



国家自然科学基金出版专著



智能

Agent

及其在信息网络中的应用

王汝传 徐小龙 黄海平 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

智能 Agent 及其在信息 网络中的应用

王汝传 徐小龙 黄海平 编著



北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书分上、下两篇,上篇系统地阐述了网络时代人工智能的状况、智能 Agent 原理和体系结构、Agent 的通信机制、多 Agent 系统、移动 Agent、移动 Agent 的安全保障机制、面向 Agent 的软件设计以及典型的 Agent 系统实例;下篇系统地阐述了 Agent 技术在现代网络技术中的应用,包括在网格计算和对等计算、网络信息检索、入侵检测、 workflow、移动数据库系统、电子商务、远程教育、动态路由以及在分布式网络管理系统中的应用。

本书采用读者容易理解的体系和叙述方法,深入浅出,循序渐进地帮助读者把握智能 Agent 技术的主要内容,富有启发性。本书既可作为计算机科学技术学科、电子信息学科以及网络与通信专业的大学高年级学生、硕士及博士研究生的教材,同样对从事分布式计算、分布式人工智能、信息网络应用系统研究和开发工作的科技人员也具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

智能 Agent 及其在信息网络中的应用/王汝传,徐小龙,黄海平编著.

—北京:北京邮电大学出版社,2005

ISBN 7-5635-0699-3

I. 智… II. ①王…②徐…③黄… III. 人工智能—研究 IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 154148 号

书 名:智能 Agent 及其在信息网络中的应用

作 者:王汝传 徐小龙 黄海平

责任编辑:刘 茵

出 版 者:北京邮电大学出版社(北京市海淀区西土城路 10 号) 邮编:100876

电话:(010)62282185 62283578(传真)

经 销:各地新华书店

印 刷:北京通州皇家印刷厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:21.25

字 数:524 千字

印 数:1—3000 册

版 次:2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-0699-3/IN·427

定价:29.00 元

如有印装质量问题请与北京邮电大学出版社发行部联系

序 言

目前智能 Agent 的研究,无论是在人工智能领域还是在计算机科学的其他领域都十分活跃,这与软件及其应用的日趋网络化、智能化是分不开的。国外对智能 Agent 的研究起步较早,已经有比较成熟的理论和较完善的实验系统。虽然国内起步较晚,但是许多高等院校和研究机构对智能 Agent 技术及其应用已经表现出极大的研究热情。同时,由于一些国际学术组织(FIPA)和会议(PAAM)的推动以及该领域专家的努力,智能 Agent、多 Agent 以及移动 Agent 技术得到了迅猛的发展。目前国内该领域的科技人员迫切需要一本总结当前智能 Agent 技术最新研究成果的参考书籍。与此同时,部分高校也围绕智能 Agent 技术及其应用开设了高年级本科生选修课程和相关专业的研究生课程,也急需一本合适的教材。

在这种情况下,针对当前对智能 Agent 技术的研究和教学的需求,南京邮电大学博士生导师王汝传教授和他的科研团队在深入研究国内外最新技术成果和技术资料的基础上,总结了他们长期以来对智能 Agent 的研究工作,其中包括了四项关于智能 Agent 技术国家自然科学基金项目以及该领域的其他相关科研项目研究成果,在国家自然科学基金委员会的支持下,组织编写了《智能 Agent 及其在信息网络中的应用》一书。王汝传教授多年来一直致力于网络中计算机智能软件的研究,在智能 Agent 领域有十余年的工作积累,具有较扎实的理论基础和丰富的实践经验。王汝传教授作为项目负责人曾完成了相关的国家自然科学基金、国家“863 计划”等多项高水平的科研项目,在国内外一流刊物上发表了多篇学术论文,出版过多本专著,取得了丰硕的研究成果。

本书详细、深入地分析了智能 Agent、多 Agent 以及移动 Agent 技术等的原理、方法、技术及其在信息网络中的应用,集中反映了智能 Agent 技术的新思路、新观点、新方法和新成果,具有很高的学术价值。本书不但思想新颖、内容丰富、体系完整,更重要的是还详细描述了许多典型的应用范例,对科研人员在实际的智能 Agent 应用系统开发中具有重要的参考价值。

《智能 Agent 及其在信息网络中的应用》是一本理论和技术相结合,深入浅出的好书,值得推荐给计算机、通信和信息学科的高年级本科生、硕士及博士研究生作为教材。同时对从事分布式计算、分布式人工智能和信息网络应用研究的科技人员也具有重要的参考价值。

中国科学院院士、中国科学技术大学教授

陈国良

2006.1.21.

前 言

回顾人工智能发展的历史,大约在20世纪60年代末到80年代初,人工智能曾有过辉煌的发展时期,原因是计算机专家系统的广泛应用。到了20世纪80年代初,人工智能的研究出现了危机,因为专家系统只能在极有限和狭窄的专业领域中发挥作用,人工智能的进一步发展需要新的驱动力,尤其是需要新的需求的驱动。

从20世纪90年代开始,环球光纤通信线路的建设、信息高速公路关键技术的突破、计算机万维网 WWW(World Wide Web)的流行以及各种新技术层出不穷,在全球掀起了计算机联机热潮,加快了入网速度,网络对生产、生活、文化娱乐等方面产生了深远影响,人类社会走向了信息网络时代。

计算机网络,尤其是 Internet 的出现,为人工智能的研究提供了一个难能可贵的机遇与驱动力。计算机网络是理想的人工智能实验床。Internet 中的 Archie、Gopher、Netfind 相当于机器人的传感器(Sensors),FTP、Telnet、Mail 等相当于机器人的执行机构(效应器, Effectors),网络系统就是一个十分复杂的人工智能系统。未来计算机网络将是一个传感器密集、大规模并行的自治系统,计算机网络为人工智能带来第二个黄金时代。

智能 Agent 技术的诞生和发展是分布式人工智能技术和网络技术发展的必然结果。基于网络的分布式人工智能(Distributed Artificial Intelligence, DAI)是在传统人工智能的基础上发展起来的,本质是采用人工智能等技术,研究一组分散的、松散耦合的智能结构如何在分布式环境下实现专家群体间高效率地相互协作联合求解,解决多种协作策略、方案、意见下的冲突和矛盾。

智能 Agent、多 Agent 以及移动 Agent 的研究近几年来已成为人工智能研究的一个热点。智能 Agent 可以被认为是存在于某一环境的实体,能感知环境,接收来自环境的消息,并做出反应,进而能反作用于环境。Agent 可以是软件,也可以是需要软件控制的硬件。多 Agent 系统则与协调一组(可能预先存在的)自治或半自治 Agent 的智能行为有关,研究侧重于这些 Agent 为了采取联合行动或解决各自问题,如何协调各自的知识、目标、策略规划。而移动 Agent,简单地讲就是具有移动性的智能 Agent,它能够在网络的各个节点之间移动,代表其他实体自行选择运行地点和时机,根据具体情况,中断当前自身的执行,移动至另一设备上恢复运行,并及时将有关的结果返回,其移动的目的是使程序的执行尽可能靠近数据源,降低网络通信开销,节省带宽,平衡负载,加快任务的执行,从而提高分布式系统的处理效率。

总之,Agent 技术的自主性(Autonomy)、主动性(Activity)、反应性(Reactivity)、移动性(Mobility)、社会性(Sociality)和智能性(Intelligence)等优良特点使其可以很好地应用于移动业务处理、电子商务、入侵检测、信息检索、网络管理以及远程教育等领域,并可解决目前这些领域中难以解决的一些关键问题。因此,一些文献称 Agent 是网络软件领域里一个意义深远的突破。美国 Stanford 大学计算机科学系的 Hays Roth 在 IJCAI'95 的特邀报告

中谈到：“智能的计算机 Agent 既是人工智能最初的目标，也是人工智能最终的目标。”

本书分上、下两篇，上篇系统地阐述了网络时代的人工智能状况、智能 Agent 原理和体系结构、Agent 的通信机制、多 Agent 系统、移动 Agent、移动 Agent 的安全保障机制、典型的 Agent 系统实例以及面向 Agent 的软件设计；下篇系统地阐述了 Agent 技术在现代网络技术中的应用，包括在分布式网络管理系统、网络信息检索、入侵检测、 workflow、移动数据库系统、电子商务、远程教育、动态路由以及在网格计算和对等计算中的应用。

本书取材于国内外的最新资料，是针对目前国内对智能 Agent 技术的研究需求，在认真总结作者主持的四项国家自然科学基金项目科研成果的基础上组织编写的。作者注意从实际出发，采用读者容易理解的体系和叙述方法，深入浅出，循序渐进地帮助读者把握智能 Agent 技术的主要内容，富有启发性。本书选材新颖，内容丰富，体系完整，实用性强，概念清晰，通俗易懂，既可作为计算机科学技术学科、电子信息学科以及网络与通信专业的大学高年级学生、硕士及博士研究生的教材，同样对从事分布式计算、分布式人工智能、信息网络应用系统研究和开发工作的科技人员也具有重要的参考价值。

在本书的编写过程中，博士研究生王海艳、陈志、陈宏伟、陈云芳、李捷和穆鸿等同学参加了部分章节的编写工作，同时与作者进行了有益的讨论，姜波和操超鹏等同学参加了校对工作，在此衷心感谢他们。

中国科学技术大学博士生导师赵保华教授、博士生导师熊焰教授、南京航空航天大学博士生导师秦小麟教授在百忙中，认真细致地审阅了本书的全部书稿，提出了许多有益的修改意见。本书在编写过程中还得到了南京邮电大学科技处和国家自然科学基金委员会、南京邮电大学计算机学院教授、博士生导师王绍棟教授、博士生导师杨庚教授、张登银教授以及软件教研室全体老师的指导和帮助。此外，书中还引用了国内外同行的工作成果，在此一并表示衷心感谢。

由于编写时间仓促，作者水平有限，书中的错误及不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

王汝传

2005 年 12 月于南京

目 录

上篇 智能 Agent 技术

第 1 章 网络时代的人工智能	2
1.1 人工智能概述	2
1.2 网络时代的人工智能	3
1.2.1 新的驱动力	3
1.2.2 新的黄金时代	5
1.2.3 新的研究方向	6
1.3 基于网络的分布式人工智能	7
1.4 智能 Agent	8
1.4.1 Agent 的强弱定义	9
1.4.2 Agent 的特性	10
1.4.3 Agent 在现代网络技术中的广泛应用	11
1.4.4 Agent 技术的标准化组织和相关的国际会议	14
1.5 本章总结	15
第 2 章 智能 Agent 体系	16
2.1 Agent 工作原理	16
2.1.1 从知觉序列到行为的理想映射	18
2.1.2 Agent 的自治性	19
2.2 智能 Agent 的体系结构	19
2.2.1 简单反应式 Agent	22
2.2.2 内置状态的反应式 Agent	24
2.2.3 目标驱动的 Agent	25
2.2.4 效用驱动的 Agent	26
2.3 Agent 的环境	27
2.3.1 环境的属性	27
2.3.2 环境的程序	28
2.4 本章总结	29
第 3 章 Agent 的通信机制	31
3.1 Agent 之间的通信与协作	31
3.2 黑板系统	31
3.3 Agent 消息传输机制	32
3.3.1 Agent 消息传输参考模型	32



3.3.2	消息传输服务	33
3.4	智能 Agent 通信语言	35
3.4.1	KIF 通信语言	35
3.4.2	KQML 通信语言	36
3.4.3	FIPA ACL 通信语言	40
3.4.4	Agent 通信语言的特征	40
3.5	智能 Agent 通信本体论	41
3.6	本章总结	41
第 4 章	多智能 Agent 系统	43
4.1	多智能 Agent 系统	43
4.1.1	多 Agent 系统概述	43
4.1.2	多智能 Agent 系统的研究现状	44
4.1.3	从分布式问题求解到多智能 Agent 系统	44
4.1.4	多智能 Agent 系统的开放性	46
4.2	多智能 Agent 系统的协作策略	46
4.2.1	多 Agent 协同工作系统的产生背景	47
4.2.2	形式化框架	48
4.2.3	协作模型	49
4.2.4	协作结构	50
4.2.5	协作方案	52
4.2.6	协作过程分析	54
4.3	多智能 Agent 系统的一种协作机制	55
4.3.1	面向任务域 TOD	55
4.3.2	协作交互策略	56
4.4	多智能 Agent 系统中 Agent 各部件的设计	58
4.4.1	多智能 Agent 系统中 Agent 的结构	58
4.4.2	反应模块	59
4.4.3	规划模块	59
4.4.4	建模模块	60
4.4.5	通信模块	60
4.4.6	决策模块	61
4.5	多智能 Agent 系统中 Agent 的内核构成	61
4.5.1	Agent 的内核	61
4.5.2	智能 Agent 的内部数据库	62
4.5.3	智能 Agent 的执行机	64
4.5.4	功能模块的状态转换	65
4.6	多智能 Agent 系统中 Agent 与功能模块之间的接口	65
4.6.1	概述	65
4.6.2	黑板	66



4.6.3 功能模块	67
4.6.4 通过黑板进行信息传递	68
4.7 多 Agent 技术的前景	68
4.8 本章总结	69
第 5 章 移动 Agent	70
5.1 移动 Agent 概述	70
5.1.1 移动 Agent 的定义和结构	70
5.1.2 移动 Agent 的特性	72
5.1.3 移动 Agent 的技术优势	72
5.1.4 移动 Agent 的应用	74
5.2 移动 Agent 系统的体系结构	74
5.2.1 移动 Agent 服务器	75
5.2.2 服务 Agent 和移动 Agent	77
5.2.3 Agent 传输协议	78
5.2.4 移动 Agent 的生命周期	79
5.2.5 移动 Agent 系统参考模型	80
5.3 移动 Agent 系统中的关键技术	80
5.3.1 移动的实现	80
5.3.2 通信方式和 Agent 通信语言	81
5.3.3 Agent 实现语言	82
5.3.4 移动 Agent 的安全机制	82
5.3.5 移动 Agent 的容错策略	83
5.3.6 移动 Agent 的管理策略	83
5.3.7 与可以替代移动 Agent 技术的比较	83
5.4 移动 Agent 的现状与发展趋势	85
5.4.1 现有的移动 Agent 系统	85
5.4.2 移动 Agent 技术的难点	86
5.4.3 移动 Agent 的研究和发展趋势	87
5.4.4 移动 Agent 标准化组织及其规范	87
5.5 本章总结	88
第 6 章 移动 Agent 的安全保障机制	89
6.1 移动 Agent 系统中存在的安全问题	89
6.1.1 数据传输中的安全问题	89
6.1.2 服务器资源面临的攻击	89
6.1.3 移动 Agent 面临的攻击	90
6.2 现有服务器资源保护方案	90
6.2.1 沙盒模型	90
6.2.2 签名、认证、授权和资源分配	90
6.2.3 Proof-Carrying Code	91



6.2.4	代码检验	91
6.2.5	限制技术	91
6.2.6	核查记录	91
6.2.7	状态评估	92
6.2.8	路径历史	92
6.2.9	电子货币技术	92
6.3	执行环境中移动 Agent 的保护方案	92
6.3.1	基于检测的安全性措施	93
6.3.2	主动的保护措施	93
6.4	传输中移动 Agent 的保护方案	98
6.5	现有移动 Agent 系统安全性能简介	99
6.6	SMMA2002 移动 Agent 安全机制模型系统	101
6.6.1	SMMA2002 系统结构图解析	101
6.6.2	MA 结构解析	102
6.6.3	MAE 解析	102
6.6.4	传输机制分析	102
6.6.5	通信机制分析	104
6.7	SMMA2002 的安全问题解决方案	104
6.7.1	保护传输中的移动 Agent	104
6.7.2	保护服务器资源	106
6.7.3	保护执行环境中的移动 Agent	108
6.8	本章总结	110
第 7 章	面向 Agent 的软件设计	111
7.1	概述	111
7.1.1	软件设计方法及编程语言的发展历程	111
7.1.2	伪心智术语学的应用	112
7.1.3	AOP 与 OOP 的比较	113
7.2	两个实例	115
7.2.1	第一个实例——生产自动化	115
7.2.2	第二个实例——航班预定	116
7.3	AOP 的框架组成	117
7.4	心智状态及其性质	117
7.4.1	心智状态的组成	117
7.4.2	描绘信念、义务、决策及能力的形式化语言	118
7.4.3	各种心智状态的特性	119
7.4.4	与 Cohen 和 Levesque 模型的对比	121
7.5	一种普通的 Agent 解释器	122
7.5.1	基本循环语言	122
7.5.2	有关消息传送的假定	122

7.6 Agent-0——一种简单的程序设计语言和它的解释器	123
7.6.1 Agent-0 语言的语法结构	123
7.6.2 Agent-0 语言的 BNF 范式	127
7.6.3 Agent-0 语言解释器	128
7.6.4 航班预定系统的程序范例与它的解释器	130
7.7 照明设施管理中解释器部分代码	132
7.7.1 Agent 结构	133
7.7.2 通讯服务器的解释器工作循环	139
7.8 与 AOP 相关的研究工作	141
7.9 本章总结	142

下篇 智能 Agent 技术在信息网络中的应用

第 8 章 Agent 在分布式网络管理中的应用	145
8.1 网络管理概述	145
8.1.1 网络管理的目标	145
8.1.2 网络管理的基本模型	146
8.2 传统集中式网络管理技术	146
8.2.1 SNMP 概述	147
8.2.2 SNMP 的运行机制	147
8.2.3 SNMPv1 的评价	148
8.2.4 SNMP 后续版本和技术	149
8.2.5 基于 SNMP 管理机制的分析	149
8.3 基于 Agent 的分布式网络管理系统	151
8.3.1 概 述	151
8.3.2 基于移动 Agent 分布式网络管理体系结构	151
8.3.3 基于移动 Agent 分布式网络管理的优势	153
8.4 基于 Agent 的分布式网络管理系统实例	154
8.4.1 基于移动 Agent 和 SNMP 的分布式网络管理系统	154
8.4.2 采用 Agent 技术提高网络管理的性能分析研究	155
8.4.3 对移动 Agent 网管平台模型的测试实验	158
8.4.4 基于移动 Agent 和 Web 技术的分布式网络管理系统	159
8.5 本章总结	166
第 9 章 Agent 在网格计算和对等计算中的应用	168
9.1 网格计算综述	168
9.1.1 网格的由来	168
9.1.2 网格的概念	168
9.1.3 网格的特征	169
9.1.4 网格的发展状况	169
9.1.5 网格平台 Globus 简介	170



9.1.6	网格体系结构 OGSA 简介	171
9.1.7	网格应用领域	172
9.2	对等计算综述	173
9.2.1	P2P 的由来	173
9.2.2	P2P 的概念	173
9.2.3	P2P 的特征	174
9.2.4	P2P 的发展状况	174
9.2.5	P2P 的分类	175
9.2.6	对等计算平台 JXTA 简介	175
9.2.7	P2P 的应用领域	177
9.3	基于 Agent 的网格计算系统	178
9.3.1	网格计算环境下使用移动 Agent 的优点	178
9.3.2	基于移动 Agent 的网格体系结构	178
9.3.3	基于移动 Agent 的网格资源管理	180
9.3.4	基于移动 Agent 的网格任务调度	181
9.3.5	基于移动 Agent 的网格安全架构	183
9.4	基于 Agent 的对等计算应用	186
9.4.1	P2P 环境下使用移动 Agent 的优势	186
9.4.2	基于移动 Agent 的 P2P 搜索引擎研究	186
9.5	本章总结	188
第 10 章	Agent 在网络信息检索中的应用	189
10.1	网络信息检索技术	189
10.1.1	网络信息检索的特点	189
10.1.2	网络信息检索系统的结构	189
10.1.3	网络信息检索系统的关键技术	190
10.1.4	信息检索中的分布式计算模式	191
10.2	基于移动 Agent 的网络信息检索系统	193
10.2.1	基于移动 Agent 的网络信息检索系统的优势	193
10.2.2	系统的体系结构模型	194
10.2.3	系统的工作流程	195
10.2.4	系统的主要模块	196
10.3	基于移动 Agent 的网络信息检索系统实例	197
10.3.1	移动 Agent 服务器	197
10.3.2	Web 服务 Agent	199
10.3.3	检索 Agent	202
10.4	本章总结	205
第 11 章	Agent 在分布式入侵检测中的应用	207
11.1	入侵检测技术综述	207
11.1.1	基本概念	207



11.1.2	入侵检测系统的组成	208
11.1.3	入侵检测系统分类	210
11.2	现有的入侵检测系统	212
11.2.1	现有入侵检测系统体系结构综述	212
11.2.2	典型入侵检测系统产品介绍	213
11.3	基于智能移动 Agent 的入侵检测技术	215
11.3.1	传统入侵检测技术面临的问题和解决方案	215
11.3.2	入侵检测中引入移动 Agent 的特点分析	215
11.3.3	基于移动 Agent 入侵检测的研究方向	217
11.4	基于移动 Agent 的入侵检测系统	219
11.4.1	系统设计思想	219
11.4.2	系统体系结构	220
11.4.3	系统的工作流程	223
11.4.4	系统的实现	223
11.4.5	系统完成的任务	224
11.5	本章总结	225
第 12 章	Agent 在工作流中的应用	226
12.1	workflow 技术的基本概念	226
12.1.1	workflow 技术的发展	226
12.1.2	workflow 的定义	226
12.1.3	workflow 管理系统	227
12.1.4	workflow 模型的建模技术	230
12.1.5	workflow 系统的实现方案	230
12.2	基于 Agent 的 workflow 系统	232
12.2.1	ABWfMS 的整体框架	232
12.2.2	ABWfMS 中的数据库	233
12.2.3	ABWfMS 中主要的 Agent	234
12.2.4	workflow 机的配置体系	235
12.2.5	过程中的资源分配	238
12.2.6	workflow 过程实例运行时的监控	241
12.3	基于 Agent 的 workflow 技术在虚拟企业中的应用	242
12.3.1	虚拟企业的概念	242
12.3.2	虚拟企业的组成结构及经营环境	243
12.3.3	企业域的组成结构	243
12.3.4	客户的服务请求在虚拟企业中的完成过程	246
12.4	本章总结	247
第 13 章	Agent 在移动数据库中的应用	249
13.1	移动数据库概述	249
13.1.1	移动通信的迅速发展	249



13.1.2	移动计算和移动数据库	250
13.1.3	典型移动数据库的应用	251
13.1.4	移动数据库=分布式数据库+?	252
13.2	移动数据库的关键技术	252
13.2.1	复制与缓存技术	252
13.2.2	数据广播技术	254
13.2.3	移动查询优化和事务处理技术	254
13.2.4	移动数据库的安全技术	255
13.3	移动计算和移动数据库的应用前景	255
13.4	基于 Agent 机制的移动数据库系统	256
13.4.1	基于 Agent 机制的移动数据库系统技术优势	256
13.4.2	基于 Agent 的数据库的体系结构	256
13.4.3	基于 Agent 的移动数据库的关键技术	259
13.4.4	基于 Agent 的移动数据库的系统构成	261
13.5	本章总结	264
第 14 章	Agent 在电子商务中的应用	265
14.1	电子商务综述	265
14.1.1	电子商务的定义	265
14.1.2	电子商务发展概况	265
14.1.3	电子商务的分类	266
14.1.4	电子商务的优势	267
14.2	现有的电子商务系统	268
14.2.1	现有的电子商务系统框架	268
14.2.2	现有的电子商务交易协议	269
14.3	基于智能 Agent 的电子商务系统	271
14.3.1	电子商务和智能 Agent 技术的结合	271
14.3.2	智能 Agent 应用于电子商务的优势	272
14.3.3	利用智能 Agent 的购物行为描述	273
14.3.4	基于智能 Agent 的电子商务面临的问题	273
14.4	传统的电子商务系统的安全保障机制	274
14.4.1	电子商务安全威胁的类别	274
14.4.2	电子商务安全需求	275
14.4.3	电子商务安全技术	276
14.5	基于智能 Agent 的电子商务系统安全保障机制	279
14.5.1	与智能 Agent 安全性相关的问题	279
14.5.2	基于智能 Agent 的电子商务安全交易实例	280
14.5.3	交易流程设计	281
14.5.4	安全机制的讨论	282
14.6	本章总结	285

第 15 章 Agent 在远程教育中的应用	286
15.1 远程教育概述	286
15.1.1 远程教育的含义	286
15.1.2 远程教育的教学模式	286
15.1.3 两种远程教育的技术实现方式	287
15.1.4 典型的远程教育系统	288
15.1.5 远程教育中的矛盾和问题	289
15.2 基于智能 Agent 的远程教育在国内外的研究现状	290
15.3 一个典型的基于智能 Agent 远程教学系统范例	294
15.3.1 系统学习理论和教学理论基础	294
15.3.2 系统结构和模块组成	294
15.4 基于 Agent 的多媒体教学界面系统	301
15.4.1 多媒体教学特点	301
15.4.2 Microsoft Agent	301
15.4.3 范例: 基于 MS Agent 的个人教学助手	304
15.5 本章总结	305
第 16 章 Agent 在动态路由中的应用	306
16.1 现代网络中的路由问题	306
16.2 路由 Agent 间的通信方式	309
16.3 路由节点的描述	309
16.3.1 路由表的描述	309
16.3.2 节点距离统计模型	311
16.4 基于 Agent 的路由算法的详细描述	311
16.5 路由节点数据的更新	313
16.5.1 节点距离统计模型的更新	313
16.5.2 路由表的更新	314
16.6 基于 Agent 系统的实现	316
16.6.1 路由节点 Agent 的实现	316
16.6.2 数据发生器的实现	317
16.6.3 路由 Agent 发生器的实现	317
16.6.4 路由移动 Agent 的实现	317
16.7 基于 Agent 的路由算法的新特点	317
16.8 本章总结	318
参考文献	319

上 篇

智能Agent 技术

第1章 网络时代的人工智能

1.1 人工智能概述

“智能”一词可以用作名词,也可以用作形容词。如果用作名词,它是指人类所能进行的脑力劳动,包括感觉、认知、记忆、学习、联想、计算、推理、判断、决策、抽象、概括等等。如果用作形容词,它的意义是:人一样的、聪明的、灵活的、自学习的、自组织的、自适应的、自治的……

智能理论的研究也分为两个方面:一方面是对智能的产生、形成和工作机制的直接研究;另一方面是研究如何用人工的方法模拟、延伸和扩展智能。前者称为自然智能理论,主要是生理学和心理学研究者所从事的工作;而后者称为人工智能(Artificial Intelligence, AI)理论,主要是理工学研究者所从事的工作。在前者的领域中,“智能”多取名词的用法,因为研究的是“脑力劳动”本身的机制;在后者的领域中,“智能”多取形容词的用法,因为人们主要考察人工智能的功能与自然智能的功能相比,像不像、高不高、强不强?

按道理讲,人工智能理论应以自然智能理论为基础。如果搞清了各种自然智能的工作机制及其各个功能部件的结构关系,那么就可以通过已经高度发达的电子的、光学的和生物的器件构筑类似的结构对其进行模拟、延伸和扩展,从而实现人工智能。但遗憾的是,由于人类的头脑结构高度复杂,也由于实验这一现代科学的锐利武器在研究人脑机制和结构时不能随意使用,直到今天,自然智能理论并没有解释一些基本智能活动的机制和结构,总体进展十分有限,所以人工智能理论的主流已经从结构模拟的道路走向了功能实现的道路。所谓功能实现就是将自然智能的结构看作黑箱,只控制黑箱的输入输出关系,只要从输入输出关系上实现了所要模拟的功能即可。功能实现的道路使人工智能理论摆脱了自然智能理论进展缓慢的束缚,通过几十年的发展,已经形成了较为系统的理论体系,包含了极为丰富的内容,并在实际中得到了广泛的应用,发挥了显著的作用。

本文所指的是广义的人工智能理论,它既包含基于符号推理的经典人工智能,也包含基于结构演化的计算智能,还包含模式识别等其他智能理论。

经典人工智能的研究开始于1956年,主要目标是应用符号逻辑的方法模拟人类在问题求解、推理、学习等方面的能力。

问题求解是经典人工智能的核心问题,当机器有了对某些问题的求解能力后,在应用场合遇到这类问题时,便会自动找出正确的解决策略。这种问题求解能力是基于规则的,是能够举一反三的。有了问题求解能力的机器就能比普通机器更灵巧地分析问题和处理问题,从而适用于更加复杂多变的应用场合。

推理是人类思维的一个重要方面,推理的三种主要形式是归纳推理、演绎推理和模糊推理。经典人工智能中推理的研究就是要模拟这三种推理形式,实现诸如故障诊断、数学定理证明、模糊问题判断等功能。