

TURING

图灵新知

# 极简 算法史

从数学到机器的故事

[法] 吕克·德·布拉班迪尔◎著

任轶◎译



中国工信出版集团



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

# Homo 极简 算法史 Informatix

从数学到机器的故事

[法]吕克·德·布拉班迪尔◎著  
任轶◎译

人民邮电出版社  
北京

## 版权声明

Originally published in France as:

*Homo informatix* by Luc de Brabandere

© Editions Le Pommier/Humensis, 2017

Current Chinese translation rights arranged through Divas  
International, Paris

巴黎迪法国际版权代理

本书中文简体字版由Editions Le Pommier/Humensis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。

本书献给维奥莱特和玛露西亚，我的第三个和第四个孙女。

究哲学。这时，我听说了三段论、排中律、归纳和真值表等问题。探索有趣的逻辑学世界是一件伟大而令人惊喜的事。

数学、计算机科学、逻辑学——充斥我整个职业生涯的三大学科最终成就了这本书。如今，我依次接触到的三个不同世界融会贯通，构成了一个整体体系。事实上，在众多思想巨人的推动下，人类花费了三千年才建立起这个体系。在我接下来要讲述的这个故事中，读者们将遇到十几位天才，他们都不愿被局限在三大学科的任何单独一科之中。故事的架构可能有点类似向顶点汇聚的三角形——三角形以数学和逻辑为第一顶点和第二顶点，继而慢慢收敛到计算机科学这第三顶点。然而，故事更让我想到的是沙漏，而乔治·布尔就处在沙漏最狭窄的连接管里。乔治·布尔出生于1816年，他发明的二进制系统令其成为计算机科学无可争议的鼻祖，但是，布尔的创作灵感首先来自他希望将逻辑数学化的愿望。我们将看到，这个梦想貌似遥不可及，但我们也会看到，这种统一融合的想法为何会在两千多年的历史中启迪了无数的哲学家和科学家。

通常，数学、逻辑学和计算机科学都是单独分开教学

的，然而，三个学科之间的联系非常紧密。数学的两大丰碑——概率和对数，是信息论的支柱。贝叶斯公式——贝叶斯也是我们随后将结识的一位巨匠——是互联网算法的核心。正是凭借逻辑“回路”，计算机才得以展现非凡的力量。而计算机技术也推开了一扇全新的数学分支的大门——分形几何学……

因此，我要讲的其实只是一个故事。我很高兴能够给大家讲一讲这个故事。

布莱士·帕斯卡曾说过：“不认识整体就不可能认识局部，同样，不认识局部也不可能认识整体。”我听从了他的建议。并且关于这段历史，有很多好书分别讲述了其中的一部分，所以我想以一本书来概述整段历史。

我将从历史概述开始，并借助封面上的历史简图，让读者们理解书中涉及的计算机科学史的要点。本书前言的标题为“三个婚礼和一个葬礼”，为何要以这样一个名字来命名？大家会很快看到原因。书中接下来的内容由三大部分组成。

在第一部分中，我将回溯数学和逻辑学两大基础科学的起源。读者们会看到这两大学科诞生的起因和方式、进

化的主要阶段，以及为什么它们看似合乎情理的大融合，最终却被证实是不可能的事情。

在第二部分，读者们将看到计算机科学“史前史”，并在其中遇到三位生前不为人所知、之后又名扬天下的巨人——托马斯·贝叶斯、克劳德·香农和诺伯特·维纳，在计算机思维漫长的诞生历程中，这三个人的理论与乔治·布尔和艾伦·图灵的理论一样重要。

本书前两个部分都是面向过去的，第三部分将引导我们对未来进行思考——不仅要思考所有可能实现的技术，更重要的，是思考这些技术将对整个社会发展带来哪些重要挑战。

本书想要成为向所有人全面普及知识的通俗科普读本，因此我避免了所有重复和冗余的叙述，但会建议读者更仔细地思考某一个概念，或更详细地了解某一个理论要素。

我曾经询问《哲学杂志》(*Philosophie Magazine*)的主编亚历山大·拉克鲁瓦，什么才是哲学，他用一句话回答：“哲学就是喝咖啡啊！”不是宗教，不是智慧的源泉，不是治疗方案，不是精确的科学，哲学是点燃人类思想的

一门独立、完整的学科，它激励着我们与自己已然麻木不仁的思维不断做斗争。伟大的哲学家就是唤醒我们的人，他们的理念就像咖啡一样唤醒我们，使我们摆脱了麻木和平庸。现在，这些伟人邀请大家在这本书中与他们一起喝一杯咖啡！

2017年9月，于法国 La Bastide-d' Engras



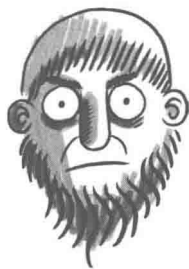


# 前言

## 三个婚礼和一个葬礼

如何看懂封面上的那些人，那些事

大约在 80 年前，第一台计算机诞生，但计算机科学史并不是从这里才开始的。为了将人类的思想用程序编写或仿真出来，我们必须能够理解、拆解、分解它。换句话说，在计算机语言中，为了能够将思想编写成代码，首先必须能够将其解码！不得不说，早在古代，人们就希望能分析思想。在数学和逻辑学各自围绕着本领域的标志性思想家逐渐发展的时期，作为当今计算机科学的基础的各种原理、规则和概念就开始萌芽了。其中两位伟大的思想家就是柏拉图和亚里士多





德。正如你在封二上的计算机科学史简图中看到的那样，计算机科学的历史也是人类梦想结合数学和逻辑学这两大相近分支的历史。在13世纪，神学家、马略卡岛上的传教士雷蒙·吕勒第一次阐述了这一梦想。但是，莱布尼茨才是这一梦想的忠实追随者。这位德国哲学家自问，这两门学科为什么自古以来就一直在并行发展？况且，二者显然是为了同样的目的——数学家和逻辑学家一样，都在试图建立不容置疑的真理，他们不断与推理错误斗争，希望树立一个正确思维的规律。

这种想把两种现有的思想结合起来，从而形成第三种思想的愿望是一种常见的创新机制。匈牙利记者兼学者亚瑟·库斯勒将这种“碰撞”（因为总是碰撞出来的）称为“异类联想”（bissociation），也就是说，将人们司空见惯的两个常见事物组成一个前所未有的新事物。

今天，我们知道莱布尼茨的梦想恐怕永远不会实现了，因为“真正的”和“可论证的”永远是两个截然不同的东西。但是另有三种异类联想，它们虽然不那么充

来，几何学在西方数学中占主导地位，然而，阿拉伯人却热衷于阐释代数的基本概念和优点。

在阿拉伯数学的概念体系中，数学家们还发明了数字“零”。古罗马人竟然没有将“零”整合到自己的数字系统中，这实在不可思议！那么，他们又是如何将 XXXV 和 XV 相加的呢？如何向人们解释这两者相加的结果是 L？<sup>①</sup> 我们还是别把话题扯远了。



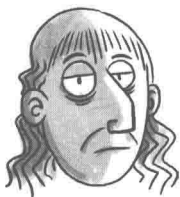
幸好，笛卡儿发明了由  $x$  轴和  $y$  轴组成的坐标系，成功地调和了几何学和代数，于是，这一坐标系被命名为“笛卡儿坐标系”<sup>②</sup>。笛卡儿的几何代数被命名为“解析几何”，解析几何至今仍然是人们建立一条曲线模型的绝佳工具。自此以后，一个圆既可以用图形描绘出来，也可以用方程  $x^2 + y^2 = r^2$  表示。而且，两种表达方式丰富了彼此的意义。

---

① XXXV、XV 和 L 分别是罗马数字 35、15 和 50。因此对于古罗马人来说，计算的难点在于要解释清楚为什么字母组合 XXXV 和 XV 相加的和是字母 L。

② 笛卡儿坐标系是直角坐标系和斜角坐标系的统称，传说是笛卡儿在生病卧床时，偶然看到屋顶墙角的蜘蛛网，继而联想到了发明坐标系。

伽利略的运气很好，通过观察金星、木星卫星的运动周期及其他一些现象，他终于以无可辩驳的方式证明了哥白尼是正确的。伽利略曾说过：“数学语言是上帝用来书写宇宙的文字。”无疑，他已经自视为柏拉图的追随者了。



第二位是布莱士·帕斯卡。这是一位生活经历相当丰富的人物，他在多姆山筹划的实验证明了大气压强的变化，他写就了著名的《思想录》，他帮助做税务工作的父亲打造了第一台计算器，还在巴黎建成了第一个公共交通系统！

在帕斯卡丰富多彩的经历之中，最让我们感兴趣的是他创建概率论的故事。事实上，帕斯卡对亚里士多德的“目的论”提出了质疑，并假定很多事件纯属偶然。但更重要的是，帕斯卡打算将这个偶然性计算出来！帕斯卡将这一新学科命名为“随机几何学”，并证明，如果同时投掷两个骰子，只有  $11/36$  的机会能至少出现一个 6<sup>①</sup>。简而

---

① 也就是说，如果同时投掷两个骰子，一个掷出 6 而另一个不为 6 的概率为  $10/36$ ，掷出双 6 的概率为  $1/36$ ，因此至少掷出一个 6 的概率为  $11/36$ 。

言之，帕斯卡建立了规则，在给定一个原因的条件下，能够计算出某个给定结果的概率。



不久之后，一位好奇心极强的英国牧师托马斯·贝叶斯决定以另一种方式提出疑问。他想知道，如果给定一个结果，那么产生该结果的原因的概率是多大？换句话说，如果掷骰子掷到一个6，那么骰子被动了手脚的概率是多大？

当然，戈特弗里德·威廉·莱布尼茨的伟大梦想才是本书所讲故事的奠基石。将数学和逻辑学进行异类联想？这位德国哲学家相信，这是有可能的。相传在讨论过程中，如果与对话者产生了分歧，莱布尼茨就会说：“那好吧，让我们来计算一下！”



除此之外，莱布尼茨与牛顿同时独立建立了微积分的基础，也就是无穷小的方程。二人并未就此交换过意见<sup>①</sup>。

---

① 数学界在“到底是谁发明了微积分”这个问题上存在争议，因为牛顿和莱布尼茨几乎在同一时期各自创立了微积分。但是，二人创立的微积分理论其实都不严格。

一种图形表示方法，通过重叠的圆来解决“三段论”——在图中河流右侧的石碑上刻着三段论的理念，我们后面将详细讨论这个问题。欧拉的圆在今天被称为“文氏图”<sup>①</sup>。这再次印证了“斯蒂格勒定律”<sup>②</sup>，任何科学发现都没有根据其最初发现者的名字而命名！

康德也曾住在哥尼斯堡。他在逻辑学和数学领域没有做出什么决定性的贡献。康德没有真的将逻辑学和数学等学科看作有用的课题项目。他不是



写过“亚里士多德的逻辑是一门完备的科学”吗？当然，这里面包含着谦虚的意味，但对于康德这样一位天才来说，如此缺乏洞察力，着实令人惊讶。

但是，康德在我们的故事中尚有一席之地，至少出于以下两个原因。首先，在他的著作《纯粹理性批判》中，事实上，康德尝试颠覆作为主体的“我们”和在我们周围的客体之间的关系。这一大胆尝试让心理学等全新研究领

① 19世纪英国数学家约翰·维恩发明的表示集合或类的草图。

② 又名“名字由来法则”，是美国统计学家史蒂芬·斯蒂格勒提出的定律，指出科学发现或定律的命名最终大多归功于后来更有名望的科学家，而非其原发现者或创始人。

域一下子成为可能，并且，我们后面将会看到它对新兴的计算机技术的影响。

此外，康德曾说过，为了完成这个“哥白尼式革命”，必须有一个空间的先验概念。简而言之，康德认为，如果我们能够感知一个客体，是因为这个客体是属于空间的，并且，客体所在的这个空间是欧几里得创立的欧氏几何空间。



我们把乔治·布尔置于历史简图的中心，这并不是巧合，因为他恰好处于两个世界的交汇处。他推动了莱布尼茨的梦想。同时，为了将亚里士多德的三段论和代数进行异类联想，换句话说，为了找到“推理的方程”，布尔发明了二进制编码，使得验证论据就如同证明定理一样成为可能。

布尔最初的想法很简单。人们用算术完成加法和乘法，用逻辑讨论“或”和“与”，那么，为什么不尝试把上述两种方法结合起来呢？假设有两个彼此相交的集合，其中一些元素只属于两个集合中的一个，即为逻辑或，而另一些元素为两个集合所共有，即为逻辑与。例如，如果



有两个集合，一套木制品和一套乐器，那么木棍只属于前者，小号只属于后者，而小提琴则同时属于两者。逻辑或类似于加法，因为我们考虑到两个集合之和。于是布尔开始思考，两个集合的共有部分会不会有一点相当于乘法？

他的研究最终得到了方程  $x^2 = x$ ，而这个方程仅在  $x$  等于两个值时才能成立，即 0 和 1。如此一来，二进制运算比计算机技术早诞生了整整 100 年！

从计算机科学史的角度来看，布尔虽然在亚里士多德的逻辑中发现了两处错误，却反而因此强化了亚里士多德在历史上不可动摇的地位。这有点难以置信，但无论如何，万变不离其宗……

但在我们的故事中，布尔也标志着逻辑史的终结（见第一部分）。

## 香农与信息论

1931 年，保险丝终于烧断了。库尔特·哥德尔公布了他的“哥德尔不完备性定理”。在这个定理中，哥德尔证明了“真实的”和“可证明的”是两个截

