

ENGINEERING

CYBERNETICS

工 程

控 制

[美] 罗伯特 M. 格洛里索 著

科学出版社

73.025
483

工 程 控 制

〔美〕 罗伯特 M. 格洛里索 著

李清泉 张 钹 刘玉萍 译

科 学 出 版 社

1 9 8 1

D-65/22
内 容 简 介

本书是以人工智能为主要内容的一本导论课教材,除了机械人之外,人工智能的其他方面本书几乎都涉及到了,但全书的重点是在工程控制应用方面。阅读本书时,需要具备一定的开关理论、概率统计和计算机程序等方面的知识。

全书共十一章,主要内容为:人工智能定义和技术、机器博弈方法、自动机理论、自适应、学习、自组织和自修复技术,以及它们在控制、通信和计算机等领域中的应用;此外,还有神情模型和阈逻辑以及模式识别等。书中各章都附有一定数量的习题。

读者对象:高等学校自动控制或相近专业的师生,从事人工智能和工程控制的有关科技人员。

Robert M. Glorioso

ENGINEERING CYBERNETICS

Prentice-Hall, Inc. 1975

工 程 控 制

[美] 罗伯特 M·格洛里索 著
李清泉 张 钺 刘玉萍 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1981 年 2 月第 一 版	开本: 787×1092 1/32
1981 年 2 月第一次印刷	印张: 10 3/8
印数: 0001—6,920	字数: 216,000

统一书号: 15031·318

本社书号: 1963·15—8

定 价: 1.60 元

译 者 的 话

工程控制论属于技术基础理论学科，它与工程实践密切相关，涉及范围很广，且与许多邻近学科互相渗透。因此，工程控制论究竟应当包括哪些主要内容，至今还没有一个一致的看法。由于作者观点不同，虽然都用“工程控制论”这一名称，但内容差异往往很大。如果把工程控制论看成是经典控制理论的提高和发展，它无疑应包含现代控制理论——所谓“第二代控制理论”的内容。倘若把工程控制论限于所谓“控制论”的范畴，则就可能象本书这样，把它的内容偏重于人工智能方面。当然，还有其他的看法和做法。

本书是为从事控制和计算机科学的研究生和高年级学生而写的，是一本主要内容为人工智能的导论课教材，除了机械人之外，人工智能的各个方面几乎都涉及到了。由于人工智能作为一门新兴的科学领域，还是近二、三十年的事情，至今仍在不断发展和完善，所以本书取材是否妥当，完全有待于进一步探讨。但就一门导论课来讲，我们认为，作者在有限的篇幅里，能简明扼要地介绍这门新兴学科的概貌，对初学者还是很有帮助的。因此，我们将它译出，供初次参加这个领域工作的同志和对此有兴趣的读者参考。

在翻译过程中，凡我们认为原书有错误之处，都一一进行了订正。为了便于控制专业的学生阅读，我们在书中加了若干注解。关于译名，我们都尽量采用目前已经流行的译法，至于尚无译名或无统一译名的词的译法，仅是我们的一种浅见。限于译者水平，译文中定有许多不妥之处，敬请读者批评

指正。

本书前两章由刘玉萍同志翻译，第三至六章由张钹同志翻译，第七至十一章由李清泉同志翻译，最后由李清泉同志对全书进行统一校对。

译 者

1979年11月10日于清华大学

原 序

本书是（美国）麻萨诸塞大学电机与计算机工程系的教材，供一学期使用。从有利于学生从事人工智能，模式识别，自适应控制，自适应通信，以及系统设计等方面的工作来看，本课程不仅可作为工程科学和计算机科学两个领域的研究生的导论课，也可作为四年级学生的选修课。即使少数三年级学生能成功地学完这门课，但对于学习了计算机和开关理论导论课的多数四年级学生来讲，学习本课程就更容易了。因此，学习本课程的基础是开关理论，适当的概率或随机信号理论的知识，以及熟悉计算机的程序设计。

人们对自适应，学习，自组织，自修复，机器博弈，模式识别，以及人工智能等学科的关注已持续二十多年了，这些学科的总体一般称之为控制论。本书的目的有三：（1）从控制论的角度出发来考察这些学科的概念，并提出一种能将它们统一起来的体制；（2）介绍一批目前已实现了的有关控制论的应用；（3）为学生今后在这些领域中开展工作提供必要的基础知识。

本书大体由三个主要部分组成：（1）本书的宗旨，所用的基本工具和定义；（2）控制论系统实例；（3）神经模型和模式识别。前四章的主要内容是阐述本书的宗旨，并提供有关基本计算机的结构和特性，机器中的符号和判定，信息，逻辑，以及自动机等方面的基础知识。第五章是第六章至第十章所用的有关概念的定义。在第五章中，还讨论了控制论系统中所采用的搜索技术。第六、七两章分别涉及控制和

通信两个领域中所应用的自适应,学习和自组织系统的一些具体例子。在第八章中,介绍了建立可靠系统所采用的冗余设计原理,故障掩蔽方法,以及修复技术。第九章通过神经元的结构和特性,以及神经模型的简要介绍,对神经元和神经模型的发展作了一个历史回顾,并对阈逻辑进行了初步介绍。第十章的前一部分提出了分离平面和多维空间的概念。第十章的后一部分涉及了单级和多级阈逻辑的综合,还描述了线性自适应元件,多级线性自适应元件和视感控器。模式识别自然放在第十一章中来讲述,在这一章中,我们定义和讨论了关于光学和声学两类模式识别的输入系统、特征抽取以及分类等各方面的问題。

如果没有人们对工程控制论的日益增长的兴趣,没有同事和朋友间的相互合作和讨论,象这一类的著作是不可能自发产生的。在这里,作者对给予了本书特殊贡献和热情帮助的同事和朋友表示衷心的感谢。

罗伯特 M. 格洛里索

阿默斯特, 麻萨诸塞州

目 录

译者的话

原序

第一章 计算机和智能	(1)
1.1 计算机是什么?	(1)
1.2 符号和判定	(3)
1.3 智能是什么?	(5)
1.4 人工智能的一些技术	(7)
1.5 本章小结	(9)
1.6 习题	(10)
第二章 博弈和机器	(12)
2.1 判定模型	(12)
2.2 博弈树	(14)
2.3 博弈	(20)
2.4 最后者败: G-1A	(24)
2.5 G-1A 杯机	(25)
2.6 G-1A 理论	(26)
2.7 本章小结	(28)
2.8 习题	(29)
第三章 推理、逻辑和数学	(31)
3.1 逻辑	(31)
3.2 演绎	(31)

3.3	集布尔代数	(32)
3.4	命题演算	(38)
3.5	归纳	(42)
3.6	抽象	(46)
3.7	再论逻辑	(47)
3.8	习题	(47)
第四章	计算机和自动机	(50)
4.1	自动机	(50)
4.2	图灵机	(53)
4.3	可机算函数	(58)
4.4	特征函数	(60)
4.5	谓词和谓词演算	(61)
4.6	停机问题	(66)
4.7	通用图灵机	(67)
4.8	随机自动机	(67)
4.9	信息论	(72)
4.10	本章小结	(75)
4.11	习题	(75)
第五章	自适应、学习、自修复和自组织	(79)
5.1	自适应、学习和自修复	(79)
5.2	形式体系化	(85)
5.3	小结	(87)
5.4	自组织	(87)
5.5	两种系统模型	(90)
5.6	动态平衡系统	(94)
5.7	吉尔斯特拉普多项式正向传递单元	(96)

5.8	随机自动机中的自适应和学习	(101)
5.9	搜索技术	(104)
5.10	单峰搜索	(106)
5.11	随机搜索	(111)
5.12	本章小结	(113)
5.13	习题	(113)
第六章	自适应、学习和自组织控制器	(118)
6.1	状态变量法	(118)
6.2	自适应控制系统	(124)
6.3	参数自适应控制系统	(125)
6.4	学习控制	(131)
6.5	自组织控制器	(134)
6.6	递阶多级系统	(141)
6.7	本章小结	(144)
6.8	习题	(144)
第七章	通信系统中的控制论技术	(148)
7.1	通信系统	(148)
7.2	信道	(151)
7.3	信道均衡	(153)
7.4	判定过程	(160)
7.5	通信网络	(164)
7.6	网络规范	(165)
7.7	本章小结	(177)
7.8	习题	(178)
第八章	可靠性和修复	(182)
8.1	系统的可靠性	(183)

8.2	模块冗余度	(188)
8.3	四线逻辑	(194)
8.4	时序素蕴涵式	(200)
8.5	可靠计算机的结构	(206)
8.6	本章小结	(210)
8.7	习题	(211)
第九章	神经元和神经模型	(215)
9.1	神经元生理学	(215)
9.2	神经脉冲的信息编码	(222)
9.3	模型	(225)
9.4	阈逻辑	(230)
9.5	本章小结	(240)
9.6	习题	(240)
第十章	阈逻辑	(245)
10.1	线性可分函数的数目	(245)
10.2	单阈逻辑元件的相对系数值	(251)
10.3	单级阈逻辑元件的综合	(256)
10.4	非线性可分函数的综合	(260)
10.5	自适应元件和网络	(267)
10.6	本章小结	(269)
10.7	习题	(270)
第十一章	模式识别	(273)
11.1	模式识别是什么?	(273)
11.2	输入系统	(275)
11.3	特征抽取	(278)
11.4	特征抽取中的变换	(283)

11.5	判别和响应选择问题 (分类)	(290)
11.6	判定面和判别函数	(291)
11.7	非线性判别式	(297)
11.8	二次判别函数	(299)
11.9	本章小结	(302)
11.10	习题	(302)
索引		(306)

第一章 计算机和智能

一提到控制论、人工智能或者自组织系统，人们立刻就会联想到计算机。这种联想看来是符合实际的，所以本章就用来介绍控制论系统，智能系统，或从前为了描述这些概念而叫做别的什么系统，并把这些系统和计算机联系起来。现在让我们首先来考察计算机——这个“生命体”的特性。

1.1 计算机是什么？

计算机是一种大型机器，它能简化和处理大量的数据，或者会求解复杂的科学方程式，这往往就是人们对计算机的初步印象。计算机的这一形象通常被称为数值捣弄机。不过，这决不是计算机存在和运用的唯一体制。例如，在炼钢厂、炼油厂和制造厂的工艺过程控制中，一台通用计算机可作为控制器使用，或者作为自动点火的燃料喷射系统的整体部分。目前，应用计算机的领域正在扩大，且将继续扩大下去。由于不但在中央处理机的工艺中，而且在存储器的工艺中，都同时采用了集成电路工艺，以及中规模和大规模集成电路（MSI和LSI），这就使计算机成为大型系统的一个单元或积木式元件的前景，更加有了指望。显然，在不久的将来，工程技术人员使用计算机，就象他现在使用运算放大器或逻辑门电路那样容易。这种革新使人们在日常设计中，采纳自适应、学习和自我修复这些非常神奇的特征，也就更具有吸引力了。

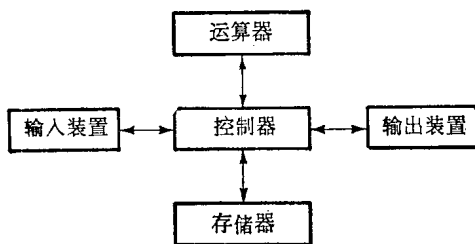


图1.1 通用数字计算机的框图

在这类应用领域中，通用计算机有着某些非常有意义的特征和特性。计算机中的数据流由控制器控制，正如图1.1所说明的，控制器用来规定机器的数据输入，输出以及流通的路线。就实质来看，存储器和运算器是计算机内部数据流动的主要对象。存储器可以是磁芯，半导体，磁带，磁盘和磁鼓，也可以是上述各器件的某种组合。运算器用来完成数学运算，数值计算和逻辑判定，在用存储器中的程序来计算所需的结果时，这些运算和判定是必不可少的。这些数据的主要型式当然是数字数据或二进制数。但对用户而言，这些数据的表达方式可以不是二进制数。例如，这些数据可能是象数学记号或字母数字字符之类的简单符号。正是由于通用计算机可作为符号处理器使用，才使它成为系统工程中的独特的工具。计算机的这种符号处理特性，再加上它具有能进行简单逻辑判定的能力，就使它能在诸如博弈，定理证明，以及迄今还只限于人参与和控制的其他领域进行开拓和应用。

至此所描述的计算机尚未包含叫做输入-输出（I/O）设备的那些单元，不论现在还是将来，这种I/O设备都是区别一种计算机和另一种计算机的主要标志⁽¹⁾。标准的I/O设备有电

传打字机,纸带输入机,纸带穿孔机,卡片阅读机,卡片穿孔机,以及简单的开关和指示灯等。这些标准的输入-输出设备,虽然不一定总是但也通常认为是计算机作为数值捣弄机的一种象征。此外,计算机还有一些对复杂系统设计有影响的 I/O 设备,它们是模-数转换器,数-模转换器,数字通道,以及模拟和数字多路转接器等。这些输入-输出设备为许多工程系统的读出设备和控制设备提供了一种方便的接口。

1.2 符号和判定

前一节已提到过,符号处理是通用数字计算机的固有过程。例如,任何一个编过程序的人都懂得,把自然语言表述的题目,通过编码送入计算机是可能的。同样也能为机器提供一种简单的符号表,该机器就能用来查阅一种语言符号,并能把这种语言符号翻译成另一种语言符号。这样,这种肯定不属于数值捣弄范畴的语言翻译过程,也能由通用数字计算机来完成了。当然,与翻译过程有关的专门语言非常重要。把 FORTRAN 语言程序或其他高级语言程序,编译成机器语言程序的翻译任务,已成为许多计算机的日常工作,然而若要把俄语译成英语,或者把其他的一种自然语言翻译为另一种自然语言,计算机还是不能胜任的。这种差别的原因在于,计算机数据处理所用的人工语言是专门设计的,这种设计避免了自然语言的多义性和语法问题^[2]。

符号处理的另一个有趣的例子,是采用阴极射线管(CRT)终端、光笔和键盘等人-机接口来进行图形信息处理。在这种情况下,操作员所面临的是示意图和原理图这一类面向人的符号,他通常要通过用光笔描绘的某种面向人的约束

语言来操作计算机。自动排字控制系统和机床控制系统，是利用通用存储程序数字计算机* 进行符号处理的另一些例子。例如，有的机器在读取纸带上的打印内容、安排页式、矫正拼字和报纸排字等工作时，全都是自动完成的。因此十分清楚，若现在还把计算机想象为仅能吞吐穿孔纸带或磁带的大型数值捣弄机，则已丝毫不能代表作为系统工程工具的现代计算机的完整形象了。

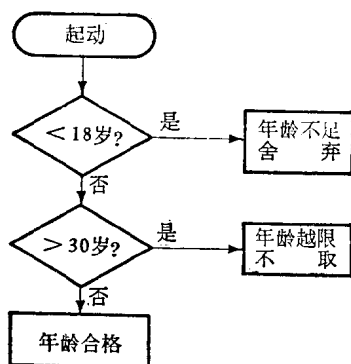


图1.2 复杂判定过程

计算机所独有的进行逻辑判定以及由此改变自己行为的能力，已成为它强有力的源泉。由于逻辑判定要由条件转移指令或转移指令来执行，所以这些逻辑判定不论多么简单还是非常复杂，都能够而且也必须分解为一系列的基本判定。例如，一个明显地与典型判定有关的过程可用图1.2来说明，它

* 通用存储程序数字计算机是由内存指令所控制的一种计算机。它能把指令当作数据一样来合成、存储及修改，且能顺序地执行这些指令。——译者注

是来判定大学人数的出现率的。

1.3 智能是什么？

作为“智能是什么？”这个问题的简单答复，可以从字典上的两个智能定义来看：（1）智能是理解能力和其他形式的自适应行为的能力；（2）智能是接受或传送事件和事情等方面的知识、新闻和信息的能力。自从把计算机的操作与人的思维 and 大脑进行比较以来，关于智能和人工智能定义的讨论已大有进展。由福格尔（Fogel）等人^[3]提出的智能定义的一部分是：“知识和智能的区别非常明显：知识是一个人积累的有用信息，而智能是一个人有目的地以某种很好的方式使用这个有用信息的能力。”

虽然可能有人对此论点有所保留，不过，不论什么样的智能都是人类显现出来的特性的这一看法，人们一般还是接受了。当前的问题在于计算机能思考，能显现智能行为吗？我们是否能创造人工智能？下面就是一些关于计算机，思维和人工智能的赞成和反对的两个方面的论证。

首先，若认为思维是人类独有的能力，智能是人类独有的属性，那么根据这种认识，这种独有的能力和属性就不可能和计算机，或者别的机械系统，或者仿真系统发生任何关联了。

从另一方面来看，业已论证过，若在计算、加工、决定、判断和用于创造机器智能的思维等的能力上，存在某种基本的物理限制的话，那么这些限制同样也一定会施加在人类的智能上。这就是说，由普遍的自然规律决定的任何理论上的限制，对于人和机器两者都必定普遍适用。这种论证同智能的本质是神秘的格言显然是背道而驰的。