

控制论与系统论丛书

(英) B.H. 鲁道尔 著

梁 前 文 译

耿 立 大 校

计算机 与 控制论

COMPUTERS
AND
CYBERNETICS

陕西科学技术出版社

计算机与控制论

〔英〕B.H.鲁道尔 著

梁前文 译

耿立大 校



201520372

陕西科学技术出版社

责任编辑 何 越

控制论与系统论丛书

计算机与控制论

〔英〕B.H.鲁道尔 著

梁前文 译 耿 达 校

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街 131 号)

陕西省新华书店发行 国营五二三厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 8 印张 2 插页 140 千字

1987 年 3 月第 1 版 1987 年 3 月第 1 次印刷

印数: 1 — 10,000

统一书号: 13202·90 定价: 1.98 元

Cybernetics and systems series
COMPUTERS AND CYBERNETICS
B.H.RUDALL

First published in 1981 by
ABACUS PRESS

Abacus House, Speldhurst Road, Tunbridge Wells, Kent TN4 0HU

丛书总序

在过去的 20 年中, 控制论和系统论中的学科以及它们交叉的学科都有了很大的进展。已经出版了几百本书籍, 涉及这些学科各个方面。此外还出版了各种专业杂志和大量的会议论文集, 建立了各国和国际性的研究学会。这些重要的进展反映了第二次工业革命, 或者说控制论革命的进程。

我们感到很有必要出版一套严格论述而又容易看懂的控制论和系统论专著, 每本专著涉及一个专门的领域。这样可以把读者的范围从专家扩大到普通人, 使他们也能了解这些学科的最新进展。这些学科正在迅速地成为极其重要的学科, 它们的进展冲击着我们生活和社会的各个方面。第一批丛书包括 12 个专题。它们是:

控制论的哲学基础

人工智能

经济控制论

模型与系统的模型化

医学控制论

计算机与控制论

模糊系统

管理控制论

控制论与社会

自动化与控制论

一般系统论

神经控制论

这些书的作者都是他们专业领域里的专家，并且享有很高的声望。这些书力求采用明白易懂的表述，而避免过多的数学符号和抽象的论述。我们希望每一本专著既是专业研究的标准读物，又能引起一般读者的兴趣。我们的时代是科学蓬勃发展的时代，它给社会带来的福利和对人类未来的影响又是难以捉摸的，因而对有关问题获得深刻的洞察是极为重要的。这将有助于我们理解现实并对未来更加充满信心。

J. 罗斯

于布莱克本

序 言

本书具有双重的目的。首先是为使用计算机的所有的控制论工作者和其他专业人员提供关于计算机的基础知识。为了对控制论有更多的了解，很重要的一点是要对计算机及其运行方式有某种了解，这是本书的一个主题思想。

第二个目的是考察控制论对计算机发展所作的贡献并尽可能指出控制论理论的应用。

第一台电子数字计算机是四十年代建成的。在过去的四十年里，我们目睹了在当时完全无法想象的飞跃进展，在技术高速增长的这一时期中，我们看到计算机和控制论相互推动，共同成长。

微电子学的最近发展深刻地影响了我们对计算机的研究。我相信，对控制论工作者来说，了解微电子学不仅对控制论而且对整个社会的影响是非常重要的。

本书的基本主题是，计算机在不同时期的发展情况及其所反映的各个时期在设计和制造方面的技术。事实上，最新的发展使人们可以把计算机比作一个带有滑动盖的盒子。但是，与四十年代和五十年代的信念相反，现在滑动盖是代表迅速变化的技术，而盒子则是在软件方面的投资，如程序，

编译系统，程序包，无论提出了什么样的新计算机结构，我们都不能没有这些软件。

我相信，计算机在控制论中占有重要的地位，因为控制论在实际问题中的大多数应用都牵涉到了计算机，而且越来越多的理论研究都依赖于计算机设备。毫无疑问，计算机是控制论工作者武库中的主要武器之一，但是只有在它的许多功能得到了适当的研究之后，它才可能成功地得到应用。

各章的选择原则是要使这些功能可得到一定程度的详尽讨论，特别是第一章对计算机在控制论中的作用进行了广泛的考察。以后各章讨论人即计算机用户与计算机的相互作用。对计算机科学的许多著名课题，包括程序语言和语言处理系统采用了控制论的处理方法。

对现代计算机的任何讨论都不能忽视微电子学的发展问题，第三章讨论微电子学和控制论，也讨论了引入微处理机和微型计算机所产生的影响以及产生这些系统所需要的软件所使用的新方法。未来也许取决于多微处理机系统，第九章则仔细考察了这一预言是否能实现。最后，在这一主题思想的发挥中显然可以看到，人机接口是我们所面临的最有挑战性的问题之一。最后一章把这些思想联系在一起，提出自动化接口这一问题。

我认为，计算机科学家可以根据控制论思想澄清自己领域的若干问题，同样无疑的是，控制论工作者对计算机有一定的了解也可以为自己的领域更好地工作。

我感谢本丛书主编 John Rose 博士在我写本书时所给

予的支持和鼓励。我的妻子 *Mary* 读过本书并对书中内容提出了建设性的意见，我要特别感谢她。另外我也要感谢 *Clapton* 太太在事务上的帮助以及 *Tony Griffiths* 先生作了一些插图。

北威尔士大学学院

B.H. 鲁道尔

目 录

丛书总序	(1)
序 言	(i)
第一章 导言——控制论中的数字计算机	(1)
第二章 人机之间的相互作用	(27)
第三章 微电子学和控制论工作者	(48)
第四章 控制论和程序语言	(77)
第五章 软件模块的说明和接口的控制论研究	(111)
第六章 程序语言处理系统的控制论研究	(134)
第七章 控制论和语言编译程序	(152)
第八章 控制论中的微处理机——软件研究	(176)
第九章 控制论中的微处理机——多处理机 系统的模拟	(189)
第十章 向自动化接口迈进	(204)
人名索引	(227)
主题索引	(234)

第一章

导言——控制论中的数字计算机

计算机在控制论中起着越来越重要的作用，计算机及其与控制论的结合所产生的影响使这一领域的研究在下一个十年里将得到巨大的发展。

数字计算机可以提供象人类大脑^[1]或人类行为这样复杂系统的模型，它提供了模拟和综合如人类神经系统这类系统的工具，计算机使我们能够处理目前我们用任何其它手段都不能处理的信息，执行目前我们用任何其它手段都不能执行的解题过程。本章的目的并不是讨论控制论的基础理论或考察它的哲学基础，而是介绍现有的研究课题以及计算机在这些课题发展中所起的作用。“控制论”是诺伯特·维纳为一门植根于数学、哲学、心理学、生理学、科学哲学、逻辑学、可能还有许多其他学科的新兴学科所选取的名字，它是综合了许多相互关联课题的一门学科。

在问题讨论之中，人们普遍都认为控制论是研究控制和通讯理论的科学，控制论研究既来源于动物界又来源于机器。除了上面已经提到的关于控制和通讯问题的亲缘学科外，我们现在还要再加上电子工程、计算机工程和新创立的

计算机科学这些学科。事实上，控制论看来是包含很多学科特点的总体，因此有一个很宽的学科范围。

维纳在 1948 年通过他的《控制论或动物和机器的控制及通讯》一书所作出的贡献^[2]把这一学科引入欧洲，虽然在 1948 年以前他已经作了很多重要的工作。随后，1951 年在巴黎召开的第一次国际会议确立了这一领域。自那时以来，这一学科的发展一直方兴未艾。维纳不仅作为一名数学家对其发展作出了贡献，而且还因为他能够发现并指出把许多学科结合在一起的联系，他意识到它未来的重要性以及通讯、自动控制和信息理论将要取得的巨大发展。维纳始终不渝地强调这些学科在概念上的统一。控制论自他所处的时代以来显然取得了迅速的进展，现在它的应用已经影响到我们每一个人的日常生活。

四十年代后期，对控制论的发展起了最重大影响的是在第二次世界大战期间出现的新型计算机。据说，维纳从事过防空瞄准预测机械的工作，而与他同时代的其他人也从事过类似的研制工作。可以处理信息的机器的发展，对当时思想界所产生的影响，在这一时期科学家的著作^[3]中很快就表现出来了，例如这些机器与医学和神经生理学方面工作的结合，很快就产生了新的理论和展示了令人兴奋的前景。把神经主网络看作逻辑计算机的概念，产生了关于这样的处理器与新出现的机器之间存在着类似性的理论^[4]。另一个重要的思想——闭合（负反馈）环——成了控制的中心概念。生物学和新机器技术之间的类似性，很快就被确认为是控制论

这一新兴学科关心的主要对象。

在控制论发展^[6]中所提出的某些问题包括创立具有硬件模型或没有硬件模型的有效理论,以便可以模拟人类和其它生物行为的各方面的情况或制造出人工智能,这被称为综合问题,其中也包括模拟问题,模拟可产生关于人类或其它生物行为的模型或理论。最后,还有用模型产生和模拟全部人类和动物行为的问题,这些模型在结构上与人类和动物是相同的。

主要分支



图 1.1 数字计算机和控制论的某些主要领域

图1.1显示了控制论被划分成的几个主要组成领域,使

用数字计算机至少是这些研究活动的共同特征。当然，任何划分都是人为的。实际上，研究工作有很多的重叠部分。然而数字计算机并不限于用于数值计算，精心设计的“软件”在大多数研究领域中得到发展，建立了专用的程序语言，研制了专用的程序库或程序包（参见图 1.2）。

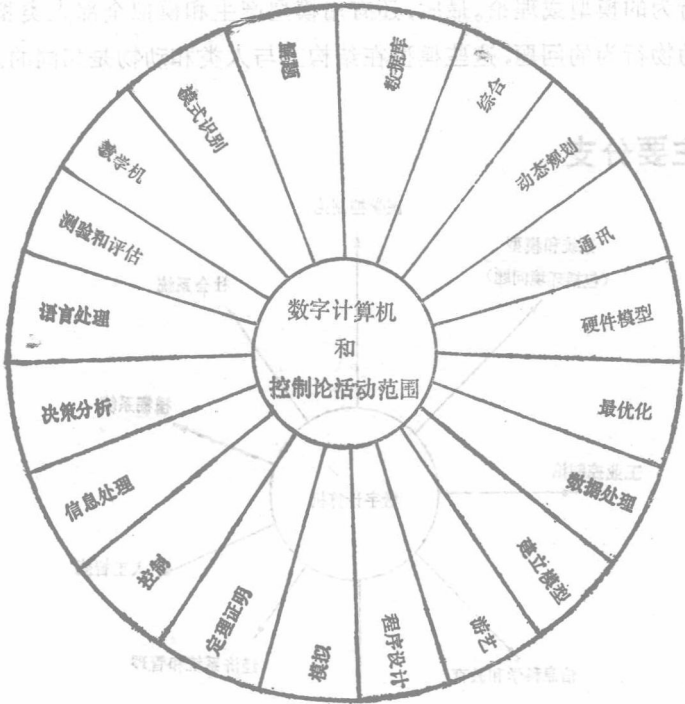


图 1.2 数字计算机在控制论中的某些应用

在社会系统的控制论领域工作的研究人员为了控制论而研究社会系统的模型和对它的模拟[6]。他们要求建立数学模

型来帮助他们解决社会问题，并要求在计算机上建立这些模型。模拟要求使用模型，而模型往往具有未来的价值，这将涉及到各种形式的预测，常常需要建立不同种类的模型。高速计算机使这种实验过程成为可能。计算机模拟避免了对某些复杂系统进行几乎难以解决的数学分析和推理工作。模型的建立者在设计过程中却可遇到较少的限制因素。当前，在计算机化方面为各种目标而建立世界模型是经常采用的方法。非常大的系统，无论是自然系统还是大规模生产系统，在结构上常常是分层次的，因而是可分解的。利用这些特点，计算机模拟就会大为简化，然而人们常常感到，无论我们的计算机多大，速度多快，大自然所建立的系统则更大更复杂，以致不能在计算机上得到完全的模拟。因此，模拟永远要考虑到计算效率问题。

可以区分两种类型的模拟^[7]。在全计算机模拟中，模拟是由计算机执行的，人不干预或增补这一过程。在人机模拟中，产生了人机之间相互作用的问题。在交互式模拟模型中，人和计算机轮流影响模拟的进行并能学到更多的关于该系统状况的知识。指出以下一点是有趣的，即相互作用藉以实现的物理工具的范围，可以从一个单一的带有键盘的显示终端到一个具有许多不同类型的输入和输出装置的完整的计算机控制的形势分析室^[8]。

在关于控制论科学的任何讨论中提出的主要问题之一是，计算机能否思维。为了回答这一问题，一定要对智能的本质以及能否对它分析和模拟进行某些讨论^[9]。极为重要的

是我们能否在事实上有效地建立一种“智能”系统——无论是机器的还是无机的。因此，控制论关注人工智能（AI）及其在各种领域的应用，这些领域不仅有生物学方面的，而且也有商业、教育、经济和许多其他显然相互并不联系的一些学科。

人工智能的发展极其依赖于高速计算机，在人工智能方面取得的进展也反映出计算机技术的进展。当代，在人类思维许多方面的模拟中已经取得了相当可观的进展，如计算机编程序去下棋已达到很高的水平，定理证明的程序和程序证明程序已经在发展中，机器人学这一学科已很重要，可控制的和装备了人工“眼”的工业机器人正在工作。作为人工智能研究所得到的副产品已经产生了更为先进的计算机系统，这些机器现在能用自然语言来加以操作，提供了多种多样的为人工智能领域工作而发展起来的专用程序语言。

因此，在人工智能的两个方面用到了计算机。第一方面是提供了一种手段，可用来为机器编程序表现各方面的智能活动（既可供分析，也可用来模拟）。第二方面对机器的用户具有更直接的重要性，即是把人工智能技术和进展用于计算机设计和计算机所装备的“软件”，新的程序或软件更加强了机器的能力。机器的改进了的“学习能力”，接受和理解自然语言和其它语言系统的能力、逻辑的普遍应用和进行归纳推理和演绎推理的能力^{[10][11]}等都表明了这一点。

当前，计算机在人工智能领域的某些应用，不仅证明了需要在机器上执行象情报检索这样的一些容易编制程序的操

作，而且也证明了进行逻辑推理和检索数据的能力^[12]。在用到了问答技术的场合，也对在“对话”型程序中所做的类似的推理进行了研究。学习系统的计算机模型也得到了发展^[13]，这种学习系统可以通过学习过程从环境中获得信息，并把这些信息组织到分级结构中去，人工智能的各概念也被用到计算机辅助学习（CAL）领域。古斯（Ghose）指出，把数理逻辑中研究的“证明”概念加以修改，能产生一种问答型的对话系统，比程序教学中的练习法更象苏格拉底的说服法^[14]；自然语言正在被用作 CAL 系统的通讯手段，这种系统是为交互式计算系统^[15]而研制的，其中知识库以语义网络的形式而组成。奥希（O'shea）把人工智能应用于计算机辅助教学（CAI），发展了一种自改进的教学系统^[16]。这些系统的设计都有两个组成部分：第一个是适应性教学程序，其中的教学方法表示为一组产生式规则；第二个组成部分是用对这组产生式规则进行实验性改变的方法来执行该系统的自改进功能。

使用数字计算机来进行模式识别是人工智能最重要的研究之一，许多利用数字计算机运算威力的模式识别系统已经被研究出来，“学习”模式识别的系统也已经产生^[17]。在这一工作中所用的大多数计算机系统都有组织得较好的主存贮器和备用存贮器。在“并行”处理和“分布”处理方面的新进展，已经对设计识别过程的指导思想产生了影响。

人工智能的最新研究成果令人鼓舞，但是，当然也有一些极难在计算机上模拟和分析的人类智能。为克服这些限