

● 现代工业自动化技术应用丛书

人工智能

技术及应用

姚锡凡 李旻 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

TP18/162

2008

现

应用丛书

人工智能 技术及应用

姚锡凡 李旻 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内容提要

本书从工程应用的角度介绍人工智能技术的基本原理、控制方法及应用。在简述人工智能的理论与方法基础上,较详细地介绍了人工智能在工业领域中的应用,包括人工智能基础知识专家系统、智能控制、计算智能及其应用、数据挖掘与智能决策、智能制造、智能机器人、综合集成智能系统和智能系统及装备实例等。

书中内容取材新颖,理论联系实际,面向工程应用,语言通俗易懂。

本书适宜于从事人工智能领域工作的科研和工程技术人员阅读,也可作为大专院校相关专业的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能技术及应用 / 姚锡凡, 李旻编著. —北京: 中国电力出版社, 2008

(现代工业自动化技术应用丛书)

ISBN 978-7-5083-5848-2

I. 人… II. ①姚… ②李… III. 人工智能 IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 094297 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 1 月第一版 2008 年 1 月北京第一次印刷

1000 毫米×1400 毫米 B5 开本 18.75 印张 380 千字

印数 0001—3000 册 定价 30.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

序 言



《现代工业自动化技术应用丛书》

现代工业自动化技术是信息社会中的关键技术和核心技术之一。自动化技术促进了人类文明的发展。实现工业生产自动化可以提高系统性能、改善劳动条件、减轻劳动强度、大幅提高生产率、节约能源、提高产品质量和经济效益。自动化设备可以代替人完成各类高危作业。

现代工业自动化系统已呈现开放性、智能化、信息化与网络化的特点，它融合了自动化技术、信息技术、现代控制技术、网络技术、通信技术、先进制造技术及现代管理学等诸多学科的先进技术，需要各学科的专家及工程技术人员通力合作，从而实现多学科专业知识与系统集成、形成实现现代工业自动化发展的手段或模式。

为了推广现代工业自动化技术的应用，总结、发展和提高我国工业自动化技术的应用水平，培养高水平的工程技术人员，帮助工作在生产第一线的工程技术人员能够及时拓展知识结构，较全面地了解 and 掌握现代工业自动化领域中的最新技术和应用，中国电力出版社组织编写了《现代工业自动化技术应用丛书》。

一、丛书的编写宗旨

团结组织工业自动化领域的专家、学者、科技工作者、工程技术人员和团体，共谋策划与编写，促进我国工业自动化技术的繁荣和发展。

二、丛书的编写原则

1. 以技术应用为主。理论与实践密切结合，通过剖析工程实例，介绍最新技术和产品的应用，以适应工业现场的需要。可操作性强。
2. 丛书各分册均以现场应用实际或范围划分。各分册之间既相互联系又自成体系。
3. 编委会特邀请该领域有扎实理论基础并富有实践经验的专家、学者和工程技术人员来承担编写工作。

三、丛书读者对象

以工程技术人员为主要读者对象，也适宜科研人员和大中专院校师生参考。

我们相信《现代工业自动化技术应用丛书》的出版必将对我国工业自动化技术的应用起到积极作用。编写出版《现代工业自动化技术应用丛书》对于我们是一种全新的尝试，难免存在一些问题，希望广大读者给予支持和帮助，我们的联系

前 言

人工智能主要研究用人工的方法和技术来模仿、延伸及扩展人的智能，从而实现机器智能。人工智能可分两大类：符号智能和计算智能。

人工智能从诞生之日发展到今天，无论在理论研究上还是在应用技术上都取得了不少成果，但离全面推广应用还有很大的距离，尤其是在生产工业中的推广应用有待深入，同时当前人工智能研究存在理论与应用脱节的情形。本书具有如下特点：

(1) 理论联系实际，面向工业应用。本书从工程应用的角度介绍人工智能的基本原理和方法，并反映国内外研究和应用的最新进展，突出人工智能的应用，因而具有很强的工程性和实用性。

(2) 取材新颖，内容先进。在介绍人工智能与应用时，力求反映该领域的学科前沿及最新成果，如在计算智能、智能控制、数据挖掘、智能制造以及智能集成等方面取得的最新成果在本书中作了重点介绍。

(3) 内容叙述上力求通俗和简明，便于自学。对有关概念、原理、方法和技术的阐述力求简单易懂，着重从应用角度出发，不强求理论的完整。

全书共分 10 章。第 1 章介绍人工智能及其应用概况。第 2 章介绍模糊理论、人工神经网络、进化计算、机器学习、人工智能搜索和推理等知识。前两章为人工智能的基础知识，为人工智能在工业中的应用提供理论依据。第 3 章介绍传统的人工智能（符号智能）的重要分支——专家系统及其在工业中的应用实例。第 4 章是有关智能控制，包括专家控制、模糊控制、神经网络控制和基于信息论的智能控制。第 5 章介绍计算智能及其工业生产中的应用。第 6 章介绍人工智能在数据挖掘与智能决策中的应用，包括最新发展起来的分布式人工智能和群体决策。第 7 章介绍人工智能与制造工程相结合的成果——智能制造。智能机器人是人工智能取得重要成果和标志之一，第 8 章对此作介绍，包括智能机器人路径与任务规划和信息融合等方面的内容。第 9 章介绍人工智能的集成及其应用。第 10 章介绍智能系统及装备实例。其中，第 6 章、第 8 章和第 10 章由李旻编写，其余章节由姚锡凡编写。

本书是作者在从事相关科研和教学的工作基础上，结合国内外相关的研究成果编著而成的，内容取材新颖，注重人工智能的应用。本书可作为从事人工智能应用研究相关的科学研究和工程技术人员参考，也可作为大专院校相关专业的教材或参考书。

本书的部分研究成果得到了国家自然科学基金（50175029，59585006）、教育部留学回国人员科研启动基金和广东省科技计划项目（2004A10403006）的资助。

在本书的撰写过程中，曾得到同事、朋友和研究生的支持和帮助，特别是得到华南理工大学的杨武、林焯华等研究生协助，同时参阅和引用了许多相关的著作和论文，在此对这些著作和论文的作者深表感谢。

人工智能是一门迅速发展的交叉学科，其应用还处于开拓和不断完善之中，加上笔者才疏学浅，疏漏不妥之处，盼请广大读者不吝批评指正。

编著者

目 录



序言
前言

第1章 绪论 1

- 1.1 人工智能的概念 1
- 1.2 人工智能的学派与研究途径 2
- 1.3 人工智能研究的内容与应用领域 4
 - 1.3.1 人工智能研究的内容 5
 - 1.3.2 人工智能研究的应用领域 6
- 1.4 人工智能的发展 8

第2章 人工智能基础知识 11

- 2.1 符号智能与计算智能 11
- 2.2 模糊理论 13
 - 2.2.1 模糊集合 14
 - 2.2.2 模糊集合的表示方法 14
 - 2.2.3 模糊集合的运算 15
 - 2.2.4 模糊关系和模糊关系矩阵的运算 16
 - 2.2.5 模糊逻辑推理 18
 - 2.2.6 解模糊判决方法 20
- 2.3 人工神经网络 21
 - 2.3.1 人工神经网络发展简史 21
 - 2.3.2 人工神经元的模型 23
 - 2.3.3 神经网络模型结构 24
 - 2.3.4 神经网络的两大类学习方法 25
 - 2.3.5 反向传播网络及其学习算法 26
 - 2.3.6 反馈神经网络 26

2.4 进化计算 27

- 2.4.1 遗传算法 28
- 2.4.2 进化策略 31
- 2.4.3 进化规划 31
- 2.5 模拟退火算法 32
- 2.6 知识表示 34
 - 2.6.1 一阶谓词逻辑表示法 34
 - 2.6.2 产生式规则 36
 - 2.6.3 语义网表示法 37
 - 2.6.4 框架表示法 38
 - 2.6.5 人工神经网络的知识表示 39
- 2.7 搜索原理 40
 - 2.7.1 问题求解过程的形式表示 40
 - 2.7.2 状态空间搜索 41
 - 2.7.3 与/或树搜索 43
- 2.8 基本的推理方法 46
 - 2.8.1 推理的基本概念 46
 - 2.8.2 自然演绎推理 48
 - 2.8.3 归结演绎推理 48
 - 2.8.4 基于规则的演绎系统 49
 - 2.8.5 产生式系统 50
- 2.9 机器学习 53

第3章 专家系统 57

- 3.1 专家系统概述 57
 - 3.1.1 专家系统发展简况 57
 - 3.1.2 专家系统结构 59
 - 3.1.3 专家系统类型 59
 - 3.1.4 专家系统的特点 60
- 3.2 不确定性推理 61
 - 3.2.1 确定因子法 61

3.2.2	主观 Bayes 方法	63
3.2.3	D-S 证据理论	66
3.2.4	可能性理论	68
3.2.5	不确定推理方法的比较	69
3.3	专家系统的开发工具与建造步骤	70
3.3.1	专家系统的开发工具	70
3.3.2	建造专家系统的步骤	71
3.4	专家系统实例	72
3.4.1	智能设计	72
3.4.2	智能 CAPP 系统	76
3.4.3	故障诊断	78
第4章 智能控制		83
4.1	简述	83
4.1.1	自动控制的发展	83
4.1.2	智能控制的发展	84
4.1.3	智能控制的结构	85
4.2	专家控制	86
4.2.1	专家控制的结构与分类	86
4.2.2	基于知识的制造过程控制示例	90
4.3	模糊控制	96
4.3.1	常规模糊控制原理	96
4.3.2	模糊控制器的设计	97
4.3.3	自适应模糊控制	102
4.3.4	模糊 PID 控制	105
4.4	神经网络控制	109
4.4.1	神经网络控制的学习结构	109
4.4.2	神经网络建模	110
4.4.3	基于神经网络的仿真控制	111
4.4.4	基于神经网络的控制实验示例	118
4.5	基于信息论的智能控制	119

4.5.1	智能控制的信息优化原理	120
4.5.2	控制系统结构	121
4.5.3	基于信息测度的加工过程控制	122
第5章 计算智能及其应用		126
5.1	计算智能	126
5.1.1	计算智能的特点	126
5.1.2	混合计算智能	126
5.2	计算智能应用实例	129
5.2.1	基于 GA 的 Job-shop 调度	129
5.2.2	基于神经网络的切削加工参数多目标优化	133
5.2.3	端铣加工参数的多目标模糊优化	138
5.2.4	加工过程状态监测	142
5.2.5	机械产品的敏捷开发系统	153
第6章 数据挖掘与智能决策		156
6.1	数据挖掘	156
6.1.1	数据挖掘的定义和功能	156
6.1.2	数据挖掘的流程	160
6.1.3	数据挖掘的方法和技术	161
6.1.4	分布式数据挖掘	164
6.2	分布式人工智能	167
6.2.1	分布式人工智能概述	167
6.2.2	Agent 基本理论	170
6.2.3	多 Agent 系统	175
6.3	智能决策与群体决策	183
6.3.1	智能决策支持系统	184
6.3.2	群体决策支持系统	188

第7章 智能制造 195

- 7.1 智能制造的含义 195
- 7.2 智能制造系统的特点 196
- 7.3 智能制造研究的主要内容 ... 197
- 7.4 智能制造的支撑技术 199
- 7.5 基于 Agent 的分布式网络化
智能制造系统 202
- 7.6 基于自治及合作的整子制造
系统 204

第8章 智能机器人 211

- 8.1 机器人的原理 211
 - 8.1.1 机器人的定义与分类 211
 - 8.1.2 机器人系统的基本组成 ... 215
 - 8.1.3 智能机器人概述 219
- 8.2 智能机器人的传感与信息
融合 222
 - 8.2.1 机器人的传感技术 222
 - 8.2.2 多传感器信息融合 225
- 8.3 机器人的规划与控制 233
 - 8.3.1 机器人的规划 233
 - 8.3.2 机器人的控制 240

第9章 综合集成智能系统 250

- 9.1 智能集成简述 250
- 9.2 集成智能设计专家系统 252
 - 9.2.1 基于神经网络的设计专家

系统 252

9.2.2 多种智能集成设计系统 ... 253

9.2.3 基于 CSCW 的智能 CAD
结构 255

9.3 集成智能 CAPP 256

9.4 制造过程的综合智能决策 ... 258

9.5 多模块的智能调度 260

9.6 基于人机一体化的集成制造
系统 264

第10章 智能系统及装备实例 266

10.1 仿人机器人 266

10.2 智能轮椅移动机器人 270

10.3 地震预报专家系统 274

10.3.1 ESEP 的主要结构 275

10.3.2 ESEP 的知识表示模型 276

10.3.3 ESEP 的专家知识库 277

10.3.4 ESEP 的事实准备模块 278

10.3.5 ESEP 的推理模型和推理
决策模块 278

10.4 智能车辆 279

10.4.1 意大利 MOB-LAB 的智能
车辆 279

10.4.2 美国俄亥俄州立大学的智
能车辆 281

参考文献 283

第1章 绪 论

人工智能 (AI) 作为一门学科, 于 1956 年问世, 是由“人工智能之父”麦卡锡 (McCarthy) 及一批数学家、信息学家、心理学家、神经生理学家、计算机科学家在美国 Dartmouth 大学召开的会议上首次提出的。AI 主要研究如何用机器 (计算机) 来模拟和实现人类的智能行为。

本章主要讨论人工智能的定义、研究目标、研究内容、研究途径与方法、研究领域、发展历史等。

1.1 人工智能的概念

人工智能的英文表示是“Artificial Intelligence”, 简称 AI。从字面上看, 人工智能就是用人工的方法在计算机上实现人的智能, 或者说是人们使计算机具有类似于人的智能。但要给人工智能这个科学名词下一个准确的定义却是很困难的, 至今人工智能尚无统一的定义。不同科学或学科背景的学者对人工智能有不同的理解, 并提出不同的观点或定义。

从实用观点来看, 人工智能是一门知识工程学, 以知识为对象, 研究知识的获取、知识的表示方法和知识的使用。

广义的人工智能学科是模拟、延伸和扩展人的智能, 研究与开发各种机器智能和智能机器的理论、方法与技术的综合性学科。

尽管学术界有各种各样的说法和定义, 但人工智能是研究使计算机来模拟人的某些思维过程和智能行为 (如学习、推理、思考、规划等) 的学科, 主要包括计算机实现智能的原理、制造类似于人脑智能的计算机, 使计算机能实现更高层次的应用。

人工智能理论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, 它的内部结构和工作机理, 至今人们还不完全清楚, 自然智能理论总体进展十分有限。因而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,

而只控制黑箱的输入输出关系, 只要从输入输出关系上看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。

人工智能的发展历史是和计算机科学与技术的发展史联系在一起的。除了计算机科学以外, 人工智能还涉及信息论、控制论、自动化、仿生学、生物学、心理学、数理逻辑、语言学、医学和哲学等多门学科, 可以说几乎是自然科学和社会科学的所有学科, 其范围已远远超出了计算机科学的范畴。

人工智能研究的近期目标是实现机器智能, 是研究如何使现有的计算机更聪明, 即先部分地或某种程度地实现机器的智能, 从而使现有的计算机更灵活、更好用和更有用, 成为人类的智能化信息处理工具, 使它能够运用知识去处理问题, 能够模拟人类的智能行为, 如推理、思考、分析、决策、预测、理解、规划、设计和学习等。为了实现这一目标, 人们需要根据现有计算机的特点, 研究实现智能的有关理论、方法和技术, 建立相应的智能系统。

1.2 人工智能的学派与研究途径

智能是脑特别是人脑所具有的, 那么要实现人工智能, 自然就离不开对人脑的借鉴, 其中包括对人脑的结构、功能和人脑具有智能的原因、过程等的借鉴。于是, 就产生了人工智能研究的不同途径和方法, 形成了人工智能的不同学派:

(1) 符号主义 (Symbolicism), 又称为逻辑主义 (Logicism)、心理学派 (Psychologism) 或计算机学派 (Computerism), 其原理主要为物理符号系统 (即符号操作系统) 假设和有限合理性原理, 认为人的认知基元是符号, 而且认知过程即符号操作过程。

(2) 联结主义 (Connectionism), 又称为仿生学派 (Bionicsism) 或生理学派 (Physiologism), 其原理主要为神经网络及神经网络间的连接机制与学习算法, 认为人的思维基元是神经元, 而不是符号处理过程。它对物理符号系统假设持反对意见, 认为人脑不同于电脑, 并提出联结主义的大脑工作模式, 用于取代符号操作的电脑工作模式。

(3) 行为主义 (Actionism), 又称进化主义 (Evolutionism) 或控制论学派 (Cyberneticsism), 其原理为控制论及感知-动作型控制系统, 认为智能不需要知识、不需要表示、不需要推理; 人工智能可以像人类智能一样逐步进化; 智能行为只能在现实世界中与周围环境交互作用而表现出来。

由于各学派对人工智能研究的基本理论框架不同, 所采用的研究方法也不相同。其中, 符号主义采用功能模拟方法, 联结主义采用结构模拟方法, 而行为主义

则采用行为模型方法。

1. 功能模拟

由于人脑的奥秘至今还未彻底揭开,所以人们就在当前的数字计算机上,对人脑从功能上进行模拟,来实现人工智能,这种途径称为功能模拟法。具体来讲,功能模拟法就是以人脑的心理模型,将问题或知识表示成某种逻辑网络,采用符号推演的方法,实现搜索、推理、学习等功能。从宏观上来模拟人脑的思维,实现机器智能。

基于功能模拟的符号推演,是人工智能研究中最先使用且直至目前还主要使用的方法。人工智能的许多重要成果也都是用该方法取得的,如自动推理、定理证明、专家系统、机器博弈等。这种方法一般是利用显式的知识(库)和推理(机)来解决问题的,所以,它擅长模拟人脑的逻辑思维,便于实现人脑的高级认知功能,如推理、决策等。

2. 结构模拟

所谓结构模拟,就是根据人脑的生理结构和工作机理,实现计算机的智能,即人工智能。人脑的生理结构是由大量神经细胞组成的神经网络。由于这个网络太大、太复杂——研究表明,人脑是由大约 10^{11} 个神经细胞组成的一个动态的、开放的、高度复杂的巨大系统,以致于人们至今对它的生理结构和工作机理还未完全弄清楚。因此,对人脑的真正和完全模拟,一时还难以办到。所以,目前的结构模拟只是对人脑的局部或近似模拟。具体来讲,就是用人工神经元(神经细胞)组成的人工神经网络来作为信息和知识的载体,用所谓神经计算的方法实现学习、联想、识别和推理等功能,从而来模拟人脑的智能行为,使计算机表现出某种智能。

神经网络基于人脑的生理模型,采用数值计算的方法,从微观上来模拟人脑,实现机器智能,侧重于模拟和实现人的认识过程中的感觉、知觉过程、形象思维、分布式记忆和自学习、自组织过程,具有很强的鲁棒性和容错性。它擅长模拟人脑的形象思维,便于实现人脑的低级感知功能,如图像、声音信息的识别和处理。

以上两种方法,是当前人工智能研究的两条主要途径。它们各有所长,也各有所短。从这两种方法所擅长处理的问题来看,它们都有一定的局限性,而且刚好互为补充。因此,至少从目前来看,这两种研究途径并不是互相取代,而是并存相互补充的关系。事实上,功能模拟虽然仅是对大脑的功能模拟,但它对揭示大脑生理奥秘仍有许多借鉴之处;结构模拟虽然主观上是要对大脑实现仿真,但由于至今人们对大脑的工作原理还没有完全搞清楚,因而也带有一定程度的功能模拟性。再从当前的研究现状来看,人们将模糊推理与神经计算相结合,已展现出相得益彰的喜人前景。因此,将功能模拟与结构模拟相结合是当前人工智能研究的总趋势。

3. 行为模拟

除了上述两种研究途径和方法外,还有一种基于感知——行为模型的研究途径和方法。这种方法是模拟人在控制过程中的智能活动和行为特性,如自寻优、自适

应、自学习、自组织等，来研究和实现人工智能。基于这一方法研究人工智能的典型代表为 MIT 的 R. Brooks 教授，他研制的六足行走机器人（亦称为人造昆虫或机器虫），曾引起人工智能界的轰动。这个机器虫可以看作是新一代的“控制论动物”，它具有一定的适应能力，是一个运用行为模拟即控制进化方法研究人工智能的代表作。

三种模拟方法的比较如表 1-1 所示。

表 1-1 三种模拟方法的比较

项目		功能模拟	结构模拟	行为模拟
基本出发点		人类思维逻辑的形式化	生物神经系统的结构和性能	行动和反应的积累
组织结构	处理结点	运算模块，实现有限的功能	不单独完成任务的简单处理单元	以有限状态机为核心的独立活动层
	各结点特征	功能各异，但有某种统一格式约定	基本上都相似，但采用少数几种不同格式	每个层有很大不同，无统一格式
	结点间的关系	通过程序指令进行组织，交互的信息很复杂	复杂的连接网络，但连接的内容本身极简单	通过抑制交互信息，趋向于简洁
问题求解方式	知识	用符号系统表达概念和概念间的关系	分散存在于单元连接权值中	不必采用固定的形式
	规则	用形式化的语句表达，集中存放在库中	隐含在网络中，完全是分散且为隐式的	直接将行动和反应、目的和条件相联系而产生动作的轨迹方向
	推理	经匹配后，通过逻辑算符、函数和过程的运算	从输入直接得到所需输出	有给定目标和环境特征触发动作
知识的获取与积累	训练	按照设计者制订的框架	可以有教练，也可无教练地受训练	机器自动通过行动和感知从环境中抽取特征
	学习	按照一定程式	通过一定训练步骤后达到的状态	直接用抽取的特征修正行为准则
	记忆	集中存放在有一定格式的知识和规则库中	完全分散地存放在连接权值中	存放在有限状态机的内部寄存器中，不必有统一格式

1.3 人工智能研究的内容与应用领域

从计算机应用系统的角度出发，人工智能是研究如何制造出人造的智能机器或智能系统，来模拟人类智能活动的能力，以延伸人们智能的科学。人类智能活动的能力一般可概括为：

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

(2) 通过人脑的生理与心理活动以及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,这就是提出概念、建立方法、进行演绎和归纳推理、作出决策的能力。

(3) 通过教育、训练和学习过程日益丰富自身的知识和技巧,这就是学习的能力。

(4) 对变化多端的外界环境、条件(如对干扰、刺激等作用)能灵活地作出反应,这就是自我适应的能力。

与上述人类智能活动能力有关的模拟都是人工智能研究范畴,全面实现上述四个方面的模拟是人工智能研究的远期目标,即制造出智能机器。具体来讲,就是要使计算机具有看、听、说、写等感知能力和交互功能,具有联想、推理、理解、学习等高级思维能力,还要有分析问题、解决问题和发明创造的能力。简言之,也就是使计算机像人一样具有自动发现规律和利用规律的能力,或者说具有自动获取知识和利用知识的能力,从而扩展和延伸人的智能。

1.3.1 人工智能研究的内容

根据上述人类智能活动能力的分析,下面给出对实现人工智能系统来说具有一般意义的研究内容。

1. 机器感知

所谓的机器感知就是使机器具有类似于人的感知能力,其中以机器视觉与机器听觉为主。机器感知研究如何用机器或计算机模拟、延伸和扩展人的感知或认知能力,包括机器视觉、机器听觉、机器触觉等。计算机视觉、模式识别、自然语言理解,都是人工智能领域的重要研究内容。

2. 机器思维

所谓机器思维就是让计算机能够对感知到的外界信息和自己产生的内部信息进行思维性加工。由于人类的思维功能包括逻辑思维、形象思维和灵感思维,因此机器思维的研究也应该包括这几个方面。为了实现机器的思维功能,需要在知识的表示、组织及推理方法,各种启发式搜索及控制策略,神经网络、人脑结构及其工作原理等方面进行研究。

由于人类智能主要来自于大脑的思维活动,因此机器智能也主要应该通过机器的思维功能来实现。机器思维是机器智能的重要组成部分。

3. 机器学习

所谓机器学习就是让计算机能够像人那样自动地获取新知识,并在实践中不断地完善自我和增强能力。机器学习是机器具有智能的根本途径,也是人工智能研究的核心问题之一。目前,人类根据对学习的已有认识,已经研究出了不少机器学习

方法,如机械学习、类比学习、归纳学习、发现学习、遗传学习和连接学习等。

4. 机器行为

所谓机器行为就是让计算机能够具有像人那样的行动和表达能力,如走、跑、拿、说、唱、写、画等。如果把机器感知看作智能系统的输入部分,那么机器行为则可看作智能系统的输出部分。机器人学作为人工智能的一个研究领域,包含了机器行为方面的研究。

5. 智能系统与智能计算机

无论是人工智能的近期目标还是远期目标,都需要建立智能系统或构造智能机器,因此需要开展对系统模型、构造技术、构造工具及语言环境等方面的研究。

1.3.2 人工智能研究的应用领域

随着人工智能理论研究的发展和成熟,人工智能的应用已深入到各个领域。下面介绍几个方面的应用:

1. 专家系统

专家系统是依靠人类专家已有的知识建立起来的知识系统,目前专家系统是人工智能研究中开展较早、最活跃、成效最多的领域,广泛应用于医疗诊断、地质勘探、石油化工、军事、文化教育等各方面。它是在特定的领域内具有相应的知识和经验的程序系统,它应用人工智能技术,模拟人类专家解决问题时的思维过程,来求解领域内的各种问题,达到或接近专家的水平。

2. 模式识别

模式识别是研究如何使机器具有感知能力,主要研究视觉模式和听觉模式的识别,如识别物体、地形、图像、字体(如签字)等,在日常生活各方面以及军事上都有广泛的用途。近年来迅速发展起来应用模糊数学模式、人工神经网络模式的方法逐渐取代传统的用统计模式和结构模式的识别方法。

3. 自然语言理解

计算机如能“听懂”人的语言(如汉语、英语等),便可以直接用口语操作计算机,这将给人们带来极大的便利。计算机理解自然语言的研究有以下三个目标:①计算机能正确理解人类的自然语言输入的信息,并能正确答复(或响应)输入的信息;②计算机对输入的信息能产生相应的摘要,而且复述输入的内容;③计算机能把输入的自然语言翻译成要求的另一种语言,如将汉语译成英语或将英语译成汉语等。目前,研究计算机进行文字或语言的自动翻译,人们作了大量的尝试,还没有找到最佳的方法,有待于更进一步深入探索。

4. 机器人学

机器人是一种能模拟人的行为的机械。智能机器人的研究和应用体现出广泛的学科交叉,涉及众多的课题,如机器人体系结构、机构、控制、智能、视觉、触觉、力觉、听觉、机器人装配、恶劣环境下的机器人以及机器人语言等。机器人已

在各种工业、农业、商业、旅游业、空中和海洋以及国防等领域获得越来越普遍的应用。机器人和机器人学的研究促进了许多人工智能思想的发展。

5. 智能决策系统

决策支持系统是属于管理科学的范畴，它与“知识-智能”有着极其密切的关系。20世纪80年代至今专家系统在许多方面取得成功，将人工智能中特别是智能和知识处理技术应用于决策支持系统，扩大了决策支持系统的应用范围，提高了系统解决问题的能力，这就成为智能决策支持系统。

6. 机器定理证明

计算机通过模仿人的推理和演绎过程，从最基本的公理出发，证明定理的正确性。这是AI的一个重要研究领域，也是最早的研究领域之一。定理证明的研究在人工智能方法的发展中曾经产生过重要的影响，在人工智能方法的研究中定理证明是一个极其重要的论题。1976年7月，美国的阿佩尔（Appel）等人解决了长达124年之久的难题——四色定理，该定理的成功证明曾轰动计算机界。

7. 自动程序设计

自动程序设计是某种“超级编译程序”或者能够对程序要实现什么目标进行非常高级描述的程序，并能够由这个程序产生出所需要的新程序。自动程序设计研究的重大贡献之一是作为问题求解策略的调整概念。

8. 组合优化

组合优化涉及排序、分类、筛选等问题，典型的例子有旅行商问题、车间生产调度问题、交通运输调度、列车编组等。

9. 智能控制

随着人工智能和计算机技术的发展，自动控制和人工智能等学科结合起来形成了智能控制。智能控制是自动控制的最新发展阶段，也是用计算机模拟人类智能的一个重要研究领域。1965年，傅京孙首先提出把人工智能的启发式推理规则用于学习控制系统。十多年后，建立实用智能控制系统的技术逐渐成熟。

10. 数据挖掘与知识发现

数据挖掘就是通过综合运用统计学、粗糙集、模糊数学、机器学习和专家系统等多种学习手段和方法，从大量的、不完全的、有噪声的、模糊的、随机的实际应用数据中，提取隐含在其中的、人们事先不知道的，但又是潜在有用的信息和知识的过程。随着信息技术的高速发展，人们积累的数据量急剧增长，如何从海量的数据中提取有用的知识成为当务之急。

11. Agent 和分布式人工智能

随着计算机技术和人工智能的发展以及互联网和万维网的出现与发展，集中式系统已不能完全适应科学技术的发展需要，并行计算和分布式处理等技术（包括分布式人工智能）应运而生。Agent 和多 Agent 系统的研究成为分布式人工智能研究的一个热点，为分布式系统的综合、分析、实现和应用开辟了一条新的有效