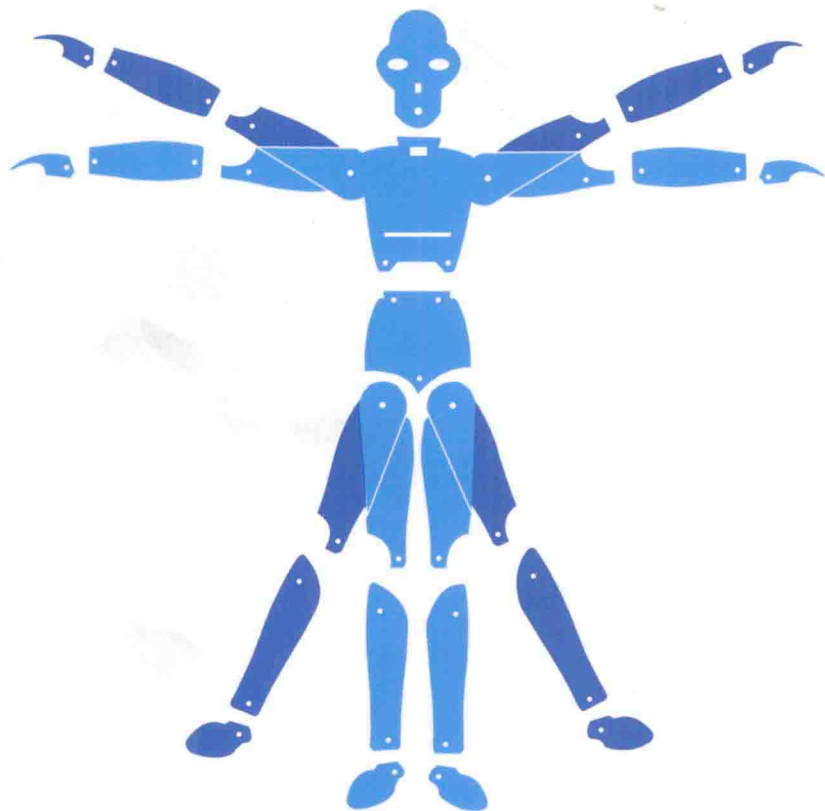


ON INTELLIGENCE

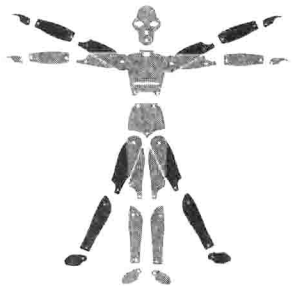
智能时代

当所有的机器都能学习思考，我们的生活会如何改变

[美] 杰夫·霍金斯 著
桑德拉·布拉克斯莉 著
李蓝 刘知远 译



中國華僑出版社



ON INTELLIGENCE

智能时代

当所有的机器都能学习思考，
我们的生活会如何改变

[美] 杰夫·霍金斯 著
桑德拉·布拉克斯莉 著
李蓝 刘知远 译

中國華僑出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

智能时代 / (美) 霍金斯, (美) 布拉克斯莉著; 李蓝, 刘知远译. —北京: 中国华侨出版社, 2014. 5
ISBN 978-7-5113-4542-4

I. ①智… II. ①霍… ②布… ③李… ④刘… III. ①网络经济—通俗读物 IV. ①F062. 5-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第099580号

版权登记号 图字01-2014-3510

ON INTELLIGENCE

by Jeff Hawkins and Sandra Blakeslee

Copyright © 2004 by Jeff Hawkins and Sandra Blakeslee

Simplified Chinese translation copyright © 2014

by W. E. Time DigiTech Ltd.

Published by arrangement with author c/o Levine Greenberg Literary Agency, Inc.

through Bardon-Chinese Media Agency

ALL RIGHTS RESERVED

智能时代

著 者: [美]杰夫·霍金斯 桑德拉·布拉克斯莉

译 者: 李 蓝 刘知远

出 版 人: 方 鸣

责任编辑: 落 羽

装帧设计: 水玉银文化

经 销: 新华书店

开 本: 710mm×1000mm 1/16 印 张: 18 字 数: 206千字

印 刷: 北京慧美印刷有限公司

版 次: 2014年7月第1版 2014年7月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5113-4542-4

定 价: 42.00元

中国华侨出版社 北京市朝阳区静安里26号通成达大厦3层 邮编: 100028

法律顾问: 陈鹰律师事务所

发 行 部: (010) 82068999 传 真: (010) 82069000

网 址: www.oveaschin.com

E-mail: oveaschin@sina.com

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书部分或全部内容

版权所有, 侵权必究

如发现图书质量问题, 可联系调换。质量投诉电话: 010-82069336



制造出像大脑一样工作的机器

这本书的创作，连同我的生活，由两种激情共同驱动着。

近25年来，我一直热衷并投身于移动计算机领域。在硅谷的高科技世界里，我因创办了Palm Computing和Handspring两家公司而声名在外。作为掌上电脑和智能手机的架构设计师，我还曾设计出PalmPilot和Treo一类的产品。

然而，我的第二种兴趣不但早于我对计算机的热情，对我个人来说也更为重要——我疯狂地着迷于大脑。我渴望了解大脑是如何工作的——不单是从哲学的角度和笼统的概念上去理解，还要采用工程学的方式，从最细节处去彻底掌握。光是了解“智能是什么”以及“大脑是如何工作的”并不够，我还想要知道，如何才能制造出像大脑那样工作的机器。总而言之，我想要创造真正具有智能



的机器。

有关智能的问题，构成了科学界最后一片壮阔的前沿领域。大多数重大的科学问题所涉及的事件，往往极为微小或极为庞大，有的甚至发生在遥远的亿万年前。然而，有关智能的问题却与人类切身相关。人人都有一颗大脑，你的大脑即是你本人。你为何会产生这样而不是那样的感觉？你如何感知世界？为何你会犯错？如何才能变得富有创意？为什么音乐和艺术能够激发灵感？生而为人，究竟意味着什么？若想找寻这些问题的答案，我们首先必须了解大脑。此外，一个能够解释智能和大脑功能的成功理论，不单能够帮助我们治疗与大脑有关的疾患，还将带来巨大的社会效益。据此理论建造出的真正智能机器，绝不同于通俗小说和科学幻想中所描绘的那种。相反，这些智能机器将从一套关于智能本质的新理论中诞生。它们将帮助人类加速认识世界、探索宇宙，令世界更加和平。一个相关的大型产业，也将在此过程中逐渐形成。

幸运的是，我们生于一个有望解答智能问题的时代。我们这一代人，拥有着数百年来收集的堆积如山的关于大脑的数据，而数据收集的速度还在日益加快，仅在美国就有成千上万的神经科学家。然而，学术界至今也没有形成一套能够富有成效地解释智能本质或大脑工作原理的完整理论。大部分的神经生物学家并不关心有关大脑的整体理论，他们沉醉于作实验来收集更多有关大脑诸多子系统的的数据。尽管计算机程序员们前仆后继地尝试让计算机拥有智能，但这些努力最后均以失败告终。我相信，如果他们继续对电脑和人脑之间的差别视而不见，失败也还将继续下去。

智能究竟是什么？为何它只存在于人脑，而不存在于电脑？为什么一个6岁的孩子能够姿态优美地在河床中的岩石上来回跳跃，而我们这个时代最先进的机器人走起路来却像是行动笨拙的僵尸？为什么一个3岁的小孩就已经能够以自己的方式掌握语言，而程序员们耗费了近半个世纪的心血，仍不能让计算机实现同样的成就？为什么你能在不到1秒的时间内准确分辨出猫和狗，而超级计算机却做不到？这些都是等待我们去探索的伟大奥秘。我们已经拥有了大量的线索，而现在真正需要的，是一些关键的启迪。

你可能会奇怪，为什么一个计算机设计师会写一本关于大脑的书。换句话说，既然我真的那么热爱大脑，为什么不选择脑科学或者人工智能研究作为自己的职业呢？答案是，我试过了，而且不止一次。但是我无法接受像前人那样研究智能问题。我相信解决这一问题的最好办法，是以大脑的生物学细节作为约束和指导，同时将智能视为一个计算性质的问题——将其定位于生物学和计算机科学之间。许多生物学家拒绝或忽视在计算机的语境下去思考大脑，而计算机科学家们通常也不相信能从生物学中得到任何可借鉴之处。而且，科学界比商界更不愿承担风险。在科技行业，如果一个人以合理的方法追求新想法的实现，无论成功与否，最后都将促进自己事业的发展。许多成功的企业家早期都品尝过失败的滋味。但在学术界，如果对一个新想法投入的心血在几年之后仍不见成果，你的职业生涯很可能就此夭折。正因如此，我决定同时追求生命中的这两种激情，并坚信商业上的成功将有利于我取得有关大脑研究上的成功。我需要财力来支持我的科学追求，同时我也需要学习影响世界和推销新想法的方法，所有这一切，当时我都希望能从在硅谷的工作中获得。



2002年8月，我创办了一家名为“红杉神经科学研究所”（Redwood Neuroscience Institute, RNI）的研究中心，从事大脑理论的研究。世界上的神经科学中心有许多个，但专门致力于为大脑寻找全面解释理论的，仅此一家。而新皮层正是大脑中负责智能的部分，这就是我们在RNI的全部研究课题。从许多方面来看，RNI就像一家初创公司，我们正追逐着在某些人看来遥不可及的梦想，幸运的是，我们的团队卧虎藏龙，大家的努力已初见成果。



这本书的议题称得上是雄心勃勃。它要提出一个描绘大脑如何工作的全面理论，包括什么是智能，以及大脑如何创造智能。我所提出的这个理论并不是全新的。你将要读到的许多想法，都曾以这样或那样的形式散落各处，却从未被以连贯的方式串联起来，而这正是本书的首创。这也不足为奇，“新想法”往往是旧想法的重新包装和重新诠释。这句话的确也适用于本书中所提出的理论。但包装和诠释能令新旧想法产生天壤之别——即一堆繁杂细节和一个能够令人满意的理论之间的差别。这个理论已经打动了很多人，我希望它也能打动你。我听到的一种典型的反应是：“有道理，我本来不会想到从这个角度来看智能，但听你描述完之后，我能理解这是怎么一回事了。”一旦拥有了这方面的知识，大部分人会开始用不同的眼光看待自己。你将开始观察自己的行为：“我明白刚刚在我的大脑里发生了什么。”希望读完这本书的时候，你对于自己所思所行的缘由，能够有一个新的认识。我也希望某些读者能自书中得到启发，并且根据书中的原理，致力于建造智能机器的事业。

通常，我会把这个理论和我研究智能的方式称为“真正的智能”（real intelligence），以区别于“人工智能”。人工智能科学家试图通过编程，让计算机表现得像人类，却没有先回答智能是什么，其含义又是什么。他们遗漏了建造智能机器最重要的部分——智能！而“真正的智能”则认为，在尝试构建智能机器之前，我们必须首先了解大脑是如何思考的，这里并没有丝毫人工的东西。只有到那时，我们才可以问，如何能够建造智能机器。

本书在前五章首先介绍为何先前在理解和建造智能机器方面的努力均告失败，随后提出并进一步论述我称之为“记忆-预测框架”（memory-prediction framework）理论的核心概念。第六章则详述了物质大脑如何实现记忆-预测模型，换句话说，就是大脑实际上是如何工作的。接下来的第七章讨论了这个理论对社会和其他方面的影响，对许多读者来说，这可能是本书中最引人深思的部分。最后，本书以围绕智能机器的讨论作为结束，重点探讨人类如何能建造智能机器，以及它的未来将是什么样子。希望你为之神往。以下是我们即将一一探讨的问题：

计算机能够拥有智能吗？

数十年来，人工智能领域的科学家们宣称，当计算机足够强大时，就将拥有智能。我不这么认为，后面我会解释为什么。大脑和计算机的工作原理根本就是两回事。



神经网络方面的研究能否导致智能机器的产生？

大脑固然是由神经网络构成的，但如果不理解大脑的工作原理，仅凭简单的神经网络研究，在创造智能机器方面绝不会比计算机编程更有优势。

理解大脑的工作原理为何如此困难？

大多数科学家认为，大脑太过于复杂，因此需要很长的时间才能理解它。我不同意这个观点。复杂是思维混乱的表现，而不是其原因。相反，我认为，我们所持有的一些直觉假设误导了我们。这其中最大的错误，就是将智能等同于表现出智能的行为。

如果智能不由行为定义，那么该如何定义它？

大脑使用大量的记忆资源来创建关于世界的模型。你所知道和所学到的一切，都存储在这个模型中。大脑根据这个基于记忆的模型，不断对未来事件作出预测。预测未来的能力，才是定义智能的关键。我将深入描述大脑的预测能力，它正是本书的核心概念。

大脑是如何工作的？

智能产生于大脑的新皮层。尽管拥有诸多能力和极强的适应性，新皮层的结构细节却出奇地规则。新皮层的不同部位，无论是负责视觉、听觉、触觉，还是语言的部分，都遵循着相同的工作原理。理解新皮层的关键就在于理解这

些共同的原理，尤其是它们的层级结构。我们将从详尽的细节入手来考察新皮层，为你展示它如何用自身结构来捕获这个世界的结构。这些讨论将会是本书中最具技术性的部分，但对于对此感兴趣的非科学家读者们来说，也不难理解。

这个新理论有什么意义？

这个大脑理论可以帮助我们解释许多事情，比如，我们怎样才能有创意？我们为什么会拥有意识？我们为何产生偏见？我们是如何学习的，以及为什么说“老狗学不会新把戏”，等等。我将会讨论许多这类话题。总之，这一理论能帮助我们认识自己，并了解我们自身行为产生的原因。

我们有能力建造出智能机器吗？它们能做什么？

是的，我们能够而且我们将会建造出智能机器。可以预见的是，在今后的数十年，这种机器的性能将朝着许多有趣的方向迅速发展。有些人担心智能机器可能会在未来危害人类的生存，对此无稽的想法我表示强烈反对。人类并不会被机器人超越。建造在物理、数学等高层次认知能力上超过我们的智能机器，要比建造科幻小说中的那种会走路、会说话的机器人容易得多。我将探讨建造智能机器技术可能的一些发展方向，那将是令人难以置信的方向。

我的目标，就是以人人都能理解的方式，来说明这个新的智能理论和大脑的工作原理。一个好的理论应该易于理解，而不是掩藏于一堆艰涩的术语和错



综复杂的论述中。我将首先从对大脑基本架构的介绍出发，并随着我们讨论的深入逐步延伸。有些细节纯粹是逻辑推论，有些则会涉及大脑神经回路的特定方面。某些细节难免会被证明有错，不过这一点在任何科学领域都不可避免。一个完全成熟的理论需要长年累月的发展，但核心概念的力量并不会因此而有丝毫减损。



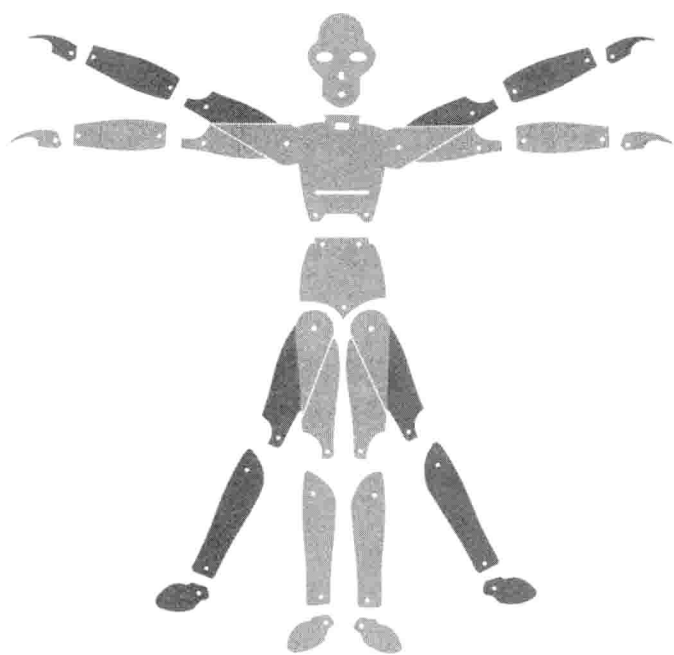
许多年前，当我第一次对大脑发生兴趣的时候，我去了图书馆，想要找一本解释大脑如何工作的书。当时我只有十几岁，已经习惯于从图书馆中找到写作精良的解释各种有趣话题的好书，比如那时我所着迷的相对论、黑洞、魔术和数学。然而，当我想要寻找一本令人满意的解释大脑的好书时，这一愿望却落了个空。我逐渐意识到，没有人知道大脑实际上是如何工作的，甚至连一个糟糕的或者未经证实的理论都不存在，一片空白。这太令人出乎意料了。好比说，那时虽然没有人知道恐龙是如何灭绝的，但是有大量的理论供你阅读。而大脑的情况完全不同。起初我很难相信，人们居然不知道这样一个重要器官是如何工作的。这一事实令我备受困扰。在对大脑的已知知识的学习过程中，我逐渐开始相信，一定存在着一个简单、直观的解释。大脑不是魔术，我认为答案也不会比魔术更复杂。数学家保罗·埃尔德什（Paul Erdos）相信，最简单的数学证明早已存在于宇宙的“天书”中，而数学家的任务就是要去解读“天书”并找出它们。同样，我认为对于智能的解释就在“那儿”。我能感受到它的存在，我要解读这本“天书”。

引 言
◦ 制造出像大脑一样工作的机器 ◦

25年来，写一本简单、直观地解释大脑的小书，一直是我的愿望。它就像一根悬于眼前的胡萝卜，激励着我不断前进。这一愿望最后变成了你手中的这本书。我一向讨厌复杂，无论是在科学上还是在技术上。这一点从我所设计的产品中就可以看出来，它们往往以简单易用取胜。强大的事物往往是简单的。本书所提出的正是一个简明直观的智能理论，希望你会喜欢。



第一章	人工智能	//001
第二章	神经网络	//019
第三章	人 脑	//039
第四章	记 忆	//067
第五章	智能理论的新框架	//091
第六章	大脑皮层是如何工作的	//115
第七章	意识与创造力	//189
第八章	智能的未来	//221
结 语		//251
附 录	可检验的11个预测	//253
参考书目		//263
致 谢		//271



ON INTELLIGENCE

第一章 人工智能

1979年6月，我从康奈尔大学顺利毕业，并拿到了电机工程专业的学士学位。当时的我对人生还没有任何像样的打算。我在位于俄勒冈州波特兰市的英特尔工业园找了一份工程师的工作。那时，微型计算机产业如日方升，而英特尔公司正处于该领域的核心位置。单板机是英特尔当时的主要产品（得益于英特尔发明的微处理器，把整个计算机置于单个电路板上的想法在当时刚刚成为可能），而我的工作，就是分析并解决由其他工程师发现的单板机上的问题。其间，我发表了一篇业务通讯。由于常常在外奔波，我有机会结识到各种各样的客户。尽管很思念在辛辛那提工作的大学女友，但那时的我还年轻，日子过得很快活。

几个月后遇到的一件事，改变了我的人生方向。那是当年9月新出版的一期《科学美国人》，一整本都是对大脑研究的介绍。这期引人入胜的杂志，重



新点燃了我在少年时代就萌发的对大脑的兴趣。我从中了解到了大脑的组织、发展和化学特征，还有视觉、运动和其他人类专长的神经机制，以及精神失常的生物学基础。这是有史以来最棒的几期《科学美国人》之一。一些与我交流过的神经科学家告诉我，这期杂志对他们的职业选择影响巨大——对我也是一样。

该期杂志的最后一篇文章——《关于大脑的思考》，由DNA结构的发现者弗朗西斯·克里克撰写。他那时已经转投大脑研究领域。克里克认为，尽管科学家们对于大脑的细节知识已有大量积累，但大脑的工作原理仍然是一个极大的谜题。科学家通常会避免去写他们所不知道的事物，但克里克就像那个指出皇帝没有穿衣服的小男孩一样，对此毫无顾忌。克里克宣称，神经科学只是一堆没有任何理论的庞大数据。他的原话是：“明显缺乏一个大的理论框架。”在我听来，这就像是一位英国绅士以委婉的措辞表示：“我们对此事完全摸不着头脑。”在当时，这是句大实话，即便到了今天，也仍然不假。

克里克的话就像是一声集结号，将我研究大脑和建造智能机器的人生梦想就此唤醒。虽然当时我已远离了学校，但还是毅然决定转行。我开始计划研究大脑，不光要了解它的工作原理，还要以这些知识为基础，发展新技术来构建智能机器。但将这一计划付诸行动，仍需要一些时间。

1980年的春天，我被调至英特尔驻波士顿的分部，与我后来的妻子团聚了。她那时刚开始攻读研究生。我一边负责给客户和员工讲解如何设计微处理器系统，一边已将目光投向了另外的目标：寻找发展大脑理论的办法。工程师