



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



北京高等教育精品教材
BEIJING GAODENG JIAOYU JINGPIN JIAOCAI

Tutorial of
Artificial Intelligence

人工智能 教程 (第2版)

张仰森 黄改娟 编著

高等教育出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



北京高等教育精品教材
BEIJING GAOJING JIAOYU JINGPIN JIAOCAI

Tutorial of
Artificial Intelligence

人工智能 教程 (第2版)

张仰森 黄改娟 编著

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是作者依据自己的教学实践,学习、吸纳前辈经验,归纳、提炼、创新而形成的具有自己特色的教材。书中比较系统地介绍了人工智能的基本原理、方法和应用技术,介绍了人工智能技术的最新发展。

全书共分两大篇,包括10章内容。第一篇为原理篇,主要论述知识表示、知识获取以及知识运用三大问题,包括人工智能的基本概念及其发展状况、知识表示方法、确定性推理方法、不确定推理方法、搜索策略、机器学习等内容。第二篇为应用篇,涉及自然语言理解、专家系统、人工神经网络与遗传算法等研究领域,并在第10章对数据挖掘和Agent技术等热点研究领域进行了介绍。每章都给出了大量的例题和习题,在例题的讲解上突出了解题方法。

本书的特色是简明、实用,逻辑性强,可读性好,注重学生动手解题能力,培养学生正确的思维方法,让学生在有限的时间内掌握人工智能的基本原理与应用技术,提高对人工智能习题的求解能力。

本书可作为高等学校相关专业高年级本科生和研究生的教材,也可供从事人工智能研究和应用的科技工作者参考。还可供同等学力申请硕士学位人员以及参加其他考试的相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能教程/张仰森,黄改娟编著.--2版.--
北京:高等教育出版社,2016.9

ISBN 978-7-04-046166-4

I. ①人… II. ①张…②黄… III. ①人工智能-高等学校-教材 IV. ①TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第196859号

策划编辑 张海波

责任编辑 张海波

封面设计 赵阳

版式设计 马敬茹

插图绘制 杜晓丹

责任校对 刘丽娟

责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 北京中科印刷有限公司
开本 787mm×1092mm 1/16
印张 26.25
字数 590千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2008年3月第1版
2016年9月第2版
印 次 2016年9月第1次印刷
定 价 39.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 46166-00

数字课程资源使用说明

与本书配套的数字课程资源发布在高等教育出版社易课程网站,请登录网站后开始课程学习。

一、注册/登录

访问 <http://abook.hep.com.cn/187702>,单击“注册”按钮,在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”页面。

二、课程绑定

单击“我的课程”页面右上方“绑定课程”按钮,正确输入教材封底防伪标签上的 20 位密码,单击“确定”按钮完成课程绑定。

三、访问课程

在“正在学习”列表中选择已绑定的课程,单击“进入课程”按钮即可浏览或下载与本书配套的课程资源。刚绑定的课程请在“申请学习”列表中选择相应课程并单击“进入课程”按钮。

四、资源说明

与本书配套的易课程数字课程资源包括电子教案、习题参考答案,以便读者学习使用。

账号自登录之日起一年内有效,过期作废。

如有账号问题,请发邮件至 abook@hep.com.cn。



第2版前言

随着信息技术和互联网技术的快速发展,人工智能在过去几年渐渐成为主流,也迎来了发展的核心阶段。人工智能作为一种基本技术,在互联网时代的多种产品与服务中得以体现,例如,语音识别、文字识别、机器翻译、搜索引擎、广告平台以及自动驾驶技术等,人工智能已经成为第四次工业革命的技术基石,其发展速度超过了多数人的想象。这是2016世界经济论坛年会(冬季达沃斯)上与会者对人工智能技术发展前景的判断。

人工智能技术如此重要,其教材的内容也应该随着时代的发展而与时俱进。近年来,大数据、深度学习等技术席卷人工智能研究领域,我们应该在人工智能教材中及时反映这方面的研究进展,以使读者紧跟人工智能技术发展的前沿。本次修订增加了大数据以及深度机器学习的相关内容,同时对搜索策略的相关内容进行了补充与完善,使读者能及时了解相关领域的研究进展。本次修订还根据近年来同等学力人员申请硕士学位考试的实际情况,对附录中的相关真题进行了补充,同时也对我们在教学过程中发现的部分印刷错误进行了改正。

自从《人工智能教程》的前身《人工智能原理与应用》2004年在高等教育出版社出版以来,在全国许多高校得到了应用,获得了读者的好评。2008年修订为《人工智能教程》,并被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,2009年出版了该教材的配套参考书《人工智能教程学习指导与习题解析》。这套教材出版后已印刷多次,被许多高校选为教材,2011年被评为北京高等教育精品教材。

由于作者水平所限,加之时间仓促,书中的疏漏和错误都在所难免,恳请各位专家和广大读者批评指正。

张仰森

2016年1月

初 版 前 言

人工智能是计算机科学的一个分支,它是当前科学技术中正在迅速发展,新思想、新观点、新理论和新技术不断涌现的一个学科,也是一门涉及数学、计算机科学、控制论、信息论、心理学和哲学等学科的交叉和边缘学科。自 1956 年首次提出人工智能这一术语以来,在 50 多年的时间内,人工智能的发展经历了不少争论、困难和挑战,但在研究者坚韧不拔的努力下,它还是不断发展壮大。它的诞生与发展成为 20 世纪最伟大的科学成就之一,也将在 21 世纪以信息技术为主导的网络和知识经济时代引起越来越多人的重视,并对推动科学技术的进步和发展发挥更大的作用。

随着人工智能重要性的日渐显现,为了提高学生的综合素质,培养学生创新能力,以适应网络经济时代的要求,国内外许多高等学校都在高年级本科生和研究生教育中开设了人工智能课程,以便学生掌握人工智能的基本原理与应用技术。1999 年,国务院学位委员会办公室更是将人工智能列为同等学力人员申请硕士学位计算机科学与技术学科综合水平考试的选考科目之一。

本书是作者在自己的科研与教学实践基础上,吸收国内外多种人工智能教材的优点以及最新的研究成果编写而成。在编写过程中力求做到以下几点。

可读性 在内容安排上力求由浅入深,循序渐进,逻辑严谨,前呼后应;在语言表达方面,力求通俗易懂,文笔流畅,通过大量的实例说明难以理解的概念、方法和解题步骤,使读者易于理解所学内容。

简明性 在书写上力求简明,对内容的轻重和主次力求处理得当,注意做到既条理清楚、论述全面,又简单明了,避免累赘和重复。

实用性 在讲清概念的同时,力求对知识表示、自动推理、机器学习、状态空间搜索和自然语言理解等各类问题的求解方法和步骤进行归纳总结,并通过大量的例题对这些解题方法进行讲解,以增强学生动手解题的能力。

人工智能课程教学过程中遇到的最大问题是习题求解,许多学生拿到人工智能的习题后感到无从下手。本书通过大量例题的讲解,系统地总结了知识表示、自动推理(包括归结推理和不确定推理)等各类问题的求解方法和步骤,使人工智能的问题求解变得有章可循、易于实现,只要按照书中所列的解题步骤求解,相信大部分习题都能迎刃而解。

本书由两篇构成,第 I 篇为原理篇,第 II 篇为应用篇。第 I 篇包括第 1~6 章。第 1 章简要介绍了人工智能的基本概念、研究发展的状况,以及各个学派的观点,并对它的研究与应用领域进行了必要的讨论。第 2~6 章对人工智能基本原理中的知识表示、知识获取和知识运用 3 个问

题进行了论述。这里要提及的是,数据挖掘是近年来兴起的一种新的知识获取方法,本应放于第6章讲解,但考虑到它是目前人工智能领域的研究热点,故和主体技术一起放于第10章,作了较详细的论述。

第II篇包括第7~10章。第7~9章主要介绍了人工智能几个较有影响的应用研究领域,包括自然语言理解、专家系统、人工神经网络。由于数据挖掘与主体技术是当前人工智能学科中相当热门的两个研究领域,且大多数传统的人工智能教材中较少涉及,有关主体技术的教材或专著市场上也较少,为了紧跟人工智能发展的脚步,将它们作为第10章进行介绍,以便读者对其有一个初步的了解。

本书简明、实用,符合当前素质教育的要求,教师可在40~60学时内讲完本教材的全部内容或选讲部分内容,让学生在有限的时间内,掌握人工智能的基本原理与应用技术,提高对人工智能习题的求解能力。

作者要特别感谢参考文献中所列专著、教材和高水平论文的作者们,正是他们的优秀作品为作者提供了丰富的营养,使作者能够在自己科研与教学实践的基础上,汲取各家之长,形成一本具有自己特色的教材。

北京信息科技大学教务处对本书的出版给予了大力的支持,在此表示衷心的感谢。北京信息科技大学计算机学院的硕士研究生肖建涛、谢宇、刘安宇、张桂琴、李媛丽、孙超、乔剑敏、郭充等同学,为本教材课件的建设做了大量的工作,在此表示深深的谢意。

在本书的编写过程中,虽然尽最大努力力求完美,但由于作者水平所限,书中的疏漏和错误在所难免,恳请各位专家和广大读者批评指正。

作者的E-mail地址:zys@biti.edu.cn。

张仰森

2008年1月

目 录

第一篇 原 理 篇

第 1 章 绪论	3	2.3.4 产生式系统的推理方式	26
1.1 人工智能的诞生及发展	3	2.3.5 产生式表示法的特点	27
1.2 人工智能的定义	4	2.4 语义网络表示法	27
1.3 人工智能研究的方法及途径	5	2.4.1 语义网络的概念及其结构	27
1.3.1 人工智能研究的各种学派及其理论	5	2.4.2 语义网络中常用的语义联系	29
1.3.2 实现人工智能的技术路线	8	2.4.3 语义网络表示知识的方法	32
1.4 人工智能的研究及应用领域	9	2.4.4 用语义网络表示知识的步骤	37
习题 1	13	2.4.5 语义网络表示知识举例	37
第 2 章 知识表示方法	14	2.4.6 语义网络表示下的推理过程	41
2.1 概述	14	2.4.7 语义网络表示法的特点	43
2.1.1 知识、信息和数据	14	2.5 框架表示法	43
2.1.2 知识的特性	15	2.5.1 框架理论	43
2.1.3 知识的分类	16	2.5.2 框架的定义及组成	44
2.1.4 知识的表示	17	2.5.3 用框架表示知识的步骤	45
2.2 一阶谓词逻辑表示法	18	2.5.4 用框架表示知识举例	47
2.2.1 知识的谓词逻辑表示法	18	2.5.5 框架表示下的推理方法	49
2.2.2 用谓词公式表示知识的步骤	18	2.5.6 框架表示法的特点	51
2.2.3 谓词公式表示知识的举例	19	2.6 面向对象的表示法	51
2.2.4 一阶谓词逻辑表示法的特点	22	2.6.1 面向对象的基本概念	52
2.3 产生式表示法	23	2.6.2 表示知识的方法	53
2.3.1 产生式可表示的知识种类及其基本形式	23	2.7 脚本表示法	54
2.3.2 知识的表示方法	24	2.7.1 脚本的定义与组成	54
2.3.3 产生式系统的组成	25	2.7.2 用脚本表示知识的步骤	57
		2.7.3 用脚本表示知识举例	57

2.7.4	脚本表示下的推理方法	59	3.3.5	置换与合一	92
2.7.5	脚本表示法的特点	60	3.4	自然演绎推理方法	95
2.8	过程表示法	60	3.4.1	自然演绎推理的概念	95
2.8.1	知识的过程表示法	60	3.4.2	利用演绎推理解决问题	96
2.8.2	过程表示的问题求解举例	62	3.4.3	演绎推理的特点	97
2.8.3	过程表示法的特点	63	3.5	归结推理方法	97
2.9	状态空间表示法	63	3.5.1	谓词公式与子句集	98
2.9.1	问题状态空间的构成	64	3.5.2	Herbrand 理论	101
2.9.2	用状态空间表示问题的 步骤	64	3.5.3	归结原理	105
2.9.3	利用状态空间求解问题的 过程	64	3.5.4	利用归结原理进行定理 证明	110
2.10	与/或树表示法	66	3.5.5	应用归结原理进行问题 求解	113
2.10.1	问题的分解与等价变换	67	3.6	归结过程的控制策略	116
2.10.2	问题归约的与/或树表示	67	3.6.1	引入控制策略	116
2.10.3	用与/或树表示问题的 步骤	69	3.6.2	归结控制策略及其应用 举例	117
2.10.4	与/或树表示举例	69	习题 3		120
习题 2		70	第 4 章	不确定推理方法	123
第 3 章	确定性推理方法	73	4.1	不确定推理概述	123
3.1	推理概述	73	4.1.1	不确定推理的概念	123
3.1.1	推理的基本概念	73	4.1.2	不确定推理方法的 分类	124
3.1.2	推理的方法及其分类	73	4.1.3	不确定推理中的基本 问题	124
3.1.3	推理的控制策略	76	4.2	可信度方法	126
3.1.4	推理的冲突消解策略	82	4.2.1	可信度的概念	126
3.2	命题逻辑	84	4.2.2	知识不确定性的表示	126
3.2.1	命题	85	4.2.3	证据不确定性的表示	128
3.2.2	命题公式	85	4.2.4	不确定性的推理计算	129
3.3	谓词逻辑	86	4.2.5	可信度方法应用举例	130
3.3.1	谓词与个体	86	4.3	主观 Bayes 方法	136
3.3.2	谓词公式	87	4.3.1	基本 Bayes 公式	136
3.3.3	谓词公式的永真性和 可满足性	89	4.3.2	主观 Bayes 方法及其推理 网络	138
3.3.4	谓词公式的等价性与 永真蕴涵	90			

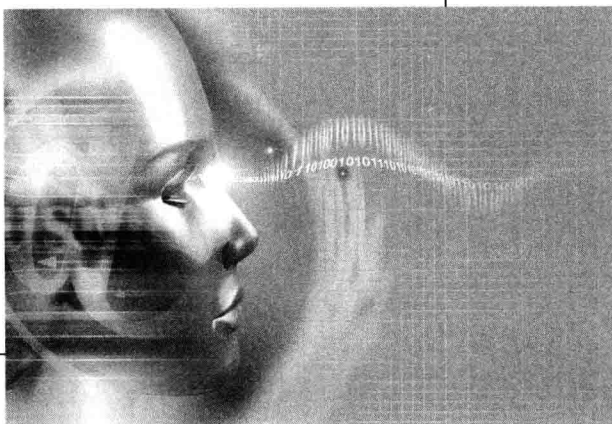
4.3.3	知识不确定性的表示	139	5.4.3	与/或树的深度优先搜索	207
4.3.4	证据不确定性的表示	139	5.5	与/或树的有序搜索	208
4.3.5	不确定性的推理计算	140	5.5.1	解树的代价	208
4.3.6	结论不确定性的合成与更新算法	146	5.5.2	希望树	210
4.3.7	主观 Bayes 方法应用举例	147	5.5.3	与/或树的有序搜索过程	210
4.4	证据理论	153	5.6	博弈树的启发式搜索	213
4.4.1	D-S 理论的数学基础	153	5.6.1	概述	213
4.4.2	特定概率分配函数	157	5.6.2	极大极小过程	213
4.4.3	基于特定概率分配函数的不确定性推理模型	158	5.6.3	$\alpha - \beta$ 剪枝技术	216
4.4.4	证据理论解题举例	160	习题 5		218
4.5	模糊推理	165	第 6 章	机器学习	221
4.5.1	模糊集理论与模糊逻辑	165	6.1	概述	221
4.5.2	模糊知识表示	172	6.1.1	什么是机器学习	221
4.5.3	模糊证据的表示	173	6.1.2	研究机器学习的意义	222
4.5.4	模糊推理模型	173	6.1.3	机器学习的发展史	223
习题 4		180	6.1.4	机器学习的主要策略及研究现状	224
第 5 章	搜索策略	184	6.2	机器学习系统的基本模型	225
5.1	搜索的概念及种类	184	6.3	机械学习	227
5.2	盲目搜索策略	185	6.3.1	机械学习的过程	227
5.2.1	状态空间图的搜索策略	185	6.3.2	机械学习系统要考虑的问题	228
5.2.2	宽度优先搜索	187	6.4	传授式学习	229
5.2.3	深度优先搜索	189	6.5	类比学习	229
5.2.4	有界深度优先搜索	191	6.5.1	学习新概念	230
5.2.5	代价树的宽度优先搜索	193	6.5.2	学习问题的求解方法	230
5.2.6	代价树的深度优先搜索	195	6.6	归纳学习	231
5.3	启发式搜索策略	197	6.6.1	实例学习	231
5.3.1	启发信息与估价函数	197	6.6.2	观察与发现学习	236
5.3.2	最佳优先搜索	198	6.7	基于解释的学习	237
5.3.3	A* 算法	202	6.7.1	基于解释学习的工作原理	237
5.4	与/或树的盲目搜索	204	6.7.2	举例	238
5.4.1	与/或树的一般搜索过程	204	6.7.3	领域知识的完善性	240
5.4.2	与/或树的广度优先搜索	205	6.8	ID3 判定树算法	240
			6.8.1	ID3 算法	240

6.8.2 实例计算	242	发展	245
6.8.3 ID3 算法的特点	244	6.9.2 深度学习的基本原理	246
6.9 深度机器学习	245	6.9.3 深度学习的应用	249
6.9.1 机器学习的两次较大		习题 6	251

第二篇 应用篇

第 7 章 自然语言理解	255	7.6.2 基于上下文信息的	
7.1 自然语言及其理解	255	语言建模	287
7.1.1 自然语言及其构成	255	7.6.3 基于组合思想的	
7.1.2 自然语言理解	256	语言建模	290
7.1.3 自然语言理解研究的		7.6.4 语言建模的相关问题	290
进展	257	习题 7	292
7.1.4 自然语言理解过程的		第 8 章 专家系统	294
层次	260	8.1 专家系统概述	294
7.2 词法分析	261	8.1.1 专家系统的产生与发展	294
7.3 句法分析	262	8.1.2 专家系统的定义	296
7.3.1 短语句法理论		8.1.3 专家系统的种类	296
与 Chomsky 语法体系	262	8.1.4 专家系统的一般特点	300
7.3.2 递归转移网络与扩充转移		8.2 专家系统的基本结构	300
网络	264	8.3 知识获取	303
7.3.3 词汇功能语法	270	8.3.1 知识获取的任务	303
7.3.4 自动句法分析算法	273	8.3.2 知识获取的主要途径	304
7.4 语义分析	277	8.4 专家系统的设计与建造	307
7.5 大规模真实文本的处理	280	8.4.1 开发专家系统的	
7.5.1 语料库语言学的崛起	280	基本要求	307
7.5.2 语料库语言学的特点及		8.4.2 专家系统建造步骤	309
研究对象	281	8.5 专家系统的评价	312
7.5.3 汉语语料库加工的基本		8.6 专家系统开发工具	313
方法	282	8.6.1 语言型开发工具	314
7.5.4 统计学方法的应用及所		8.6.2 骨架型开发工具	314
面临的问题	285	8.6.3 通用型开发工具	316
7.6 基于语料库的自然语言建模		8.6.4 开发环境与辅助型开发	
方法	285	工具	317
7.6.1 基于概率分布的		8.7 新一代专家系统的	
语言建模	286	发展	320

8.7.1 新一代专家系统应具备的特征	320	学习算法	339
8.7.2 分布式专家系统	321	9.4.1 Hopfield 模型	340
8.7.3 协同式专家系统	322	9.4.2 Hopfield 网络的学习算法	341
习题 8	322	9.5 神经网络的应用	342
第 9 章 神经网络与遗传算法	324	9.6 遗传算法的概念与原理	344
9.1 神经网络的基本概念及组成特性	324	9.6.1 遗传算法的基本概念	345
9.1.1 生物神经元的结构与功能特性	324	9.6.2 遗传算法的原理	346
9.1.2 人工神经网络的组成与结构	326	9.7 遗传算法的应用	349
9.1.3 人工神经网络研究的兴起与发展	328	习题 9	352
9.2 感知器模型及其学习算法	329	第 10 章 数据挖掘与主体技术	353
9.2.1 感知器模型	329	10.1 数据挖掘及其应用	353
9.2.2 单层感知器模型的学习算法	330	10.1.1 数据挖掘与知识发现	353
9.2.3 线性不可分问题	331	10.1.2 数据挖掘的概念与研究内容	354
9.2.4 多层感知器	333	10.1.3 数据挖掘的功能与作用	357
9.3 反向传播模型及其学习算法	334	10.1.4 数据挖掘的模型与算法	361
9.3.1 反向传播模型及其网络结构	334	10.1.5 数据挖掘的工具	364
9.3.2 反向传播网络的学习算法	335	10.1.6 数据挖掘的过程	365
9.3.3 反向传播计算的举例	338	10.1.7 数据挖掘的研究热点与发展趋势	367
9.4 Hopfield 模型及其		10.2 主体技术及其应用	370
		10.2.1 主体技术的形成与发展	371
		10.2.2 主体的定义与体系结构	372
		10.2.3 多主体系统	379
		10.2.4 面向主体的软件技术	382
		10.2.5 主体技术所面临的挑战	386
		习题 10	386
附录 同等学力人员申请硕士学位计算机科学与技术学科综合水平全国			
统一考试部分真题	388		
参考文献	403		



第一篇

原 理 篇

第1章 绪论

人工智能是计算机科学的一个分支,随着科学技术的迅速发展,新思想、新观点、新理论、新技术不断涌现而产生的一个学科,也是一门涉及数学、计算机科学、控制论、信息论、心理学、哲学等学科的交叉和边缘学科。自20世纪50年代首次提出人工智能这一术语以来,在60多年的时间内,人工智能学科的发展经历了不少的争论、困难和挑战,但在研究者们坚韧不拔的努力下,它还是不断发展壮大。它的诞生与发展成为20世纪最伟大的科学成就之一。研究者们坚信,在21世纪以信息技术为主导的网络和知识经济中,人工智能技术具有举足轻重的地位和影响,对推动科学技术的进步和发展将会发挥更大的作用。

本章将简单介绍人工智能的诞生及其发展过程,以及人工智能的基本概念,并对人工智能研究的各个学派及其研究和应用领域进行讨论。

1.1 人工智能的诞生及发展

人工智能的诞生可以追溯到20世纪50年代。1956年夏季,美国一些从事数学、心理学、计算机科学、信息论和神经学研究的年轻学者汇聚在达特茅斯(Dartmouth)大学,举办了一次长达两个月的学术讨论会,认真热烈地讨论了用机器模拟人类智能的问题。在这次会议上,第一次使用了“人工智能”这一术语,以代表有关机器智能这一研究方向。这是人类历史上第一次人工智能研讨会,标志着人工智能学科的诞生,具有十分重要的意义。

自从人工智能学科诞生到现在已有60多年的历史,60多年来人工智能的发展经历了不少曲折。

20世纪50年代,以游戏、博弈为对象,开始了人工智能的研究工作,其间以电子线路模拟神经元及人脑的研究均告失败。

20世纪60年代前期,人工智能以研究搜索方法和一般问题的求解为主。1960年,美国的John McCarthy发明了人工智能程序设计语言LISP,它是一种函数式语言(Functional Language),适用于符号处理,其处理的唯一对象就是符号表达式。1963年A. Newell发表了问题求解程序,人工智能研究自此走上了以计算机程序来模拟人类思维的道路,第一次把问题的领域知识与求解方法分离开来。20世纪60年代后期,人工智能在机器定理证明方面取得了重大进展,并在规划问题方面开展了相应的研究。1965年Robinson提出了归结原理,实现了自动定理证明的重大突破。1968年,Quillian在研究人类联想记忆时,认为记忆是由概念间的联系实现的,提出了知识表示的语义网络模型。

20 世纪 70 年代,人工智能的研究已在世界许多国家相继展开,研究成果大量涌现。1972 年法国马赛大学的 A. Comerauer 提出并实现了逻辑程序设计语言 Prolog;美国斯坦福大学的 E. H. Shortliffe 等人从 1972 年开始研制用于诊断和治疗感染性疾病的专家系统 MYCIN;1970 年国际性的人工智能杂志《Artificial Intelligence》创刊,它对推动人工智能的发展、促进研究者的交流起到了重要作用。但这时,由于在机器翻译、问题求解和机器学习等领域出现了一些问题,人工智能受到责难。在困难和挫折面前,人工智能研究者们没有退缩,他们继续进行深入的研究。经过认真的反思和总结以前的研究经验及教训,1977 年, E. A. Feigenbaum 提出了知识工程的概念,引发了以知识工程和认知科学为主的研究。以知识为中心开展人工智能研究的观点被大多数人所接受。这时,专家系统开始广泛应用,专家系统的开发工具也不断出现,人工智能产业日渐兴起。人工智能的研究又迎来了以知识为中心蓬勃发展的新时期。

20 世纪 80 年代,由于知识工程概念的提出和专家系统的初步成功,人工智能以推理技术、知识获取、自然语言理解和机器视觉的研究为主,开始了不确定推理、非单调推理、定性推理方法的研究。知识获取的研究已成为热门。在整个 20 世纪 80 年代,专家系统和知识工程在全世界迅速发展。有些人工智能的产品已成为商品。

20 世纪 90 年代以来,专家系统、机器翻译、机器视觉和问题求解等方面的研究已有实际应用,同时,机器学习和人工神经网络的研究深入开展,形成了高潮。当前比较热门的信息过滤、分类、数据挖掘等都属于机器学习的知识获取范畴。另外,不同学派间的争论也非常激烈,这些都进一步促进了人工智能的发展。

1.2 人工智能的定义

人工智能的研究虽然已有 60 多年的历史,但和许多新兴学科一样,人工智能至今尚无统一严格的定义,要给人工智能下一个准确的定义是困难的。顾名思义,所谓人工智能就是用人工的方法在机器(计算机)上实现的智能;或者说是人们使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。

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,它有什么特点和特征。所谓人类智能,就是人类所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。智力和行为的目的是获取知识,并运用知识去求解问题。也就是说,智力是获取知识并运用知识去求解问题的能力。人类智能的特点主要体现在感知能力、记忆与思维能力、归纳与演绎能力、学习能力及行为能力等几方面。感知能力是指人们通过视觉、听觉、触觉、味觉、嗅觉等感觉器官感知外部世界的能力,是人类获取外部信息的基本途径。人类就是通过感知获取有关信息,再经过大脑加工来获得其大部分知识。记忆与思维能力是人脑最重要的功能,也是人类之所以有智能的根本原因所在。记忆用于存储由感觉器官感知到的外部信息以及由思维所产生的知识;思维用于对记忆的信息进行处理,即利用已有的知识对信息进行分析、计算、比较、判断、推

理、联想和决策等。思维是一个动态过程,是获取知识及运用知识求解问题的根本途径。思维可分为逻辑思维、形象思维以及在潜意识激发下获得灵感而“忽然开窍”的顿悟思维等。其中,逻辑思维与形象思维是两种基本的思维方式。逻辑思维又称抽象思维,是一种根据逻辑规则对信息进行处理理性思维方式,反映了人们以抽象的、间接的、概括的方式认识客观世界的过程。形象思维又称为直感思维,它是一种以客观现象为思维对象、以感性形象认识为思维材料、以意象为主要思维工具、以指导创造物化形象的实践为主要目的的思维活动。归纳与演绎能力是人类进行问题求解的两种推理方式。归纳能力是人们可以通过大量实例,总结出具有一般性规律的的知识的能力。而演绎能力则是人类根据已有知识和所感知到的事实,推理求解问题的能力。学习是人类的本能,每个人都在随时随地地学习,既可能是自觉的、有意识的,也可能是不自觉、无意识的;既可以是有教师指导的,也可以是通过自己实践的。人们的学习是通过与环境的相互作用而进行的,通过学习可以积累知识、增长才干,适应环境的变化,充实、完善自己。行为能力是人们对感知到的外界信息的一种反应能力。

尽管目前对人工智能还难以给出其完整、严格的定义,但还是可以从不同的侧面对其做一些狭义的描述。

人工智能学科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。所谓智能机器,就是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。它包括研究如何设计和构造智能机器(智能计算机)或智能系统,使它能模拟、延伸、扩展人类智能;如何在这种智能机(计算机)上实现人类智能,使机器具有类似于人的智能;如何来应用这种智能机器。

从另一个角度来看,人工智能是研究怎样使计算机来模仿人脑所从事的推理、证明、识别、理解、设计、学习、思考、规划及问题求解等思维活动,来解决需要人类专家才能处理的复杂问题,如医疗诊断、石油测井解释、气象预报、交通运输管理等决策性课题。

从实用的观点看,人工智能是一门知识工程学,它以知识为对象,主要研究知识的获取、知识的表示方法和知识的使用(运用知识进行推理)。

1.3 人工智能研究的方法及途径

1.3.1 人工智能研究的各种学派及其理论

人工智能是一门新兴的学科,对它的研究产生了许多学派。例如,以 J. McCarthy 和 N. J. Nilsson 为代表的逻辑学派,以 A. Newell 和 H. A. Simon 为代表的认知学派,以 E. A. Feigenbaum 为代表的知识工程学派(研究知识在人类智能中的作用与地位,提出了知识工程的概念),以 J. L. McClelland 和 J. D. Rumelhart 为代表的联结学派(研究神经网络),以 C. Hewitt 为代表的分布式学派(研究多智能系统中的知识与行为);以及以 R. A. Brooks 为代表的进化论学派等。不同学派的研究内容与研究途径也有所不同。