

汉译世界学术名著丛书



计算机与人脑

[美] 约·冯·诺意曼 著



SINCE 1897

商务印书馆
The Commercial Press

汉译世界学术名著丛书



计算机与人脑

[美] 约·冯·诺意曼 著

甘子玉 译



商务印书馆

2011年·北京

图书在版编目(CIP)数据

计算机与人脑/(美)诺意曼著;甘子玉译. —北京:
商务印书馆, 2011

“汉译世界学术名著丛书”(分科本)

ISBN 978 - 7 - 100 - 07897 - 9

I. ①计… II. ①诺…②甘… III. ①电子计算机—
基本知识②脑—基本知识 IV. ①TP3②R338.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 042392 号



所有权利保留。

未经许可,不得以任何方式使用。

汉译世界学术名著丛书(分科本)

计算机与人脑

[美] 约·冯·诺意曼 著

甘子玉 译

商务印书馆出版

(北京王府井大街36号 邮政编码100710)

商务印书馆发行

北京外文印刷厂印刷

ISBN 978 - 7 - 100 - 07897 - 9

2011年5月第1版 开本 880×1240 1/32

2011年5月北京第1次印刷 印张 2 1/2

定价: 10.00 元

John von Neumann

THE COMPUTER AND THE BRAIN

©1958 by Yale University Press, Inc.

简体中文中国内地版权

©2001 商务印书馆经

Yale University Press, Inc 授予

内 容 提 要

这本书是自动机(以电子计算机为代表)理论研究中的重要材料之一。原书是冯·诺意曼在1955—1956年准备讲演用的未完成稿。著者从数学的角度,主要是从逻辑和统计数学的角度,探讨计算机的运算和人脑思维的过程,进行了一些比较研究。书中的许多技术推论带有预测性,尚待今后实验研究及进一步探讨才能判断其是否正确。至于书中的一些理论概括,其哲学观点是错误的,希望读者以分析、批判的态度来研究。

本书适合于自动机理论、控制论、计算技术和仿生学等方面的读者参考,对控制论问题有兴趣的哲学工作者,也可以阅读本书提供的材料。

汉译世界学术名著丛书(分科本)

出版说明

我馆历来重视译译世界各国学术名著。从1981年开始出版“汉译世界学术名著丛书”，在积累单行本著作的基础上，分辑刊行，迄今为止，出版了十二辑，近五百种，是我国自有现代出版以来最重大的学术翻译出版工程。“丛书”所列选的著作，立场观点不囿于一派，学科领域不限于一门，是文明开启以来各个时代、不同民族精神的精华，代表着人类已经到达过的精神境界。在改革开放之初，这套丛书一直起着思想启蒙和升华的作用，三十年来，这套丛书为我国学术和思想文化建设所做的基础性、持久性贡献得到了广泛认可，集中体现了我馆“昌明教育，开启民智”这一百年使命的精髓。

“丛书”出版之初，即以封底颜色为别，分为橙色、绿色、蓝色、黄色和赭色五类，对应收录哲学、政治·法律·社会学、经济、历史·地理和语言学等学科的著作。2009年，我馆以整体的形式出版了“汉译世界学术名著丛书”(珍藏本)四百种，向共和国六十华诞献礼，以襄盛举。“珍藏本”出版后，在社会上产生了良好反响。读书界希望我们再接再厉，以原有五类为基础，出版“分科本”，既便于专业学者研读查考，又利于广大读者系统学习。为此，我们在



“珍藏本”的基础上,加上新出版的十一、十二辑和即将出版的第十三辑中的部分图书,计五百种,分科出版,以飨读者。

中华民族在伟大复兴的进程中,必将以更加开放的姿态面向世界,以更加虚心的态度借鉴和吸收人类文明的成果,研究和学习各国发展的有益经验。迻译世界各国学术名著,任重道远。我们一定以更大的努力,进一步做好这套丛书的出版工作,以不负前贤,有益社会。

商务印书馆编辑部

2011年3月



译者序

人类的劳动和智慧,创造了机器。机器是人手的延长。最近大约二十年来出现的现代自动控制技术(其中以大型电子计算机为最典型),也是人手和人脑的劳动产物,它们能够对思维的某些特征进行模拟,代替了人脑的某些思维功能,可以说,它们也是人脑的“延长”。在科学技术上,把以电子计算机为代表的自动机来和人脑作比较探讨,是自动机理论研究中的一个重要方面,对自动机的研究设计有帮助(当然,应该牢记,两者有着本质的区别)。同时,这些比较研究,对于探索人脑思维的活动过程,也可能有一定意义。

《计算机和人脑》一书,是这方面研究的重要材料。著者冯·诺意曼是这个研究领域的开拓者之一,在本书中,他试图对他自己的和其他人的有关研究成果进行概括。本书共分两部分。第一部分讲计算机,概述模拟计算机和数字计算机的一些最基本的设计思想和理论基础,探讨其中的若干问题,并对这两类计算机的特征及其比较,加以评述。第二部分讲人脑,著者从数学的角度,主要是从逻辑和统计数学的角度,讨论了神经系统的刺激—反应和记忆等问题,提出神经系统具有数字部分和模拟部分两方面的特征,探讨了神经系统的控制及逻辑结构。所有这些讨论,都注意了拿



人造的自动机(计算机)和“天然的自动机”(人脑)来作技术比较。他认为,人脑的“逻辑深度”和“算术深度”都比计算机小得多,但有许多现代计算机所不能比拟的优越性。比如,同样容积的神经元比人造元件能完成更多的运算,能同时处理更多的信息,记忆容量也大得多,每个神经元件的准确度较低而其综合的可靠性较高等等;人脑和计算机,无论在控制或逻辑结构上,都有巨大区别。通过这些比较和探讨,提出了一些富于启发性的、值得进一步进行实验和理论探讨的问题。在这些方面,可供对自动机理论、控制论、计算技术、仿生学等有兴趣的读者批判地参考。当然,书中的许多议论是预测性的,随着对人脑思维过程和自动技术的研究成果之增加,肯定会有许多预测需要更改。

应该指出,近年来,围绕着自动技术的新成就和自动机理论的发展,产生了一股反动的思潮。资产阶级的“思想家”们(其中也有自然科学家),歪曲和利用这方面的成就,把人脑和自动机等同起来,鼓吹“机器能够思维”、“出现了有生命、有意识、有理智的机器”、“机器比人聪明”、“人类将被机器统治”等等谬论,作出种种反动的、谬误的哲学概括和社会政治方面的结论。我们应该以马克思列宁主义为武器,和这些反动思潮作斗争,彻底批判这些反动思想;同时,对自动控制技术和自动机理论研究的成果,作出正确的哲学评价和社会政治结论,以促进这些新兴科学技术的健康发展。

冯·诺意曼在本书中,虽然还没有作出直接的社会政治结论,可是在若干理论概括中,其哲学观点是错误的。例如,冯·诺意曼在作了人脑和计算机的各种技术上的比较后,作出这样



的推论：既然神经系统和计算机的逻辑结构有很大区别，那么，我们现在所用的逻辑和数学，也就和语言一样，同是历史的、偶然的表达形式（参阅本书第十六章）。译者认为这个推论是谬误的。因为逻辑思维的形式，不是人们主观任意的产物，而是客观物质世界中各种事物的一定关系在人脑中的反映*。这些思维的形式，固然有必要借助于语言来表达、来形成，同一思想也可以用不同语言来表达、来形成，但是，其思维规则却是同一的。冯·诺意曼的这个错误推论，和唯心主义的逻辑实证主义很相似。逻辑实证主义者认为：逻辑的规律、规则，是一种“纯粹”思维的假定与任意的产物，它和对客观现实的认识无关，只是一种人为的设置。译者希望，本书能为研究控制论哲学问题的读者，提供一份分析、批判的素材。

本书根据耶鲁大学出版社1958年版译出。原书是冯·诺意曼为耶鲁大学西利曼讲座(Silliman Lectures)准备的讲稿。讲座原定在1956年春举行，因冯·诺意曼患病并于1957年春病故，这个讲稿没有写完，因此这是一本未完成的稿子。在讲稿的许多地方，并没有把意思展开和解释清楚。译者虽然力求确切地翻译，但原书内容涉及计算技术、数学、神经生理学等许多方面，因限于水平，译文中错误与不确切之处必定难免，欢迎读者予以指正。

原书冠有冯·诺意曼妻子所写的纪念性的序言，因与本书内

* 当然，逻辑只是思维的规律。它们不是物质过程的规律，而是物质过程的反映之规律。如果思维的材料是不符合事实的，思维再合乎逻辑，也只能得到错误的结果。



容无关,不附在这个译本中。但序中追述了冯·诺意曼的一些经历情况,对分析他的学术思想可能有些用处,译者再参照别的书籍,据而编写了一份不完备的材料,作为本书附录,以供读者参考。

译 者



目 次

引言	1
----	---

第一部分 计算机

第一章 模拟方法	3
常用的基本运算	3
不常用的基本运算	4
第二章 数字方法	5
符号,它们的组合与体现	6
数字计算机的类型及其基本元件	6
并行和串行线路	7
常用的基本运算	7
第三章 逻辑控制	9
插入式控制	10
逻辑带的控制	10
每一基本运算只需要一个器官的原理	11
由此引起的特殊记忆器官的需要	12
用“控制序列”点的控制	12
记忆存储控制	14



记忆存储控制的运算方式	17
控制的混合方式	17
第四章 混合数字方法	18
数的混合表现,以及在此基础上建造的计算机.....	19
第五章 准确度	20
需要高度的准确度(数字的)之理由	21
第六章 现代模拟计算机的特征	23
第七章 现代数字计算机的特征	24
作用元件,速度的问题.....	25
所需的作用元件的数目	25
记忆器官的存取时间和记忆容量	26
以作用器官构成的记忆寄存器	26
记忆器官的谱系原理	27
记忆元件,存取问题.....	28
存取时间的概念之复杂性	29
直接地址的原理	30

第二部分 人脑

第八章 神经元功能简述	32
第九章 神经脉冲的本质	33
刺激的过程	34
由脉冲引起的刺激脉冲的机制,它的数字特性.....	35
神经反应、疲乏和恢复的时间特性.....	36
神经元的大小,它和人造元件的比较.....	38



能量的消耗,与人造元件的比较	40
比较的总结	40
第十章 刺激的判据	42
最简单的——基本的逻辑判据	42
更复杂的刺激判据	44
阈值	44
总和的时间	45
接收器的刺激判据	46
第十一章 神经系统内的记忆问题	48
估计神经系统中记忆容量的原理	49
运用上述规则估计记忆容量	50
记忆的各种可能的物理体现	51
和人造计算机相比拟	53
记忆的基础元件不需要和基本作用器官的元件相同	53
第十二章 神经系统的数字部分和模拟部分	54
遗传机制在上述问题中的作用	55
第十三章 代码,及其在机器功能的控制中之作用	56
完全码的概念	56
短码的概念	57
短码的功能	58
第十四章 神经系统的逻辑结构	59
数字方法的重要性	59
数字方法和逻辑的相互作用	59
预计需要高准确度的理由	60



第十五章 使用的记数系统之本质:它不是数字的 而是统计的	61
算术运算中的恶化现象;算术深度和逻辑深度的作用	62
算术的准确度或逻辑的可靠度,它们的相互转换	63
可以运用的信息系统的其他统计特性	63
第十六章 人脑的语言不是数学的语言	64
附录 关于本书著者冯·诺意曼	66



引 言

由于我既不是一个神经学专家,又不是精神病学家,而是一个数学家,所以,对这本书需要作若干解释与申明。本书是从数学家的观点去理解神经系统的一个探讨。然而,这个陈述中的各个要点,都必须立即予以界说。

首先,我说这是企图对理解神经系统所作的探讨,这句话还是夸张了。这只不过是系统化了的一组推测,预测应该进行怎样的探索。这就是说,我企图揣测:在所有以数学为引导的各研究途径中,从朦胧不清的距离看来,哪些途径是先验地最有希望的,哪些途径的情况似乎正相反。我将同时为这些预测提供某些合理化的意见。

其次,对于“数学家的观点”这个词,我希望读者作这样的理解:它的着重点和一般的说法不同,它并不着重一般的数学技巧,而是着重逻辑学与统计学的前景。而且,逻辑学与统计学应该主要地(虽然并不排除其他方面)被看做是“信息理论”的基本工具。同时,围绕着对复杂的逻辑自动机和数学自动机所进行的设计、求值与编码工作,已经积累起一批经验,这将是信息理论的大多数的注意焦点。其中,最有典型意义的自动机(但不是唯一的),当然就是大型的电子计算机了。



应该顺便指出,如果有人能够讲出关于这种自动机的“理论”,那我就非常满意了。遗憾的是,直到目前为止,我们所据有的——我必须这样呼吁——,仍然只能说是还不完全清楚的、难于条理化的那样“一批经验”。

最后,应当说,我的主要目的,实际上是要揭示出事情的颇为不同的一个方面。我希望,对神经系统所作的更深入的数学的研讨(这里所说的“数学的”之涵义,在上文已经讲过),将会影响我们对数学自身各个方面的理解。事实上,它将会改变我们对数学和逻辑学的固有看法。这个信念的理由何在,我将在后文加以解说。



第一部分 计算机

我从讨论计算机系统的基础原理以及计算机的实践开始。

现有的计算机,可以分为两大类:“模拟”计算机和“数字”计算机。这种分类,是根据计算机进行运算中表示数目的方法而决定的。

第一章 模拟方法



3

在模拟计算机中,每一个数,都用一个适当的物理量来表示。这个物理量的数值,以预定的量度单位来表示,等于问题中的数。这个物理量,可以是某一圆盘的旋转角度,也可能是某一电流的强度,或者是某一电压(相对电压)之大小等等。要使计算机能够进行计算,也就是说,能按照一个预先规定的计划对这些数进行运算,就必须使计算机的器官(或元件),能够对这些表示数值进行数学上的基本运算。

常用的基本运算

常用的基本运算,通常是理解为“算术四则”的运算,即:加($x+y$)、减($x-y$)、乘(xy)、除(x/y)。