

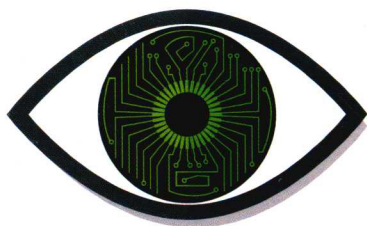
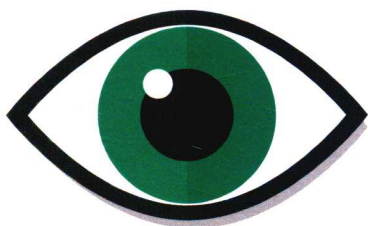
The Simple Economics of Artificial Intelligence

AI极简经济学

阿杰伊·阿格拉沃尔
(Ajay Agrawal)

乔舒亚·甘斯
(Joshua Gans)

阿维·戈德法布 著 闫佳 译
(Avi Goldfarb)



Prediction Machines



湖南科学技术出版社



AI极简经济学

阿杰伊·阿格拉沃尔
(Ajay Agrawal)

乔舒亚·甘斯
(Joshua Gans)

阿维·戈德法布 著
(Avi Goldfarb)

闫佳 译

Prediction Machines

The Simple Economics of Artificial Intelligence



湖南科学技术出版社

博集天卷
CS-BOOKY

图书在版编目(CIP)数据

AI 极简经济学 / (加)阿杰伊·阿格拉沃尔
(Ajay Agrawal), (加)乔舒亚·甘斯(Joshua Gans),
(加)阿维·戈德法布(Avi Goldfarb)著; 闫佳译. —
长沙: 湖南科学技术出版社, 2018.12

书名原文: Prediction Machines: The Simple
Economics of Artificial Intelligence
ISBN 978-7-5357-9964-7

I. ①A… II. ①阿… ②乔… ③阿… ④闫… III. ①
人工智能—影响—经济学 IV. ①F-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第223489号

©中南博集天卷文化传媒有限公司。本书版权受法律保护。未经权利人许可, 任何人不得以任何方式使用本书包括正文、插图、封面、版式等任何部分内容, 违者将受到法律制裁。

著作权合同登记号: 图字18-2018-233

PREDICTION MACHINES: The Simple Economics of Artificial Intelligence
by Ajay Agrawal, Joshua Gans and Avi Goldfarb
Copyright 2018 Ajay Agrawal, Joshua Gans, Avi Goldfarb
Simplified Chinese translation copyright © 2018
by China South Booky Culture Media Co., Ltd.
Published by arrangement with authors c/o Levine Greenberg Rostan Literary Agency
through Bardon-Chinese Media Agency
All rights reserved.

上架建议: 畅销·经济学

AI JIJIAN JINGJIXUE

AI 极简经济学

作者: [加]阿杰伊·阿格拉沃尔 [加]乔舒亚·甘斯 [加]阿维·戈德法布

译者: 闫佳

出版人: 张旭东

责任编辑: 林澧波

监制: 吴文娟

策划编辑: 徐海凌

特约编辑: 叶淑君

版权支持: 辛艳

营销编辑: 徐燧 李天语

装帧设计: 潘雪琴

出版发行: 湖南科学技术出版社(湖南省长沙市湘雅路276号 邮编: 410008)

网 址: www.hnstp.com

经 销: 新华书店

印 刷: 三河市百盛印装有限公司

开 本: 700mm × 995mm 1/16

字 数: 200千字

印 张: 14.5

版 次: 2018年12月第1版

印 次: 2018年12月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5357-9964-7

定 价: 58.00元

若有质量问题, 请致电质量监督电话: 010-59096394

团购电话: 010-59320018

第 1 章 引言	001
第 2 章 廉价改变一切	006

第一部分 预测

第 3 章 预测机器的魔力	022
第 4 章 为什么叫它智能	030
第 5 章 数据就是新一代的石油	040
第 6 章 新的劳动分工	049

第二部分 决策

第 7 章 拆解决策	068
第 8 章 判断的价值	077
第 9 章 预测判断	089
第 10 章 驯服复杂性	097
第 11 章 全自动决策	105



第三部分 工具

第 12 章	解构工作流程	114
第 13 章	分解决策	123
第 14 章	重新设计工作岗位	131

第四部分 战略

第 15 章	人工智能在高管办公室	142
第 16 章	当人工智能改变企业	154
第 17 章	你的学习策略	166
第 18 章	管理人工智能风险	182

第五部分 社会

第 19 章	商业之外	196
致谢		212
参考资料		215

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：“特拉华州的首府在哪里？”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

Prediction Machines

※ 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^①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

① ImageNet是按照WordNet架构组织的大规模带标签图像数据集。

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。

那年早些时候，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 and 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”。这个词流行开来。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，那些仰赖被人发现的职业（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。而且你兴许从来没想过，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物里工作和生活。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。^①一旦算法变得廉价，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。

① 这属于运算的整体成本逐渐减少这一漫长趋势的一部分。

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