

普通高校本科计算机专业

特色

教材精选

智能技术

曹承志 王楠 编著

<http://www.tup.com.cn>

清华大学出版社



普通高校本科计算机专业**特色**教材精选

智能技术

曹承志 王楠 编著



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书系统地介绍了智能技术的基本理论和应用技术。全书共8章,主要包括:知识表示技术,知识推理技术,模糊逻辑技术,神经网络技术,遗传算法,专家系统,机器学习。本书是作者在总结近年来教学和科研成果,学习国内外智能技术领域最新技术的基础上编写而成的。全书内容体系新颖,选材具有先进性、系统性和实用性的特点。

本书可作为高等学校计算机科学与技术专业、电子信息工程专业、电工及自动化专业、机电一体化专业的高年级本科生和研究生的教材,也可供相关专业的工程技术人员参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

智能技术/曹承志编著. —北京:清华大学出版社,2004.9

(普通高校本科计算机专业特色教材精选)

ISBN 7-302-09412-8

I. 智… II. 曹… III. 人工智能—高等学校—教材 IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 090619 号

出 版 者: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 王听讲

文稿编辑: 薛 阳

印 装 者: 北京国马印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 19.25 字数: 445 千字

版 次: 2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-09412-8/TP·6570

印 数: 1~4000

定 价: 26.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或 (010)62795704

前言

FOREWORD

智能技术是当代科学技术中一个十分活跃和具有挑战性的领域，是一门新兴的交叉学科，有着非常广泛的应用范围。它是传统产业技术改造、研制新型产品特别是智能化产品的急需技术，是培养学生创新能力、增强学生创造能力的支撑技术，也是提高劳动生产率的关键技术。为了适应 21 世纪科学技术发展的趋势，把体现当代科学技术发展特征的多学科间的知识交叉与渗透的内容及最新成果反映到教材中来，这是现代大学人才培养目标的客观要求。本书正是针对这一需要，在总结近年来教学和科研成果、学习国内外智能信息处理和智能控制领域中最新技术的基础上编写而成的。选材注意了体系的综合性、内容的先进性和运用的实用性。

全书共分 8 章。第 1 章是概论，包括人工智能，智能工程和智能控制；第 2 章是知识表示技术，包括逻辑表示法，语义网络表示法，框架表示法，产生式表示法，状态空间表示法，问题归纳法，面向对象表示法；第 3 章是知识推理技术，包括推理方式及分类，推理的控制策略，搜索策略；第 4 章是模糊逻辑技术，包括模糊逻辑的数学基础，模糊逻辑的推理，模糊控制系统概述，模糊控制器原理，模糊控制器设计基础，双入单出模糊控制器设计；第 5 章是神经网络技术，包括神经网络基础，神经网络的结构和学习规则，典型前向网络——BP 网络，典型反馈网络——Hopfield 网络，应用神经网络产生模糊集的隶属函数，神经网络控制原理，神经网络在工程中的应用，单神经元控制的直流调速系统，模糊神经网络；第 6 章是遗传算法，包括遗传算法的基本原理，遗传算法的模式理论，遗传算法应用中的一些基本问题，高级遗传算法，微种群和双种群遗传算法，基于遗传算法的系统在线辨识，基于遗传算法的模糊控制，免疫遗传算法；第 7 章是专家系统，包括专家系统的概念，专家系统的结构和工作原理，知识的获取，专家系统的建造与评价，专家系统设计举例，专家控制系统，新一代的专家系统；第 8 章是机器学习，包括机器学习的基本概念，机械学习，指导学习，类比学习，归纳学习，解释学习，知识发

现与数据挖掘,学习控制系统。

本书取材广泛,内容新颖,面向 21 世纪学科前沿,反映了智能技术应用发展的新成果,特别是智能的综合技术,适应了学科相互渗透、交叉和融合的重要趋势。

本书遵循“宽编窄用”的内容选取原则,以适应不同层次、不同教学时数的需要。在内容的选取上,既强调工程应用,又不完全抛开必要的理论基础,深入浅出,讲清原理,着眼应用,符合教学规律。

本书既可以作为高等学校计算机科学与技术专业、电子信息工程专业、电工及自动化专业、机电一体化专业的高年级本科生或研究生的教材,也可供从事智能技术工作的工程技术人员参考。

本书由沈阳工业大学曹承志教授写了第 1 章~第 4 章和第 6 章~第 8 章,王楠高级工程师写了第 5 章,曹承志对全书作了统稿和完善。鲁木平、王欣、魏光华、张彦超为本书文稿作了整理和录入工作。本书在编写过程中,引用了参考文献所列论著和论文的有关部分,在此谨向以上作者表示深深的谢意。

本书在编写过程中,得到了清华大学出版社的大力支持与积极合作,在此表示衷心的感谢。另外,本书的研究工作得到了辽宁省自然科学基金(编号:20032032)和辽宁省教育厅高校科研计划项目(编号:20206331)的资助。

由于笔者水平有限,书中难免存在不足,恳请广大读者批评指正。

作者

2003 年 8 月

出版说明

INTRODUCTION

在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等学校将会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为此,教育部已经启动了“高等学校教学质量和教学改革工程”,强调要以信息技术为手段,深化教学改革和人才培养模式改革。如何根据社会的实际需要,根据各行各业的具体人才需求,培养具有特色显著的人才,是我们共同面临的重大问题。具体地说,培养具有一定专业特色和特定能力的计算机专业应用型人才则是计算机教育要解决的问题。

为了适应 21 世纪人才培养的需要,培养具有特色的计算机人才,急需一批适合各种人才培养特点的计算机专业教材。目前,一些高校在计算机专业教学和教材改革方面已经做了大量工作,许多教师在计算机专业教学和科研方面已经积累了许多宝贵经验。将他们的教研成果转化为教材的形式,向全国其他学校推广,对于深化我国高等学校的教学改革是一件十分有意义的事。

清华大学出版社在大量调查研究的基础上,决定编写、出版一套“普通高校本科计算机专业特色教材精选”。本套教材是针对当前高等教育改革的新形势,以社会对人才的需求为导向,主要以培养应用型计算机人才为目标,立足课程改革和教材创新,广泛吸纳全国各地的高等院校计算机优秀教师参与编写,从中精选出版确实反映计算机专业教学方向的特色教材,供普通高等院校计算机专业学生使用。

本套教材具有以下特点:

1. 编写目的明确

本套教材是在深入研究各地各学校办学特色的基础上,面向普通高校的计算机专业学生编写的。学生通过本套教材,主要学习计算机科学与技术专业的基本理论和基本知识,接受利用计算机解决实际问题的基本训练,培养研究和开发计算机系统,特别是应用系统的基本能力。

2. 理论知识与实践训练相结合

根据计算学科的三个学科形态及其关系,本套教材力求突出学科的理论与实践紧密结合的特征,结合实例讲解理论,使理论来源于实践,又进一步指导实践,学生通过实践深化对理论的理解,更重要的是使学生学会理论方法的实际运用。在编写教材时突出实用性,并做到通俗易懂,易教易学,使学生不仅知其然,知其所以然,还要会其如何然。

3. 注意培养学生的动手能力

每种教材都增加了能力训练部分的内容,学生通过学习和练习,能比较熟练地应用计算机知识解决实际问题。既注重培养学生分析问题的能力,也注重培养学生解决问题的能力,以适应新经济时代对人才的需要,满足就业要求。

4. 注重教材的立体化配套

大多数教材都将陆续配套教师用课件、习题及其解答提示,学生上机实验指导等辅助教学资源,有些教材还提供能用于网上下载的文件,以方便教学。

由于各地区各学校的培养目标、教学要求和办学特色均有所不同,所以对特色教学的理解也不尽一致,我们恳切希望大家在使用本套教材的过程中,及时地给我们提出批评和改进意见,以便我们做好教材的修订改版工作,使其日趋完善。

我们相信经过大家的共同努力,这套教材一定能成为特色鲜明、质量上乘的优秀教材。同时,我们也希望通过本套教材的编写出版,为“高等学校教学质量和教学改革工程”作出贡献。

清华大学出版社

编 审 委 员 会

主 任：蒋宗礼

副主任：李仲麟 何炎祥

委 员：（排名不分先后）

王向东 宁 洪 朱庆生 吴功宜 吴 跃

张 虹 张 钢 张为群 余雪丽 陈志国

武 波 孟祥旭 孟小峰 胡金初 姚放吾

原福永 黄刘生 廖明宏 薛永生

秘书长：王听讲

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 人工智能简介	1
1.1.1 智能	1
1.1.2 人工智能	2
1.1.3 人工智能的发展简史	2
1.1.4 人工智能的目标与表现形式	5
1.1.5 人工智能的研究途径	6
1.1.6 人工智能的研究领域	8
1.2 智能工程	11
1.2.1 智能工程的提出	11
1.2.2 智能工程与人工智能	11
1.2.3 智能制造系统	12
1.3 智能控制	13
1.3.1 智能控制的发展概况	13
1.3.2 智能控制系统的基本结构	15
1.3.3 智能控制的结构理论	16
1.3.4 智能控制的特点	18
1.3.5 智能控制研究的数学工具	19
1.3.6 智能控制的主要研究内容	20
习题	20
第 2 章 知识表示技术	21
2.1 概述	21
2.1.1 知识、信息和数据	21
2.1.2 知识的特性	22
2.1.3 知识的分类	22
2.1.4 知识的表示	23

2.2 逻辑表示法	24
2.2.1 命题逻辑	24
2.2.2 谓词逻辑	28
2.2.3 谓词逻辑表示法的特点	33
2.3 语义网络表示法	33
2.3.1 语义网络的概念	33
2.3.2 语义网络表示知识的方法及步骤	35
2.3.3 语义网络中常用的语义联系	36
2.3.4 语义网络知识表示下的推理过程	38
2.3.5 语义网络表示法的特点	39
2.4 框架表示法	39
2.4.1 框架结构及知识表示	40
2.4.2 基于框架的推理	42
2.4.3 框架表示法的特点	44
2.5 产生式表示法	44
2.5.1 产生式的基本形式	44
2.5.2 产生式系统	45
2.5.3 产生式系统示例	46
2.5.4 产生式表示法的特点	47
2.6 状态空间表示法	48
2.6.1 状态空间表示法的描述	48
2.6.2 状态空间表示法示例	48
2.7 问题归纳法	51
2.7.1 问题归纳描述	51
2.7.2 与或图表示法	53
2.8 面向对象表示法	55
2.8.1 面向对象的基本概念	56
2.8.2 面向对象的知识表示	57
习题	58

第3章 知识推理技术 61

3.1 推理方式及其分类	61
3.1.1 演绎推理、归纳推理和默认推理	61
3.1.2 确定性推理和不确定性推理	63
3.1.3 单调推理和非单调推理	63
3.1.4 定性推理	64
3.2 推理的控制策略	64
3.2.1 正向推理	64

3.2.2 反向推理	66
3.2.3 正反向推理	67
3.3 搜索策略	68
3.3.1 状态空间的一般搜索过程	68
3.3.2 宽度优先搜索策略	70
3.3.3 深度优先搜索策略	71
3.3.4 启发式搜索策略	74
习题	79
第4章 模糊逻辑技术	83
4.1 模糊逻辑的数学基础	83
4.1.1 模糊集合	83
4.1.2 模糊集合的表示方法	85
4.1.3 模糊集合的运算	85
4.1.4 隶属函数的确定方法	86
4.1.5 模糊关系	90
4.2 模糊逻辑的推理	93
4.2.1 模糊命题	93
4.2.2 模糊逻辑	94
4.2.3 模糊语言	94
4.2.4 模糊推理	99
4.3 模糊控制系统概述	105
4.3.1 模糊控制系统的构成	105
4.3.2 模糊控制系统的原理	106
4.4 模糊控制器原理	111
4.5 模糊控制器设计基础	117
4.6 双入单出模糊控制器设计	119
4.6.1 模糊化	119
4.6.2 模糊控制规则、模糊关系的模糊推理	121
4.6.3 清晰化	124
4.6.4 控制表计算程序	125
习题	126
第5章 神经网络技术	129
5.1 神经网络基础	129
5.1.1 生物神经元结构	129
5.1.2 神经元数学模型	130
5.2 神经网络的结构和学习规则	132

5.2.1	神经网络的结构	132
5.2.2	神经网络的学习	134
5.2.3	神经网络的记忆	135
5.3	典型前向网络——BP 网络	135
5.3.1	感知机	135
5.3.2	BP 网络	136
5.4	典型反馈网络——Hopfield 网络	139
5.4.1	离散型 Hopfield 网络	139
5.4.2	连续型 Hopfield 网络	140
5.5	应用神经网络产生模糊集的隶属函数	142
5.6	神经网络控制原理	147
5.6.1	神经网络控制的基本思想	147
5.6.2	神经网络在控制中的作用	148
5.7	神经网络在工程中的应用	148
5.7.1	基于神经网络的系统辨识	148
5.7.2	基于神经网络的自适应控制	151
5.8	单神经元控制的直流调速系统	153
5.8.1	系统组成	154
5.8.2	单神经元控制器及其学习算法设计	154
5.8.3	单神经元直流调速系统参数设计	155
5.9	模糊神经网络	156
5.9.1	模糊系统的标准模型	156
5.9.2	模糊神经网络的结构	157
5.9.3	学习算法	159
5.9.4	应用模糊神经网络在线检测参数	161
	习题	164

第 6 章 遗传算法 167

6.1	遗传算法的基本原理	167
6.1.1	遗传算法的基本遗传学基础	167
6.1.2	遗传算法的原理和特点	168
6.1.3	遗传算法的基本操作	168
6.2	遗传算法的模式理论	174
6.2.1	模式	174
6.2.2	复制对模式的影响	175
6.2.3	交叉对模式的影响	176
6.2.4	变异对模式的影响	177
6.2.5	遗传算法有效处理的模式数量	177

6.3	遗传算法应用中的一些基本问题	179
6.3.1	目标函数值到适值形式的映射	179
6.3.2	适值的调整	179
6.3.3	编码原则	181
6.3.4	多参数级联定点映射编码	182
6.4	高级遗传算法	184
6.4.1	改进的复制方法	184
6.4.2	高级 GA 算法	185
6.5	微种群和双种群遗传算法	188
6.5.1	微种群算法	188
6.5.2	双种群遗传算法	189
6.6	基于遗传算法的系统在线辨识	191
6.6.1	遗传算法在参数辨识中的应用	192
6.6.2	遗传算法参数辨识仿真示例	193
6.7	基于遗传算法的模糊控制	194
6.8	免疫遗传算法	197
6.8.1	免疫遗传算法的基本概念	198
6.8.2	免疫算子的机理与构造	199
6.8.3	TSP 问题的免疫遗传算法	202
	习题	203
第 7 章	专家系统	205
7.1	专家系统的概念	205
7.1.1	什么是专家系统	205
7.1.2	专家系统的产生和发展	205
7.1.3	专家系统的特点	207
7.1.4	专家系统的类型	207
7.1.5	专家系统与知识系统	208
7.1.6	专家系统与知识工程	208
7.2	专家系统的结构与工作原理	209
7.2.1	专家系统的一般结构	209
7.2.2	专家系统的工作原理	209
7.3	知识的获取	211
7.3.1	知识获取的方式	212
7.3.2	知识获取的步骤	213
7.4	专家系统的建造与评价	215
7.4.1	专家系统的建造原则	215
7.4.2	专家系统的建造步骤	216

7.4.3	专家系统的评价	217
7.5	专家系统设计举例	219
7.5.1	动物识别系统	219
7.5.2	专家生产指导系统	221
7.6	专家控制系统	230
7.6.1	专家控制系统的工作原理	231
7.6.2	专家控制系统的类型	235
7.6.3	直接专家控制系统	236
7.6.4	间接专家控制系统	240
7.6.5	实时专家控制系统	243
7.7	新一代的专家系统	251
7.7.1	深层知识专家系统	251
7.7.2	模糊专家系统	251
7.7.3	神经网络专家系统	252
7.7.4	大型协同分布式专家系统	253
7.7.5	网上(多媒体)专家系统	253
	习题	253
第8章	机器学习	255
8.1	机器学习的基本概念	255
8.1.1	什么是机器学习	255
8.1.2	学习系统	256
8.1.3	机器学习的主要策略	256
8.1.4	机器学习系统的基本结构	257
8.2	机械学习	259
8.2.1	机械学习的模式	259
8.2.2	机械学习的主要问题	259
8.3	指导学习	260
8.4	类比学习	261
8.4.1	类比推理	261
8.4.2	属性类比学习	261
8.4.3	转换类比学习	263
8.5	归纳学习	264
8.5.1	实例学习	264
8.5.2	观察与发现学习	269
8.6	解释学习	270
8.6.1	解释学习的概念	270
8.6.2	解释学习的过程	270



8.6.3	解释学习的例子	271
8.6.4	领域知识的完善性	272
8.7	知识发现与数据挖掘	273
8.7.1	知识发现	273
8.7.2	数据挖掘概述	275
8.7.3	数据挖掘技术简介	276
8.8	学习控制系统	282
8.8.1	基于模式识别的学习控制	283
8.8.2	反复学习控制	283
8.8.3	自学习控制系统	285
	习题	286
	参考文献	287

第 1 章

CHAPTER

概 论

智能技术是一个新兴的学科领域。它是在计算机科学、控制论、信息学、神经心理学、哲学、语言学等多种学科研究的基础上发展起来的一门综合性的边缘学科。下面将讨论智能技术的基本概念,以便对智能技术的研究对象及研究领域进行简要的讨论。

1.1 人工智能简介

1.1.1 智能

智能是人们在认识与改造客观世界的活动中,由思维过程和脑力劳动所体现的能力,即能灵活地、有效地、创造性地进行信息获取、信息处理、信息利用的能力。智能的核心在于知识,包括感性知识与理性知识、先验知识与理论知识,因此智能也可表达为知识获取能力、知识处理能力和知识适用能力。下面讨论智能所具有的特征。

1. 具有感知能力

感知能力是指人们通过感觉器官感知外部世界的能力。感知是人类最基本的生理和心理现象,是获取外部信息的基本途径。据有关研究表明:大约 80% 以上的外部信息是通过视觉得到的,有 10% 是通过听觉得到的。这表明视觉和听觉在人类感知中占有主导地位。

2. 具有记忆和思维能力

记忆和思维是人们有智能的根本原因。记忆用于存储由感觉器官感知到的外部信息以及由思维所产生的知识;思维用于对记忆的信息进行处理,即利用已有的知识对信息进行分析、计算、比较、判断、推理、联想和决策等。人的记忆与思维密不可分,其物质基础都是由神经元组成的大脑皮层,通过相关神经元此起彼伏的兴奋与抑制来实现记忆与思维活动。

3. 具有学习能力和自适应能力

学习是人的本能,它既有可能是自觉的、有意识的,也有可能是不自觉的、无意识的;既可以是教师指导的,也可以是通过实践获得的。每个人都在通过与环境的相互作用,不断地进行学习,并通过学习积累知识、增长才干,适应环境的变化,充实完善自己。只是由于个人所处的环境不同,条件不同,学习效果也不相同,体现出不同的智力差异。

4. 具有行为能力

人们通常用语言或某个表情、眼神及形体动作来对外界的刺激作出反应,传达某个信息,这称为行为能力或表达能力。若把人们的感知能力看作是信息的输入,则行为能力就是信息的输出,它们都受到神经系统的控制。

1.1.2 人工智能

大家知道,世界国际象棋棋王卡斯帕罗夫与美国 IBM 的超级计算机“深蓝”于 1997 年进行了 6 局的“人机大战”,结果“深蓝”以 3.5 比 2.5 的总比分战胜了卡斯帕罗夫。其实,早在 1958 年,IBM 推出的取名为“思考”的 IBM704 就成为第一台与人类进行国际象棋对抗的计算机,尽管“思考”在人类棋手面前被打得丢盔弃甲,但却拉开了“人机大战”的序幕。最近的一次人机对抗大战是在 2002 年 1~2 月举行,卡斯帕罗夫与超级计算机“更年少者”双方 3 比 3 战平。无论是综合棋力、与超级计算机较量的经验还是求胜的欲望,卡斯帕罗夫都是当今世界战胜超级计算机的第一人选,没有取胜的结局预示着在国际象棋领域,人类挑战计算机会越来越难,但人类仍然会勇敢地向计算机发出新的挑战。

下棋的确是一个斗智、斗策的智力运动,棋手不但要有超凡的记忆能力和丰富的下棋经验,而且还需要很强的思维能力、面对瞬息万变的局势作出快速有效处理的能力。这对人类来说的确是一种智能的表现。

从工程角度来说,人工智能就是要用人工的方法使机器具有与人类智慧有关的功能,如判断、推理、证明、感知、理解、思考、识别、规划、设计、学习和问题求解等思维活动。它是人类智慧在机器上的实现。

计算机本身就是人类智慧的结晶,它的运算能力和存储记忆能力早就超过了人类。“深蓝”可以每秒钟分析 2~3 亿步棋,可以存储几千场棋赛的资料,而下棋的本质是一种推理性计算,它是计算机的“强项”,因此,人类输棋不过是早晚的事。尽管如此,“深蓝”仍然不是一台智能计算机,就连开发该计算机系统的 IBM 专家也承认它离智能计算机还相差甚远,但毕竟它以自己高速并行的计算能力(2×10^8 步棋/s 的计算速度)实现了人类智能在机器上的部分模拟,从而在人工智能的研究道路上迈出了可喜的一步。

1.1.3 人工智能的发展简史

人工智能作为一门新兴学科的名称正式提出以来,已成为人类科学技术中一门充满生机和希望的前沿学科。回顾它的发展历程,可归结为孕育、形成和发展 3 个阶段。