

AI极简经济学

作者：未知

版权信息

COPYRIGHT

书名：AI极简经济学

作者：【加】阿杰伊·阿格拉沃尔；乔舒亚·甘斯；阿维·戈德法布

出版社：湖南科学技术出版社·博集天卷

出版时间：2018年12月

ISBN：9787535799647

本书由天津博集新媒科技有限公司授权得到APP电子版制作与发行

版权所有·侵权必究

献给：

我们的家人、同事、学生，以及初创企业，
是他们启发我们冷静、深入地思考人工智能。

第1章 导言

下面的场景就算眼下听上去不太耳熟，也很快会变成生活中的常态。一个小孩正独自在房间写作业。突然，房里传来：“特拉华州的首府是哪里？”家长开始琢磨。巴尔的摩……显然不对……威尔明顿……不是首府。家长还没想完，一台名叫“Alexa”的机器就给出了正确答案：“特拉华州的首府是多佛。”Alexa是亚马逊的人工智能（Artificial Intelligence，简称AI）语音助手，能够理解自然语言，并以闪电般的速度回答问题。Alexa将取代父母，成为孩子眼里全知全能的信息来源。

人工智能无处不在。它在手机、汽车里，在我们购物、相亲的过程中，它甚至遍布医院、银行和媒体。难怪公司董事、首席执行官、高级副总裁、经理、团队领导、企业家、投资人、教练和决策者都在这场了解人工智能的竞赛中感到焦虑：他们意识到，人工智能即将从根本上改变他们的行业。

我们三人站在了一个有利于观察人工智能进步的独特位置。我们都是经济学家，因为研究上一轮伟大的技术革命——互联网而奠定了职业发展的方向。经过多年的研究，我们学会了透过铺天盖地的宣传，把目光聚焦于技术对于决策者的意义上。

我们还创立了颠覆性创新实验室（Creative Destruction Lab，简称CDL）。这是一个尚处于种子阶段的项目，旨在提高科学型初创企业的创业成功率。起初，该实验室对所有类型的初创企业开放，但到2015年，许多激动人心的投资结果都是来自人工智能方向的公司。据我们所知，截至2017年9月，颠覆性创新实验室已连续三年成为全球最密集的人工智能初创企业的聚集地。

出于这个原因，该领域的许多领导者定期前往多伦多参加颠覆性创新实验室的活动。例如，在整个项目研发期间，为亚马逊的Alexa发明人工智能动力引擎的主要人物之一威廉·滕斯托尔-佩多（William Tunstall-Pedoe），每隔八周就从英国剑桥飞到多伦多与我们碰头。旧金山的巴尼·佩尔（Barney Pell）也是如此，此前，他曾领导美国国家航空航天局旗下一支85人的团队，把第一代人工智能发射上了浩瀚太空。

颠覆性创新实验室在这一领域获得主导地位，一部分原因是我们恰好位于加拿大的多伦多。近年来，机器学习推动了人们对人工智能的研究兴趣，而多伦多又孕育了很多机器学习领域的核心发明。实际上，当今已经产业化的世界顶级人工智能团队，包括Facebook、苹果公司和埃隆·马斯克（Elon Musk）的Open AI在内，其领头专家都有多伦多大学计算机科学系的背景。

与如此多人工智能的应用近距离接触后，我们不得不思考这一技术给企业战略带来了何种影响。我们的解释是，人工智能是一种预测技术，预测是决策的输入端，而经济学又为任何决策所包含的权衡取舍提供了一套完美的解释框架。所以，一半靠运气，一半靠策划，我们发现自己在恰当的时间和地点为技术专家和商界从业者架起了一座桥梁，结果便是这本书。

我们的第一个重要发现是，人工智能新浪潮实际上并没有给我们带来智能，它带来的是智能的一个关键组成部分——预测。在上面的场景中，小孩提出问题时，Alexa做的是，收录听到的声音，预测小孩说出的单词，再预测这些单词要查找的信息。Alexa并不“知道”特拉华州的首府，但可以预测：当人们提出这样一个问题时，他们寻找的就是一个特定的答案——多佛。

颠覆性创新实验室的每一家初创企业都建立在更准确的预测带来的好处上。Deep Genomics（深度学习基因公司）通过预测DNA改变时细胞发生的变化来改进其医学实践。Knote公司通过预测文档的哪些部分应该编辑来改进法律实践。Validere公司通过预测输入原油的含水量来提高炼油厂的效率。这些应用之道，就是大多数企业不久的将来发展方向的缩影。

如果你想弄明白人工智能对自己意味着什么，却又一头雾水，那么这里有我们带来的好消息。哪怕你从未涉足卷积神经网络的编程工作，也从未研究过贝叶斯统计学，我们也能帮你理解人工智能的含义，领略这一技术的进步。

如果你是公司领导，我们可以帮助你了解人工智能对管理和决策的影响。如果你是学生，或者刚毕业，我们能为你提供一套框架，思考就业的演变和未来的职业发展。如果你是金融分析师或风险投资人，我们将为你提供可构建个人投资主张的结构。如果你是一位政治决策者，我们将为你提供指导，帮助你理解人工智能将怎样改变社会，政策又该如何塑造这些变化，让它们朝着好的方向前进。

经济学为理解不确定性，以及不确定性对决策的意义，提供了坚实的基础。更准确的预测可以降低不确定性，我们用经济学告诉你，人工智能对你在运营企业的过程中即将做出的决策意味着什么。反过来说，凭借这些认识，你将更加明白，对于企业内部的工作流程来说，哪些人工智能工具可能给你带来最高的投资回报率。由此，你将构建起一套设计企业战略的框架，比如怎样重新思考企业的规模和经营范围，以便利用基于廉价预测的全新经济现实。最后，我们还罗列了与人工智能相关的重要权衡：就业、企业权力的集中度、隐私和地缘政治。

什么样的预测对你的公司最为重要？人工智能的进一步发展，会怎样改变你赖以重为的预测？随着个人电脑和互联网的兴起，各行各业重新配置了就业岗位，为响应预测技术的进步，你所在的行业将怎样对就业岗位进行重新配置？人工智能是全新的技术，目前人们对其缺乏了解，但我们所应用的经济学坚实可靠；我们所举的案例当然会随着时代前进而被淘汰，但本书所介绍的框架却不然。哪怕随着技术进步，预测更加精确化和复杂化，我们的这些见解仍将适用。

但《AI极简经济学》并非你在人工智能经济时代取得成功的制胜法宝。身为经济学家，我们强调权衡与取舍。数据越多，意味着隐私越少。速度越快，意味着准确度越低。自主性越强，意味着控制力越弱。我们无法为你的企业开出最佳战略的处方。那是你的任务。最适合你所在公司或所属职业的战略应该取决于你在每一次权衡时怎样拿捏各方要素的权重。本书提供的是一种结构，让你锁定关键的权衡，评估利弊，以做出最适合你的决策。当然，就算你手里有了我们的框架，情况也在迅速变化。这意味着，你需要在无法充分掌握信息的条件下做出决定，但即便如此，这也比无所作为好。

本章要点

※人工智能当前的进步浪潮给我们带来的其实不是智能，而是智能的一个关键组成部分——预测。

※预测是决策的核心输入。经济学有着成熟完备的框架可解释决策的产生。预测技术的进步带来的潜在意义还很新，人们也缺乏足够理解，但它与经济学中历史悠久且为人熟知的决策理论的逻辑结合起来时，可带来一系列洞见，指导你所在的组织走向通往人工智能的道路。

※什么是最好的人工智能战略，什么是最出色的人工智能工具，往往并无固定答案，因为人工智能关乎权衡：速度越快，准确度就越低；自主性越强，控制权就越弱；数据越多，隐私就越少。我们为你提供了一种方法，这一方法可以识别出各种人工智能决策的相关权衡，让你可以根据自己组织的使命和目标，评估交易的两面性，最终做出最适合自己的决策。

第2章 廉价改变一切

所有人都已经，或者即将迎来自己的人工智能顿悟时刻。我们习惯了媒体上充斥着“新技术即将改变生活”的报道。虽然我们中有些人是技术爱好者，欢庆着未来的无尽可能，另一些人则是技术恐惧者，哀悼逝去的美好时光，但几乎所有人，都太习惯技术新闻不断敲响的鼓点了，以至于近乎麻木地念叨着，“唯一不变的就是变化本身”。直到我们迎来自己的人工智能顿悟时刻。然后，我们意识到这次的技术有些不一样了。

2012年，一些计算机科学家经历了他们的人工智能顿悟时刻。当时，多伦多大学的一支学生团队在可视物体识别大赛ImageNet（ImageNet是按照WordNet架构组织的大规模带标签图像数据集。）中以优异的成绩胜出，第二年，所有的决赛队伍都采用了当时还很新颖的“深度学习”法参与竞争。物体识别不仅仅是一场比赛——它能让机器“看见”。

2014年1月，一些技术公司的首席执行官经历了他们的人工智能顿悟时刻。他们看到头条新闻上说，谷歌刚刚花了6亿多美元买下了英国初创公司DeepMind。尽管相较收购价格，这家初创公司创造的收入微不足道，但它展示了人工智能在独立自主且未安装预设程序的情况下学会了玩雅达利电子游戏，并且获得高于人类的成绩。

那年晚些时候，一些普通人经历了他们的人工智能顿悟时刻。他们听到著名物理学家斯蒂芬·霍金（Stephen Hawking）着重解释道：“……文明能提供的一切，都是人类智慧的产物……人工智能的成功发明将成为人类历史上的最大事件。”

还有些人在第一次乘坐高速行驶的特斯拉时，经历了自己的人工智能顿悟时刻。他们将手从方向盘上松开，让汽车依靠自动驾驶仪（Autopilot AI）在车流里穿梭。

中国政府经历了人工智能顿悟时刻：全国上下目睹了DeepMind公司开发的人工智能围棋软件AlphaGo（阿尔法狗）在2016年击败韩国围棋选手李世石，并于次年击败全球排名第一的中国棋手柯洁。《纽约时报》将这次比赛形容为中国的“斯普特尼克时刻（Sputnik moment）”。正如苏联发射人造卫星“斯普特尼克号”使得美国大力投资科研，中国对这一事件做出了类似反应，制定了到2030年占据人工智能世界领先地位的国家政策，并对此给予了财政支持。

2012年，我们自己也经历了人工智能顿悟时刻：当时我们观察到，采用最先进的机器学习技术、向颠覆性创新实验室提出申请的人工智能初创公司的数量，已经从涓涓细流变成了一股激流。这些公司涉及多个行业——药物开发、客户服务、制造、质保、零售和医疗器械。这项技术十分强大且通用性极强，在范围极广的应用领域中创造了重要价值。我们着手研究，试图从经济角度理解它的意义。我们知道，与其他技术一样，人工智能受制于同一种经济环境。

简而言之，技术本身让人惊叹。早些时候，著名风险投资家史蒂夫·尤尔韦特松（Steve Jurvetson）打趣说：“几乎可以肯定的是，你在未来5年体验到的任何像变戏法一样的产品，都建立在这些算法之上。”史蒂夫说人工智能就像是“变戏法”，跟《2001太空漫游》《星球大战》《银翼杀手》，以及更近的《她》和《机械姬》等电影里的描述相呼应。我们理解史蒂夫对人工智能应用的描述（“变戏法”），也对此感同身受，但身为经济学家，我们的任务是把这些扑朔迷离的设想变得简单、清晰且实用。

戳穿噱头

经济学家对世界有着与众不同的看法。我们会从供求关系、生产与消费、价格与成本的框架来思考一切问题。虽然经济学家们之间经常意见不一，但我们立足于一套共同的框架。我们对假设和阐释存在争议，但我们对基本的概念，如稀缺性和价格竞争所扮演的角色意见一致。这种观察世界的方法带给我们一个独特且有利的视角。从消极的一面来说，我们的视角可能会显得很枯燥，无法让我们成为晚宴上受欢迎的客人。从积极的一面来说，它有利于为商业决策提供清晰的信息。

我们从最基础的价格着手。如果某样东西的价格下降，那么我们会更多地使用它——这就是简单的经济学。这种情况正出现在人工智能行业。人工智能变得随处可见了。它挤满了你手机的应用程序，它正在优化你的电网，它正在取代你的股票投资组合经纪人。用不了多久，它说不定就会载着你到处走，或者给你配送快递了。

如果说经济学家擅长做某件事的话，那就是“戳穿噱头”。当其他人看到的是改头换面的新发明时，我们只看到价格下跌。但不仅如此，要了解人工智能如何影响了你所在的机构，你必须清楚地知道哪些东西的价格发生了变化，以及这种变化将如何蔓延至更广阔的经济领域。此时，你才能制定应对之策。经济发展的历史告诉我们，对重大发明带来的冲击感受最深的通常是人们意想不到的领域。让我们回想一下1995年商业互联网的故事。在大多数人看着《宋飞正传》时，微软发布了自家第一套多任务操作系统Windows 95。同年，美国政府解除了在互联网上承载商业流量的最后限制，网景公司迎来了商业互联网上第一次重大的首次公开募股（IPO）。互联网从“新奇好玩的技术”变成一股席卷所有行业和政府的商业浪潮，那一年是转折点。

网景公司的首次公开募股获得了30亿美元的估值，哪怕它一分钱也没赚过。风险投资家对初创公司动辄给予数百万美元的估价，即便它们还处在用一个新词描述即“前收入”（pre-revenue）的阶段。刚毕业的工商管理硕士（MBA）毕业生拒绝了收入诱人的投资银行和咨询工作，打算到网上去搏一搏运气。随着互联网的影响逐渐扩散至各行各业，遍及价值链上下，技术倡导者们不再把互联网称为新技术，而开始把它称作“新经济”。这个流行开来。互联网超越了技术，从基础层面渗透到了人类活动的方方面面。政治家、企业高管、投资人、企业家和主要新闻机构开始使用这个词。每个人都开始畅谈“新经济”。

每个人，我的意思是，除了经济学家之外的每个人。我们没有看到新的经济，或者新的经济学。对于经济学家来说，它看起来就是寻常的旧经济。诚然，发生了一些重要的变化。商品和服务可以数字化流通了。交流变得更容易。想要查找信息，点击搜索按钮就行了。但所有这些事情，从前都能做到。只不过，它们现在可以以低廉的成本做到了。换句话说，互联网的兴起意味着分销、通信和搜索成本的下降。从由贵转贱、由稀缺变富足的思维来重新阐释这种技术进步，有利于思考它对你的事业会产生何种影响。例如，如果要你回想第一次使用谷歌搜索的体验，你会记起它魔术般呈现信息的能力。而以经济学家的角度看，谷歌只是让搜索变得更廉价了。当搜索变得廉价时，那些通过别的方式提供信息检索并以此赚钱的企业（如黄页、旅行社、分类广告等）感到了严重的危机。与此同时，那些依赖被人发现的职业（如自助出版作品的作家、稀有收藏品卖家、本土电影制作人等）得到了蓬勃发展。

没错，特定活动相对成本的这种变化，极大地影响了部分企业的商业模式，甚至也影响了部分行业的结构体系。然而，经济规律并未发生改变。一切仍然可以从供求的角度来理解。我们仍然可以利用现成的经济学原理，制定策略、为政策提供信息、预测未来。

廉价意味着随处可见

当某种基础产品的价格大幅下跌时，整个世界都可能发生变化。以照明为例。你很可能是在人工光源下阅读这本书的。而且你或许从来没想过，为了读书而打开灯是否值得的问题。照明太廉价了，任你使用。但经济学家威廉·诺德豪斯（William Nordhaus）曾做过细致的考察，要在19世纪初获得等量的照明，你的花销是如今的400倍。在这样的价格下，你不可能不注意到成本。要不要使用人工照明工具来阅读本书，会让你反复掂量。照明价格此后的下跌幅点亮了整个世界。它不仅把夜晚变成了白昼，而且让人得以在自然光线无法穿透的大型建筑里工作和生活。要不是人工照明的成本跌到几近于无，我们今天拥有的一切几乎都无法实现。

技术变革让原本昂贵的东西变得廉价。照明成本的急剧下降，使我们的行为发生了转变，从先前需要决定是否开灯，到现在毫不迟疑地打开电灯开关。这种下降给了我们机会去做原先无法做到的事情；它把“不可能”变成了“可能”。所以，像照明这样的基本生产资料的价格大规模下跌将带来什么样的影响，经济学家毫无例外会对此着迷。

廉价照明带来的一些影响很容易想象，另一些却不那么明显。当新技术（不管是人工照明、蒸汽动力、汽车，还是计算机）令得某种东西变得廉价，到底什么会受到影响，并不总是一目了然的。

蒂姆·布雷斯纳汉（Tim Bresnahan）是斯坦福的经济学家，也是我们的导师之一。他指出，计算机运行算法，仅此而已。计算机的出现和商业化让算法变得廉价了。（这属于运算的整体成本逐渐减少这一漫长趋势的一部分。）一旦算法变得廉价，我们不仅在传统领域内需要运算的地方更加频繁地应用它，也会把这种新近变得廉价的运算能力应用到一些此前与运算无关的领域，例如音乐。

被誉为第一位程序员的埃达·洛夫莱斯（Ada Lovelace）看到了这种潜力。在19世纪初昂贵的照明条件下，她撰写了最早的录制程序，在查尔斯·巴比奇（Charles Babbage）设计的一台尚处理论阶段的“计算机”上，计算出了一连串数字（“伯努利数”）。这里，有必要提一笔巴比奇，因为他也是一位经济学家。我们在本书中会看到，这不是经济学和计算机科学唯一的交叉点。但理解运算能够“扩大规模”（这是现代初创公司的术语）和实现更多功能的人是洛夫莱斯。她意识到，计算机的应用并不局限于数学运算。“比如，假设和声科学和音乐作品里音调的基本关系可以用数学方式来表达，那么，这台引擎就能创作出精致而又科学的作品，再复杂的作品都没问题。”当时计算机并未问世，但洛夫莱斯却预见到，音乐（按照定义，它是一种充满艺术和人性的形式）可以存储在运算机器里，并反复播放。

日后发生的情况正是如此。一个半世纪之后，运算的成本变得足够低，继而产生了大多数人做梦都不曾料到的成千上万种应用方式。由于算法对于许多事情都是一种重要的

输入要素，在它变得廉价之后，与此前照明上发生的事情一样，它改变了世界。以净成本之类的术语来描述某种最新的伟大技术，能够戳穿噱头，尽管这么做不能让这一技术看上去那么令人兴奋。你永远不会见到史蒂夫·乔布斯发布“一台全新的加法机”，尽管这就是他做的全部事情。通过减少某些重要部分的成本，乔布斯的全新加法机改变了世界。

现在，让我们来看看人工智能。人工智能在经济上的重要意义，正是因为它会让重要的东西变得廉价。此刻，你或许正思考这东西会是智能、推理或思想本身。你也许想象着，机器人或那种没有血肉之躯的“生命”已经无处不在，就像《星际迷航》里友好的机器人，它们让你不需要再费心思考。洛夫莱斯也想到了同样的内容，但她很快打消了这个念头。她写道，至少考虑到计算机本身，“它没有创造的野心。它可以做任何我们吩咐它去执行的事情。它可以按照分析去做，但它不具备预知需要解析的关系或真相的能力”。

尽管伴随人工智能的概念出现了各种噱头和信仰，但阿兰·图灵（Alan Turing）日后所称的这一“洛夫莱斯夫人的异议”始终屹立不倒。计算机依然无法思考，所以思考还不会变得廉价。相反，会变得廉价的是某种非常普遍的东西，就跟运算一样，你甚至都意识不到它会变得何等常见，以及其价格下跌将对我们的生活和经济产生何等庞大的影响。

新的人工智能技术会让什么东西变得廉价呢？预测。故此，经济学显示，我们不仅会大量运用预测，还将看到它应用于出人意料的新领域。

廉价创造价值

预测是填补缺失信息的过程。预测将运用你现在掌握的信息（通常称为“数据”），生成你尚未掌握的信息。大部分有关人工智能的讨论强调的是花样繁多的预测技术，而这些技术有着愈发艰涩模糊的名称和标签：分类、聚类、回归、决策树、贝叶斯估计、神经网络、拓扑数据分析、深度学习、强化学习、深度强化学习等。对有志于将人工智能应用于解决具体预测问题的技术人员而言，这些技术都非常重要。

本书会替各位读者略过这些方法背后的数学细节。我们强调的是，这里的每一种方法都与预测有关：用你已有的信息生成你尚未掌握的信息。我们的重点是帮助你找出预测会在哪些环境下体现出价值，以及怎样尽量多地从预测中受益。

预测更廉价，意味着预测会变得更多。这是简单的经济学：某件事情的成本下降，我们就会更多地做这件事。例如，20世纪60年代，运算成本开始迅速下降，我们就在需要的地方使用了更多的运算，比如人口普查局、国防部和美国国家航空航天局（电影《隐藏人物》中曾出现过）。更有趣的是，后来，我们还开始在非传统运算问题的地方运用全新的廉价运算，例如摄影。我们过去用化学方法来解决摄影问题，但当运算变得足够廉价后，我们便改用基于运算的解决方法：数码相机。一张数码照片不过是能通过算法变成可观图像的一连串0和1的组合而已。

预测也一样。预测被应用于传统事务，例如存货管理和需求预测。更为重要的是，由于预测变得廉价，它也逐渐被用来解决一些非传统预测领域的问题。集合人工智能（Integrate.ai）公司的凯瑟琳·豪（Kathryn Howe）把那种将传统问题重组为预测问题的能力称为“人工智能洞见（AI Insight）”。时至今日，全世界的工程师都在学习这种能力。自动驾驶汽车已经在受控的环境下存在了20多年。然而，它们只能在有着详细平面图的场所活动，比如工厂、仓库等。有了平面图意味着工程师可以设计机器人按基本的“如果-那么（if-then）”逻辑来运行：如果有人车辆在车辆前面行走，那么就停下；如果货架是空的，那么就转向下一排。但这些车辆永远无法进入普通的城市街道。普通大街上会发生的事情太多了，不可能一一对应地编写成“如果-那么”的代码。

自动驾驶车辆无法在高度可预测、可控制的环境之外运行，直到工程师们重新从预测的角度对问题做了框定。工程师们意识到，不必告诉机器在每一种场合下要做什么，只要把焦点放在一个预测问题上即可——“人类会怎么做”，依靠足够廉价的预测，我们把驾驶变成了预测问题。如今，企业投入数十亿美元训练机器在非受控环境下，甚至在城市的街道和高速公路上自动驾驶。

试想一下一个人工智能机器人和人类驾驶员一起坐在汽车里的情景。人类驾驶员开车行驶过数百万英里，他通过眼睛和耳朵接收环境数据，用大脑处理这些数据，再根据传入的数据采取相应的行动：直行或转弯，刹车或加速。工程师们给人工智能安装了各种传感器（如摄像机、雷达、激光定位器等），让它有了自己的眼睛和耳朵。所以，人类驾驶员开车的时候，人工智能观测传入的数据，同时观察人的行为。当特定的环境数据传入时，人类驾驶员会右转、刹车，还是加速？人工智能对人类驾驶员观察得越多，就能越好地预测驾驶员在接收到特定环境数据时将采取的具体行动。通过预测人类驾驶员在特定路况下怎么做，人工智能学会了驾驶。

关键在于，当预测等生产资料变得廉价时，另一些东西的价值会随之提高。经济学家称之为“互补品”。一如咖啡成本的下降会提高糖和奶油的价值，对自动驾驶汽车而言，预测成本的下降会提高捕捉车辆周边数据的传感器的价值。这里举个例子说明这些互补品的价值：2017年，英特尔拿出150多亿美元收购以色列初创公司Mobileye。这主要是为了得到后者的数据采集技术，该技术可让车辆有效地“看到”物体（停车标志、行人等）和标识（车道线、道路）。

一旦预测变得廉价，就会出现更多的预测，更多的预测互补品。这两种简单的经济力量推动了预测机器创造的新机遇。从初级层面看，预测机器可以代替人完成预测任务，节省成本。随着预测机器开始运转，预测有可能发生变化，并提高决策的质量。但等到了某个时间点，预测机器变得十分精确且可靠，以至足以改变组织运作的方式。换句话说，一些人工智能对企业的经济效益产生了巨大的影响，它们不光可以提高策略执行过程中的生产力，还将改变策略本身。

从廉价到战略

企业高管们最常问我们的一个问题便是：“人工智能对企业战略有怎样的影响？”以下是我们用来回答这个问题所做的思想实验。大多数人都熟悉怎样在亚马逊网站上购物。跟大部分在线零售商一样，你访问网站，选购商品，将商品放进“购物车”里，付款，接着亚马逊把商品寄给你。目前，亚马逊的商业模式是先购物再发货。

在购物过程中，亚马逊的人工智能预测你想要买什么，然后提供相应的推荐。考虑到眼下亚马逊有数百万种商品在售，人工智能的工作算是合理。但它远远不够完美。就我们自己而言，对我们想要购买的东西，人工智能能准确预测5%。换句话说，它每推荐20种商品，我们实际上会购买一件。这样的成绩还不赖嘛！

设想一下，亚马逊的人工智能收集了我们更多的信息，并使用这些数据来改进它的预测。照我们的想法，这种改进就像是调高扬声器的音量旋钮。只不过，它们调高的不是音量，而是人工智能预测的准确性。

它们转动旋钮到了某个点，人工智能预测的准确度跨越了某个临界值，以至于改变了亚马逊的商业模式。这种预测准确到，直接把它预测你想要购买的商品寄送给你（甚至不用等到你下订单）。这样能让亚马逊赚更多钱！

有了它，你再也不需要到其他零售商那里去了，而且商品还没买就寄送到手，这有可能促使你购买更多其他的东西。亚马逊能从你的钱包里捞到更多钱。很显然，这对亚马逊来说很棒，但对你来说同样很棒。倘若一切进展顺利，亚马逊还没等你选购就把商品送上了门，让你免于购物之苦。预测的旋钮调得足够高，使亚马逊的商业模式从“先买后寄”变成了“先寄后买”。

当然，退回所有自己不想要的东西，这样的麻烦事消费者可不愿承担。因此，亚马逊将投资产品退换方面的基础设施，比如一支负责配送的车队，每周做一轮巡检，轻松地回收顾客不想要的东西。（亚马逊已经在着手解决潜在的安全隐患。2017年，它推出了Amazon Key，这套系统允许配送人员打开你家的大门，将包裹放在室内，监控摄像头将录制其间的一切情况，确保一切顺利进行。）

如果这是一种更好的商业模式，为什么亚马逊还没有这么做呢？因为如果现在执行它，收集和处理退货商品的成本将远远超出从顾客那里多赚到的钱。比方说，如今我们要退掉寄来的95%的商品。这对我们来说会很烦人，对亚马逊来说也代价高昂。这样的预测，对亚马逊而言还不够好。

我们不难想到，亚马逊会在这项技术精确到能够为其带来利润之前，就抢先采用这一战略，因为亚马逊已预见，只要预测精确到一定程度，它必会带来利润。早人一步推行，亚马逊的人工智能将更快地获得更多数据，进而更迅速地改进。亚马逊意识到，开始得越早，竞争对手就越难赶上。好的预测会吸引更多的购物者，更多的购物者会产生更多的数据来训练人工智能，更多的数据会带来更好的预测，如此周而复始，实现良性循环。太早采用新战略可能代价高昂，但出手太晚，对公司而言恐怕是致命的。（有趣的是，一些初创公司已经在这么考虑了。Stitch Fix公司使用机器学习来预测客户想要什么样的衣服，并邮递包裹给他们。客户不想要的东西，就把衣服退还给公司。2017年，Stitch Fix基于这一模式成功进行了首次公开募股——这或许是第一家高举“人工智能优先”大旗成功上市的初创公司。）

我们的观点不是亚马逊会这样做或者应该这么做，虽说我们也有个消息想告诉心存疑虑的读者们：早在2013年，亚马逊就在美国拿到了一项“预测性购物”的专利。我们主要想指出，上调预测旋钮对战略很明显有着重大影响。从这个例子来看，它将亚马逊的商业模式从先买后寄变成了先寄后买，激发了将产品退货服务（包括组建卡车车队）垂

直整合到运营当中的动力，使得投资时机更为紧迫。所有这一切，完全是因为预测机器的旋钮上调了。

这对战略来说意味着什么呢？首先，针对你所在的行业和你对人工智能的应用，预测机器的旋钮上调的速度有多快，程度有多高，你必须进行投资，以收集相关方面的情报。其次，你还需要对旋钮上调后带来的战略选择进行投资，以发展出一套相关理论。

为开展这一“科幻小说式”的练习，请闭上眼睛，想象一下把自己的手指放到预测机器的旋钮上，默念电影《摇滚万万岁》（This is Spinal Tap）里那句不朽的台词：把它转到11。（按照电影里的表现，吉他手自豪地向同伴们展示了一台放大器，音量旋钮上的记号是0到11，而不是通常的从0到10。这里指：本质上相同的东西，随着数量的累积，从量变进入了质变。——译注）

本书计划

预测机器对你所在的组织有什么样的战略意义？在这一切豁然开朗之前，你必须先打好基础。而这就是我们这本书的结构，从地基开始打造一座金字塔。

我们在第一部分打基础，解释机器学习如何使预测变得更好。接着，我们将解释为什么这些新的进步，与你在学校里学过的统计学以及你的分析师所做的统计工作不一样。然而，我们要考虑预测的一项关键互补品，即数据，尤其是做出准确预测所需要的那种数据，以及怎样判断自己是否拥有此类数据。最后，我们深入探索预测机器的表现在哪些方面会变得比人类更优秀，而哪些方面机器和人一同工作可能会获得更准确的预测。

在第二部分，我们把预测的角色阐述为决策的输入端，并解释了另一要素——判断的重要性。人工智能界迄今为止尚未给予这一要素足够的重视。预测通过减少不确定性使人们做出决策更加便利，而判断的作用则在于分配价值。用经济学家的话来说，判断是一种用来确定损益（payoff）（payoff在博弈论中常被译作“支付”或“收益”，但该词本身就有正负两义，故此译为“损益”较合适。——译注）、效用、回报或利润的技能。预测机器最重要的影响是它提高了判断的价值。

第三部分着眼于实际问题。人工智能工具让预测机器变得有用，同时它也是预测机器执行特定任务的实现手段。我们概述了三个步骤，帮助读者们了解什么时候开发（或购买）人工智能工具获得的投资回报最高。有时候，这些工具能完美地跟现有工作流程相结合；另一些时候，它们促进了对工作流程的重新设计。在这个过程中，我们会引入一种重要的辅助手段，以明确某个人工智能工具的关键特征。这一辅助手段便是人工智能画布。

我们在第四部分转向战略。正如我们在亚马逊思想实验中所介绍，有一些人工智能将对任务的经济特性产生深远影响，以至能够彻底改变相关的企业或行业。等到了那个时候，人工智能就将成为一个组织的战略基石。一旦人工智能对战略产生影响，关注人工智能的人就会从产品经理和运维工程师变成豪华办公室里的企业高层。有时候，人们很难提前判断一种工具能否产生如此强大的效果。比方说，人们第一次使用谷歌的搜索工具时，几乎没有人预料到，它竟然彻底改变了媒体行业，并且成为这个全球最有价值的公司的业务基础。

除了这些正面的机遇，人工智能也会带来系统性风险，除非你抢先行动，否则，它会冲击你的业务。大众最近的讨论似乎着眼于人工智能对人性的威胁，而人工智能对组织造成的危害，人们给予的关注就少得多。比方说，一些在人类生成的数据的基础上训练的预测机器已经“学会”了危险的偏见和刻板印象。

我们将在本书结束的第五部分拿出经济学家的工具包，探索对社会影响更为宽泛的若干问题，考查五个最常见的人工智能议题：

1. 未来还存在工作岗位吗？当然。
2. 这会造成更多的不平等吗？有可能。
3. 少数大公司会控制一切吗？要看情况。
4. 各国是否会采用逐底竞争的方式制定政策，放弃人们的隐私和安全，好让本国企业获得竞争优势？有些国家的确会这么做。
5. 世界末日会到来吗？不管它什么时候来，各位读者都还有足够时间从本书获益。

本章要点

※经济学为廉价预测的商业意义提供了清晰的观点。预测机器将被用来完成传统的预测任务（库存和需求预测），以及解决新的问题（如导航和翻译）。预测成本的下降将影响其他东西的价值：提高互补品（数据、判断和行动）的价值，降低替代品（人类预测）的价值。

※组织可以采用人工智能工具来协助执行当前战略，通过这种方式应用预测机器。当这些工具越来越强大之后，它们就可能促进战略本身的转变。比方说，如果亚马逊可以预测购物者想买什么，就有可能从如今的先买后寄模式变为先寄后买模式——顾客订购前就把商品送到家。这一转变也将让组织发生天翻地覆的变化。

※当各种机构致力于利用人工智能时，这些新战略带来的结果是，我们将面临一系列与人工智能对社会的重大影响相关的新权衡。我们的选择将取决于人的需求和偏好，在不同的国家和文化中，这些选择定然有所不同。我们将本书分为五部分，以反映人工智能在五个不同层面上的影响，从预测的基础一路上升至社会的权衡：（1）预测，（2）决策，（3）工具，（4）战略，（5）社会。

第一部分 预测

第3章 预测机器的魔力

哈利·波特、白雪公主和麦克白这三个人物有什么共同点吗？他们都被预言或者预测所驱动。就连《黑客帝国》这部看似讲智能机器的电影里，人类对预测的信念也是剧情的推力。不管是宗教还是童话，有关未来的知识都会产生重大结果。预测影响行为。预测影响决策。

古希腊人敬奉的许多神谕宣示所都有着了不起的预言能力。有时候，这些预言中的谜语会捉弄提问者。举个例子，吕底亚国王克罗伊斯打算冒险攻打波斯帝国。国王不信任何特定的神谕，于是决定在寻求攻打波斯的建议之前逐一检验这些神谕。他向每一座神谕宣示所派去了使者。在第100天，信使们被派去询问克罗伊斯此刻正在做什么。来自德尔斐的神谕最为准确，于是国王请它降示有关攻打波斯的预言，并对此深信不疑。（为提醒读者们注意到谨慎阐释预测的重要性，我们需要指出：德尔斐的神谕是，如果国王发动攻击，一个大的帝国将被毁灭。于是，国王大胆地攻打波斯，可令他震惊的是，被毁灭的竟是他自己的吕底亚帝国。从技术上说，预言说得没错，只是遭到了误读。）

跟克罗伊斯的例子一样，预测可以是关于当下的。我们预测当前的信用卡交易是合法还是欺诈，医学影像中的肿瘤是恶性还是良性，以及出现在苹果手机摄像头里的是不是它的主人。尽管“预测”的拉丁语词源“praedicere”的意思是“事先知道”，但我们对预测的文化解读强调的是看到本来看不见的信息，不管这信息是来自过去、现在还是未来。水晶球也许是人们最熟悉的魔法预言的象征了。我们常把水晶球跟“算命师预测某人将来的财运或爱情”联系起来，但在《绿野仙踪》里，水晶球让多萝西看到了当下的爱姆婶婶。这给我们带来了预测的定义：

预测是填补缺失信息的过程。

预测将运用你现在掌握的信息（通常称为“数据”），

来生成你尚未掌握的信息。

预测的魔力

几年前，阿维（本书作者之一）注意到自己的信用卡在拉斯维加斯赌场产生了一笔大得异乎寻常的交易。他本人并不在拉斯维加斯。他只去过那儿一次，而且是很久以前；赌博注定要输，以他的经济学家世界观而言，这毫无吸引力。他跟信用卡服务商展开了漫长而艰难的拉锯式对话，终于，服务商取消了交易，给他换了卡。

最近，又出现了一次类似的情形。有人用阿维的信用卡买了东西。但这一次，阿维没有在对账单里看到这笔交易，也没大费口舌地跟礼貌但立场坚定的客户代表解释。相反，他接到了服务商事后主动打来的电话，对方说他的卡遭到盗用，新卡片已经在寄来的路上了。

信用卡服务商根据阿维的消费习惯和其他大量数据准确地推断出涉事交易属于欺诈。信用卡公司很有信心，调查期间甚至没有冻结他的信用卡。而且，就像变戏法一样，他用不着做任何事，公司就为他发放了替换的卡。当然，信用卡服务商并没有水晶球。它拥有的是数据和良好的预测模型——一台预测机器。万事达信用卡公司的企业风险和安部门总裁阿杰伊·巴拉（Ajay Bhalla）表示，更好的预测可以减少盗刷，“解决消费者遭到误拒的重大痛点”。

商业应用场景完全符合我们对预测的定义，即填补缺失信息的过程。信用卡网络发现，（要判断盗刷）了解前一笔信用卡交易是否盗刷是很有用的。信用卡网络运用过去盗刷（和非盗刷）交易的信息来预测最近一笔交易是不是盗刷。如果的确是盗刷，那么，信用卡服务商可以冻结该卡之后的交易，如果预测来得足够及时，甚至当前这一笔交易也可以冻结。

这一概念（将一种信息转化为另一种信息）是人工智能近期取得的一大进步——翻译的核心。翻译语音是遍布于所有人类文明的一个目标，连流传了数千年的巴别塔故事里也有它的身影。从古至今，要实现自动化翻译语言就得雇用一位语言学家（精通语法规则的专家）来解析规则，并将其转换成可编程的形式。比方说一条西班牙语短语，除了逐字替换，你还需要理解如何调整名词和形容词的顺序，这样才能让它成为能被读懂的英文句子。

然而，人工智能的最新进展使我们可以把翻译问题转换为预测问题。我们可以从谷歌翻译质量的突飞猛进中看到预测应用于翻译领域后体现出的神奇特质。欧内斯特·海明威的《乞力马扎罗的雪》（The Snows of Kilimanjaro）一文的开头十分优美：

乞力马扎罗是一座海拔19710英尺、常年积雪的高山，据说它是非洲最高的一座山。（Kilimanjaro is a snow-covered mountain 19, 710 feet high,and is said to be the highest mountain in Africa.）

2016年11月的一天，东京大学计算机科学系教授本纯一（Jun Rekinoto）通过谷歌把海明威这篇经典小说的日文版翻译成英文，内容如下：

乞力马扎罗是19710英尺山被雪覆盖的，据说是非洲最高山。（Kilimanjaro is 19, 710 feet of the mountain covered with snow,and it is said that the highest mountain in Africa.）

第二天，谷歌的译文变成了：

乞力马扎罗是一座19710英尺的山，常年积雪，据说是非洲最高的山。（Kilimanjaro is a mountain of 19, 710 feet covered with snow and is said to be the highest mountain in Africa.）

差异很明显。一夜之间，谷歌的译文就从一看就知道是机器翻译的笨拙文本，变成了一句连贯的话，如同一个人前一天还只能拿着字典磕磕巴巴地讲话，第二天就能流利地运用两种语言了。

诚然，谷歌的译文并未达到海明威的高度，但进步也很了不起。巴别塔仿佛重新建起来了。而且，这一改变不是出于偶然或者碰运气。谷歌利用我们这里重点介绍的人工智能的最新进步，更新了自家翻译产品背后的引擎。具体而言，谷歌的翻译服务现在依靠深度学习来提高预测效率。

把英语翻译成日语，其实就是要预测日语里哪些词汇和短语与英语相匹配。有待预测的缺失信息是，日语单词的集合及其正确的顺序。从一门外语获取数据，然后按照你熟悉的语言中的正确顺序来预测单词的集合，这样你就能够理解另一门语言了。要是整个过程做得足够好，你兴许根本就意识不到这是翻译过来的话。

企业马不停蹄地将这一神奇的技术付诸商业用途。例如，中国已有五亿多人使用科大讯飞开发的深度学习服务，使用自然语言进行翻译、转录和交流。房东用它跟使用其他语言的租客沟通，医院的患者用它跟机器人沟通以寻求指示，医生用它指导患者服药，司机用它跟其他车辆联络。人工智能被用得越多，收集的数据也越多，学习得越多，它的效果也就越好。有了如此多的用户，人工智能将突飞猛进。

预测比过去好了多少

谷歌翻译的变化说明了机器学习（深度学习是其子领域）怎样显著降低了质量调整的预测成本。从运算能力的角度来看，谷歌现在可以用相同的成本提供更高质量的翻译。生成相同质量的预测所需的成本大幅下降。

预测技术的创新正对传统的预测领域产生影响，比如盗刷检测。信用卡盗刷检测已经得到了很大改善，在用户注意到问题之前，信用卡公司就检测并解决盗刷了。不过，这种改善仍然是渐进式的。20世纪90年代后期，当时最先进的方法能抓住大约80%的盗刷交易。（请注意，这些比较并不完全对等，因为它们使用的是不同的训练数据。不过，人们对准确率的宽泛看法是站得住脚的。）这一比值在2000年提高到了90%~95%，如今提高到了98%~99.9%。最后一步跨越来自机器学习，从98%到99.9%的变化意味着天翻地覆的转变。

从98%到99.9%的变化看似渐进，但如果犯错代价高昂，哪怕是小小的变化也有重要意义。准确率从85%提高到90%，意味着失误差率降低了1/3。从98%提高到99.9%，意味着失误差率降到了从前的1/20。20倍的改进似乎已经不算渐进式了。

预测成本的下降让人类的许多活动发生了巨大的变化。正如人们将第一批运算首先应用于解决普查表、弹道表等熟悉的数学问题上，在机器学习带来的廉价预测上，其第一批应用中有不少被用来解决经典的预测问题。除了盗刷检测，还包括信用评级、健康和库存管理。信用评级涉及预测某人偿还贷款的可能性。健康保险涉及预测某人会花多少钱在医疗保健上。库存管理涉及预测仓库在某一天存有多少物品。

最近，一类全新的预测问题浮出水面。在智能机器技术取得最新的进展前，许多事几乎不可能做到，包括物体识别、翻译和药物研发。例如，ImageNet挑战赛是一项高度曝光的年度赛事，比赛内容是让机器预测图像中物体的名称。哪怕是人类，预测图像中的物体也并非易事。ImageNet的数据包含了1000个类别的物体，其中包括各种狗及其他外形相似的图像。有时候很难辨别藏獒与伯恩山犬，或保险柜与密码锁之间的区别，哪怕是人类，犯错的概率也在5%左右。

。

从2010年赛事举办的第一年到2017年的最后一场竞赛，预测以极快的速度进步。图3-1显示了每年比赛获胜者的准确率。纵轴衡量的是错误率，因此数值越低的表现越好。2010年，最出色的预测机器也会有28%的犯错率。2012年，参赛者首次使用了深度学习，错误率降至16%。如普林斯顿大学的教授兼计算机学家奥尔加·鲁萨科夫斯基（Olga Russakovsky）所言：“2012年实际上是准确率实现重大突破的一年，但它同时也对已经出现数十年的深度学习模型的概念做了证明。”算法继续迅速改进。到2015年，一支参赛队伍首次超越了人类。到2017年，38支队伍里的绝大多数表现都比人类好了，而且最优秀的队伍犯错率还不到人类的一半。机器能够比人类更好地识别这类图像了。

廉价预测带来的结果

目前这一代人工智能与科幻小说里的智能机器相去甚远。预测并没有带给我们《2001太空漫游》里的哈尔、《终结者》里的天网或是《星球大战》里的C-3PO。如果现代人工智能仅仅是预测，为什么人们还这么大惊小怪呢？原因在于，预测是一项十分基本的生产资料。你或许并未意识到，但预测是无所不在的。我们的商业活动和个人生活里充满了预测。我们的预测往往化身为决策的输入条件。更好的预测意味着更好的信息，更好的信息意味着更好的决策。

用谍报活动的层面来表达，预测即情报（情报一词原文为intelligence，也有“智能”的意思，这里是一语双关。——译注），即“得到有用的信息”。机器预测就是人工生成有用信息。智能（情报）很重要，我们用信用卡盗刷的例子说明更好的预测会带来更好的结果。随着预测成本的不断下降，我们发现它对更大范围的额外活动大有用处。在这个过程中，它使各种各样从前难以想象的事情成为可能，比如机器翻译。

本章要点

※预测是填补缺失信息的过程。预测将运用你掌握的信息（通常称为“数据”），生成你尚未掌握的信息。除了生成关于未来的信息，预测还可以生成关于现在和过去的信息。比如，将信用卡交易归为盗刷，将医学影像中的肿瘤分类为恶性，或是判断握着苹果手机的人是不是机主，这些都是预测的用武之地。

※预测准确度的小幅提高带来的影响，可能具有迷惑性。例如，准确度从85%提高到90%，其幅度乍看起来是从98%提高到99.9%的两倍（前者提高了五个百分点，后者只提高了两个百分点不到）。然而，前者意味着错误率从15%降到了10%（降到了从前的2/3），后者意味着错误率从2%降到了0.1%（降到了从前的1/20）。在某些情况下，错误率降到了从前的1/20意味着发生了天翻地覆的变化。

※填补缺失信息，表面上看起来是一个平淡无奇的过程，却让预测机器变得神奇起来。这在机器视觉（物体识别）、导航（无人驾驶）和翻译领域已经得到实现。

第4章 为什么叫它智能

1956年，一群学者在新罕布什尔州达特茅斯学院会面，开辟了一条人工智能研究的路径。他们想看看能不能为计算机编写程序，使之参与认知思维，做玩游戏、证明数学定理一类的事。他们还仔细思考了计算机能使用什么样的语言和知识来描述事物。他们的努力包括给计算机不同选项，让它们选出其中的最优者。研究人员对人工智能的可能性持乐观态度。他们向洛克菲勒基金会募资时这样写道：

我们将致力于探索，怎样让机器使用语言，组织抽象的表达和概念，解决如今只有人类才能解决的各种问题，并自我改进。我们认为，一群精心挑选出来的科学家于某个夏天聚在一起携手合作，便可以在一个或多个上述问题上取得可观进展。

事实证明，这一议程与其说切实可行，不如说是对未来的展望。毕竟，20世纪50年代的计算机速度还不够快，无法实现学者们的设想。

在最初的研究声明发表之后，人工智能在翻译方面表现出了初步进展，但进展速度很慢。适用于特定环境（例如，有人尝试设计人造治疗师）的人工智能成果无法推而广之。20世纪80年代早期，工程师们希望通过精心编程设计的专家系统来复制医学诊断等高科技能，他们虽然取得了一些进展，但此类系统的开发费用极高，而且用起来十分烦琐，无法应对各种各样的例外和可能，因此，人们便进入了所谓的“人工智能寒冬”。

然而，冬天似乎已经结束了。更多的数据、更好的模型和更强大的计算机促成了机器学习最近的发展，改善了预测。大数据收集和存储的进步为新的机器学习算法提供了素材。相较于从前的统计学，新的机器学习借力于与之更适配的处理器，明显变得更加灵活，能生成更好的预测——好到有人忍不住把计算机科学的这一分支称作“人工智能”。

预测客户流失

更好的数据、模型和计算机是预测取得进步的核心。为了理解它们的价值，让我们来思考一个古已有之的预测问题：预测营销人员口中的“客户流失”。对许多企业来说，获取客户是代价很高的一件事，故此，客户流失带来的损失很大。一旦获得了客户，企业就会通过减少流失率来充分利用获取成本。在保险、金融、电信等服务行业，控制客户流失大概也是最重要的营销活动。减少客户流失的第一步是识别有着流失风险的客户。公司可以使用预测技术来做到这一点。

历史上，预测客户流失的核心方法是一种被称为“回归”的统计技术。有一些研究聚焦于改进回归技术。研究人员在学术期刊和实践中提出并检验了数百种不同的回归方法。

回归是做什么的？它根据过去发生事件的平均值来寻找一种预测。举例来说，如果你手里只有上周每天的天气情况，但要判断明天会不会下雨，那么，你最好有一个平均值。如果过去七天里有两天下了雨，你兴许会猜测，明天下雨的概率大约是2/7或者29%。过去，我们对预测的大部分知识都来自构建的模型，这些模型可纳入关于环境的更多数据，更好地算出平均值。

我们的做法是使用所谓的“条件均值”。比如，如果你住在加利福尼亚州北部，你大概已经知道，下不下雨取决于季节：夏天的可能性低，冬天的可能性高。如果你观察到此地冬天气里任何一天降雨的概率是25%，夏天是5%，那么，你不会以为明天下雨的概率是两者的平均值，即15%。为什么呢？因为你知道明天属于冬季还是夏季，故此，你会根据条件来做出评估。

根据季节调整预测只是我们根据条件对平均值进行调整的方法之一（不过，这是最受零售业欢迎的一种方法）。我们可以根据当天的时间、污染情况、云量、海洋温度或任何其他可用信息来计算平均值。

我们甚至有可能要同时根据多个条件进行调整：如果今天下了雨，今天属于冬季，西边200英里外在下雨，南边100英里外是晴天，地面很湿，北冰洋气温很低，风正从西南方吹过来，风速是每小时15英里——那么，明天会下雨吗？这样的运算很快就会变得难以处理。光是计算这七类信息的平均值，就会带来128种不同的组合。添加更多类型的信息，组合数量也会随之呈指数倍增加。

在机器学习之前，多元回归提供了一种处理多种条件的有效方法，而且无须计算数十、数百或数千种不同条件下的平均值。回归将运用数据，并尝试找到那个将预测失误最小化、“拟合优度”最大化的结果。

谢天谢地，这个术语在数学上比在词句上表达得更精确。回归将预测的平均失误控制到了最低限度，对待大失误比对待小失误更加严厉。这是一种强大的方法，尤其是当数据集相对较小，同时它能很好地感知什么因素对数据有用的时候。例如，有线电视订阅用户的流失有可能取决于人们看电视的频率；如果他们不再看电视了，他们很可能就会停止订阅有线电视服务。

除此之外，回归模型渴望产生无偏差的结果，所以，要是预测得足够多，这些预测就平均概率而言是完全正确的。虽然我们喜欢无偏差的预测多过有偏差的预测（比如系统地高估或低估一个值），但无偏差的预测也并非完美。我们可以用一个古老的统计学笑话来说明这一点：

一位物理学家、一位工程师和一位统计学家外出狩猎。他们走进森林，发现空地上有一头鹿。

物理学家计算了目标的距离、子弹的速度和落点，调整，开火——结果，他朝左打偏了5英尺，错过了目标。

工程师一脸沮丧。“你忘记算上风了。我来试试。”他舔了舔手指，判断了风速和方向，一把夺过步枪并开了火——结果，他朝右打偏了5英尺，再次错过了目标。

突然，一枪未开的统计学家欢呼道：“噢耶！我们打中了！”

准确无比的平均值可能在实际中每次都出错。回归有可能一直导致要么左偏几英尺，要么右偏几英尺。它意味着，就算取平均值后得出了正解，实际也可能一次都没打中。

与回归不同，机器学习的预测可能平均起来是错误的，但当预测失误的时候，它并不会失误太多。按统计学家的说法，允许偏差，以求减少方差。（以牺牲平均数的准确，来换取单次预测的准确。——译注）

机器学习和回归分析之间一个重要的区别是新技术的开发方式。发明一种新的机器学习方法时还需证明它在实践中能运作得更好。相反，发明一种新的回归方法，首先要证明它在理论上是有效的。强调实践效果，给了机器学习创新者更多的实验空间，哪怕他们的方法生成的估计结果平均来看不正确或存在偏差。在这种自由实验的推动下，机器学习借助过去十年的丰富数据和高速计算机实现了快速的进步。

从20世纪90年代末期到21世纪初期，那些利用机器学习预测顾客流失的实验仅取得了有限的成功。虽然机器学习的方法有了稳定的进步，但回归的方法依然表现得更好。数据仍然不够丰富，计算机的速度也不够快，无法使其利用机器学习可以做到的事情。

例如，2004年，杜克大学的天睿中心（Teradata Center）举办了预测客户流失的数据科学比赛。当时，这样的比赛很不寻常。任何人都可以提交作品，一旦获奖，即可获得现金奖励。获奖作品使用的是回归模型。一些机器学习的方法表现很好，但日后推动人工智能革命的神经网络方法却表现不佳。到2016年，一切都改变了。使用机器学习和（神经网络）深度学习来预测流失的模型整体比其他所有方法表现得都好。

是什么发生了改变呢？首先，数据和计算机终于足够好，让机器学习占了上风。20世纪90年代，建立足够大的数据库很难。比方说，一套经典的流失预测研究只使用了650个客户的数据，不到30个变量。

到2004年，计算机的处理和存储都有了进步。在杜克竞赛中，用来训练的数据集包含了数万客户的数百个变量的信息。有了这么多的变量和客户，机器学习方法逐渐能跟回归一较高下了。

如今，研究人员根据数千个变量和数百万客户展开流失预测。计算能力的提高意味着可以处理大量的数据，除了数字，还包括文本和图像。例如，在移动电话流失模型中，研究人员除了使用标准变量（如账单额度大小和支付准时性）之外，还调用了通话记录数据（以小时为单位）。

利用可用数据，机器学习方法也变得更好了。在杜克大学的比赛中，成功的关键因素是，如何从数百个可用变量中进行选择，以及选择使用哪一种统计模型。当时最好的方法，不管是机器学习还是经典的回归，都通过结合直觉与统计检定来选择变量和模型。现在，机器学习方法（尤其是深度学习方法）允许模型具备灵活性，这意味着变量彼

欢迎访问：电子书学习和下载网站（<https://www.shgis.cn>）

文档名称：《AI极简经济学》【加】阿杰伊·阿格拉沃尔；乔舒亚·甘斯；阿维·戈德法布 著.

请登录 <https://shgis.cn/post/546.html> 下载完整文档。

手机端请扫码查看：

