

THE AGE OF SPIRITUAL MACHINES

When Computers
Exceed Human Intelligence



机器之心

当计算机超越人类，机器拥有了心灵

[美] 雷·库兹韦尔◎著

胡晓姣 张温卓玛 吴纯洁◎译



中信出版集团 · CHINACITICPRESS

THE AGE
OF
SPIRITUAL
MACHINES

When Computers
Exceed Human Intelligence

机器之心

当计算机超越人类，机器拥有了心灵

[美] 雷·库兹韦尔◎著
胡晓姣 张温卓 马 吴纯洁◎译



图书在版编目 (CIP) 数据

机器之心 / (美) 库兹韦尔著; 胡晓姣, 张温卓玛,
吴纯洁译. -- 北京: 中信出版社, 2016.4

书名原文: The Age of Spiritual Machines: When
Computer Exceed Human Intelligence
ISBN 978-7-5086-5896-4

I. ①机… II. ①库… ②胡… ③张… ④吴… III.
①人工智能 IV. ①TP18

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第 028909 号

First published in the United States of American by Viking Penguin, a member of Penguin Putnam Inc.1999
Published in Penguin Books 2000
Copyright © Ray Kurzweil,1999
All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form.
This edition published by arrangement with Penguin Press, an imprint of Penguin Publishing Group, a division of Penguin
Random House LLC
Simplified Chinese translation copyright © 2016 by CITIC Press Corporation
本书仅限中国大陆地区发行销售

机器之心

著 者: [美] 雷·库兹韦尔
译 者: 胡晓姣 张温卓玛 吴纯洁
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)
承 印 者: 北京通州皇家印刷厂

开 本: 880mm×1230mm 1/32
版 次: 2016 年 4 月第 1 版
京权图字: 01-2015-7455
书 号: ISBN 978-7-5086-5896-4 / F · 3593
定 价: 59.00 元

印 张: 15 字 数: 354 千字
印 次: 2016 年 4 月第 1 次印刷
广告经营许可证: 京朝工商广字第 8087 号

版权所有·侵权必究

凡购本社图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由发行公司负责退换。

服务热线: 010-84849555 服务传真: 010-84849000

投稿邮箱: author@citicpub.com

这是一部开拓思维、记录智能机器崛起的佳作……本书不亚于一幅蓝图，旨在将现代人驱离漫长进化过程的中心舞台。如果您相信库兹韦尔的“加速回报定律”——目前所有实证都验证了其正确性，那么机器势必会取代人类成为地球上的主要智慧力量。

——约翰·卡斯蒂，《自然》杂志

很棒的一本书……库兹韦尔完美演绎了我们这个时代未来学家的角色。他把未来科技的不断发展同世界联系起来，在这个世界里，人工智能和纳米技术为人类带来了不可估量的财富和寿命，对当下的我们及我们的后代都大有裨益。

——马文·明斯基，麻省理工学院媒介艺术与科学教授

《机器之心》一书让其他所有通往计算机未来的道路变成了巴塔哥尼亚的羊肠小道。

——乔治·吉尔德，《财富和贫穷》(*Wealth and Poverty*)
及《电视机时代之后的生活》(*Life After Television*) 作者

全美首屈一指的创新者描绘出一个令人叹服的未来。库兹韦尔用幽默的手法诠释了严肃的科学知识，引导我们思考人类将走向何方……他以首开先河的发明和鞭辟入里的想法，深入浅出地为我们描绘了若干世纪以来这一命题最核心的部分。

——麦克·布朗，纳斯达克股票市场主席

这本书带我们领略了未来几十年后的景象……库兹韦尔广阔的知识视野和新颖的阐述方式一定会让你无法抗拒他对人工智能的乐观预期。

——《柯克斯书评》

当一粒光子穿过一排玻璃板或镜子时，其前进路线并不确定。在众多可行路线中，它有可能选择其中的任何一条（显然，这些光子没有读过罗伯特·弗罗斯特的诗《未选择的路》）。只有当一位清醒理智的观测者仔细观察光子的路线，强制规定出其行进路线时，那这个不确定的问题才会迎刃而解——逆向推论，就好像光子自始至终就认定了这条路线一般。

亲爱的读者朋友，你们就像这些光子一样，有权在这本书中选择自己的阅读路径。您可以按照我编写的目录顺序分章节阅读，或者读完前言之后觉得迫不及待地想要读一读第三部分当中介绍 21 世纪的章节（本书目录部分包含每一章节的内容简介）。然后，您可能会回到前面那几章，读读其中关于大自然、各种流行趋势的缘起以及 21 世纪即将显现出来的各种作用力等内容。又或者，您的阅读路径也如光子般总不确定。不过，读到后记部分的时候，所有的不确定都会变得明朗起来，就好像您从一开始就打算选择这样的顺序来读这本书一样。

前 言

在 21 世纪结束前，人类将不再是地球上最智慧的生物或最有才华的物种。好吧，让我暂且收回这句话。刚才这句声明的真实性取决于我们如何定义“人类”。

XIII

第一部分 机器之心

第一章

技术的进化：指数级增长

在过去 40 年中，根据摩尔定律，基于晶体管的计算力量一直呈指数级增长。但到 2020 年，晶体管将只有几个原子那么厚，摩尔定律也将失效。然后呢？为了回答这个关键问题，我们需要理解时间的指数本质。

003

第二章

机器智能：超越人类智能的那一天正在迫近

一种智能体是否能创造出另一种比其自身更智能的智能体？我们是否比创造我们的进化过程更具智慧？以此类推，我们创造的智能体会不会超越我们？

047

第三章

图灵的预言：机器会有意识吗？

“我寂寞又孤独，请陪伴在我左右。”如果你的电脑在屏幕上显示了这样一条信息，你会不会相信电脑有自己的意识和情感？先别急着说“不”，我们要好好考虑一下这条悲伤的消息是怎么来的。

061

第四章

人工智能的万能公式：也许很快就能找到

智能总能很快满足人们的需求，有时甚至能在许多限制条件下提供令人惊喜的方案。很明显，没有一个简单的方程式可以概括这一能力超群的现象。但事实上，这个结论又不正确，因为要解决林林总总的智能问题只需一个条件：将简易方法与大量计算捆绑在一起，而这并非难事。

083

第五章

超级智能：既是天才，又是白痴？

记住当下洞察到的事物，为未来的挑战做准备，这是明智的做法；但反复纠结于一个问题却不是好事。这点对于人脑尤其有意义，因为人脑的计算回路太缓慢了。

113

第二部分 奇点临近

第六章

茶杯中的宇宙：量子计算引爆技术未来

进化已经找到了一种方式，可以超越神经电路的计算限制。进化创造了有机物，可以发明出一种计算技术，其速度要比碳基神经元的速度快 100 万倍。最终，在哺乳动物的神经电路上进行的极其缓慢的计算将被转移到更复杂、更迅速的电子（光子）对等物上进行。

177

第七章

虚拟现实：再造一个“客观世界”

脱离身体的灵魂会迅速枯竭。我们到底会给 21 世纪的机器制造何种身体？不久之后，这个问题会变为：这些机器会给自己制造一个什么样的身体？

171

第八章

写诗、谱曲、绘画：一台机器的创造天赋

如果 1960 年的计算机全体停止工作，没几个人会注意到这一点。但到了 1999 年就是另一回事了。虽然计算机仍然缺少幽默感，没有进行小对话的天赋，或者缺少人类其他思想的可爱性质，但它们开始负责完成各种各样的任务，而这些任务以前是需要人类智能才能完成的。

203

第三部分 未来之光

第九章

改变无处不在，未来就在眼前

现在是 2009 年。一台 1 000 美元的个人电脑每秒能进行 10 亿次运算。

计算机被嵌入衣服和珠宝首饰中。大部分商业交易发生在人类和虚拟人物间。翻译电话也已普及。人类音乐家和计算机的网络音乐家混杂在一起。新勒德运动蠢蠢欲动。

247

第十章

2019 年：即将到来的技术变革

现在，一台 1 000 美元的计算设备大概相当于人脑的计算能力。现在的计算机从很大程度上来说是隐形的。它们镶嵌在各个地方。3D 虚拟现实播放器内嵌在眼镜和隐形眼镜里，为与他人、网络以及虚拟现实交流提供主界面。大部分同计算机进行的交流是通过手势或双向自然口语实现的。真实的全方位视觉、听觉和触觉环境使得人们能够同任何人做任何虚拟的事情，无论现实距离远近。人们开始同仿真人建立关系，把它们作为自己的同伴、老师、监护人或情人。

263

第十一章

2029 年：人类与机器之间鸿沟不再

一台 1 000 美元的计算机计算能力相当于大约 1 000 个人脑。直接神经通道也已完善，它能以高速宽带的方式与大脑连接。人们也可获得各种不同的神经植入器，进一步强化其视听的感知、理解、记忆和逻辑能力。电脑已读完了所有可读的人类和电脑创作的文学作品和其他多媒体资源。越来越多的人开始讨论计算机的合法权益，讨论人类的构成。机器们声称自己有了主观意识，并且它们的这些宣言大部分都为人们所接受。

285

第十二章

2099 年：人类的定义被彻底颠覆

有一种很强的趋势将人类思维同人类最初创造的机器智能世界兼并在一起。人类和计算机之间不再有明显的区别。大部分有意识的实体都没有永久的物质形态。从人类智能扩展模型衍生出来的基于机器的智

能将宣称自己是人类。大部分这种智能都没有与具体的计算处理单元联系在一起。基于软件的计算机数量远远多于那些仍在使用本地碳基神经元的人类。甚至这些仍然使用碳基神经元的人类也普遍使用神经植入技术，这种技术可以大大增加人类的认知能力。还没有使用植入技术的人无法与那些已使用植入技术的人进行有意义的对话。对智能生命来说，平均寿命已经不再是个有意义的术语了。

303

后 记 // 325

附录一 大事年表 // 335

附录二 如何打造一台智能机器 // 359

致 谢 // 389

词汇表 // 391

注 释 // 419

第一部分 机器之心



第一章 技术的进化：指数级增长



时间简史：时间正日益变慢

构成宇宙的是故事，而非原子。

——穆里尔·鲁凯泽

宇宙究竟是一种伟大的机制，一种复杂的计算，一种精美的对称形式，一个巨大的意外，还是一种伟大的思想？

——约翰·D·巴罗

正如本书开始所述，我们会注意到时间本质的不寻常属性，这种属性对于我们向 21 世纪过渡起着关键作用。人类的故事也许起源于 150 亿年前，那时还不存在有意识的生命可以领略宇宙诞生的意义，但现在我们却可以回过头去仔细研究它的诞生过程。（从量子力学的角度来看，回顾过去可以这么说，如果宇宙未能进化出有意识的生命去理解它的存在，那么这种宇宙从一开始其实就没有存在过。）

宇宙诞生的 10^{-43} 秒之后，周边的环境冷却下来（大概有 10^{34} 度），于是，一种独特的力量——重力逐步形成。¹

接下来的 10^{-34} 秒（这也是一秒钟当中极其微小的一部分，不过其长度却超出 10^{-43} 秒 10 亿倍）中并没有发生什么事，此刻的宇宙温度又低了一些（现在只有 10^{29} 度），在这种环境下，物质以电子和夸克的形式存在。为了让一切保持平衡，反物质也应运而生了。这是一个“多事之秋”，新生力量迅速进化，当时已有三种力量：重力、强作用力²以及电弱力³。

又过了 10^{-10} 秒之后，电弱力分裂成电磁力和其他几种现代人耳熟能详的弱作用力。⁴

10^{-5} 秒之后，情况变得复杂起来。温度已经下降到相对温和的一万亿度，夸克聚集起来构成了质子和中子。同样，反夸克构成了反质子。

后来，这些物质微粒渐渐达到了平衡，但这一切究竟是如何发生的仍不得而知。至此，一切似乎都很顺利。但要是一切事物都处于平衡状态，那宇宙一定相当无趣。这样的话，生命就不会进化，我们也就可以得出这个结论——宇宙从一开始就没有存在过。

在宇宙中，每 100 亿个反质子对应着 100 亿零一个质子。质子和反质子相互碰撞，从而产生了另外一种现象：光（光子）。因此，所有的反物质都被摧毁了，只留下物质统治着整个宇宙。（这也表明，让竞争对手占有哪怕一丁点优势都是危险的。）

当然，如果当时反物质获胜的话，那么它们的子孙后代将把它们称为物质，而把物质称为反物质，因此，我们又得回到一切开始的地方（也许这才是当时的真实情况）。

一秒钟之后（跟宇宙历史上的前期过程相比，一秒钟实在是很长的一段时间，因此，要注意时间框架正在呈指数型扩大），电子和正电子（也叫阳电子）追随着质子和反质子的步伐，同它们一样互

相残杀，最后电子大获全胜。

又过了一分钟，中子和质子结合成了氦、锂、重氢等质量更大的原子核。此时温度只有 10 亿度。

大约 30 万年之后（此时的事物演变速度正极速放慢），平均温度只有 3 000 度，原子核规整了核外电子排布之后，第一批原子便诞生了。

10 亿年过后，这些原子构成了大片的云，渐渐盘旋上升，组成了各种星系。

20 亿年之后，这些星系里面的物质进一步合并组成了恒星，很多恒星都有自己的星系。

30 亿年后，一个普通星系中有一颗再普通不过的恒星，一颗围绕着这颗恒星运转的极其平凡的行星诞生了——我们称之为“地球”。

在继续深入探讨之前，我们一起来看看时间进程中的一个显著特点。在宇宙诞生之初，万事万物瞬息万变。在最初的 10 亿分之一秒内就发生了三次进化模式的变化。而后来宇宙进化的重大事件则花费了几十亿年的时间。时间的本质在于它总是呈指数型推进——要么呈几何级数加速，要么像宇宙史一样呈几何级数减速。在这段极长的时期当中，发生的大事情不多，时间看上去就像是线性推进的。因此在大部分时间里，时间主要以线性方式流逝。但这并非时间的本质。

这点的意义何在呢？在风平浪静的漫长时期，这一点的重要性还体现不出来，但如果我们发现自己身处“时间曲线拐点”，就会明白其重大意义，在这些时期中，时间曲线的指数性质要么会向内激增，要么向外激增，就好像跌入了黑洞一般（在这种情况下，一个人跌入黑洞之后，时间会以指数级速度加速）。

时间的速度

但是稍等一下，我们凭什么说时间正在改变自身的“速度”呢？我们可以以每秒钟的进程来计算时间的速率，但是否可以说时间正在改变自身的速率呢？时间是否可以在一秒钟内完成两秒的进程呢？

爱因斯坦对这一点做出解释——时间对体验它的一切实体来说都是相对的。⁵ 一个男人的一秒钟对一个女人来说也许是 40 年。爱因斯坦曾举过这样一个例子，假设一个男人以接近光速的速度走向一颗星球——假设这颗星球距离地球 20 光年。从地球的角度来看，这段旅程往返一趟所花费的时间差不多是 40 年。所以当这位男士归来的时候，他妻子已经老了 40 岁。但是对他来说，这却是一段非常短暂的旅程。如果他以接近光速的速度向前走，也许花费的时间还不到一秒钟（从实际角度来看，我们还要考虑一些限制条件，比如时间在不摧毁他身体的情况下加速或减速）。那么这两位究竟谁的时间框架是正确的呢？爱因斯坦认为两种框架都对，且这种正确性只能相对存在。

有些鸟类的寿命只有几年时间。如果你仔细观察它们的快速运动，就会发现它们正在以另一个标准来体验时间。人类也有同样的经历。儿童的变化速率以及他所经历的时间和成年人是不一样的。值得一提的是，我们会发现进化进程中时间的加速度与宇宙诞生时时间的加速度是迥然不同的。

指数级增长的本质就是宇宙中的事物在极其漫长的时间里发展得极为缓慢，但是一旦到达时间拐点，那么事物的增长就会呈现喷跃式发展。进入 21 世纪以后，我们对此会有更深刻的体验。