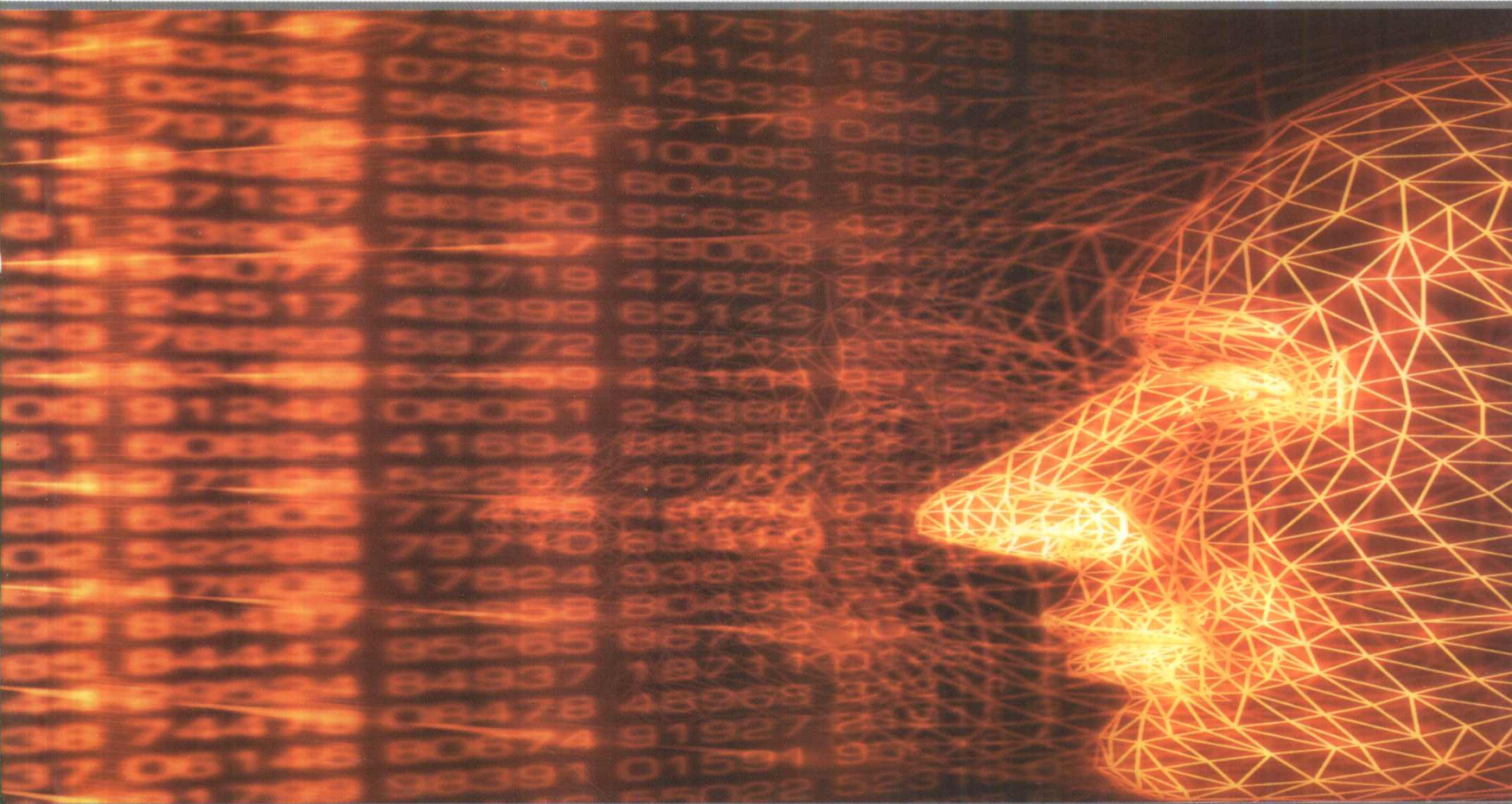


高等学校教材



人工智能的原理与方法

主 编 马宪民

-43

西北工业大学出版社

10

TP18-43
m75

高等学校教材

人工智能的原理与方法

马宪民 主编

杨君锐 副主编

马宪民 李爱国 杨君锐 田红 编

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书全面系统地介绍了人工智能的基础理论、基本方法和应用技术。内容涉及人工智能的基本概况和数学基础、知识表示、基于谓词的逻辑推理、不确定性理论、搜索策略、专家系统、神经网络、模式识别、机器学习、自然语言理解、智能决策系统以及智能计算机等。

本书可作为本科生和研究生教材,也可供有关科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能的原理与方法/马宪民主编. —西安:西北工业大学出版社,2002.9
ISBN 7-5612-1535-5

I. 人… II. 马… 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(2002)第 055111 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029) 8493844,8491147,8494375

网 址:<http://www.nwpup.com>

印 刷 者:西北工业大学出版社印刷厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:14

字 数:329 千字

版 次:2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3 000 册

定 价:18.00 元

前 言

人工智能作为一门前沿和交叉学科自 1956 年间世以来,已经得到了迅速地发展,被誉为 20 世纪三大科技成就之一。

目前,人类正迈步进入到信息化的崭新社会,特别是近年来,计算机网络的飞速发展和广泛应用,一方面为人工智能提供了新的应用领域,另一方面又需要人工智能对智能化信息处理的有力支持。现在,世界各发达国家都把人工智能作为高新技术发展的后果点予以扶持,纷纷投入大量的人力、物力和财力,在研究智能计算机等方面进行激烈竞争,争夺这一高新技术的制高点。在这种形势下,对大学生和研究生加强有关人工智能理论和技术的教育就十分迫切,本书就是为了适应教学和科研的发展而编写的。

全书共分 11 章,内容几乎涉及到人工智能的各个方面,试图全面而简明地介绍人工智能的基础理论、基本技术和应用,力求反映人工智能研究和发展的最新成果。第 1 章简述了人工智能的发展概况。第 2 章~第 7 章介绍了人工智能语言、数学基础、知识表示、不确定性理论、搜索策略等人工智能的基本内容。第 8 章~第 11 章介绍了人工智能的最新研究成果和应用领域。

本书由西安科技学院自动化系和计算机系组织编写。第 1,2,4,9,10 章由马宪民博士编写;第 6 章由李爱国博士编写;第 7,8,11 章由杨君锐副教授编写;第 3,5 章由田红副教授编写。马宪民任主编,杨君锐任副主编,全书由马宪民副教授统稿。

本书可作为高等院校本科计算机、自动化、通讯、信息、管理、系统工程等专业的人工智能课程的教材或教学参考书,也可作为研究生和其他科技人员学习的参考书。

由于作者水平有限,特别是人工智能这门学科发展很快,书中一定有不足之处,甚至错误的地方,恳请广大读者批评指正。

作者

2002 年 6 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 人工智能的概念	1
1.1.1 什么是人工智能	1
1.1.2 为什么要研究人工智能	1
1.2 人工智能的研究目标	2
1.3 人工智能的研究内容	2
1.4 人工智能的研究途径	3
1.5 人工智能的研究领域	4
1.5.1 问题求解(Problem solving)	4
1.5.2 专家系统(Expert System-ES)	4
1.5.3 模式识别(Pattern Recognition)	5
1.5.4 机器学习(Machine learning)	5
1.5.5 自动定理证明(Automated mechanical theory proving)	5
1.5.6 自然语言理解(Natural language understanding)	6
1.5.7 自动程序设计(Automatic programming)	6
1.5.8 智能机器人(Intelligent robot)	6
1.5.9 智能决策系统(Intelligent decision system)	6
1.5.10 人工神经网络(Artificial neural network)	7
1.6 人工智能的发展概况	7
习题 1	8
第 2 章 人工智能语言	9
2.1 概述	9
2.2 函数型程序设计语言 LISP	9
2.2.1 LISP 语言的数据结构	9
2.2.2 LISP 程序结构	10
2.2.3 基本函数	10
2.2.4 LISP 语言中的递归和循环	11
2.2.5 LISP 程序举例	11
2.3 逻辑型程序设计语言 PROLOG	12
2.3.1 PROLOG 三种基本语句	12
2.3.2 PROLOG 的基本数据结构	13
2.3.3 PROLOG 的程序设计原理	14

2.3.4	PROLOG 程序应用举例	15
2.4	面向对象程序设计语言 Smalltalk	16
2.4.1	基本概念和对象	16
2.4.2	消息模式和消息表达式	17
2.4.3	语句和程序块	17
2.4.4	程序流程控制	18
2.4.5	类库和类定义	18
习题 2	19
第 3 章	人工智能的数学基础	21
3.1	命题逻辑与谓词逻辑	21
3.1.1	命题	21
3.1.2	谓词	22
3.1.3	谓词公式	23
3.1.4	谓词公式的解释	24
3.1.5	谓词公式的等价性与永真蕴含	25
3.2	多值逻辑	27
3.3	概率论	28
3.3.1	随机现象	28
3.3.2	样本空间与随机事件	28
3.3.3	事件概率	30
3.3.4	条件概率	31
3.3.5	全概率公式与 Bayes 公式	32
3.4	模糊理论	32
3.4.1	模糊概念	33
3.4.2	模糊集合与隶属函数	33
3.4.3	模糊集表示方法	35
3.4.4	模糊集的运算	35
3.4.5	模糊集的 λ 水平截集	36
3.4.6	分解定理与扩张原理	37
3.4.7	模糊关系及其合成	38
3.4.8	模糊变换	40
习题 3	41
第 4 章	知识与知识表示	43
4.1	什么是知识	43
4.1.1	知识的特征	43
4.1.2	知识的分类和表示	43
4.2	一阶谓词逻辑表示法	44

4.2.1	什么是一阶谓词	44
4.2.2	一阶谓词逻辑表示法的特点	44
4.3	产生式表示法	45
4.3.1	产生式系统的定义和组成	45
4.3.2	产生式系统的分类	46
4.3.3	产生式系统的控制策略	48
4.3.4	产生式系统的推理过程	48
4.4	框架(Frame)表示法	49
4.4.1	框架的概念	49
4.4.2	框架的表达能Ⓒ力	51
4.4.3	基于框架的推理	52
4.5	语义网络表示法	52
4.5.1	语义网络的概念	53
4.5.2	语义网络的表达能Ⓒ力	53
4.5.3	基于语义网络的推理	55
4.5.4	语义网络表示法的特点	56
4.6	过程表示法	57
4.7	脚本表示法	57
4.8	面向对象表示法	59
4.8.1	面向对象的基本概念	59
4.8.2	面向对象表示法的特点	59
4.9	Petri 网表示法	61
习题4		62
第5章	基本谓词的逻辑推理	63
5.1	谓词逻辑的演绎推理方法	63
5.2	归结原理	64
5.2.1	子句	64
5.2.2	代换与合一	66
5.2.3	命题逻辑中的归结原理	67
5.2.4	谓词逻辑中的归结原理	69
5.2.5	基于归结的问题的求解方法	70
5.2.6	归结策略	72
5.3	与/或形演绎推理	76
5.3.1	与/或形正向演绎推理(FR)	76
5.3.2	与/或形逆向演绎推理(BR)	79
5.3.3	与/或形双向演绎推理	82
习题5		82

第 6 章 不确定性与不确定推理	85
6.1 基本概念	85
6.1.1 什么是不确定性推理	85
6.1.2 不确定推理中的基本问题	85
6.1.3 不确定推理方法的分类	88
6.2 概率方法	89
6.2.1 经典概率方法	89
6.2.2 逆概率方法	89
6.3 主观 Bayes 方法	90
6.3.1 知识不确定性的表示	90
6.3.2 证据不确定性的表示	91
6.3.3 组合证据不确定性的算法	91
6.3.4 不确定性的传递算法	92
6.3.5 结论不确定性的合成算法	93
6.4 可信度方法	93
6.4.1 可信度的概念	93
6.4.2 C-F 模型	94
6.4.3 带有阈值限度的不确定推理	95
6.5 模糊推理	96
6.5.1 模糊命题	96
6.5.2 模糊知识的表示	97
6.5.3 模糊匹配与冲突消解	98
6.5.4 简单模糊推理的基本模式	99
习题 6	99
第 7 章 搜索策略	100
7.1 基本概念	100
7.1.1 什么是搜索	100
7.1.2 状态图表示法	101
7.1.3 与/或图表示法	104
7.2 状态图搜索技术	108
7.2.1 图搜索的基本概念	108
7.2.2 宽度优先搜索	109
7.2.3 深度优先搜索	112
7.2.4 有限深度优先搜索	113
7.2.5 启发式搜索的 A 算法和 A* 算法	114
7.3 与/或图搜索策略	120
7.3.1 与/或图搜索	120

7.3.2	启发式与/或图搜索	123
7.4	博弈树搜索	126
7.4.1	博弈树的概念	126
7.4.2	极小极大分析法	127
7.4.3	α - β 剪枝技术	129
习题 7	130
第 8 章	专家系统	133
8.1	专家系统的基本概念	133
8.1.1	什么是专家系统	133
8.1.2	专家系统的特点和类型	133
8.2	专家系统的结构	138
8.2.1	概念结构	138
8.2.2	实际结构	141
8.2.3	分布式结构	141
8.2.4	黑板结构	141
8.3	专家系统的发展概况	144
8.3.1	专家系统的意义	144
8.3.2	专家系统的发展概况	144
8.3.3	专家系统的应用	146
8.4	知识获取和知识工程	147
8.4.1	知识获取的任务	147
8.4.2	知识获取的方法	148
8.4.3	知识工程	149
8.5	专家系统的设计与实现	150
8.5.1	一般步骤与方法	150
8.5.2	知识表示与知识描述	153
8.5.3	知识库与知识库管理系统	154
8.5.4	推理机与解释机构	156
8.5.5	人机界面设计	157
8.6	专家系统的开发工具	157
8.6.1	专家系统外壳	157
8.6.2	专家系统开发环境	159
8.7	新一代专家系统的研究	160
8.7.1	模糊专家系统	160
8.7.2	神经网络专家系统	161
8.7.3	网上专家系统	164
8.8	专家系统举例	166
8.8.1	计算机网络故障及性能分析专家系统	166

8.8.2 矿井通风系统优化选择的专家咨询系统	168
习题 8	170
第 9 章 神经网络	172
9.1 基本概念	172
9.1.1 生物神经元	172
9.1.2 人工神经元	172
9.1.3 神经网络	173
9.2 神经网络模型	174
9.2.1 感知器	174
9.2.2 BP 网络及其反向传播算法	175
9.2.3 Hopfield 神经网络	175
9.3 基于神经网络的知识表示与推理	176
9.4 神经网络与专家系统	177
9.5 遗传算法	178
9.5.1 遗传算法的基本概念	178
9.5.2 遗传算法的基本运算	179
9.6 神经网络发展概况	182
习题 9	183
第 10 章 模式识别	184
10.1 模式识别的基本概念	184
10.2 统计模式识别	185
10.2.1 模板匹配分类法	185
10.2.2 最小距离分类法	186
10.2.3 几何分类法	186
10.2.4 概率分类法	186
10.2.5 聚类分类法	187
10.3 结构模式识别	188
10.4 模糊模式识别	189
10.5 神经网络模式识别	191
习题 10	193
第 11 章 机器学习	194
11.1 基本概念	194
11.1.1 机器学习的定义	194
11.1.2 机器学习的发展过程	194
11.1.3 机器学习的主要研究方向	195
11.1.4 机器学习的主要策略	195

11.1.5	机器学习的方法	195
11.1.6	机器学习系统的原理、结构和功能	196
11.2	机器学习分类	197
11.2.1	符号学习	198
11.2.2	连接学习	198
11.2.3	遗传算法学习	198
11.3	符号学习	198
11.3.1	记忆学习	198
11.3.2	示教学习	199
11.3.3	演绎学习	200
11.3.4	类比学习	201
11.3.5	示例学习	202
11.3.6	发现学习	203
11.3.7	解释学习	204
11.4	神经网络学习	206
11.4.1	神经网络学习概述	207
11.4.2	BP网络及其学习	208
习题 11		209
参考文献		210

第 1 章 绪 论

人工智能(Artificial Intelligence)是目前科学技术发展中的一门前沿学科,它是在计算机科学、控制论、信息论、神经生理学、心理学、哲学、语言学等多种学科互相渗透的研究基础上而发展起来的一门综合性新学科。人工智能可以延伸大脑的功能,被誉为 20 世纪继空间技术、原子能技术后的第三大科学技术成就。1956 年,在美国 Dartmouth 大学举办的夏季学术讨论班上,首次使用了人工智能(AI)这一术语。自那以后,人工智能作为一门边缘学科获得了迅速的发展,成为实现脑力劳动自动化的理论基础和手段。

本章将介绍人工智能的基本概念、研究目标、研究内容、研究方法以及研究领域,并对人工智能的发展趋势进行简要的讨论。

1.1 人工智能的概念

1.1.1 什么是人工智能

什么是智能?智能的本质是什么?这是一个难以准确回答的问题。由于对人脑的机制和原理还不十分清楚,因此,学术界有各种不同的定义。总的来说,智能是一种知识与思维的合成,是人类认识世界和改造世界过程中的一种分析问题和解决问题的综合能力。那么,什么是人工智能?在 1956 年的 Dartmouth 会议上,人工智能被定义为 "computer processes that attempt to emulate the human thought processes that are associated with activities that require the use of intelligence"。简而言之,人工智能是计算机科学中涉及研究、设计和应用智能机器的一个分支,是智能机器所执行的与人类智能有关的各种功能,例如判断、推理、感知、识别、证明、理解、思考、设计、规划、学习、决策和问题求解等一系列的思维过程。所以,如果一个计算机系统具有某种学习能力,能够对有关问题给出正确的答案,而使用的方法与人类似,还能解释系统的智能活动,那么,这种计算机系统便认为具有某种智能。

1.1.2 为什么要研究人工智能

人工智能用计算技术的概念和方法对智能进行研究,因此,它从根本上提供了一个全新的理论基础。作为一门学科,人工智能的目的是了解使智能得以实行的原理。作为一门技术,它的最终目的是设计出完全与人类智能相媲美的智能计算机系统。到目前为止,计算机作为一种最有效的信息处理工具,人们已片刻离不开它。但是,与人脑相比,计算机的智能在许多方面还不及婴幼儿。如果计算机具有一定的智能,能够模拟人类的智能活动,成为人脑的延伸,那么计算机对人类的贡献和作用将产生不可估量的影响,人类将步入智能机器人的时代。尽管科学家们尚未达到这个目的,但在使计算机更加智能化方面已经取得了很大的进展,许多 AI 计算机系统在不少领域实际上已超出了高水平的人类技艺,如计算机可以下出极高水平的象棋,用来诊断某种疾病,用来发现数学概念。AI 是使技术适应于人类的钥匙,是自动化技术

向智能技术方向发展的关键,也是揭示人类智能和人脑奥秘的有力工具。

1.2 人工智能的研究目标

人工智能的研究目标分为近期目标和远期目标。

人工智能的近期目标是实现机器智能,主要研究如何使用现有的计算机去模拟人类某些智能行为的基本理论和基本技术,先部分地实现机器智能,使现有的计算机更聪明、更有用。人工智能的远期目标是要制造智能机器。智能机器(intelligent machine)不同于机器智能,它是一种能够在各类环境中自主地或交互地执行各种拟人任务的机器。这种机器不是传统的冯·诺依曼计算机,而是一种全新的具有关系数据库、并行处理、智能人工接口的计算机。这种计算机能自动地模拟人的某些思维过程和智能行为,具有听、说、看、写等感知和交互能力,还具有联想、推理、学习等高级思维能力,能够在陌生的环境下自主学习、自主适应,具有分析问题、解决问题的能力,更要有发明创造的能力。

人工智能的近期目标和远期目标并无严格的界限,二者是相辅相成的。远期目标为近期目标指明了方向,而近期目标为远期目标的实现奠定了理论和技术基础。

总之,人工智能的本质就是研究如何制造出人造的智能机器或智能系统,来模拟人类的智能活动,以延伸人们智能的科学。无论从什么角度来研究人工智能,都是通过计算机来实现,所以,人工智能的中心目标是要搞清楚实现人工智能的有关原理,使计算机有智慧。

1.3 人工智能的研究内容

在人工智能的研究领域内有许多学派,各学派的研究内容在不同的时期重点不同,从模拟人脑的角度出发,人工智能的基本研究内容有如下几个方面。

1. 机器感知

感知就是“感觉”,机器感知就是让计算机直接“感觉”周围世界。计算机的“感觉器官”主要指“计算机视觉”和“计算机听觉”。计算机视觉类似人的眼睛,它使计算机能够识别并理解文字、图像信息。计算机听觉类似人的耳朵,通过听觉器官来获取声音信息。另外嗅觉器官可使计算机获取气味信息。目前,为了让计算机能“听”、会“看”,已经发展了两个专门的研究领域,即模式识别和自然语言理解。

2. 机器思维

机器思维是指计算机对外部信息和机器内部各种工作信息进行有目的的处理。人的智能是大脑思维活动的运动,它包括逻辑思维和形象思维。类似地,机器智能主要通过机器思维实现的。所以,机器思维是人工智能研究中最重要的一部分。实际上联想是思维过程中最基本的一种功能。因此,研究机器思维的一个主要方向是研究机器联想。联想就是建立事物之间的关系。研究表明,人脑的记忆就是以联想的方式工作的。对于机器联想,通常采用“联想存储”技术实现。

3. 机器推理

推理是从已知论断(前提)推出一个新的论断(结论)的思维过程。在形式逻辑中推理分为演绎推理、归纳推理和类比推理等。机器推理是指计算机推理或自动推理。要实现人工智能,

必须将推理功能赋予机器。

目前,在计算机上实现得较好的推理是演绎推理,特别是三段论和假言推理,这主要是数理逻辑中的一阶谓词逻辑形式语言比较适合数字计算机。推理从可靠性出发分为确定性推理和不确定性推理。确定性推理的前提和结论都是精确的,而不确定性推理的前提和结论都是模糊的、不完全的或随机的。

以前的机器推理大多是串行推理,速度比较慢。随着并行结构的出现和并行算法的改善,目前并行推理已开始应用,如并行 PROLOG 语言以及未来采用的并行结构硬件的神经网络计算机。

4. 机器学习

机器学习是指计算机具有获取新知识、学习新技巧的能力,而这种能力在实践中不断完善、不断提高。机器学习按实现途径分为符号学习和连接学习。符号学习把模拟人类求解问题的心理过程建模为物理符号系统,利用计算机具有符号处理的能力来进行学习,如指导学习、类比学习等。连接学习是以网络连接为主的连接机制方法,如神经网络学习,它具有鲁棒性强、抗噪音的特点。人类学习有易疲劳、易忘记和效率低的缺点,机器学习有助于克服这些缺点。

5. 机器理解

机器理解指自然语言理解和图形理解。

自然语言,如汉语、英语等,有文字语言和口头语言两种形式。自然语言理解就是让计算机能够理解人类的自然语言,使机器翻译成为可能,使计算机使用更为方便。

图形理解是计算机能够识别图形,对物景进行分析,如对三维图形的理解,它是计算机视觉的组成部分。

6. 机器行为

机器行为主要是指计算机“说”、“写”、“画”、“唱”等表达能力,以及机器人走路、取物、操作的行动规划。机器行为的强弱代表智能机器人的智能水平。感知能力使机器人了解环境,认识对象;机器行为使机器人能够按动作序列解决问题。所以,机器行为是人工智能的核心技术。

1.4 人工智能的研究途径

人工智能作为一门科学,不同的学派从不同的角度去研究,形成了多种不同的研究方法,主要有两种不同的学习途径:符号主义(Symbolism)和连接主义(Connectionism)。

符号主义主张通过运用计算机科学的方法进行研究,实现人类智能在计算机上的模拟。这种方法起源于20世纪50年代中期,以认识心理学派为代表的符号主义认为,人类智能的基本元素是符号,人类的认识过程是一种符号的处理过程,思维是符号的运算。自然语言是一种符号的表示,用自然语言表示的人类思维活动可以用符号表示。符号主义的理论基础是物理符号系统,这种系统可以用层次表示,如记忆层、决策层和目标层。计算机本身具有符号处理的能力,因此可以在计算机上实现人类智能。这种方法也称自上而下的方法。

符号主义强调依靠逻辑推理来求解问题,忽视了非逻辑推理因素在求解问题过程中的影响,而人类的感知过程主要是形象思维,无法用符号方法进行推理,另外信息在转换为符号的

处理过程中难免有丢失或受噪音干扰,所以,单凭用符号的方法是不够的。

连接主义在人脑神经元及其相互连接形成的网络的启发下,主张用生物学的方法进行研究,搞清人类智能的本质。他们认为,大脑是人类智能活动的基础,人类智能的基本单元是神经元,人类的认识过程是网络中大量神经元以分布并行和协同方式进行的整体活动,搞清大脑的结构和它处理信息的机理,可以揭示人类智能的奥秘,并真正在计算机上实现人类智能。由于这种方法属于非符号处理范畴,所以又称自下而上的方法。实际上,从人类的逻辑思维过程来看,这种以网络连接为核心的方法是不适合的。虽然科学家在神经网络研究中取得了一些进展,但是鉴于问题的复杂性,还有大量的工作需要去做,所以,过分强调连接主义的特点是片面的。

目前的发展趋势是系统集成,即把符号主义和连接主义有机的结合起来。符号主义适合模拟人类的逻辑思维过程,连接主义适合模拟人类的形象思维过程,而人的思维过程包括逻辑思维和形象思维两个方面。显而易见,把两种方法结合在一起进行综合研究是模拟人类智能研究的必由之路。

1.5 人工智能的研究领域

在过去的几十年中,人工智能的研究在多个领域展开,并取得了一些研究成果,这里简要介绍其中几个主要的领域。

1.5.1 问题求解(Problem solving)

人们完成的许多任务都涉及到问题的求解,如用一系列运算符号来解决某一问题。在人工智能中,问题求解通常可转化为状态空间搜索。问题的求解任务可以被表示为一组初始状态(即要求解的问题),一组目标状态(即问题的答案)和一组运算符号。于是,问题求解的过程就转化为通过一系列运算符号自动地将初始状态转变为一些目标状态,而从初始状态到目标状态的路径就是解决这个问题的答案。

实际上一些游戏程序和解迷宫程序都包含问题的求解,人工智能的第一个大成就就是发展了能够求解难题的下棋程序。1997年5月3日至11日,世界国际象棋棋王卡斯帕罗夫与美国IBM公司的RS/6000SP(深蓝)计算机系统进行了六局“人机大战”,“深蓝”以35比25的总分获胜,显示了计算机求解问题的能力。

1.5.2 专家系统(Expert System - ES)

专家系统是人工智能中的一个主要分支,也是所有人工智能技术中最先出现的技术。从20世纪60年代到80年代,专家系统和人工智能这两个专业术语在文献中作为同义语使用。近年来,专家系统广泛地应用于工业过程控制、医学、地质学、农业、信息管理、电力电子、电气传动、军事科学和空间技术等领域。目前专家系统的应用领域还在不断扩大。

什么是专家系统?专家系统基本上是一种“智能”数字计算机程序,它内嵌有某个领域人类的专业知识。专家系统通常由知识获取、知识库、数据库、推理机、解释子程序以及用户接口等环节组成。专家系统的核心是知识库,因此专家系统也称基于知识的系统(Knowledge-based system)。领域知识来源于领域专家。领域专家与知识工程师结合将专业知识编成软

件,供用户使用。在过去的几十年中,专家系统的技术日益完善,在许多方面专家系统程序已超过了人类专家。然而,专家系统支持者过分夸大和不现实的性能目标,使专家系统在学术界引起了争议。

1.5.3 模式识别(Pattern Recognition)

模式的英文是“pattern”,源于法文“patron”,意为模范人物或用来模仿复制的完美的样品。所以,模式识别就是对表征事物或现象的各种形式的信息进行处理和分析,以对它们进行描述、辨认、分类和解释的过程。简而言之,模式识别就是识别出特定客体所模仿的样品或标本。

模式分抽象和具体两种形式。意识、思想和议论等属于概念识别,它们是抽象的。本书所说的模式都是具体的。因此,所谓的模式识别主要是对语音波形、地震波、心电图、图片、照片、文字、符号、三维物体以及各种可以用物理的、化学的、生物传感器对对象进行测量的具体模式进行分类和辨识。

模式识别是人工智能的一个重要分支,它已经发展成为一门独立的科学,成为当代高科技研究和应用的重要领域之一。在过去的30年中,模式识别研究取得了很大的进展,已经在天气预报、卫星航空图片解释、工业产品解释、字符识别、语音识别、指纹识别、医学图像分析等方面取得了成功的应用,对科学技术的发展产生了一定的影响,正如中国科学院院士宋健教授曾经说过:“以人工智能和模式识别为带头的这门新学科,将为人类迈进智能化时期作出奠基性贡献。”

1.5.4 机器学习(Machine learning)

欲使机器具有智能,就必须使机器具有知识。机器学习就是研究如何使计算机模拟或实现人类的学习行为,以获得新的知识或技能,实现自身的不断完善。机器学习的研究是根据生理学、认知科学等对人的学习机理的理解,建立人类学习过程的计算模型,发展各种学习理论和学习方法,开发通用的学习算法,建立面向任务的具有一定应用的学习系统。机器学习经过30多年的发展,已经形成了许多的学习方法,如监督学习、非监督学习、传授学习、机械学习、发现学习、类比学习、事例学习、遗传学习、连接学习等等。机器学习在人工智能中具有十分重要的地位,一个不具有学习能力的智能系统不是真正的智能系统。

1.5.5 自动定理证明(Automated mechanical theory proving)

自动定理证明是让计算机自动地进行推理和证明数学定理。它面对数学领域,具有很大的难度,经过近40年的研究,取得了一些成果。常用的方法大体上分为3种:逻辑方法、类人方法和判定过程。

基于归结原理的逻辑方法采用谓词演算,对解有限数学、线路设计、程序正确性验证以及形式逻辑等领域的疑难问题有很大的帮助。

类人方法亦称为自然演绎或自然推导法。其中“正向链”推理方法从前提出发,根据推理规则依靠公理向后推出结论;而“反向链”推理方法则相反,从目标出发向前提推理,依靠公理产生子目标,最后得出结论。

所谓的判定过程是指判断一个理论中的某个公式的有效性,即过程决策法。1978年,中

国的计算机科学家吴文俊教授关于平面几何和微分几何的定理机器证明方法在计算机上证明和发明了不少难度相当高的几何问题。

1.5.6 自然语言理解(Natural language understanding)

自然语言理解是指研究人类如何使用本民族熟悉的语言,如汉语、英语、法语等,同计算机进行信息交流,探讨人类自身的语言能力和思维活动的本质;是人工智能学科的一个分支。自然语言理解通常包括问答系统、声音理解系统、书写文字识别系统、机器翻译系统、文摘生成和自动文摘。

30年来自然语言理解大体分为3个时期:即20世纪60年代的关键词匹配技术时期,20世纪70年代的句法—语义分析时期和20世纪80年代的实用化时期。目前自然语言理解正经历着一场巨大的变革以适应信息社会对大规模真实文本处理的迫切要求。

1.5.7 自动程序设计(Automatic programming)

在程序设计过程中,程序的编写和调试是一件非常费时和烦人的事情,自动程序设计是让计算机根据程序的目的要求,依据某些规定自动地编写并调试出符合要求的程序,把人从这种烦琐的劳动中解放出来。

自动程序设计包括程序验证和程序综合两个部分。程序验证是利用一个已经验证的程序系统来自动证明给定程序的正确性,而程序综合则是根据所给定问题的具体描述由计算机自动生成满足要求的程序。对于一些比较简单的程序要求,自动程序设计已经体现出它的快捷和正确性,但对比较复杂的系统,程序正确性的验证还需人工智能专家和软件工程师进一步的努力。

1.5.8 智能机器人(Intelligent robot)

智能机器人是指具有人类所特有的某种智能行为的机器,它是机械学、力学、控制论、电子学、计算机、系统工程和人工智能等多学科领域相互渗透的边缘性学科。

到目前为止,机器人已经发展到第三代。第一代机器人是工业机器人,它实际上是简单的机械手臂,在预先编好的程序控制下,自动完成重复性的作业,并不具有智能。第二代机器人是基于传感器信息的机器人,它可以对信息进行一定的处理,具有简单的判断功能,能对动作进行反馈控制,为低级智能性机器人。第三代机器人是较为高级的智能机器人,具有一定的自适应能力和部分的行动机能、感知机能、思维机能以及人机交互机能。

机器人的一个重要器官是视觉,机器视觉或计算机视觉已发展成为一门独立的学科。机器视觉就是让计算机能够“看见”周围的事物。计算机视觉分为低层视觉和高层视觉,低层视觉完成预处理任务,高层视觉主要是理解所观测的对象。计算机视觉目前主要研究实时并行处理、主动式定性视觉、动态和时变视觉、三维景物的建模与识别、实时图像压缩传输与复原等等。

1.5.9 智能决策系统(Intelligent decision system)

决策系统是管理科学的一个分支,把人工智能中的专家系统和决策系统有机地结合,便形成了智能决策系统。决策是对某一问题根据情况制定多种方案,并从中选择最优方案的思维