

智能控制与

Lon网络开发技术

马莉 编著



北京航空航天大学出版社

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

智能控制与 Lon 网络开发技术

马 莉 编著

北京航空航天大学出版社

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

内 容 简 介

现场总线、计算机网络和通信技术的迅速发展为智能控制技术的广泛应用提供了强大的技术支持。本书从智能控制应用系统和设计角度对智能控制的核心技术进行了较为全面的阐述。全书共 15 章,分为四个部分。第一部分为智能控制基础篇(第 1~3 章);第二部分为 Lonworks 总线技术与智能控制篇(第 4~10 章);第三部分为 Internet 与控制网络的集成篇(第 11~13 章);第四部分为最新技术发展篇(第 14~15 章)。

本书的特点是内容新颖、重点突出,具有先进性、实用性和完整性。文中内容集智能控制、计算机网络与通信、现场总线以及 Internet 于一体,以适应读者开发网络应用系统的需要。

本书是为高等学校工业自动化专业、计算机应用专业、电子信息等专业编写的教材,也可作为广大科技工作人员和网络应用系统开发人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

智能控制与 Lon 网络开发技术/马莉编著. —北京:

北京航空航天大学出版社, 2003. 2

ISBN 7-81077-204-X

I. 智… II. 马… III. ①智能控制②总线式网络
—程序设计 IV. ①TP273②TP393.09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 039123 号

智能控制与 Lon 网络开发技术

马 莉 编 著

责任编辑 金友泉

责任校对 陈 坤

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话(010)82317024 传真(010)82328026

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

E-mail: bhpress@263.net

北京市云西华都印刷厂印装 各地书店经销

*

开本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 22 字数: 563 千字

2003 年 2 月第 1 版 2003 年 2 月第 1 次印刷 印数: 4 000 册

ISBN 7-81077-204-X 定价: 30.00 元

前 言

智能控制是当今国内外自动化学科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。它与人工智能、自动控制、计算机技术和信息论等有着密切的关系,是相关学科互相结合与渗透的产物,有着广阔的应用前景。随着计算机技术、网络通信技术和微电子技术的迅速发展及互相渗透和结合,尤其是现场总线技术的出现,带来了工业控制领域的第三次革命,即现场总线系统将传感测量、补偿计算、数据处理和控制分散到现场设备,都实现了控制的分散化、网络化和智能化。现场总线技术为智能控制的实施和应用提供了强大的技术支持,为智能控制的应用扩展了空间。在现场总线技术革命的推动下,智能控制已经不局限于工业控制领域,它涉足于许多新兴领域,如智能大厦、环境监测、污水处理、能源管理和家庭网络自动化等。

另一方面,信息技术的快速发展也促进了社会观念和管理模式的更新和发展。Internet是目前国际上规模最大的计算机网络,Internet的不断普及和广泛使用为人们提供了一个不断变化的、开放的、易于访问的双向多媒体交流环境,从而使企业的管理信息系统发生革命性变革。因此,伴随 Internet、Intranet(信息网络)技术与现场总线(控制网络)技术的融合,将极大地改变人们的生产方式、工作方式和生活方式,引起经济的、社会形态的变革,由此引起新的产业革命。

本书将智能控制、现场总线与 Internet 技术有机地融为一体,力图使读者在掌握智能控制核心理论和应用技术的基础上,了解现场总线技术主流产品之一的 Lonworks 技术,并且介绍网络智能节点开发,结合 Internet 技术构成设备远程监控系统的技术。

全书共 15 章,分为四个部分。第一部分为智能控制基础篇(第 1~3 章),重点介绍了智能控制技术的基本概念和常用的技术支柱,如模糊控制与专家系统;第二部分为 Lonworks 总线技术与智能控制篇(第 4~10 章),系统地介绍了 Lonworks 控制网络结构和支持工具、应用网络系统集成技术和开发技术,以及智能控制技术在现场总线中的应用;第三部分为 Internet 与控制网络的集成篇(第 11~13 章),重点阐述了智能控制技术利用 Lon 网络与 Internet 融合实现远程监控的编程技术;第四部分(第 14~15 章)介绍了控制网络技术与智能控制的新进展,如智能代理技术、可扩展标记语言 XML 与现场总线的网络应用集成。

本书得到了河南省科技厅、教育厅自然科学基金的支持和资助,是作者在从事科研项目过程中,研读了大量国内外相关技术资料 and 文献,并结合教学、科研经验写成的。全书力求核心理论的完整性、实用性、先进性和应用技术的前沿性。在本书的撰写过程中,王歌、甄丽平研究生付出了辛勤的劳动,在此深表感谢。

由于作者水平有限,书中如有不当之处,恳请各位读者批评指正。

作 者

2002 年 4 月

于郑州

目 录

第一部分 智能控制基础

第 1 章 智能控制概述

1.1 智能控制的基本概念	1
1.1.1 什么是智能	1
1.1.2 什么是智能控制	2
1.1.3 智能控制的研究对象	3
1.1.4 智能控制系统的原理	3
1.1.5 智能控制系统的功能与特点	5
1.2 智能控制的产生与发展	5
1.3 智能控制的研究领域	6
1.4 智能控制与 Lon 控制网络	7
1.4.1 Lon 控制网络技术	8
1.4.2 Lon 网络与智能控制	8
1.5 智能控制的发展趋势	9
1.5.1 智能控制的主要技术	10
1.5.2 智能控制的发展趋势	10

第 2 章 模糊控制系统

2.1 模糊控制概述	13
2.2 模糊集合的基本概念	13
2.2.1 普通集合	13
2.2.2 模糊集合	14
2.2.3 模糊集合的运算	15
2.2.4 隶属函数的建立	16
2.3 模糊关系	18
2.3.1 普通关系	18
2.3.2 模糊关系	19
2.3.3 模糊关系矩阵运算	19
2.4 模糊推理	20

2.4.1 模糊逻辑	20
2.4.2 模糊语言逻辑	21
2.4.3 模糊推理	21
2.5 模糊控制器的基本原理与设计	24
2.5.1 模糊控制器的基本原理	24
2.5.2 模糊控制器的设计方法	25
2.6 模糊控制器设计举例	27

第3章 专家控制系统

3.1 专家系统的基本原理	33
3.2 专家系统的知识表示方法	34
3.2.1 产生式规则的表示	35
3.2.2 框架知识表示法	35
3.2.3 与或图表示法	36
3.2.4 知识的状态空间表示	38
3.2.5 神经网络知识表示	39
3.3 专家系统的推理机制	40
3.3.1 逻辑推理	41
3.3.2 不确定性推理	46
3.4 专家系统的搜索策略	47
3.4.1 深度优先搜索	48
3.4.2 宽度优先搜索	48
3.4.3 启发式搜索	49
3.4.4 不确定性推理树和深度优先搜索	50
3.5 专家控制系统的原理与设计	51
3.5.1 专家控制系统的基本结构	51
3.5.2 专家控制器的设计原则	52
3.5.3 模糊知识的获取与表示	54
3.6 专家与专家控制系统设计举例	57
3.6.1 专家系统设计举例	57
3.6.2 专家控制器的设计	60

第二部分 Lonworks 控制网络技术

第4章 Lonworks 现场总线技术

4.1 现场总线技术概述	61
4.1.1 现场总线系统的特点	61
4.1.2 现场总线技术的发展	62

4.1.3 Lonworks 总线技术优势	63
4.2 Lonworks 控制网络的构成	64
4.2.1 Lonworks 控制网络结构	64
4.2.2 Lonworks 网络的技术支持	66
4.3 Lonworks 控制网络特征	67
4.3.1 功能强大的神经芯片	67
4.3.2 系统的互操作性	67
4.3.3 通信协议 LonTalk	68
4.4 Lonworks 通信协议	68
4.4.1 LonTalk 协议简介	68
4.4.2 LonTalk 提供的服务	70
4.4.3 介质访问控制和 MAC 层协议	73
4.4.4 LonTalk 协议的链路层及网络层	75
4.4.5 LonTalk 高层协议	76
4.5 基于 Lonworks 技术设计开放系统	77
4.5.1 Lonworks 系统硬件	77
4.5.2 Lonworks 操作系统	79
4.5.3 网络工具	80
4.5.4 Lonworks 网络结构和开发手段	81
4.5.5 基于 Lonworks 系统的网络实现	82

第 5 章 神经芯片

5.1 神经芯片简介	84
5.2 神经芯片结构	85
5.2.1 神经芯片的硬件结构	85
5.2.2 神经芯片的处理单元	85
5.2.3 神经芯片的输入/输出	86
5.2.4 存储器	86
5.2.5 定时/计数器	87
5.3 神经芯片的通信端口	88
5.4 神经芯片应用 I/O 接口	89
5.4.1 I/O 时序	90
5.4.2 输入/输出对象	90
5.4.3 神经芯片存储器映像	95

第 6 章 Neuron C 编程

6.1 Neuron C 简介	97
6.1.1 Neuron C 语言的特征	97
6.1.2 Neuron C 对 I/O 操作显式控制	98

6.1.3	事件驱动与网络变量	98
6.1.4	支持显式报文	99
6.2	Neuron C 编程模型	99
6.2.1	软件定时器	100
6.2.2	网络变量	100
6.2.3	显式报文	101
6.2.4	任务调度器	102
6.2.5	函数与内嵌变量	103
6.3	网络变量编程	103
6.3.1	网络变量概述	103
6.3.2	I/O 对象编程	104
6.3.3	任务调度机制——When 子句	106
6.3.4	网络变量事件	109
6.3.5	软件计时器	111
6.3.6	网络变量应用	112
6.4	标准网络变量 SNVT	114
6.5	LonMark 对象	116
6.5.1	LonMark 对象结构	117
6.5.2	LonMark 对象类型	119
6.5.3	LonMark 文档	123
6.6	Neuron 节点间通信	125
6.6.1	节点间使用网络变量进行通信	125
6.6.2	节点间的显式报文通信	128

第 7 章 网络节点的开发

7.1	节点开发工具 NodeBuilder	135
7.2	节点开发过程	136
7.2.1	网络设备开发的一般方法	136
7.2.2	建立一个用户节点	138
7.2.3	定义一个 Lonworks 节点	140
7.2.4	网络安装	142
7.3	基于 Lon 控制模块的节点开发	143
7.3.1	控制模块	143
7.3.2	基于 Lon 控制模块的节点开发	143
7.3.3	节点应用程序开发实例	146
7.4	I/O 对象工作模式与应用	148
7.4.1	恒温器节点应用	148
7.4.2	A/D 转换器应用	150
7.4.3	I ² C 的应用	152

7.5 节点应用程序开发	155
7.5.1 日历钟在 Lonworks 节点中的应用	155
7.5.2 PID 控制节点的开发	158
7.5.3 LonMark 节点实例	161
 第 8 章 控制网络设计与构建	
8.1 控制网络设计概述	163
8.1.1 控制网络的特征	163
8.1.2 Lonworks 控制网络设计和安装	163
8.2 控制网络开发工具 LonMaker	165
8.2.1 LonMaker 概述	165
8.2.2 LonMaker 网络	166
8.3 设计控制网络	167
8.3.1 创建一个 LonMaker 视图	167
8.3.2 配置功能模块	170
8.4 Lonpoint 节点设备	172
8.4.1 Lonpoint 接口模块	172
8.4.2 Lonpoint 接口模块配置	173
8.5 控制网络设计举例	174
 第 9 章 模糊控制实现技术	
9.1 模糊控制器的常规设计方法	180
9.1.1 查表法	180
9.1.2 Mamdani 极大极小推理	183
9.1.3 模糊控制器设计举例	186
9.2 模糊控制器的调整	189
9.2.1 模糊控制器参数调整	189
9.2.2 隶属函数的调整	191
9.3 模糊 PID 控制器	192
9.3.1 Fuzzy 自整定 PID 参数控制器	192
9.3.2 模糊 PID 控制器	193
9.4 模糊控制器的节点实现	194
9.4.1 现场智能节点	194
9.4.2 节点模糊控制器设计	195
9.5 模糊控制系统设计	198
9.5.1 温度系统的模糊控制	198
9.5.2 现场总线节点模糊控制器设计	200
9.6 模糊控制在现场总线中的应用	202

第 10 章 现场设备的监控实现技术

10.1 基于 Lonworks 的分散智能控制系统	204
10.2 Lonworks 网络的监控工具	206
10.2.1 Lonworks 网络监控概述	206
10.2.2 LonManager DDE	207
10.2.3 LNS DDE Server	208
10.3 Visual Basic 与 LNS DDE	210
10.3.1 Visual Basic 简介	210
10.3.2 Visual Basic 与 LNS DDE Server	211
10.4 现场总线基于上位机的模糊控制	212
10.4.1 基于 VB 的通用模糊控制器设计	212
10.4.2 基于上位机的模糊控制	215
10.4.3 模糊控制系统的三层结构	220

第三部分 Internet 与 Lon 网络集成

第 11 章 Lonworks 网络与 Internet 融合

11.1 远程控制系统概述	223
11.1.1 Internet 提供的服务	223
11.1.2 Lonworks 网络与 Internet	224
11.2 ASP 与 ADO 技术	226
11.2.1 Web 与数据库互联	226
11.2.2 ASP 编程机制	227
11.2.3 ADO 数据访问技术	231
11.2.4 ASP 与 ADO 技术	235
11.3 基于 Internet 远程监控系统设计	236
11.3.1 远程监控系统结构和技术	236
11.3.2 智能节点远程监控的实现	239

第 12 章 基于 Web 的故障诊断专家系统

12.1 故障诊断的基本概念	244
12.1.1 故障诊断简介	244
12.1.2 故障检测和诊断的主要内容及方法	245
12.1.3 故障诊断过程	246
12.1.4 故障诊断的发展趋势	247
12.2 基于 Internet 的专家系统	248
12.2.1 Internet 专家系统概述	248

12.2.2 基于 Web 专家系统设计原则	248
12.2.3 基于 Web 的专家系统结构	249
12.2.4 利用 ASP 技术开发网上专家系统	251
12.3 面向对象的专家系统构建	252
12.3.1 面向对象程序设计的基本概念	252
12.3.2 面向对象的知识表达和推理	254
12.3.3 面向对象黑板模型	257
12.3.4 加热炉出口温度串级控制系统的面向对象设计	261
12.4 专家系统与其它技术的融合	263
12.4.1 专家数据库系统	264
12.4.2 模糊推理和神经网络的集成	266
12.5 基于 Web 的故障诊断专家系统	269
12.5.1 故障诊断系统的功能需求	270
12.5.2 网上故障诊断专家系统的构建	270
12.6 空气压缩机故障诊断专家系统	273
12.6.1 概 述	273
12.6.2 空气压缩机故障诊断系统	273
12.6.3 空气压缩机诊断过程	275
12.6.4 知识库	277
12.6.5 推理机	278

第 13 章 Lonworks 与智能小区自动化系统

13.1 楼宇自动化系统	279
13.1.1 智能大厦中的楼宇自动化系统	279
13.1.2 楼宇自动化与 Lonworks 控制网络	280
13.1.3 Lonworks 网络在楼宇自动化系统中的应用	282
13.1.4 基于 Lon 总线技术的暖通空调控制系统	284
13.2 Lonworks 在智能小区自动化系统中的应用	287
13.2.1 智能小区自动化系统的构成	288
13.2.2 Lonworks 技术在智能小区中的应用	289
13.3 Lonworks 在家庭智能控制系统中的应用	291
13.4 基于 Internet 的家庭自动化网络	292
13.4.1 基于 Internet 的家庭自动化系统的构成	293
13.4.2 基于 Internet 的家庭自动化网络系统	294
13.5 基于 Lonworks 技术的远程自动抄表系统	296

第四部分 智能控制网络技术的发展

第 14 章 智能代理技术

14.1 智能代理概述.....	298
14.1.1 智能代理概念.....	298
14.1.2 智能代理的研究范畴.....	299
14.1.3 面向 Agent 的程序设计方法	300
14.2 Java 语言简介	301
14.2.1 Java 语言的特点	301
14.2.2 Java 结构与应用	302
14.2.3 Java 的程序和独立程序	302
14.3 Java 面向对象程序设计	303
14.3.1 Java 面向对象程序设计	303
14.3.2 Java 多线程程序设计	307
14.4 用 Java 构建智能代理	310
14.4.1 基于 Java 的规则表示	310
14.4.2 前向推理实现.....	315
14.4.3 Rule Applet 实现	318
14.5 Agent 的监控系统	319
14.5.1 基于 Web 的报警系统	319
14.5.2 基于智能代理的网络监控系统.....	322
14.5.3 现场总线与智能代理.....	323

第 15 章 XML 与现场总线技术

15.1 现场总线与 XML	326
15.1.1 概 述.....	326
15.1.2 Web 技术构成	327
15.1.3 现场总线部件的 XML 描述	328
15.2 XML 的概述	329
15.2.1 XML 简介	329
15.2.2 XML 标准	331
15.2.3 建立 XML 的应用过程	332
15.2.4 Web 上的 XML	333
15.3 XML 的应用	333
15.3.1 XML 在现场总线中的应用	333
15.3.2 XML 语言与 Java 的结合	335

参考文献

第一部分 智能控制基础

第 1 章 智能控制概述

1.1 智能控制的基本概念

智能控制是一门新兴的理论和技術，它的发展得益于许多学科。其中包括人工智能、模糊逻辑、神经网络和现代自适应控制等。它具有非常广泛的应用领域，例如智能过程控制、智能调度与规划、专家控制系统、智能仪器、医院监控、语音控制和模式识别等。

目前，有关智能控制的定义、理论和结构还没有统一的系统描述。本节只介绍智能控制的特征、研究对象及其应用领域。

1.1.1 什么是智能

“智能”一词来源于拉丁文“Legere”，意思是收集、汇集。智能通常用来表示从中进行选择、理解和感觉。Feigenbaum 和 McCorduck 于 1983 年曾解释：如果我们能够研制一个人工制品，它具有收集、汇集、选择、理解和感觉的功能，我们就认为该人工制品具有智能。

从信息的角度来看，智能是能有效地获取、传递、处理、再生和利用信息，从而在任意给定的环境下成功地达到预定目的的能力。

智能的类型是多方面的。智能通常包括解决问题、进行多种运算、学习和处理各种新情况的能力。更具体地可概括为：

(1) 通过视觉、听觉、触觉等感官活动，接收并理解文字、图像、声音、语言等外界的各种“自然信息”，这就是认识和理解世界环境的能力。

(2) 通过有关的信息处理过程，将感性知识抽象为理性知识，并能对事物运动的规律进行分析、判断和推理。

(3) 通过训练和学习过程，日益丰富自身的知识和技能。

(4) 对变化多端的外界环境条件，如干扰、刺激等作用能灵活地做出反应。

人就是一个智能信息处理系统。人的智能活动具有不同的层次，它可与计算机的层次相比较，如图 1.1 所示。人的智能活动的最高级是思维策略，中间级是初级信息处理，最低级为生理活动，即中枢神经系统和大脑的活动。与此相对应的计算机系统是计算机编程、计算机语言和计算机硬件。

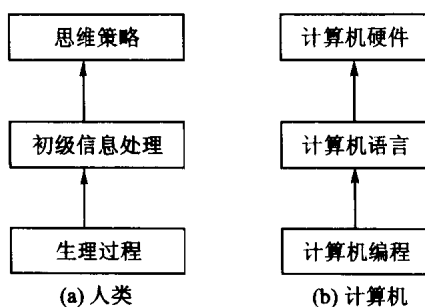


图 1.1 人类智能活动与计算机比较

1.1.2 什么是智能控制

目前,智能控制还没有统一的定义,但可以肯定,智能控制是一种无需人的干预就能够独立地驱动智能机器实现其目标的自动控制。

按照 K. S. Fu(傅京逊)和 Saridis 提出的观点,可以把智能控制看作是人工智能、自动控制和运筹学三个主要学科相结合的产物。如图 1.2 所示的结构,称之为智能控制的三元结构。

智能控制的三元结构可用交集形式表示如下

$$IC = AI \cap AC \cap OR$$

式中各子集的含义为:

IC——智能控制(Intelligent Control);

AI——人工智能(Artificial Intelligence);

AC——自动控制(Automatic Control);

OR——运筹学(Operational Research)。

人工智能(AI)是一个知识处理系统,具有记忆、学习、信息处理、形式语言、启发式推理等功能。自动控制(AC)描述系统的动力学特性,是一种动态反馈。运筹学(OR)是一种定量优化方法,如线性规划、网络规划、调度、管理、优化决策和多目标优化方法等。

这种三元结构表明,智能控制就是应用人工智能的理论与技术和运筹学的优化方法,并将其同控制理论方法与技术相结合,在未知环境下,仿效人的智能,实现对系统的控制。这里所指的环境,是指广义的被控对象或过程及其外界条件。

蔡自兴教授于 1989 年提出了智能控制的四元结构理论,即把信息论(Information Technology)也包括进去,如图 1.3 所示。这是因为,无论是人工智能、自动控制或运筹学都与信息论息息相关。例如,一台具有高度自主制导能力的智能机器人,它的主体和各部分之间,各控制层之间及各子系统之间的控制和通信、对环境的感知、对信号的存储和处理,以及为适应各种情况所做出的优化、决策和运动,都需要系统论、信息论和控制论参与作用,并互为渗透。信息论已成为现代科学领域各学科必不可少的东西,尤其在网络技术高度发展的今天,人们不再满足完成某项任务的孤立的智能机器,而是需要分布在网络上,并具有通信协调机制共同完成复杂任务的智能体。因此,四元结构对信息技术高度发展的今天,仍具有重要的指导意义。

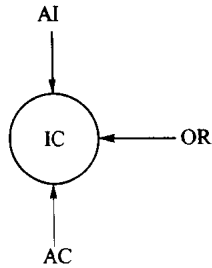


图 1.2 智能控制的三元结构

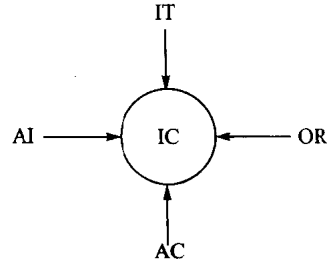


图 1.3 智能控制的四元结构

1.1.3 智能控制的研究对象

智能控制是传统控制发展的高级阶段，它主要用来解决那些用传统方法难以解决的复杂系统的控制。其中包括智能机器人系统、复杂工业过程控制系统、计算机集成制造系统 (CIMS)、航空航天控制系统、社会经济管理系统、交通运输系统、环保及能源系统等。具体地说，智能控制的研究对象具备以下一些特点。

(1) 不确定性的模型。传统控制是基于模型的控制，这里的模型包括控制对象和干扰模型。传统模型通常认为模型是已知的或经过辨识可以得到的，而智能控制的对象通常存在严重的不确定性。

(2) 高度的非线性。在传统的控制理论中，线性系统理论比较成熟，对于具有高度非线性的控制对象，虽然也有一些非线性控制方法可供利用，但总的说来，非线性控制理论还很不成熟，有些方法又过于复杂，而智能控制方法则是解决复杂非线性对象控制问题的一个出路。

(3) 复杂的任务要求。在传统的控制系统中，控制的任务或者要求输出量为定值(调节系统)，或者要求输出跟随期望的运动轨迹(跟踪系统)，因此控制任务的要求比较单一。对于智能控制系统，其任务的要求往往比较复杂。例如在智能机器人系统中，要求系统对复杂的任务具有自行规划和决策的能力，有自动躲避障碍运动达到期望目标位置的能力。对于这些复杂的任务要求，仅靠传统控制方法很难解决，而采用智能控制的方法则可满足复杂的任务要求。

1.1.4 智能控制系统的原理

智能控制系统是实现某种控制任务的一种智能系统。所谓智能系统是指具有一定智能行为的系统，而智能行为实质上是一种从输入到输出的映射关系。例如，一个小提琴家演奏出一支优美的乐曲，其输入是乐谱，输出是手指的动作和力度。这种映射关系反映了一种很高级的智能行为。

1. 智能控制系统的原理结构

按照 G. N. Saridis 的定义，通过驱动自主智能机来实现其目标而无需操作人员参与的系统称为智能控制系统。

智能控制系统典型的原理结构如图 1.4 所示。其中，“广义对象”包括通常意义下的控制对象和外部环境。如在智能机器人系统中，机器人手臂、被操作物体及所处环境统称为广义对象。“传感器”包括关节位置传感器、力传感器，还可能包括触觉传感器、滑觉传感器或视觉传感器等。“感知信息处理”将传感器得到的原始信息加以处理，例如视觉信息要经过复杂的处

理才能获得有用信息。认知主要用来接收和储存信息、知识、经验和数据,并对它们进行分析、推理,做出行动的决策,送至规划和控制部分。通信接口除建立人机之间的联系外,还建立系统中各模块之间的联系。规划和控制是整个系统的核心,它根据给定的任务要求、反馈的信息以及经验知识,进行自动搜索、推理决策和动作规划,最终产生具体控制作用,经“执行器”作用于控制对象。

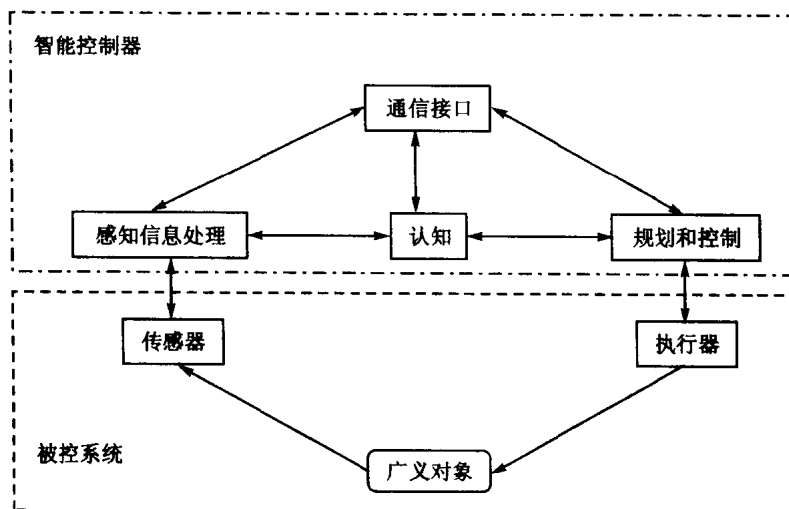


图 1.4 智能控制系统的原理结构

2. 智能控制系统的分级递阶结构

G. N. Saridis 在提出三元结构的同时,还提出了分级智能控制系统,如图 1.5 所示。它主要由三个智能级组成:组织级、协调级和执行级。

第一级:组织级。组织级将操作员的自然语言翻译成机器语言,进行组织决策并完成规定任务。

第二级:协调级。协调级用来协调执行级的动作,并能接受上一级的模糊指令和符号语言。

第三级:执行级。执行级是智能控制系统的最低层,要求具有很高的精度,需要比较精确的模型,以实现具有一定精度要求的控制功能。

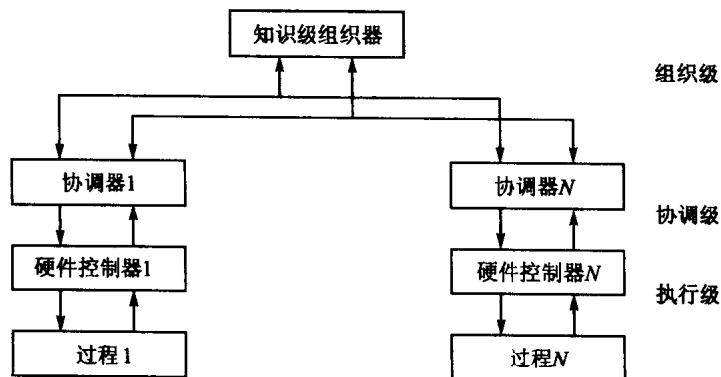


图 1.5 分级智能控制系统

这种分层递阶的智能控制系统具有两个明显特点:

(1) 对控制而言,自上而下控制精度越来越高。

(2) 对信息回馈而言,自下而上信息反馈愈来愈粗略,相应的智能程度也愈来愈高。这种分层递阶结构已成功地应用于机器人的智能控制、交通系统的智能控制及管理。

1.1.5 智能控制系统的功能与特点

1. 智能控制系统的功能

一般说来,智能控制系统应具有以下一些功能。

(1) 学习功能。一个系统,如果能对一个过程或其环境的未知特征所固有的信息进行学习,并将得到的经验用于进一步估计、分类、决策或控制,从而使系统的性能得到改善,那么便称该系统具有学习功能。智能控制系统一般应具备这样的学习功能。

(2) 适应功能。与传统的自适应控制相比,这里所说的适应功能具有更广泛的含义,它包括更高层次的适应性。前已提及,智能控制系统中的智能行为实质上是一种从输入到输出之间的映射关系,它可看成是不依赖于模型的自适应估计,因此具有很好的适应性能。当系统的输入不是学习过的例子时,它还具有很好的插补功能,从而可以给出合适的输出。甚至当系统某些部分出现故障时,系统也能正常工作。如果系统具有更高程度的智能,它还能自动找出故障,甚至具备自修复的功能,从而体现了更强的适应性。

(3) 组织功能。该功能对于复杂的任务和分散的传感信息具有自行组织和协调的能力。还表现为系统具有相应的主动性和灵活性,即智能控制器可以在任务要求的范围内自行决策,主动地采取行动;而当出现多目标冲突时,各控制器在一定限制条件下可自行解决。

(4) 容错性。系统对各类故障应具有自诊断及自恢复能力。

2. 智能控制系统的特点

(1) 同时具有以知识表示的非数学广义模型和以数学模型表示的混合模型控制过程。因此,在研究和设计智能控制系统时,并不把注意力放在对数学公式的表达、计算和处理上,而应放在对任务的描述、符号和环境的识别以及知识库和推理机的设计开发上。

(2) 智能控制的核心在高层控制,即组织级。高层控制的任务在于对实际环境或过程进行组织、决策和规划,实现广义问题求解。为了完成这些任务,需要采用符号信息处理、启发式程序设计、知识表示以及自动推理和决策等相关技术。

(3) 智能控制是一门边缘交叉学科,智能控制的发展需要各相关学科的配合和支持。并且,智能控制是一个新兴的研究领域,无论在理论上和实践上都还很成熟,很不完善,需要更进一步地探索与开发。

1.2 智能控制的产生与发展

20世纪60年代,自动控制理论和技术的发展已趋成熟,而人工智能的研究还刚刚兴起。1965年,美国著名的控制论专家 Zadeh 创立了模糊集合论,为解决复杂系统的控制问题提供了强有力的数学工具。1971年,著名学者 K. S. Fu(傅京逊)从发展学习控制的角度首次提出智能控制这一新兴学科。在20世纪70年代中期前后,以模糊集合论为基础,从模仿人的控制决策思想出发,智能控制在另一个方向——规则控制(Rule-based Control)上也取得了重要的进展。