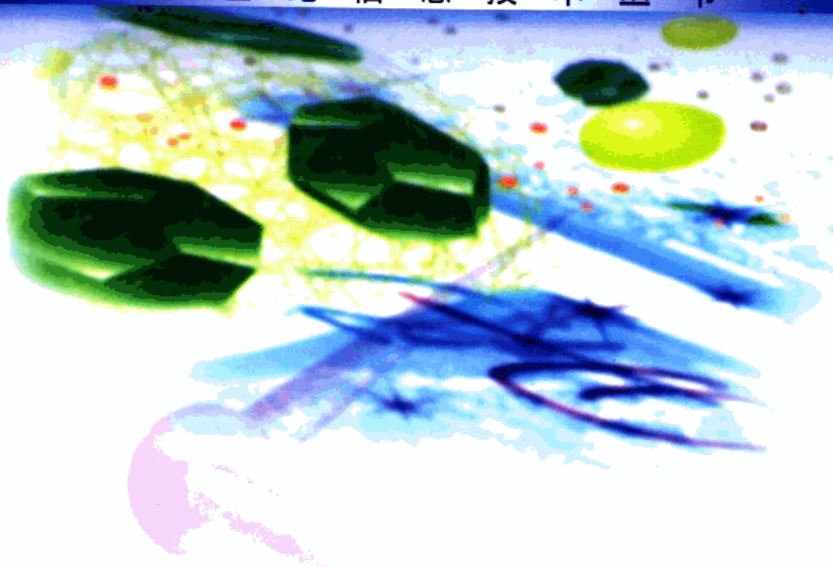


21 世纪信息技术丛书



智能信息技术

ZHINENG XINXI JISHU

(修 订 版)

郭军 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

· 21 世纪信息技术丛书 ·

编 委 会

主 任：叶培大

副主任：林金桐 钟义信

编 委：（按姓氏笔划排序）

马 严 乐光新 叶 敏

刘元安 吕廷杰 朱其亮

纪越峰 杨义先 杨放春

孟洛明 宋俊德 郭 军

赵尔沅 顾晚仪 梁雄健

修 订 版 说 明

“跨世纪信息技术丛书”出版后，引起信息通信领域广大技术人员、管理人员以及高校相关专业师生竞相传阅。目前该丛书已发行数万套，这在专业科技图书的出版中并不多见，并且因为该丛书选题新颖、内容领先而荣获全国高校出版社优秀畅销书奖。

然而信息通信技术的发展一日千里，技术更新的周期越来越短，发展速度越来越快。应广大读者的要求，我们组织丛书的作者对各册内容进行了修订。在此，我们向这些作者对修订版工作的积极配合表示深深地谢意。他（她）们均是我校在教学科研领域里颇有建树的学科带头人和技术中坚，教学、科研任务繁重，但仍然抽出大量宝贵的时间认真对原书进行了重新修订。其中部分书稿为了及时跟踪技术的前沿进展，几乎对全书内容进行了重新组织和编写，使其焕然一新。

进入新世纪，我们将此丛书更名为“21 世纪信息技术丛书”，不仅仅是基于时间变化上的考虑，更重要的是：信息技术仍然是现代技术体系中的主导技术，并且是更新速度最快的技术之一。所以我们希望这套丛书今后仍然以不变的风格和作者、不断更新的内容来满足读者的要求，同时也真诚地欢迎读者提出宝贵建议，使这套丛书不断地完善起来。

北京邮电大学出版社

2001 年 11 月

总 序

信息化浪潮如日中天，它描绘出现代化之旅的时代画卷。信息技术如同一架强劲的发动机，不管人们对它的应用持何种态度，我们都不得不跟上它的步伐。信息技术在其应用中所赋有的强渗透性和高附加值，而成为信息时代的核心技术和中坚力量，它影响和决定着现代技术总体的走向。

网络的平民化和商业化为 50 年代以来的新信息革命提供了一次转机，这一转机就是 80 年代之后，网络逐步取代电脑成为信息社会的技术核心，亦即电脑成为网络的终端，而并非网络作为电脑的外围。这一革命性的变化，同时演绎出现代通信的时代意义：通信不仅仅作为信息传递的手段，它还能在信息存储和转换、信息处理和收发等方面扩展着自身的功能。现代通信向着信息业全面延伸，现代通信的内涵就是信息网络，就是国家或国际的信息基础结构（俗称“信息高速公路”）的技术平台。从这种意义上看，现代通信的技术，正成为信息技术体系中的主导和基质。

北京邮电大学作为国内通信领域著名大学，聚集着一批学识卓越的中青年技术专家，他们作为信息技术某一领域的领衔人物，始终站在信息技术研发活动中的前沿地带。他们把自己在国外或国内获得的最新知识和丰硕成果，把自己对信息技术的深刻理解，连同他们的智慧和热情，凝聚在这套跨世纪信息技术丛书之中，呈现给读者。

纵览这套丛书，这其中有权全光通信领域研究之牛耳的顾晓

仪教授对波分复用 (WDM) 全光通信网作为光纤通信未来发展首选方案的据理力争；有国内外知名的信息安全权威杨义先教授对网络与信息安全技术前沿及趋势的恢宏论述；有网管及通信软件专家孟洛明教授对现代网络管理技术的通览；有智能网领域成果斐然的杨放春教授对智能化现代通信网的诠释；有目前我国电子商务炙手可热的学者吕廷杰教授对我国实现电子商务软环境及社会影响等给予的引人注目的回答；有光纤通信专家纪越峰教授对综合业务接入技术和光波分复用系统的精辟论述；有 CERNET 专家马严教授对计算机互联网技术及其演进的展望；有刘元安和郭军两位年轻的博士生导师分别对未来移动通信和智能信息技术所作的前瞻性的描述。

我们认为这几位中青年学俊，从他们各自所在的重点研究项目和教学工作中抽出时间来写作这套丛书，其意义丝毫不亚于他们手头的一两个项目。这些年轻的博士生导师不仅仅是最新信息技术的生产者，而且是这些最新知识的整理者和传播者。他们点拨出热门技术中的技术轨道，直叙其来龙去脉，如数家珍，娓娓动听。他们为了整个文稿简捷、生动、明快而不厌其烦地几易其稿，这令我们既感动又宽慰。北京邮电大学出版社为这套丛书的出版倾注了大量的精力，我们谨此致以诚挚的谢意。是为序。

丛书编委会
1999 年 10 月

修 订 版 前 言

在高度信息化的 21 世纪,智能信息技术这个话题是充满了诱惑力的。人们喜欢谈论它,希望了解它,因为它是时代的象征,是智慧的象征,是科学技术这一第一生产力的象征。

本书以信息技术—智能理论—智能信息技术,这样的线索讨论了这一话题。在理论与技术体系上,本书从信息科学的观点出发,将信息获取的感测技术、信息传递的通信技术、信息处理的计算机技术以及信息利用的控制技术纳入信息技术的体系之中;以广义人工智能的角度将传统的基于符号逻辑的人工智能理论和新兴的基于结构演化的计算智能理论统一在一个框架之中;以智能理论在信息技术中应用的观点,认识智能信息技术,将其分为智能感测技术、智能通信技术、智能计算机技术和智能控制技术 4 大类别。

本书的第 2 章简要地介绍了智能理论,包括传统的人工智能理论、模式识别理论、神经网络理论、知识发现与数据挖掘理论、分布式人工智能理论以及进化理论。通过这一章的讨论,希望读者对智能理论的内容有一个概括的了解,并建立一些基本概念,为阅读后继的内容打一个基础。

从第 3 章到第 8 章,本书介绍了智能计算机技术、智能通信技术和智能控制技术。在智能计算机技术中,介绍了文字识别、语音识别、自然语言理解、自动文摘和机器翻译技术;在智能通信技术中,介绍了智能化网络技术,包括智能网技术、智能化网络管理与控制技术、智能化网络信息搜索技术;在智能控制技术中,介绍了

智能控制的基础技术及其重要应用——智能机器人技术。

为了面向更多的读者,本书力求简明。因此尽量避免公式的推导和技术细节的介绍,而将主要文字用于基本概念的建立、关键技术的学习和应用的举例上。相信具有高中以上文化程度的读者均可阅读。为了具有较高的学术价值,本书也注重全面和系统。对具体技术按其在整个智能信息技术体系中的地位、作用以及与其他技术之间的关系,安排在书中的位置和篇幅。另外,为了满足新世纪的要求,本书还力求先进。所涉及的内容绝大部分是近 10 年之内所产生的新理论和新技术。

智能信息技术的涵盖面广泛、发展变化迅速、观点方法多样,要想讲清楚这样一门大学问,决非易事。本人对于智能理论和智能信息技术,只是在海外攻读博士学位时才开始涉足。学位论文是脱机手写汉字识别这一具体的课题,回国后也主要在该领域工作。因此,对智能信息技术这样一个大领域,决不敢以专家自居。多年来,作者一直想系统地学习和梳理一下这一领域的知识,提高自身学术水平。因此,本书的完成,首先是作者本人的一次大的提高,相信书中一定存在不少的缺点,恳望读者不吝赐教。

本次修订主要增加了智能信息技术研究和应用的最新进展,包括文字识别技术的应用、语音识别与合成技术的应用、智能化网络管理、机器人足球等方面的内容。另外也对原版中存在的个别文字错误进行了更正。

本书参考了众多前辈和青年学者的著作和学术论文,在此对作者表示敬意和感谢。

作 者

2001 年 9 月

目 录

1

概 述

1.1 信息技术	1
1.2 智能理论	3
1.2.1 概 述	3
1.2.2 经典人工智能	4
1.2.3 计算智能	5
1.2.4 其他智能理论	6
1.3 智能信息技术	7
1.3.1 智能通信技术	7
1.3.2 智能计算机技术	10
1.3.3 智能控制技术	13

2

智能理论

2.1 人工智能理论	17
2.1.1 概 述	17

2.1.2	知识的表示	17
2.1.3	搜索原理	22
2.2	机器学习	26
2.2.1	概述	26
2.2.2	实例学习	28
2.3.3	类比学习	30
2.3	模式识别理论	33
2.3.1	模式的表示及其识别原理	33
2.3.2	模式匹配法	33
2.3.3	统计法	35
2.3.4	结构法	36
2.3.5	特征抽取	38
2.4	人工神经网络	39
2.4.1	概述	39
2.4.2	神经网络模型	42
2.4.3	神经网络学习算法	46
2.4.4	模糊神经网络	48
2.5	知识发现和数据采掘	50
2.5.1	概述	50
2.5.2	知识发现方法	51
2.5.3	粗糙集理论	53
2.5.4	数据仓库	57
2.6	分布式人工智能	59
2.6.1	概述	59
2.6.2	分布式问题求解	60
2.6.3	智能体及其特性	61
2.6.4	一种复合式智能体结构	63
2.6.5	智能体的协调与协作	65

2.7 遗传算法.....	66
2.7.1 基本原理	66
2.7.2 遗传算法的主要步骤	67

3

文字识别技术

3.1 概述	69
3.1.1 文字识别系统的构成	69
3.1.2 文字识别系统的性能指标	73
3.2 脱机文字识别.....	75
3.2.1 版面分析	75
3.2.2 样本库	76
3.2.3 整形变换	77
3.2.4 KL 变换和 Wavelets 变换.....	77
3.2.5 相似字的识别	78
3.2.6 人工神经网络	79
3.2.7 多分类器组合	79
3.3 联机文字识别.....	80
3.3.1 文字描述	80
3.3.2 结构匹配过程	82
3.3.3 连笔和笔顺问题	83
3.3.4 样本库问题	84
3.4 计算机笔迹鉴别.....	85
3.4.1 笔迹鉴别	85
3.4.2 笔迹鉴别的特征	85
3.5 文字识别技术的应用.....	89

3.5.1 脱机文字自动录入	89
3.5.2 笔输入系统	90
3.5.3 票据、牌照、名片、证件识别	91
3.5.4 工程图自动识别技术	93

4

语音识别与合成

4.1 概述	95
4.1.1 语音识别技术	95
4.1.2 语音合成技术	100
4.1.3 文语转换及说话人识别	101
4.2 语音识别	102
4.2.1 语音识别系统的特征	102
4.2.2 语音识别系统	103
4.2.3 说话人自适应	107
4.3 语音识别研究前沿	108
4.3.1 自然口语语音识别	108
4.3.2 人机口语对话系统	111
4.3.3 广播电视新闻自动记录系统	114
4.4 语音合成	116
4.4.1 语音合成系统的特性	116
4.4.2 语音合成系统的关键部件	117
4.4.3 汉语语音合成	118
4.4.4 人工神经网络的应用	120
4.5 说话人识别	120
4.5.1 系统性能指标	121

4.5.2 特征提取	121
4.5.3 匹配与训练	122
4.6 语音识别与合成技术的应用	122
4.6.1 基于语音合成的声讯服务	122
4.6.2 基于智能语音网关的电话网与数据网的互通 ...	123
4.6.3 语音指令系统	123
4.6.4 音频信息检索	124

5

自然语言理解

5.1 概述	125
5.1.1 关键技术的进展	125
5.1.2 应用	128
5.2 自然语言理解中的关键技术	130
5.2.1 系统模型	130
5.2.2 自动分词技术	131
5.2.3 句法分析	132
5.2.4 语言模型	134
5.3 机器翻译	136
5.3.1 机器翻译的方法	136
5.3.2 其他问题	137
5.3.3 汉语机器翻译系统	138
5.4 自动文摘	141
5.4.1 机械式自动文摘	141
5.4.2 理解式自动文摘	142

6

网络智能化技术

6.1 概述	146
6.1.1 网络技术的发展	146
6.1.2 智能网技术	147
6.1.3 智能化网络管理	148
6.1.4 网络信息检索的智能化	150
6.2 智能网	151
6.2.1 智能网体系结构	151
6.2.2 智能网业务	154
6.2.3 移动通信智能网	156
6.3 智能化网络管理	158
6.3.1 网络管理体系结构	158
6.3.2 网络管理智能 Agent 结构	161
6.3.3 基于 LANM 的网络管理模型	163
6.3.4 基于计算智能的宽带网络管理	164
6.4 网络智能信息检索	169
6.4.1 人工搜索引擎	169
6.4.2 智能搜索引擎	171

7

智能控制技术

7.1 概述	174
--------------	-----

7.1.1 智能控制的概念	174
7.1.2 智能控制技术的应用	175
7.2 模糊控制技术	178
7.3 神经网络控制技术	181
7.3.1 神经网络学习控制	182
7.3.2 神经网络自适应控制	183
7.3.3 神经网络内模控制	184
7.3.4 神经网络预测控制	184
7.3.5 模糊神经网络控制	184
7.4 专家控制技术	185
7.5 学习控制技术	188
7.6 分层递阶控制技术	191
7.6.1 组织级	192
7.6.2 协调级	193
7.6.3 执行级	194

8

智能机器人

8.1 概述	195
8.1.1 什么是机器人	195
8.1.2 机器人的特征与分类	197
8.1.3 工业机器人的性能指标	198
8.1.4 机器人技术的三大要素	198
8.2 智能机器人传感器	201
8.2.1 特性和种类	201
8.2.2 一个实时视觉系统	204

8.3 智能机器人控制	205
8.3.1 控制内容	205
8.3.2 控制结构	205
8.3.3 规划系统	206
8.3.4 运动控制	207
8.4 应用	209
8.4.1 工业机器人	210
8.4.2 水下机器人	211
8.4.3 军用机器人	214
8.4.4 空间机器人	214
8.4.5 微型机器人	215
8.4.6 服务机器人	216
8.5 机器人足球	217
8.5.1 什么是机器人足球	217
8.5.2 足球机器人系统的种类	218
8.5.3 足球机器人系统结构	219
8.5.4 控制策略	220
参考文献	222

在人类跨入 21 世纪的今天，信息技术的浪潮席卷全球。作为一个现代人，要享用信息技术，要了解信息技术，也要预知信息技术的明天。什么是信息技术的明天？答案是：智能信息技术！下面就让我们沿着信息技术—智能理论—智能信息技术这样的线索开始这个话题。

1.1 信息技术

什么是信息技术？信息技术就是感测技术、通信技术、计算机技术和控制技术。也许读者不满意这个定义，但这的确是一个又简洁、又具体、又系统、又实用的定义。感测技术就是获取信息的技术，通信技术就是传递信息的技术，计算机技术就是处理信息的技术，而控制技术就是利用信息的技术。因此这个定义不但指出了信息技术的内容，也规范了信息技术的获取—传递—处理—利用的体系，还确定了感测、通信、计算机、控制这些概念比较明确、领域比较清晰、大众比较有感性认识的技术在信息系统中的作用和相互关系。

感测、通信、计算机和控制这 4 大技术在信息系统中虽然各司其职，但是从技术要素层次上看，它们又是相互包含、相互交叉、相互融合的。感测、通信、计算机都离不开控制；感测、计算机、控制也都离不开通信；感测、通信、控制更是离不开计算机。

另外，按目前的状况，感测、通信、计算机和控制 4 大技术的作用并不在相同层次上，计算机技术相对其他 3 项而言处于较为基础和核心的位置。因为正是计算机技术的高速发展才带动了整个信息技术的高速发展。事实上，在计算机技术产生之前，感测技术、通信技术和控制技术就已经产生了。但那时这些技术的水平还是比较低的，很多操作还需要人工进行。计算机技术产生以来，感测技术、通信技术和控制技术的水平得到了极大地提高。不仅自动化水平不能与过去同日而语，而且通过程序控制实现了越来越强大、越来越复杂、越来越便利、越来越高效的功能和服务。可以说，当前信息技术的基本特征就是计算机程序控制化。

程序控制化的优点是：第一，能够可靠地长期运转。因为一个程序一旦正确地设计完成，就可以一劳永逸地反复执行，完成指定的功能或服务，可靠性远远超过人工。第二，技术进步快。任何复杂的功能强大的程序都是由多个简单的功能单一的程序组成的，程序的不断开发就自然地积累下来，而程序的积累就会直接带来技术的进步。并且，技术更新往往只是软件的更新，花费的成本和代价较小。第三，便于构造大系统。大系统可以被分解为众多的子系统来构造，子系统内部靠内部程序控制，子系统之间靠数据或协议来联系和协调。依靠这种方式，一个覆盖全球的大信息系统也不难建立。

正是由于这些优点，计算机技术产生以来，信息技术便有了突飞猛进的进步。它的应用已经渗透到社会的各行各业、各个角落，极大地提高了社会生产力水平，为人们的工作、学习和生活带来了前所未有的便利和实惠。

虽然当今的信息技术已经给人们带来了不曾奢望的利益，但技术前进的脚步是不会停止的。在面向 21 世纪的技术变革中，信息技术的发展方向将是智能化。