

# 暗知识

## DARK KNOWLEDGE

机器认知如何颠覆商业和社会

[美] 王维嘉 著



中信出版集团

# 暗知识

---

# DARK KNOWLEDGE

机器认知如何颠覆商业和社会

[美] 王维嘉 著

图书在版编目 ( CIP ) 数据

暗知识: 机器认知如何颠覆商业和社会 / (美) 王  
维嘉著. -- 北京: 中信出版社, 2019.4  
ISBN 978-7-5086-9298-2

I . ①暗… II . ①王… III . ①人工智能 - 应用 - 金融  
投资 - 研究 IV . ① F830.59-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 172608 号

暗知识: 机器认知如何颠覆商业和社会

著 者: [美] 王维嘉

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)

承印者: 北京通州皇家印刷厂

开 本: 880mm×1230mm 1/32 印 张: 11.25 字 数: 240 千字

版 次: 2019 年 4 月第 1 版 印 次: 2019 年 4 月第 1 次印刷

广告经营许可证: 京朝工商广字第 8087 号

书 号: ISBN 978-7-5086-9298-2

定 价: 58.00 元

版权所有·侵权必究

如有印刷、装订问题, 本公司负责调换。

服务热线: 400-600-8099

投稿邮箱: author@citicpub.com

# 导 读

一直以来人类的知识可以分为两类：“明知识”和“默知识”（Tacit Knowledge，又称默会知识）。明知识就是那些可以用文字或公式清晰描述和表达出来的知识。默知识则是个人在感觉上能把握但无法清晰描述和表达的知识，也即我们常说的“只可意会，不可言传”的那类知识。人类发明文字以来，积累的知识主要是明知识，因为只有明知识才可以记录和传播。直到大约 70 年前，人类才意识到默知识的存在。今天，人工智能，特别是其中的一个重要流派——神经网络，突然发现了海量的、人类既无法感受又无法描述和表达的“暗知识”——隐藏在海量数据中的相关性，或者万事万物间的隐蔽关系。这些暗知识可以让我们突然掌握不可思议的“魔力”，能够做很多过去无法想象的事情。本书就是要清楚阐述机器学习发掘出了什么样的暗知识，为什么机器能够发现这些暗知识，以及这些暗知识对我们每个人会有什么影响。

本书分为三个部分。

第一部分包括第一、二、三章，其中第一章里我们发现 AlphaGo（阿尔法围棋）给我们带来的最大震撼是人类完全无法理解机器关于下棋的知识。这个发现迫使我们重新审视人类对于“知识”的所有观念。这一章回顾了 2 500 年来人类所熟悉的明知识和直至大约 70 年

前才注意到的默知识。近几十年的脑神经科学的研究成果让我们对知识的本质有了更清楚的认识，也回答了为什么人类既无法感受，也无法理解机器发现的那些暗知识。这一章还分析了明知识、默知识和暗知识之间的区别，讨论了为什么暗知识的总量将远远超过人类能掌握的所有知识。

第二章介绍了机器是怎样学习的，能学习哪些知识，同时介绍了机器学习的五大流派以及各流派从数据中挖掘知识的方法。

第三章则重点介绍了目前机器学习中最火的神经网络，包括神经网络的基本工作原理和目前在商业上应用最广的几种形态，以及各自适用的领域。有了这些基础就可以判断 AI（人工智能）在各个行业的商业机会和风险。也只有理解了这些原理，才能真正理解暗知识的特点。为易于阅读和照顾不同读者的需求，在这一章中我们尽量用通俗的语言解释这些工作原理，而把精确的技术原理介绍放在附录里。

第二部分（第四、五章）讨论了 AI 对商业的影响。我们将看到机器发掘出来的暗知识对我们生活的直接影响。对于想把握 AI 商业趋势的读者来说，这部分的内容至关重要。其中，第四章描述了当前的 AI 产业生态，第五章详尽探讨了哪些行业将面临 AI 的颠覆，以及在不同行业的投资机会和陷阱。

第三部分（第六、七章）的内容是 AI 对未来和社会的影响。第六章重点讨论目前还没有商业化的，但可能更深刻影响我们的一些神奇的 AI 应用。第七章讨论了机器和人的关系：机器能在多大程度上取代人的工作，会造成哪些社会问题（例如大面积失业）。这两章

的主要目的是开脑洞，探讨那些我们今天可能还看不到的更深远的影响。本章也试图回答人类的终极恐惧：机器人最终会控制人类吗？

本书的各个章节前后连贯，但也可以跳着读，对于那些只对商业感兴趣的读者，可以跳过第二、三章直接读第四、五章。

笔者在美国斯坦福大学读博士期间做过人工智能研究，后来在硅谷和中国创办高科技公司，目前在硅谷专注于投资人工智能。每年访问调研上千家硅谷和中国的科技公司，接触顶级大学最前沿的研究，这些都有助于笔者从大量的实践中提炼出自己对行业的原创的分析和洞见，而不是人云亦云。

笔者长期对人类如何获得知识感兴趣，在投资、研究和写作 AI 的过程中，发现了暗知识这样一个人类以往未曾发现的领域。这个概念的提出一定会引起争议，笔者欢迎读者的批评并期待在批评和讨论中进一步深化在这方面的认识。

本书的目标读者是企业 and 政府工作人员及其他知识阶层，包括学生。暗知识对人类的影响刚刚开始。从暗知识这个新视角出发，可以更深刻地理解这次 AI 巨浪。这波巨浪可能超过互联网，许多行业都会深受影响。本书希望能回答“AI 对我的行业和职业会有什么影响”。只有把 AI 的技术、趋势和应用深入浅出地讲清楚，读者才可能举一反三，理解 AI 对自己的影响。本书从笔者自己的投资实践出发，希望能为在 AI 时代进行投资提供一些参考。在 AI 飓风里泥沙俱下，鱼龙混杂，会有大量的炒作，读完本书可以帮助读者辨别真伪，不会被轻易忽悠。在今后 5~10 年，不论是风险投资 / 私募股权投资还是在公开股票市场投资都需要有这样的辨别能力。本书

最后在讨论人工智能对整个社会的影响时也提出了一些未经检验的建议。

每当读到市面上科技类的书籍时，常被那些含混不清的描述所困扰。当年在斯坦福大学上课时留下的最深印象就是那些学科的开山鼻祖对自己学科理解之深入。他们能用最简单的方式把最深奥的道理讲明白，让听课的学生一下子就能理解一门学科的核心概念，而且一辈子不会忘记。从那以后，笔者就坚信，如果学生没听懂，一定是老师没讲明白。这本书希望用最通俗易懂的语言介绍暗知识和 AI。任何具有高中以上学历的读者如果有没读懂的地方，一定是因为笔者没有写明白。

今天每个人都要面对海量的信息和知识，如何让读者花最少的时间获取大量的信息和知识成为一个挑战。笔者最欣赏的文章和书籍是那些没有一句多余的话的，这也是笔者写作本书的目标之一。本书希望能够做到读者在机场书店买了这本书后能在下飞机前读完，而且读完之后可以清晰地判断这场技术大浪对自己的影响。

王维嘉

2019年1月13日于硅谷

# 序言 “暗知识” 和现代社会

自 2017 年 AlphaGo 大胜柯洁，人工智能即将碾轧人类的话题便进入大众视野，迅即引起普遍的狂热和焦虑。我认为，王维嘉这本《暗知识：机器认知如何颠覆商业和社会》的出版，是对这种情绪的有效清醒剂和解毒药。

说这本书是清醒剂，是因为它极为简明清晰地叙述了人工智能的科学原理及其技术实现，无论是神经网络结构，其自我学习的过程，还是深度学习和卷积机制，《暗知识：机器认知如何颠覆商业和社会》比现在出版的任何一本书都讲得更清楚、易读。以人类认知为背景来解读人工智能，正好可以为当前人工智能领域中泛起的非理性狂热降温。其实，早在 20 世纪 60 年代，控制论创始人维纳（Norbert Wiener）的学生阿比布（Michael Arbib）在《大脑、机器和数学》一书中，已经清晰地叙述了神经网络数学模型和学习机原理，并讲过这些原理有助于我们“从‘机器’中‘赶走鬼魂’”。阿比布讲的“机器”是指大脑的记忆、计算和学习等功能，它们自笛卡儿以来被视为机器的有机体（生物），“鬼魂”则是指生物的本能和学习能力。而王维嘉的《暗知识：机器认知如何颠覆商业和社会》一书，“赶走”的不是以往所说的有机体的神秘性，而是对人工智能研究和可能性的想象中的“鬼魂”，即误以为当神经网络连接数量接近于人脑时，它



们会涌现出如人类那样的自我意识和主体性等。

人工智能的神经网络系统能做什么？如上所说，早在它被做出来以前，数学家已经证明，无论神经网络多么复杂，它等价于有限自动机；而一个能和环境确定性互动（自耦合、反馈和自我学习）的有限自动机（神经网络），只不过是某一种类型的图灵机（通用计算机）。

也就是说，人工智能革命之基础——神经网络的自我学习及其与环境互动所能达到的极限，都超不过图灵机的行为组合。从 20 世纪下半叶至今，伴随着人工智能的快速、高度发展，关于它能否在未来某一天具有意识的讨论，一直是在电脑和人脑差别的框架中展开的。我认为，只要发展出相应的数学理论，就能了解神经网络学习已做出的和可能做的一切。但有一点是毫无疑问的，它不可能具有自我意识、主体性和自主性。

为什么说这本书是解毒药？因为维嘉在解释为什么人工智能可以比人更多、更快地掌握知识（能力）时，把人工智能所掌握的信息定义为“暗知识”，从而可以得出清晰的理论表述。我们首先要弄明白什么是知识，知识就是人获得的信息。而人利用信息（知识）离不开获得信息和表达信息两个基本环节，人获得信息是用感官感知（即经验的），表达信息是通过符号（语言）和对符号结构之研究（符号可以是非经验的）。这样，他根据“可否感知”和“可否表达”，把人可利用的知识分为如下四种基本类型：

第一，可感知亦可表达的知识。它包括迄今为止所有的科学

和人文知识。

第二，不可感知但可表达的知识。任何经验的东西都是可感知的，不可感知的就是非经验的。有这样的知识吗？当然有。以数学为例，抽象代数的定理是正确的知识，但可以和经验无关。人之所以为人，就在于可以拥有纯符号的知识，它是理性的重要基础。

第三，可感知但不可表达的知识。它包括人的非陈述性记忆和“默会知识”。

第四，不可感知亦不可表达的知识。这就是当前神经网络通过学习掌握的知识。维嘉将这类大大超出了个别人所能记忆和学习的知识称为“暗知识”。“暗知识”的提出，不仅是一项哲学贡献，也为当前盛行的科学乌托邦提供了一剂解毒药。

20世纪社会人文研究最重要的成就，就是发现“默会知识”和市场的关系。人类可共享的知识都是可以用符号表达的知识，但它不可能包含每个人都具有的“默会知识”。经济学家利用“默会知识”的存在，证明了基于理性和科学知识的计划经济不可能代替市场机制。一个充分利用人类知识的社会，一定是立足于个人自主、互相交换自己的能力和知识所形成的契约组织。忽视所有个人具有的“默会知识”，把基于理性和可表达的知识设计出的社会制度付诸实践，会出现与原来意图相反的后果。哈耶克称这种对可表达知识的迷信为“理性的自负”。今天随着大数据的应用，这种理性的自负再一次出现在人工智能领域。而“暗知识”的提出，扩大了不能用符号表达知识的范围，进一步证明了哈耶

克的正确性。所以，我说这本书是对当前理性自负的有效解毒药。

维嘉在书中提出的另一个有意义的问题是“暗知识”会在何种程度上改变现代社会。正如该书副标题所说，这种新型知识大规模的运用，将会导致大量拥有专门知识和技能的人失业、一批又一批的行业消失，甚至连医生专家都可能被取代。姑且不论这种预测是否准确，有一点是肯定的，即人工智能必定会极大地改变我们赖以生存的社会。那么，它会把人类社会带到哪里去？这正是人工智能革命带来的普遍焦虑之一。人工智能对城市管理和对每个人私隐的掌握，是否会导致个人自由和隐私的丧失？由大数据和人工智能高科技管理的社会，还是契约社会吗？

现代社会和传统社会的本质不同就在于其高度强调个人的主体性和创造性，任何信息的获得、表达和应用都离不开个人的主体性和创造性。我认为，人工智能可以具有掌握“暗知识”的能力，但它不可能具有自我意识，当然亦无所谓主体性，它只能被人所拥有。因此，一个能允许知识和技术无限制进步的社会，仍然是建立在个人契约之上的。也就是说，无论科学技术发展到何种程度，现代社会的性质不会因之而改变。

然而，我认为，人工智能或许会使现代社会的科层组织的形式发生改变。为什么现代社会需要科层组织？众所周知，现代社会除了由法律和契约提供组织框架以外，还必须向所有人提供不同类型的公共事务服务，如治安、交通设施、教育、医疗等。为此就要设立处理不同类型事务的专门机构来管理社会，如军队和政府科层组织。科层组织之间功能的实现和协调，要利用符号表

达的共享知识，因此，随着现代社会的复杂化，必定出现技术官僚的膨胀。而人工智能革命和“暗知识”的运用，必定会向社会管理层面深入。如果它运用得不好，会使现代社会生长出超级而无能的官僚机构的毒瘤；如果它运用得好，可以促使人更好地发挥自主性和创造性，甚至可以取代科层管理中不必要的机构。因此，我认为人工智能将会在这一层面给现代社会带来巨大影响。

科层组织的形成和理性化的关系，是韦伯分析现代社会的最重要贡献。在未来，随着人工智能对“暗知识”的掌握和运用向社会管理渗透，甚而替代，将会证明韦伯这一重要论断不再成立。可惜的是，维嘉的《暗知识：机器认知如何颠覆商业和社会》一书忽略了人工智能革命和现代社会官僚化关系的讨论。科层组织的设立是基于理性（共享知识），人工智能擅长的是掌握“暗知识”，如果从事社会公共事务管理的人员可以被掌握“暗知识”的人工智能取代，科层组织还有存在的必要吗？或者，它将以什么样的新形式存在？如果不再需要科层组织，未来无政府的现代社会将如何运行？这正是我们应该关注的，它需要人文和科学两个领域的对话。

金观涛

2019年2月

## 寄语

I am very pleased to recommend this book. It is a very thoughtful analysis of the next industrial revolution, that due to the invention of machine learning, my hope is that this technology will be used to make human life better, and peaceful. Good life and no more war.

B. Widrow

Feb. 26, 2019

译：我非常高兴推荐这本书。这本书对机器学习的发明带来的下一场工业革命进行了详尽的分析。我希望这个技术将被用来使人类的生活更美好、更和平，并不再有战争。——伯纳德·威德罗，2019年2月26日于斯坦福

# 目录

导 读	I
序 言 “暗知识” 和现代社会	V
寄 语	XI

<b>第一章</b> 横空出世——暗知识的发现	001
骄傲的人类	003
天才的哽咽	005
机器发现了人类无法理解的知识	007
理性主义和经验主义之争	010
知识的生物学基础——神经元连接	017
可表达的“明知识”	020
只可意会的“默知识”	023
既不可感受也不能表达的“暗知识”	027

<b>第二章</b> 榨取数据——机器能学会的知识	033
机器学习明知识	035
类推学派——机器学习默知识	040
机器发现暗知识	042

<b>第三章</b>	<b>神经网络——萃取隐藏相关性</b>	<b>047</b>
	从感知器到多层神经网络	049
	神经网络模型：满是旋钮的黑盒子	054
	雾里下山：训练机器模型	057
	AlphaGo 的“上帝视角”	058
	局部最优：没到山底怎么办	060
	深度学习——化繁为简	062
	化整为零的卷积神经网络	064
	处理序列信息的循环神经网络	070
	AlphaGo 与强化学习	074
	神经网络悖论	078
	神经网络五大研究前沿	080
	深度学习的局限性	085
<b>第四章</b>	<b>逐鹿硅谷——AI 产业争霸战</b>	<b>091</b>
	最新技术巨浪	093
	AI 突破三要素	094
	金字塔形的产业结构	096
	产业的皇冠：算法	097
	技术制高点：芯片	099
	生态大战——编程框架的使用和选择	104
	开源社区与 AI 生态	109
	乱世枭雄	113

大卫和哥利亚	115
AI 的技术推动力	120
AI 与互联网的三个区别	124
<b>第五章 飓风袭来——将被颠覆的行业</b>	<b>127</b>
自动驾驶颠覆出行——10 万亿美元的产业	129
医疗与健康——世界上最有经验的医生	163
智能金融将导致一大批白领、金领失业	180
智能时代万物皆媒，人机协作时代已经来临	191
智慧城市——“上帝视角”的城市管理	205
重复体力劳动者将被机器人全面替代	215
打通巴别塔——黑天鹅杀手级应用	216
全方位冲击	221
<b>第六章 暗知识神迹——机器能否超越人类</b>	<b>225</b>
基于深度学习的 AI 本质	227
科研加速	229
唐诗高手	235
真假凡·高	241
下一场空战	248
群体学习和光速分享	257
人类哪里比机器强	259
人机融合	261



<b>第七章</b>	<b>“神人”与“闲人”——AI 时代的社会与伦理</b>	<b>269</b>
	谁先失业	272
	孩子该学什么	274
	AI 时代的新工种	275
	新分配制度：无条件收入还是无条件培训	279
	贫富悬殊解决之道：民间公益	282
	权力再分配	286
	是否该信任机器的决定	288
	数据如何共享	289
	自尊的来源	290
	机器会产生自我意识吗	291
<b>结束语</b>	<b>人类该怎么办</b>	<b>297</b>
<b>致 谢</b>		<b>301</b>
	附录 1：一个经典的 5 层神经网络 LeNet-5	303
	附录 2：循环神经网络 RNN 和长-短时记忆网络 LSTM	307
	附录 3：CPU、GPU 和 TPU	316
	附录 4：机器学习的主要编程框架	326
	参考文献	331