

TURING 图灵新知

Le Temps des
Algorithmes

算法小时代

从数学到生活的历变

[法] 瑟格·阿比特博 吉尔·多维克 著

任轶 译

人民邮电出版集团

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Les Temps des Algorithmes



算法小时代

从数学到生活的历变

[法] 瑟格·阿比特博 吉尔·多维克——著 任轶——译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

算法小时代:从数学到生活的历变/(法)瑟格·阿比特博,(法)吉尔·多维克著;任轶译.--北京:人民邮电出版社,2017.10

(图灵新知)

ISBN 978-7-115-46934-2

I. ①算… II. ①瑟… ②吉… ③任… III. ①算法-研究 IV. ①O24

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第235910号

内 容 提 要

算法与人工智能是当下最热门的话题之一,技术大发展的同时也引发了令人忧心的技术和社会问题。本书生动介绍了算法的数学原理和性质,描述了算法最简单、最本质的功能,分析了算法和人工智能对人类社会现状及未来发展的影响力及其成因。

◆ 著 [法]瑟格·阿比特博 吉尔·多维克
译 任 轶
责任编辑 戴 童
责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/32
印张: 6.25
字数: 95千字 2017年10月第1版
印数: 1-3500册 2017年10月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2017-4702号

定价: 39.00元

读者服务热线: (010)51095186转600 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字20170147号

版权声明

Original French title: *Le temps des algorithmes* by Serge Abiteboul & Gilles Dowek

© Les Editions Le Pommier, 2017

Current Chinese translation rights arranged through Divas International, Paris

巴黎迪法国际版权代理 (www.divas-books.com)

本书中文简体字版由Editions Le Pommier授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有，侵权必究。

致 谢

感谢贝特朗·布伦瑞克、洛朗·弗里堡、苏菲·加梅尔曼、弗洛伦斯·哈克滋-勒华、玛丽·荣格、格扎维埃·德拉波特、米歇尔·毕奇以及米歇尔·沃尔，谢谢他们对本书第一版提出的中肯建议。

同时还要感谢让-皮埃尔·阿尔尚博、热拉尔·贝瑞、莫里斯·尼瓦及其他一些朋友，谢谢他们经常对书中提及的主题内容进行热烈的讨论。

前 言

算法，令人沉醉，令人忧

算法，已经成为我们工作、社交、医疗、工业、运输、贸易等活动中的重要组成部分。各种算法正改变着自然科学和人文科学，帮助我们丰富知识。算法让技术不断突破“不可能”的极限。

有一些算法，例如手机操作系统、数据库管理系统或搜索引擎，都极其庞大，成千上万的人对此做出了贡献。有时候，人们会把算法比作大教堂，因为它们包含着同样强烈的野心与疯狂。

随着算法的诞生，智人似乎终于制造出了一种可以实现一切愿望的工具。

但是，算法也令人担忧：某些制造业消失了，归根结底是算法摧毁了这些职业；保险公司应赔偿事故中的受害者，然而一个“冷酷无情”的算法降低了赔偿金额；股市暴跌，算法是这场灾难的操盘手；法律限制公民自由，政

府用算法监视我们；在国际象棋或围棋大赛上，算法击败了人类，机器很快将凌驾于我们之上。

我们为什么要指责是算法带来了这些磨难？就因为算法打乱了我们原本的习惯？或许吧。但还有另一个原因：人们经常使用算法，却不了解它们的本质是什么，又是如何运作的。人们的种种幻想和担忧正是无知的结果。我们畏惧算法，是因为觉得它们神秘莫测，具有超自然的力量，甚至拥有邪恶的意图。

为了摆脱这种不可思议的想法，从幼稚的幻想中分析出一点合理的期望，摆脱毫无根据的畏惧，让担忧变得有理有据，我们邀请读者一起在算法的世界里旅行。在这段旅程中，我们会遇到如今这个算法当道的时代所面临的一些主要问题，如工作方式的改变、产业的消失、隐私保护，等等。

成也算法，败也算法。但我们绝不该忘记，算法自身是没有任何企图的。它们由人类设计，我们希望算法是什么样的，它们就会以什么样的姿态呈现。

目 录

什么是算法?	2
算法、计算机和程序	18
算法有什么用处	31
算法做不到的事	40
计算机思维	53
雇用劳动关系的结束	62
劳动时代的终结	72
所有权时代的结束	84
算法时代的管理	95
城市里的算法	104
算法的职责	112
个人数据和隐私	122
公平、透明、多样	135

计算机科学与生态环境·····	145
计算机科学教育·····	153
人类增强·····	165
算法可以智能化吗? ·····	175
算法能恋爱吗? ·····	182
时代的选择·····	188
参考文献·····	190

■

“你好，机器人，请给我解释一下什么是算法。”

“好的。但与此同时，我还会告诉你算法、计算机和程序之间的联系。”

“我知道。当我们找到一种算法时，需要将它写成程序的形式，而我们对计算机的要求也不只是单纯地为我们工作。”

“完全正确。”

“有了算法，一切皆有可能吗？”

“并非如此……但是，无限的可能或许就是算法极具魅力的原因吧。”

■

什么是算法？

想理解什么是算法，我们要先设想一个场景。几千年前，一位祖先凭着他对已故祖母如何做面包的记忆，尝试自己做面包。但是，他真的不知道该怎么做。他犹豫着，一开始先将麦仁放入沸水中，然后对自己说，这也许是个糟糕的想法。这位祖先的困境，正是我们都会面临的情况——遇到某一个问題，却又不知道该如何解决。我们想着解决方法，去尝试，反复探索实验，顺便有了一点点意外发现，直至成功……或者失败。

然而，真正的面包师并不是这样做的。他们不会给每炉面包都重制一个烘焙食谱，因为他们已经掌握并牢记了面包的烘焙方法。多亏了面包食谱，面包师可以每天给我们提供面包。事实上，人类文明的发展不仅源于有些人的发明创造，也因为另有人“复制”了这些发明，才使其得以改进。

但是，我们忘却了面包食谱的宝贵之处。首先，食谱

降低了不确定性：多亏了它，面包师知道，除非突遭一场灾难，否则面包将会在晚餐时准备好。有了这个食谱，不需要什么想象力或是天赋，任何人都可以做面包。就拿两位作者来说，我们对面包烘焙没有任何天赋，但仍可以从网页上找到恰巴提的食谱，运用适当的和面力度，借助更富有想象力和才华的面包师们写下的方法，做出面包。最终，这个食谱成为了人类遗产中的一部分，在几千年的历史长河中，代代相传。

食谱就是一个算法，我们就此有了“算法”概念的初步定义：一个算法是解决一个问题的进程。我们并不需要每次都发明一个解决方案。

从这个定义不难看出，自人类历史初期，我们就一直在发明、使用和传播着各种各样的“算法”，用来烹饪、雕琢石器、钓鱼、种植扁豆及小麦，等等。

进程和符号

有些算法与面包食谱不同，它们能解决书写符号的问题，例如数字、字母等。算法汇集在一起，形成蕴含不同含义的数目、词语、句子及文本。

例如，二分查找算法的用途是在字典中搜索某个特定词。二分查找法从字典中间开始查找，对比目标词与中间词的位置，根据目标词位于中间词的前或后，来选择字典的前半部分或后半部分作为新字典，然后再用二分查找法继续查找，以此类推，直到找到目标词为止。这一算法解决涉及一种书写符号——字母的问题。还有一些算法可以实现加法、减法等，解决涉及另一种书写符号——数字的问题。这类算法被称为“符号算法”。

计算机科学家往往将“算法”一词的含义限定为此类“符号算法”。考虑到这种限制，自然，我们就不能将算法的历史追溯到文字发明之前了。然而，广义上的算法概念其实与文字同样古老。从迄今人类所发现的最古老的书面踪迹表明，古代书吏已经开始使用算法了，例如用于记账的加法和乘法。文字可能就是因此而发明的。

算法和数学

数学家们从很早便开始关注算法的设计了。比如，大约公元前 300 年的欧几里得算法可以计算两个整数的最大公约数。我们简单说明一下。读者若是在攀登数学高峰时

感到吃力，大可以直接跳过这一段，或把以下内容当作一首深奥的诗，尽量去理解。

一般来说，一个算法会在输入端接收数据，这些数据构成了算法的参数。在欧几里得算法中，输入数据就是两个不为零的整数，设为 a 和 b ，且 a 大于 b ，例如 a 等于 471， b 等于 90。通常，算法会在输出端返回另一些数据。在欧几里得算法中，输出数据是一个整数，即 a 和 b 的最大公约数。

将欧几里得算法应用在整数 471 和 90 上，即有：

用 90 和 21 替代 471 和 90，

然后用 21 和 6 替代，

接着用 6 和 3 替代，

再用 3 替代，这时 3 即为所求。

在上述例子中，算法的每一步都需要计算 a 除以 b 的余数 r ，随后用被除数 b 替代除数 a ，余数 r 替代被除数 b 。因此，由 $471=5 \times 90 + 21$ 可知，471 除以 90 的余数为 21。在第一步中，第一个数 471 被 90 替代，而第二个数 90 则被余数 21 替代，以此类推。但有一个例外：当余数为 0

时，就停止计算，且数 b 即为最终结果。这种情况出现在上述例子中的最后一步：我们用 6 除以 3，余数为 0，那么 3 即为所求。

算法也是中世纪西方数学家所关注的核心问题。数学家们引进了印度 - 阿拉伯数字，以及与这种数字系统配套的算法。其中一本著作是通晓阿拉伯语的波斯数学家穆罕默德·穆萨·花拉子米在 9 世纪撰写的《印度计算法》（*Algoritmi de numero indorum*）一书。“花拉子米”（al-Khūwārizmī）一名源自作者的出生地花刺子模地区，今属乌兹别克斯坦。有文献证明，自 1230 年起，花拉子米这个名字就成了“算法”（algorithm）一词的来源。

用语言来表达

算法会自然而然地运用到与数学有关的对象上。其实，人类的一切活动中都有算法的身影，算法概念涉及到方方面面。但我们要先解决一个关键问题：如何描述算法？

假设我们想从巴纽火车站到达位于卡尚镇的巴黎萨克雷高等师范学院。几十个学生和教师每天早上都走同一条道路：首先沿着杜邦皇家大道走，接着是布里昂城堡大

道。在不知不觉中，他们可能就用到了算法——一种从火车站到校园的程序。

谷歌地图提供了这个算法的图形形式：



同时也有一个文本形式：

- ↑ 1. 取阿里斯蒂德·白里安大道 /D920 向南方向，朝杜邦皇家大道 27 m
- ↙ 2. 杜邦皇家大道左转 260 m
- ↘ 3. 右转，朝着布里昂城堡大道 7 m
- ↘ 4. 布里昂城堡大道右转
① 穿过环岛 450 m
- ↙ 5. 左转
① 前方右侧到达目的地 33 m

如果我们给一个大学生解释这个算法，用一个简明扼要的方式就能表达清楚，但如果要给一个小孩子解释，就

需要更详尽的细节。因此，讲解算法的方式是一个社会学问题，取决于谈话对象和谈话对象拥有的常识水平。

同样，欧几里得算法也可以用文字形式表达：

计算 a 除以 b 的余数 r ，

当 r 不为 0 时，

用 b 替代 a ，

用 r 替代 b ，

继续计算 a 除以 b 的余数 r ，

当余数 r 为 0 时， b 即为所求。

维基百科又提供了一种图形表达式：

