去世，纳森内尔·罗彻斯特（Nathaniel Rochester）和克劳德·香农于2001年去世。报纸随后发表对明斯基所做工作的赞颂——“他证明了向计算机传授常识推理的可能性，为人工智能领域打下了基础”。《连线》杂志一改传统风格，决定发表由人工智能创业公司Automated Insights开发的人工智能编辑编写的讣告，效果非常好。

明斯基的去世具有象征意义，它宣告了第一代欣然认为自己从事的是人工智能工作的研究人员的终结。但是，当他的死讯传到博客和技术论坛后，人们认为他远不是过去年代一个落满灰尘的遗迹。自明斯基和他挑选的一群雄心勃勃的年轻计算机科学家聚集在新英格兰大学校园，整整一个夏季致力于解决机器智能问题的那一年到2016年，已经整整60年。今天，这种乐观主义在我们看来也许是非常天真的行为，但我们不能否认他付诸行动的动力。

我们可能还没有达到人工智能中产生强人工智能的临界点，但是我们不能忽视人工智能取得的成就。一些成就就是明证，不管是人工智能打败象棋世界冠军还是在《危险边缘》节目中打败人类大脑。然而，人工智能在很多其他方面也发挥了重要作用，比如发现新药、传播全球人类可获取的有用信息，使机器翻译越来越快和越来越容易，等等。明斯基可能在人们真正利用神经网络之前过早地摒弃了它，但他的其他想法仍然广为流传。20世纪80年代中期，他出版了《思维的社会》（*The*

Society of Mind）一书，认为“智能不是任何单一机制的产品，而是源自各种资源丰富的实体的互动”。如我们在第三章所看到的内容，这种想法正推动着Jawbone和Nest Labs等智能设备制造者的工作：不仅专注于创造独立的智能小器械，还要使整个物联网能够共同工作从而实现目标。

技术公司如今成为人工智能研究的主要投资者，它们之间的竞争比以往更加激烈。马文·明斯基去世的那一周，Facebook的马克·扎克伯格在其拥有15.5亿用户的社交网站上发了一条新闻链接，该新闻称人工智能试图破解围棋（围棋是一种中国棋盘游戏，目的是比对手占据更多的地盘）。围棋的规则容易学习，但是棋盘上可落子的位置数目却非常惊人，比宇宙中原子的总数量还多。“20年来，科学家一直努力教计算机在围棋中获胜，”扎克伯格写道，“我们已经接近目标，过去6个月，我们已经制造了一个人工智能，它仅用0.1秒就可以落子，而且其性能和之前花费多年建立的系统一样好。”对于Facebook来说，这是值得炫耀的事，尽管这个纪录并没保持太久。仅10小时后，谷歌宣布DeepMind制造了一个人工智能，它不仅打败了所有既有的围棋程序，还首次打败了人类职业级棋手。从那时起，一切都突飞猛进。直至2016年3月，世界一流围棋棋手李世石（Lee Sedol）在韩国一家酒店的房间迎战谷歌的阿尔法围棋（AlphaGo），全球6 000万人观看了这场比赛。在比赛的最后，阿尔法围棋以四比一击败李世石。

当然，并不是所有人工智能引起的变化都是美好的。未来几年，人工智能也将成为取代许多职业和摧毁人类谋生之道的“罪魁祸首”，尽管人工智能也将创造新的、以前人类劳动者不曾想到的工作机会。许多人也会对在战争中使用机器智能大加批评，不管是航空无人机还是陆地机器人战士。后者的典型代表是谷歌的“大狗”（Big Dog），“大狗”是四条腿的机器狗，能够运载约400磅的装备，但是因为它的汽油动力引擎噪声太大，美国海军陆战队当前推迟了“大狗”在战争中的使用。除了一些灾难性的风险，对于大多数人而言，最迫切的人工智能问题是其对隐私

的攻击，这种攻击伴随着谷歌这样的实体公司的崛起而产生。由神经网络驱动的会思考的机器需要进行数据训练，每当我们使用如谷歌搜索、Siri或其他人工智能工具的服务时，我们都使这些机器变得更加智能。

1956年，人工智能以一门学科的形式出现，而今天的人工智能不再像当年那样轮廓清晰。即使是当年，研究人员也在竭尽全力控制人工智能的应用范围，努力基于诸多不同研究兴趣，创造出一个有机的整体。但是，在2016年这仍是完全不可能的。像谷歌这样的搜索巨头，其主要收入来源是以人工智能系统换取广告收益，而研究人员的目的是通过人工智能去理解人类的大脑，对这二者要如何进行协调？除了相关的技术外，什么能够将无人驾驶汽车与像搜索引擎巨头一样把我们进行分门别类的人脸识别安全系统结合在一起？

我在撰写本书结论部分时网上还流传着两个故事，它们证明了人工智能今天所呈现的分化。（我对谷歌快讯进行了设定，让其不断扫描互联网，从而获得人工智能的相关信息。就这样，我自然而然地发现了这两个故事。）第一个故事讲的是近期的一场辩论。在这个故事里，一群直言不讳、心怀忧虑的科学家和武器专家对机器人的风险提出了警告，这些机器人配备了人工智能，正在设法走向战场屠杀人类。

第二个故事从表面来看相对轻松些，讲述了居住在敦提的苏格兰计算机程序员安迪·赫德（Andy Herd）的工作，他进行了一个创新的人工智能实验，为20世纪90年代情景喜剧《老友记》（*Friends*）创作脚本。“我把《老友记》的每一集脚本都输入了一个循环神经网络，然后让机器学习创作新的剧本。”赫德在推特中写道。这与我讲述的谷歌Deep Dream工程的创造性工作有些类似，结果有些奇怪。就像《野兽日报》（*Daily Beast*）一篇文章中指出的那样，赫德承认他的软件仍旧需要完善，从而使他的计算机不再创作出奇怪的剧本，比如计算机创作的一集剧本中，所有的演员都兴奋地挤在一张床上，而莫尼卡（Monica）不知道向谁大喊：“胆小鬼，鲍勃（Bob）！”

这两个故事之间的鸿沟，不仅凸显了我们对通用人工智能的日益高涨的痴迷，同时也表明了如今人工智能的广泛应用范围。半个多世纪以前，人工智能解决了下棋计算机的难题，成为我们如何在机器内部建立人工智能这个大问题的缩影。今天的目标更加模糊。

人工智能是关乎机器翻译、图像识别、自动驾驶汽车、能够管理我们生活的智能助手、能与你的智能电视进行对话的智能恒温器、用于设计美国国家航空航天局卫星的基因算法吗？人工智能是关乎未来就业、人类在21世纪中的角色，或者构建比我们自身更加智能事物的内在风险吗？我们在设法获得一些问题的答案吗？比如，智能等同于意识吗？或者人类大脑是否像计算机一样运行？最后，人工智能的本质是什么？是构建会思考的机器、构建使我们思考的机器，还是旨在构建使我们有更多时间去思考的智能机器？

唯一真正的答案是：是的，人工智能关乎以上一切内容。

还关乎更多内容。

致谢

著书向来是个孤独的历程。但是，我很庆幸得到了来自如同《黑道家族》（*The Sopranos*）中配角阵容那样团队的鼎力支持，我很幸运，我的支持者中无人有犯罪记录。首先，感谢企鹅兰登书屋的爱德·福克纳（Ed Faulkner）、杰米·约瑟夫（Jamie Joseph）和杰克·林伍德（Jake Lingwood），没有他们，《人工智能》永远只停留在脑海中。其次，感谢我的经纪人玛吉·汉伯里（Maggie Hanbury）、她的助理哈里特·波兰（Harriet Poland）以及本书部分章节提及的与我交谈的所有人。同时，向西蒙·加菲尔德（Simon Garfield）、西蒙·卡洛（Simon Callow）以及科林·怀亚特（Colin Wyatt）表示深深的感谢，我的写作一直离不开他们的支持。同样，我要向我苹果科技网站（Cult of Mac）的同事表示感谢，尤其是出版人林德·卡内（Leander Kahney）及我的英国老乡、作家基利安·贝尔（Killian Bell）。之后我要向老朋友们和同伴们表示深深谢意，包括“恶棍经济学博士”丹·汉弗莱（Dan Humphry）、詹姆斯·布莱济奇（James Brzezicki）、亚历克斯·米林顿（Alex Millington）、汤姆·格林（Tom Green）、汤姆·阿特金森（Tom Atkinson）、尼克·纽波特（Nick Newport）和珍妮·纽波特（Janine Newport）、小气鬼尼克（Nick Meanie）以及迈克尔·格罗特豪斯等。在本书上架之前，迈克尔·格罗特豪斯是第一读者。在此，同时向我的妻子克拉拉（Clara）、新增家庭成员盖伊·多梅尔（Guy Dormehl）和安·多梅尔（Ann Dormehl）以及我忠实的小猫费加罗（Figaro）表示感谢。

对了，我还要向所有花时间和金钱购买此书及我其他书籍的人表示感谢。祝你们多福多寿！

译后记

在人类众多既神奇又符合逻辑的幻想中，人工智能无疑是闪亮的星辰。在新一轮全球科技革命和产业变革进程中，获得迅猛发展的人工智能，已然成为其中重要的引领力量。主要国家和地区、大型科技企业相继把人工智能技术和应用，作为本国、本地区和本企业未来发展的重点，不断加强谋划布局，加大技术产品的研发投入。国务院印发的《中国制造2025》把智能制造作为推动新一代信息技术与制造技术融合发展两化深度融合的主攻方向，提出要着力发展智能装备和智能产品，推进生产过程智能化，培育新型生产方式，全面提升研发、生产、管理和服务的智能化水平。我国人工智能的发展迎来了前所未有的发展新机遇。

在本轮人工智能的大发展中，中国已经开始以领先的姿态呈现在新的赛场上。美国《华盛顿邮报》曾报道，尽管美国是深度学习研究的早期领导者，但根据每年发表关于这一主题的论文数量来看，中国已经超过了美国。如果你关注过中国人工智能的发展，你也会为它取得的成功和展露的前景而欣喜不已。随着《中国制造2025》的深入贯彻落实，人工智能的技术和应用还将在中国更加蓬勃地发展，结出丰硕的成果。

事实上，人工智能不仅仅是专业科技人员关心的话题，也是普通读者感兴趣的事物，而且随着科技的发展，它已开始影响普通人的生活。那么人工智能都包含哪些技术？人工智能方面的科技发展现状是怎样的？未来的科技发展又将带给我们怎样的惊喜？人工智能将怎样改变我们的生活？人们需要一本全面介绍人工智能的书籍来解答疑惑，拓宽视野。国家制造强国建设战略咨询委员会经广泛筛选，最终确定以美国科技记者卢克·多梅尔的新作《人工智能》作为年度译著，呈献给国内读者。此书不仅知识、内容丰富，而且深入浅出、充满趣味、引人入胜。

本书的具体翻译工作由赛迪研究院专家组承担。为确保翻译的质量，参加翻译工作的赛迪专家们兢兢业业，倾注了大量的心血和精力。在此，向他们表示衷心的感谢！

国家制造强国建设战略咨询委员会
2016年9月

图书在版编目 (CIP) 数据

人工智能/ (美) 卢克·多梅尔著; 赛迪研究院专家组译. --北京: 中信出版社, 2016.11

书名原文: Thinking Machines

ISBN 978-7-5086-6822-2

I. ①人... II. ①卢... ②赛... III. ①人工智能—影响—经济发展 IV. ①F061.3-39

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第248061号

人工智能

著者: [美] 卢克·多梅尔

译者: 赛迪研究院专家组

策划推广: 中信出版社 (China CITIC Press)

出版发行: 中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编100029)

(CITIC Publishing Group)

电子书排版: 张明霞