

普通高等院校“十二五”规划教材

人工智能与专家系统

主编 刘白林



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

普通高等院校“十二五”规划教材

人工智能与专家系统

主编 刘白林

常州大学图书馆
藏书章



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书比较全面地介绍了人工智能的原理及应用,全书共分9章内容,分别介绍了AI基本概念及其发展状况、AI数学基础、知识表示方法、确定性推理方法、不确定推理、状态空间搜索、机器学习、专家系统、神经网络。每章给出了一定量的例题和习题,供学生练习使用。各章对原理的叙述力求概念清晰、表达准确,突出理论联系实际,富有启发性,易于理解。

本书可作为高等院校计算机、智能科学、自动化、电子、通信和管理等专业研究生和高年级本科生的教材和参考书。本书内容对从事人工智能、专家系统、机器学习等相关领域研究的科技人员具有良好的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能与专家系统/刘白林主编. —西安:西安交通大学出版社, 2012.2
ISBN 978-7-5605-4146-4

I. ①人… II. ①刘… III. ①人工智能 ②专家系统
IV. ①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 282035 号

书 名	人工智能与专家系统
主 编	刘白林
责任编辑	毛 帆 杨 璠

出版发行	西安交通大学出版社
	(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址	http://www.xjupress.com
电 话	(029)82668357 82667874(发行中心)
	(029)82668315 82669096(总编办)
传 真	(029)82668280
印 刷	西安交通大学印刷厂

开 本	787mm×1092mm 1/16	印 张	14.75	字 数	348 千字
版次印次	2012 年 2 月第 1 版	2012 年 2 月第 1 次印刷			
书 号	ISBN 978-7-5605-4146-4/TP·559				
定 价	29.00 元				

读者购书、书店添货如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdjgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

计算机学科教材编委会名单

编委会主任

王建国

编委会成员

雷聚超 王长元 于 帆

范会敏 罗钧旻

前言

人工智能是研究机器智能及其相关科学的一门交叉学科,它研究采用人工的方法和技术,研制智能机器和智能系统来模仿和扩展人类的智能,实现机器的智能行为。它的研究领域涉及机器学习、数据挖掘、计算机视觉、专家系统、自然语言处理、智能检索、神经网络、模式识别、智能规划和机器人等。

人工智能自从上世纪中叶诞生以来,经过 50 多个春秋的发展,目前已经深入到科学技术的各个方面,是新世纪前沿交叉学科的汇集点之一。人工智能科学技术在网络化经济时代必将为推动科学技术的进步和全人类的发展发挥更大的作用。

本书参考了国内外人工智能教材的优点,结合我校人工智能研究生和本科生教学的特点,我们将“人工智能”课程的教学目标定位在使学生掌握人工智能技术的基本常识和培养开发应用的初步能力,为他们在科学技术领域开展高水平的人工智能应用奠定基础。所以,本书深入浅出地介绍了人工智能的基本原理、方法和技术,强化了人工智能解题方法和思路。

全书共分 9 章,第 1 章为绪论,简要介绍了人工智能的概念,发展,学派观点和研究领域;第 2 章介绍了人工智能的数学基础,包括模糊数学、概率论、贝叶斯理论和粗糙集等;第 3~6 章介绍了人工智能基本原理,包括知识表示、确定性和不确定性推理、状态空间搜索等内容;第 7~9 章主要介绍了人工智能的应用,包括专家系统、神经网络和机器学习。

本书在编写过程中,得到了许多老师的关心和帮助,并提出许多宝贵的修改意见,对于他们的关心、帮助和支持,编者表示十分感谢!

在编写本书的过程中,参考了大量的相关资料,从中汲取了许多宝贵经验,在此谨表谢意。由于作者水平有限,书中的不妥和错误在所难免,恳请各位专家、读者不吝指正。

目 录

前言

第 1 章 绪论

1.1 人工智能的定义	(1)
1.1.1 什么是人工智能	(1)
1.1.2 人工智能与人类智能	(1)
1.2 人工智能的发展概括	(2)
1.3 人工智能的研究途径及方法	(5)
1.4 人工智能的应用领域	(5)

第 2 章 人工智能的数学基础

2.1 谓词逻辑	(7)
2.1.1 谓词基本概念	(7)
2.1.2 谓词公式	(8)
2.1.3 谓词公式的解释	(10)
2.1.4 谓词公式的性质	(11)
2.2 概率论	(11)
2.2.1 随机现象	(11)
2.2.2 样本空间与随机事件	(11)
2.2.3 事件的概率	(14)
2.4.4 事件的独立性	(17)
2.3 模糊理论	(18)
2.3.1 模糊性	(18)
2.3.2 模糊集与隶属函数	(18)
2.3.3 模糊集的表示及运算	(19)
2.3.4 模糊集的水平截集	(21)
2.3.5 模糊度和模糊数	(22)
2.3.6 模糊关系及其合成	(24)
2.3.7 模糊变换	(25)
2.4 粗糙集理论	(27)
2.4.1 粗糙集的基本概念	(27)
2.4.2 粗糙集在知识发现中的应用	(30)
本章小结	(32)
课后练习题	(33)

第3章 知识表示方法

3.1 知识表示概述	(35)
3.1.1 知识和知识表示	(35)
3.1.2 知识表示的方法	(35)
3.2 一阶谓词逻辑表示法	(36)
3.2.1 谓词逻辑中的基本概念	(37)
3.2.2 表示知识的方法	(38)
3.2.3 一阶谓词表示法的特点	(39)
3.3 产生式表示法	(40)
3.3.1 产生式可表示的知识种类及其基本形式	(40)
3.3.2 产生式系统	(41)
3.3.3 产生式系统的分类	(43)
3.3.4 产生式系统的特点	(45)
3.4 语义网络表示法	(46)
3.4.1 语义网络的概念及结构	(46)
3.4.2 语义网络中常用的语义联系	(47)
3.4.3 语义网络表示知识的方法	(49)
3.4.4 语义网络中求解问题的基本过程	(51)
3.4.5 语义网络表示法的特点	(52)
3.5 框架表示法	(53)
3.5.1 框架及框架网络	(53)
3.5.2 框架系统中求解问题的基本过程	(60)
3.5.3 框架表示法的特点	(61)
3.6 状态空间表示法	(62)
3.6.1 状态空间的基本概念	(62)
3.6.2 用状态空间表示举例	(64)
3.7 与或树表示法	(66)
3.7.1 问题归约的与/或表示	(66)
3.8 脚本表示法	(67)
3.8.1 脚本的定义与组成	(68)
3.8.2 脚本表示知识的步骤	(69)
3.8.3 脚本表示法的特点	(69)
3.9 过程表示法	(70)
3.9.1 过程表示知识方法	(70)
3.9.2 过程表示法的特点	(70)
3.10 面向对象表示法	(71)
3.10.1 面向对象的基本概念	(71)
3.10.2 面向对象的知识表示	(71)
本章小结	(72)

课后练习题	(73)
第4章 确定性推理	
4.1 推理概述	(74)
4.1.1 推理的基本概念和分类	(74)
4.1.2 推理控制策略	(76)
4.1.3 推理的逻辑基础	(77)
4.2 演绎推理	(80)
4.2.1 自然演绎推理的概念	(80)
4.2.2 利用演绎推理解决问题	(81)
4.3 归结推理	(81)
4.3.1 谓词公式和子句集	(81)
4.3.2 归结原理	(83)
4.3.3 用归结原理进行定理证明和问题求解	(85)
4.4 归结过程的控制策略	(87)
本章小结	(90)
课后练习题	(91)
第5章 不确定推理方法	
5.1 不确定推理概述	(92)
5.1.1 不确定性推理的基本概念	(92)
5.1.2 不确定性推理中的基本问题	(92)
5.1.3 不确定性推理方法的分类	(93)
5.2 可信度方法	(93)
5.2.1 规则的不确定性度量	(94)
5.2.2 证据的不确定性度量	(94)
5.2.3 推理计算	(94)
5.3 主观 Bayes 方法	(97)
5.3.1 基本 Bayes 公式	(97)
5.3.2 主观 Bayes 方法	(98)
5.3.3 知识不确定性的表示	(99)
5.3.4 证据不确定性的表示	(101)
5.3.5 不确定性的推理计算	(102)
5.3.6 结论不确定性的合成和更新算法	(104)
5.4 证据理论(D-S Theory)	(105)
5.4.1 证据理论(D-S 理论)	(105)
5.4.2 知识不确定性的表示	(107)
5.4.3 证据的不确定性	(107)
5.4.4 组合证据不确定性的算法	(107)
5.4.5 推理计算	(107)

5.5 模糊推理	(109)
5.5.1 模糊命题	(109)
5.5.2 模糊知识表示	(110)
5.5.3 模糊推理模型	(110)
5.5 粗糙推理	(117)
5.5.1 概述	(117)
5.5.2 基本粗糙集理论	(119)
5.5.3 粗糙推理	(120)
本章小结.....	(131)
课后练习题.....	(132)

第 6 章 状态空间搜索

6.1 搜索概述	(134)
6.1.1 什么是搜索	(134)
6.1.2 状态空间表示法	(134)
6.1.3 状态空间的一般搜索过程	(137)
6.1.4 搜索的种类	(139)
6.2 盲目搜索策略	(140)
6.2.1 深度优先搜索(Depth-first Search)	(140)
6.2.2 广度优先搜索(Breadth-first Search)	(142)
6.2.3 搜索的优化技巧	(143)
6.3 启发式搜索策略	(145)
6.3.1 启发信息与估价函数	(145)
6.3.2 局部择优搜索	(147)
6.3.3 全局择优搜索	(148)
6.3.4 A* 算法.....	(149)
本章小结.....	(152)
课后练习题.....	(153)

第 7 章 机器学习

7.1 概述	(155)
7.1.1 什么是机器学习	(155)
7.1.2 机器学习方法的分类	(158)
7.1.3 机器学习中的推理方法	(159)
7.2 归纳学习	(160)
7.2.1 归纳学习的基本概念	(160)
7.2.2 变型空间学习	(161)
7.3 决策树学习	(163)
7.3.1 决策树及构造算法	(163)
7.3.2 基本的决策树学习算法	(165)

7.4 基于实例的学习	(167)
7.4.1 K-近邻算法	(167)
7.4.2 距离加权最近邻法	(168)
7.4.3 基于范例的学习	(169)
本章小结	(173)
课后练习题	(174)
第8章 专家系统	
8.1 专家系统概述	(176)
8.1.1 什么是专家系统	(176)
8.1.2 专家系统的特征	(176)
8.1.3 专家系统的类型	(177)
8.2 专家系统基本结构	(179)
8.2.1 知识库	(180)
8.2.2 综合知识库	(180)
8.2.3 推理机	(180)
8.2.4 解释器	(181)
8.2.5 接口	(181)
8.2.6 知识获取机构	(181)
8.3 知识获取	(182)
8.3.1 知识获取的定义	(182)
8.3.2 知识获取的方法	(182)
8.3.3 知识获取的过程	(184)
8.4 知识管理	(186)
8.4.1 知识组织	(186)
8.4.2 知识管理	(186)
8.5 专家系统建造	(187)
8.5.1 专家系统的选题与设计原则	(187)
8.5.2 建造专家系统的步骤	(188)
8.6 专家系统评价	(190)
本章小结	(191)
课后练习题	(191)
第9章 神经网络	
9.1 神经网络概述	(192)
9.1.1 生物神经网络	(192)
9.1.2 人工神经网络	(193)
9.1.3 人工神经网络研究的发展简史	(196)
9.2 神经网络模型	(197)
9.2.1 感知器模型	(197)

9.2.2 反向传播模型	(200)
9.2.3 Hopfield 模型	(205)
9.2.4 对向传播网络模型	(208)
9.2.5 自适应共振网络模型	(210)
9.3 神经网络专家系统	(218)
9.3.1 神经网络专家系统的基本原理	(219)
9.3.2 神经网络专家系统的结构	(219)
本章小结	(221)
课后练习题	(221)
参考文献	(223)

第 1 章 绪论

人工智能(Artificial Intelligence,英文缩写为 AI),也称机器智能,是计算机科学的一个分支,主要研究用人工的方法和技术,模仿、延伸和扩展人的智能,实现机器智能。“人工智能”这一术语最初是在 1956 年的达特茅斯(Dartmouth)夏季学术讨论会上被提出的。它是计算机科学、控制论、信息论、神经生理学、心理学、语言学等多种学科互相渗透而发展起来的一门综合性前沿学科。从计算机应用系统的角度出发,人工智能是研究如何制造智能机器或智能系统来模拟人类智能活动的能力,以延伸人类智能的科学。

本章将对人工智能学科做一个简单的介绍,包括人类智能与人工智能的基本概念,以及其与计算机的关系,并简单介绍人工智能的发展概况及研究方法,最后介绍人工智能的应用领域。

1.1 人工智能的定义

1.1.1 什么是人工智能

“人工智能”一词最早是在 1956 年提出的,当时人称人工智能之父的麦卡锡(J. McCarthy)组织了一次达特茅斯(Dartmouth)人工智能夏季研讨会,将许多对机器智能感兴趣的专家学者聚集在一起,就人工智能的可行性和实现方法进行了一个月的讨论。此后,这个领域就被命名为“人工智能”。

目前,人工智能的研究虽然已走过了半个多世纪的历程,但至今尚无统一严格的定义。顾名思义,所谓人工智能就是利用人工的方法在机器(计算机)上实现的智能,或者说是人们用机器模拟人类的智能。由于人工智能是在机器上实现的,因此又可称为机器智能。最简单地讲,用计算机来表示和执行人类的智能活动就是人工智能,没有计算机的出现,人工智能就无法得到应用。

1.1.2 人工智能与人类智能

既然人工智能所研究的是用计算机模拟人类智能,那先看看什么是人类智能,它们之间又有什么区别。所谓人类智能,就是人类具有的智力和行为能力,而这种智力和行为能力是以知识为基础的。

作为机器思维的人工智能与作为人类思维的人类智能,两者之间的区别主要表现为:

(1)人类智能的物质载体是人脑,人工智能的物质载体则是计算机。

(2)人脑的活动,是按照高等生物的高级神经活动规律进行的;而计算机则是按照机械的、物理的和电子的活动规律进行的。二者的差别不是程度上的差别,而是本质上的差别。

(3)人类认识世界和改造世界的活动是有目的、能动的,在与外部环境的物质、能量和信息交换过程中,能够根据环境的变化不断调整自身,具有适应性。而人工智能是无意识、无目的

的,没有主观能动性和适应性,只能按照人为制定的程序运行,机械地模拟人的智力活动,却毫不理解这一活动,更不会提出新问题、研究新问题、解决新问题。

(4)人类智能或人类的认识能力,只是人类意识的一个因素。人的认识的产生和形成不只是人的认识能力所致,还包括情感、情绪、意志及性格等因素的综合作用。人工智能则是对人的认识能力的一部分——逻辑、理性的模拟,不具备其他因素。人的心理活动或者是认知的过程和计算机相比有很大的不同。

简言之,人类智能的局限性正是人工智能的优越性所在,人工智能的局限性正是人类智能的优越性,二者是互补互动的。

1.2 人工智能的发展概括

“人工智能(Artificial Intelligence)”这个名词最早是在达特茅斯会议上提出的。从此以后,人工智能作为一个专业名词登上了计算机科学界的舞台。从它的历史发展来看,大致分为孕育期、形成期、发展期及稳定增长期四个阶段。

1. 孕育期(1956 年之前)

人类智慧发展到一定程度时,自然而然想到利用机器来代替部分人类的脑力劳动,将人类智力的反馈结果转移到机器上,这种想法对于人工智能早期的发展有重要影响。其中对人工智能的产生和发展有重要影响的重要研究及贡献如下:

公元前,哲学家亚里士多德(Aristotle)在他的名著《工具论》中提出了形式逻辑的一些主要定律,其中的三段论至今仍是演绎推理的基本依据。

16 世纪,英国哲学家培根(F. Bacon)系统地提出了归纳法,对人工智能转向以知识为中心的研究产生了重要影响。

17 世纪,德国数学家和哲学家莱布尼茨(G. W. Leibniz)在加法器的基础上发展并制成了进行全部四则运算的计算器。他还提出了逻辑机的设计思想,即通过符号体系,对对象的特征进行推理,这种“万能符号”和“推理计算”的思想是现代化“思考”机器的萌芽。

1854 年,英国逻辑学家布尔(G. Boole)建立并发展了命题逻辑。

到了 19 世纪末期,弗雷治(Frege)提出用机械推理的符号表示系统,从而发明了大家现在熟知的谓词演算。

20 世纪 30 年代和 40 年代的智能界,发生了两件重要的事情——数理逻辑和关于计算的新思想。以维纳(Wiener)、弗雷治(Frege)、罗素(B. A. Russell)及怀特赫德(A. N. Whitehead)等为代表,在计算机出现以前,逻辑推理的公式就为人们建立了计算与智能关系的概念。丘奇 Church)、图灵和其他人提供了形式推理概念与随后发明的计算机之间的联系。

值得一提的是,1936 年图灵提出的一种理想计算机的数学模型——图灵机,为电子计算机的问世做出了重大贡献。

1946 年,由美国数学家莫克利(J. W. Mauchly)和埃柯特(J. P. Eckert)制造出了世界上第一台电子数字计算机 ENIAC。这项重要的研究成果为人工智能的研究提供了物质基础,对全人类的生活影响至今。

可见,人工智能的产生和发展绝不是偶然的,它是科学技术发展的必然产物,是历史赋予科学工作者的一项光荣而艰巨的使命,客观上的条件已经基本具备。

2. 形成期(1956~1969 年)

1956 年是人工智能发展史上一个值得纪念的一年,当时麻省理工学院的年轻数学助教、后任斯坦福大学教授的麦卡锡(J. McCarthy)和他的三位朋友——明斯基(M. Minsky,哈佛大学年轻的数学和神经学家,后为 MIT 教授)、罗彻斯特(N. Lochester,IBM 公司信息研究中心负责人)和香农(C. Shannon,贝尔实验室信息部数学研究员)共同发起,邀请 IBM 公司的摩尔(T. Moore)和塞缪尔(A. Samuel)、MIT 的塞尔夫里奇(O. Selfridge)和索罗蒙佛(R. Solomonoff)以及 RAND 公司和卡内基·梅隆大学的纽厄尔(A. Newell)和西蒙(H. A. Simon)(后均为 CMU 教授)等人在达特茅斯大学举行了人类历史上第一次人工智能研讨会,历时两个月。在这次会议上,经麦卡锡提议,正式采用了“人工智能”这一专业术语,这次会议标志着人工智能学科的诞生。在 1956 年后的十几年间,人工智能的研究开始有了新的成就;主要包括以下方面。

1957 年,塞缪尔和西蒙等人的心理学小组编制出一个称为逻辑理论机(The Logic Theory Machine,LT)的数学定理证明程序,当时该程序证明了罗素和怀特赫德的《数学原理》一书第 2 章中的 38 个定理(1963 年修订的程序在大机器上终于证完了该章中全部 52 个定理)。这一活动被认为是人工智能的真正开端。

1958 年,美籍华人数理逻辑学家王浩在 IBM-704 计算机上证明了《数学原理》中有关命题演算的全部定理(220 条),并且还证明了谓词演算中 150 条定理的 85%。1959 年,塞尔夫里奇推出了一个模式识别程序。

1960 年,香农等人研制了通用问题求解程序 GPS,它可以用来求解 11 种不同类型的问题。他们发现人们求解问题时的思维活动分为三个步骤,并首次提出了启发式搜索的概念。麦卡锡研制出人工智能语言 LISP,该语言后来成为建造智能系统的重要工具。

1965 年鲁宾逊(Robinson)提出了归结原理,为定理的机器证明做出了很大的贡献。同年还有美国斯坦福大学的费根鲍姆(E. A. Feigenbaum)开始专家系统 DENDRAL 的研究,1968 年该系统完成并投入使用。该专家系统能根据质谱仪的实验,通过分析推理决定化合物分子结构,其分析能力已接近、甚至超过有关化学专家的水平,并在美、英两国得到了实际应用。该专家系统的研制成功不仅为人们提供了一个实用的智能系统,而且对知识的表示、存储、获取、推理以及利用等技术是一次非常有益的探索,为以后专家系统的建造树立了榜样,对人工智能的发展产生了深刻的影响,其意义远远超出了系统本身在实用上所创造的价值。

除此之外,还有其他一些重要的研究成果,这里就不一一列举了。值得一提的是在形成时期发生的一个大事件,1969 年成立的国际人工智能联合会议(International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI),它是人工智能发展史上一个重要的里程碑,标志着人工智能学科已经取得了世界的肯定和公认。

3. 发展期(1970~1979 年)

1970 年之后,人工智能的发展并不是一帆风顺的,正当科学家们向更高的山峰攀登时,困难接踵而来。例如,在塞缪尔的下棋程序中,计算机程序同世界冠军对弈时,五局中败了四局。机器翻译的研究也没有像人们当初想象得那么简单,当把“心有余而力不足”的英语句子“The spirit is willing but the flesh is weak”翻译成俄语,然后再翻译回来时竟变成了“The wine is good but the meat is spoiled”,即“酒是好的,肉却坏了”。1965 年发明的归结原理曾给人们带

来了希望,但很快就发现了消解法的能力也有限。证明“连续函数之和仍连续”是微积分中的简单事实,可是用消解法(归结法)来证明时,推了十万步(归结出几十万个子句)尚无结果。尽管遭遇到这么多挫折,但是科学家仍然没有放弃,他们不仅加强基础理论研究,而且在很多领域作出了很有成效的工作。大量地掌握了各方面的知识,扎扎实实地进行研究工作,大量的研究成果不断涌现出来。在这个时期出现了不少有代表性的工作。

1970年,斯坦福大学计算机科学系费根鲍姆和化学家 C. Djerassi 以及 J. Leberberg 等人研制出世界上第一个专家系统。该系统具有非常丰富的化学知识,是根据质谱数据帮助化学家推断分子结构,后被广泛地应用于世界各地的大学及工业界的化学实验室。

吴兹(W. Woods)1972年研制成功的基于知识的自然语言理解系统。LUNAR 用于查询月球地质数据,协助地质学家查询分析阿波罗 11 号在月球采集的岩石标本的成分,回答用户的问题。该系统的数据库中有 13000 条化学分析规则和 10000 条文献论题索引,是第一个采用扩充转移网络 ATN 和过程语义学思想、第一个采用普通英语与机器对话人机接口的系统。

1974年,明斯基(Minsky)提出了表示知识的另一种方法——框架(Frame)理论。框架理论的描述范围较广泛,可以解决一大类问题,因此一经提出就得到了广泛的应用。1976年 Newell 和 Simon 提出了物理符号系统假设,认为物理符号系统是表现智能行为必要和充分的条件。这样,可以把任何信息加工系统看成是一个具体的物理系统,如人的神经系统、计算机的构造系统等。

20 世纪 70 年代出现的专家系统第一次让人知道计算机可以代替人类专家进行一些工作。由于计算机硬件性能的提高,人工智能得以进行一系列重要的活动,如统计分析数据、医疗诊断等,它作为生活的重要方面已经开始影响和改变人类的生活。模糊控制、决策支持等方面都有人工智能的影子。

不能不提的是,在 20 世纪 70 年代,另一个人工智能语言 Prolog 语言诞生了,它和 LISP 一起,几乎成了人工智能工作者不可缺少的工具。

1977 年费根鲍姆在第五届国际人工智能联合会议上提出了“知识工程”的概念,对以知识为基础的智能系统的研究和构建起了重要作用。

4. 稳定增长期(1980 年以后)

从 20 世纪 80 年代中期开始,有关人工神经网络的研究取得了突破性的进展。1982 年,生物物理学家 Hopfield 提出了一种新的、全互联的神经网络模型,被称为 Hopfield 模型。该模型的能量单调下降特性,可用于求解优化问题的近似计算。1985 年 Hopfield 利用这种模型成功地求解了“旅行商(TSP)”问题。1986 年 Rumelhart 提出了反向传播(Back Propagation, BP)学习算法,解决了多层人工神经网络的学习问题,该算法已成为应用广泛的神经网络经典学习算法。从那以后,在全世界范围内掀起了新的人工神经网络的研究热潮,提出了很多新的神经网络模型,并被广泛地应用于模式识别、故障诊断、预测和智能控制等众多领域。1997 年 5 月,IBM 公司研制的“深蓝”计算机,以 3.5 : 2.5 的比分首次在正式比赛中战胜了人类国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫,这在世界范围内引起了轰动。“深蓝”的胜利标志着在人类智能的某些领域,人们经过不懈努力,可以使人工智能系统达到或接近人类的最高水平。

这一时期学术交流的不断深化也对人工智能的发展起到很大的推动作用。1969 年国际人工智能联合会成立,并举行了第一次学术会议,并每两年召开一次。随着人工智能研究的发

展,1974年又成立了欧洲人工智能学会,并召开第一次会议 ECAI(European Conference on Artificial Intelligence),随后每相隔两年召开一次。此外,许多国家也成立了本国的人工智能学术团体。

在人工智能刊物方面,1970年创办了国际性期刊《Artificial Intelligence》,爱丁堡大学还不定期出版《Machine Intelligence》杂志,还有《IJCAI 会议文集》、《ECAI 会议文集》等。此外,ACM、AFIPS 和 IEEE 等刊物也刊载了人工智能的研究成果。

随着机器学习、计算智能及人工神经网络等研究的不断深入,不同人工智能学派间的争论也愈加激烈,这些都推动了人工智能研究的不断发展。

1.3 人工智能的研究途径及方法

目前,人工智能研究主要有三种途径进行:

符号主义:(思维理论)符号主义认为人类认知的基本元素是符号,认知的过程就是符号处理的过程。(一阶谓词逻辑)

连接主义:(阈值理论)连接主义认为人类认知的基本元素是神经元本身。人类的认知过程就是大量的神经元的整体活动。(研究方法:人工神经网络)

行为主义:(进化理论)由美国麻省理工学院的 R. A. Brook 教授提出的。该理论认为人的本质能力是在动态环境中的行走能力、对外界事物的感知能力、维持生命和繁衍生殖的能力,正是这些能力对智能的发展提供了基础,因此智能是某种复杂系统所浮现的性质。

1.4 人工智能的应用领域

目前,人工智能的研究大多是与具体领域结合进行的,下面将简单介绍这些具体的应用领域。

1. 问题求解

能够求解难题的下棋(如象棋)程序是人工智能的第一个大成就。通过对下棋程序的研究,人们发展了搜索和问题归约这样的人工智能基本技术。此外,能够把各种数学公式符号汇集在一起的问题求解程序,使其性能水平有了一定的提高。

2. 机器学习

机器获取知识的能力,一种是人类采用归纳整理,并用计算机可接受处理的方式输入到计算机中去;另一种是计算机使用一些学习算法进行自学习(如实例学习、机械学习、归纳学习)。

3. 专家系统

专家系统是一种基于知识的计算机知识系统,它从人类领域专家那里获得知识,并用来解决只有领域专家才能解决的困难问题。目前,专家系统已经广泛应用于工业、农业、医疗诊断、地质勘探、石油化工、气象、交通、军事、文化教育空间技术、信息管理等各个方面。

4. 模式识别

模式识别是指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,例如识别物体、地形、图像、字体等。

5. 自然语言理解

自然语言理解就是研究如何让计算机理解人类的自然语言,是基于让计算机能“听懂”、“看懂”人类的语言的这一思想的,主要研究方面是如何回答自然语言输入的问题,摘要生成和文本释义的问题以及机器翻译的问题。

6. 人工神经网络

人工神经网络是研究如何试图用大量的处理单元(包括人工神经元、处理元件、电子元件等)模仿人脑神经系统工程结构和工作机理的,它是由研究人脑的奥秘中得到启发而发展起来的。目前,人工神经网络已经在模式识别、图像处理、组合优化、自动控制、信息处理、机器人学等领域获得了日益广泛的应用。

7. 自动定理证明

利用计算机进行自动定理证明(ATP)是人工智能研究中的一个重要方向,使很多非数学领域的任务,如信息检索、机器人规划和医疗诊断等,都可以转化为一个定理证明问题。

8. 自动程序设计

自动程序设计包括程序综合(自动编程)和程序正确性验证两个方面的内容。程序综合用于实现自动编程;而程序正确性的验证就是要研究出一套理论方法,通过运用它们就可自动证明程序的正确性。

9. 机器人学

机器人学是人工智能研究中日益受到重视的一个领域。这个领域的研究问题覆盖了从机器人手臂的最佳移动到实现机器人目标的动作序列的规划方法等各个方面。目前,它的研究涉及电子学、控制论、系统工程、机械、仿生、心理等多个学科。

10. 智能检索

例如,基于概念的检索和基于词的检索的区别,普通 DBMS 中的检索和智能数据库的检索的区别(利用规则和事实推理出结果)。