

“十一五”国家重点图书

计算机科学与技术学科前沿丛书

计算机科学与技术学科研究生系列教材（中文版）

知识工程与知识管理

陈文伟 陈 晟 编著

清华大学出版社



“十一五”国家重点图书

计算机科学与技术学科前沿丛书

计算机科学与技术学科研究生系列教材（中文版）

知识工程与知识管理

陈文伟 陈 晟 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了知识工程与知识管理。知识工程是人工智能中最具有实用价值的部分,包括专家系统、决策支持系统、计算智能(神经计算、模糊计算、遗传算法等)、机器学习与数据挖掘、公式发现与变换规则的挖掘等的原理与开发;知识管理是对社会中组织(或个人)进行知识的交流和共享,并创造知识,包括知识管理、学习型组织与知识创造等理论与实例。本书最后讨论了计算机进化规律的发掘,这是介于知识工程与知识管理之间有意义的课题。

本书以“原理、实现、应用”的讲述方式,较系统地介绍知识工程中的原理和开发技术、知识管理中的理论和实例,以便研究生能够从理论和实践两个方面较扎实地掌握知识工程和知识管理,初步达到既掌握知识又能利用书中介绍的实现技术去开发实际系统的目标。

本书适合作为计算机科学与技术专业、信息管理与信息系统专业和系统工程专业的研究生教材,也可供大学本科高年级学生使用。同时本书也可供有关教师和科研技术人员学习参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

知识工程与知识管理/陈文伟,陈晟编著. —北京:清华大学出版社,2010.5

(计算机科学与技术学科研究生系列教材(中文版))

ISBN 978-7-302-21964-4

I. ①知… II. ①陈… ②陈… III. ①知识工程—研究生—教材 ②知识经济—应用—企业管理—研究生—教材 IV. ①TP182 ②F270

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第018648号

责任编辑:战晓雷 赵晓宁

责任校对:白 蕾

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:21.5

字 数:519千字

版 次:2010年5月第1版

印 次:2010年5月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:38.00元

产品编号:031974-01

“十一五”国家重点图书 计算机科学与技术学科前沿丛书

计算机科学与技术学科研究生系列教材

编
委
会

■ 名誉主任：陈火旺

■ 主 任：王志英

■ 副 主 任：钱德沛 周立柱

■ 编委委员：(按姓氏笔画为序)

马殿富 李晓明 李仲麟 吴朝晖

何炎祥 陈道蓄 周兴社 钱乐秋

蒋宗礼 廖明宏

■ 责任编辑：马瑛珺

序

未来的社会是信息化的社会,计算机科学与技术在其中占据了最重要的地位,这对高素质创新型计算机人才的培养提出了迫切的要求。计算机科学与技术已经成为一门基础技术学科,理论性和技术性都很强。与传统的数学、物理和化学等基础学科相比,该学科的教育工作者既要培养学科理论研究和基本系统的开发人才,还要培养应用系统开发人才,甚至是应用人才。从层次上来讲,则需要培养系统的设计、实现、使用与维护等各个层次的人才。这就要求我国的计算机教育按照定位的需要,从知识、能力、素质三个方面进行人才培养。


硕士研究生的教育须突出“研究”,要加强理论基础的教育和科研能力的训练,使学生能够站在一定的高度去分析研究问题、解决问题。硕士研究生要通过课程的学习,进一步提高理论水平,为今后的研究和发展打下坚实的基础;通过相应的研究及学位论文撰写工作来接受全面的科研训练,了解科学研究的艰辛和科研工作者的奉献精神,培养良好的科研作风,锻炼攻关能力,养成协作精神。

高素质创新型计算机人才应具有较强的实践能力,教学与科研相结合是培养实践能力的有效途径。高水平人才的培养是通过被培养者的高水平学术成果来反映的,而高水平的学术成果主要来源于大量高水平的科研。高水平的科研还为教学活动提供了最先进的高新技术平台和创造性的工作环境,使学生得以接触最先进的计算机理论、技术和环境。高水平的科研也为高水平人才的素质教育提供了良好的物质基础。

为提高高等院校的教学质量,教育部最近实施了精品课程建设工程。由于教材是提高教学质量的关键,必须加快教材建设的步伐。为适应学科的快速发展和培养方案的需要,要采取多种措施鼓励从事前沿研究的学者参与教材的编写和更新,在教材中反映学科前沿的研究成果与发展趋势,以高水平的科研促进教材建设。同时应适当引进国外先进的原版教材,确保所有教学环节充分反映计算机学科与产业的前沿研究水平,并与未来的发展趋势相协调。

中国计算机学会教育专业委员会在清华大学出版社的大力支持下,进行了计算机科学与技术学科硕士研究生培养的系统研究。在此基础上组织来自多所全国重点大学的计算机专家和教授们编写和出版了本系列教材。作者们以自己多年来丰富的教学和科研经验为基础,认真研究和结合我国计算机科学与技术学科硕士研究生教育的特点,力图使本系列教材对我国计算机科学与技术学科硕士研究生的教学方法和教学内容的改革起引导作用。本系列教材的系统性和理论性强,学术水平高,反映科技新发展,具有合适的深度和广度。同时本系列教材两种语种(中文、英文)并存,三种版权(本版、外版、合作出版)形式并存,这在系列教材的出版上走出了一条新路。

相信本系列教材的出版,能够对提高我国计算机硕士研究生教材的整体水平,进而对我国大学的计算机科学与技术硕士研究生教育以及培养高素质创新型计算机人才产生积极的促进作用。



前 言

知识工程是人工智能中最实用的部分。E. A. Feigenbaum 最早提出的“知识工程”概念是,使用人工智能的原理和方法构造专家系统。知识工程的出现使人工智能从重视问题求解的方法,走向重视知识,使人工智能走向实用化,极大地推动了人工智能的发展。知识工程研究构造高性能的知识系统(包括专家系统、知识库系统、智能决策系统等),同时要研究人工智能的核心问题,如知识表示、知识获取、知识库组织、推理技术和机器学习等。陆汝钤院士认为:大规模的知识共享则是一种现代化的知识工程。

知识管理是社会中组织(或个人)进行知识的交流和共享,并创造知识,提高组织(或个人)的知识和解决问题的能力,适应随机变化的环境。

知识工程与知识管理是处于两个不同的层次。知识工程作为方法学是一种工具,知识系统是知识工程的产品,它应用于知识管理。可以说,知识工程是知识管理的技术支柱,知识工程能够帮助组织(或个人)充分利用计算机中的知识系统来解决实际问题。当知识管理中的知识获取、共享、应用和创造,逐步成熟并形式化后,再数字化就可以成为知识工程的内容。计算机中的专家系统就是将人类专家利用知识解决实际问题的过程,形式化并数字化后形成的。

知识工程与知识管理相结合能增强两者的关系,并能相互促进、共同发展。

本书在知识工程的章节中,加强了实践的内容:在专家系统和决策支持系统的章节中除了介绍原理外,还介绍具体的开发方法(包括工具)和实例;在计算智能、机器学习和数据挖掘、公式发现的章节中,既介绍原理又介绍实现方法和实例。这些章节中的开发方法和应用实例,均是作者在科研中的经验总结。

作者长期从事专家系统和决策支持系统及其工具的开发和应用:研制了专家系统工具 TOES 和马尾松毛虫防治决策专家系统等;研制了决策支持系统工具 GFKD-DSS、基于客户机/服务器的决策支持系统快速开发平台 CS-DSSP,以及全国农业投资空间决策支持系统等。

在数据挖掘的研究中,作者领导的课题组研制的基于信道容量的 IBLE 方法,比国外的基于信息增益的 ID3 方法在识别率上高出 10 个百分点。我们研制的经验公式发现系统 FDD,比国外的 BACON 系统在发现公式上更广泛。

作者近年来提出的一种适应变化环境的“变换规则”这种新知识表示形式,它扩充了规则知识的应用范围;作者还证明了变换规则的挖掘、推理的定理和变换规则链挖掘的定理,为获取变换规则和变换规则链提供了依据和方法;作者提出了用变换规则作为一种适应变化环境的元知识表示形式,它更能有效地描述具有变化特点领域的知识。

本书在知识管理的章节中,除了介绍知识管理的基本原理外,还介绍了学习型组织和人

力资源管理理论。学习型组织是鼓励个人和组织善于学习,不断修正自身行为,并不断创新和进步的组织。学习型组织是实现知识管理的最有效的组织形式。人力资源管理理论是以人为本,充分发挥人力资源的能动性和潜在能力,促进经济发展。人力资源管理的基础理论促进了知识管理和知识开发。

在“知识创造”一章中,除了介绍知识创造模型外,还介绍了开源软件。知识创造模型包括显性知识与隐性知识之间的转化模型和知识螺旋模型,强调了隐性知识在知识创造中的作用。开源软件是知识管理的典范。在互联网上互不相识的人们进行知识交流和共享,大家共同协作完善开源软件,这种集体协作创造知识的方式形成了新潮流。开源软件的成功,极大地促进了软件的发展,也是对知识私有的一次巨大冲击。

计算机(包括软件、硬件)虽然是非生物,但在人类的帮助下,计算机在模拟人的能力方面得到了飞速的发展。作者针对计算机进化过程进行了研究,发掘了一些进化规律,以便能更清楚地认识计算机的本质,这对于提高我们对计算机的使用效果,以及进一步促进计算机的进化起到积极作用。计算机进化规律的发掘,是介于知识工程与知识管理之间有意义的课题,希望能够唤起有兴趣者发掘更多的计算机进化规律,加速计算机的进化,使计算机更有效地为人类服务。

本书以“原理、实现、应用”的讲述方式,较系统地介绍了知识工程中的原理和开发技术、知识管理中的基本原理和实例,以便研究生能够从理论和实践两个方面较扎实地掌握知识工程和知识管理,初步达到既掌握知识又能利用书中介绍的实现技术去开发实际应用系统。

本书得到清华大学出版社的大力支持,在此表示诚挚的谢意。

陈文伟
2010年4月

目 录

第 1 章 知识工程与知识管理综述	1
1.1 知识工程与人工智能	1
1.1.1 知识工程概念	1
1.1.2 人工智能概念和发展过程	3
1.1.3 知识系统结构和知识工程基础	8
1.2 知识工程的核心问题	9
1.2.1 知识概念与逻辑推理	9
1.2.2 知识表示与知识推理	12
1.2.3 知识获取	24
1.3 知识管理与知识工程	26
1.3.1 知识管理综述	26
1.3.2 信息管理与知识管理	28
1.3.3 知识工程与知识产业	30
1.3.4 知识工程和知识管理相互促进	33
习题 1	36
第 2 章 专家系统及其开发	37
2.1 专家系统综述	37
2.1.1 专家系统概念	37
2.1.2 专家系统结构和原理	38
2.1.3 专家系统的应用与开发的困难	39
2.2 产生式规则专家系统	41
2.2.1 产生式规则知识与推理	41
2.2.2 不确定性推理	45
2.2.3 解释机制和事实库	47
2.2.4 产生式规则知识推理简例	49
2.3 元知识与两级推理	51
2.3.1 元知识概念	51
2.3.2 元知识分类	53
2.3.3 领域知识和元知识的两级推理	54

2.4	专家系统的黑板结构	56
2.4.1	基本原理	56
2.4.2	HEARSAY-II 语言识别系统	58
2.4.3	医疗诊断专家系统	60
2.5	专家系统开发与实例	61
2.5.1	专家系统的开发	61
2.5.2	专家系统工具	63
2.5.3	单推理树形式的专家系统	68
2.5.4	多推理树形式的专家系统	70
	习题 2	74
第 3 章	决策支持系统及其开发	76
3.1	决策支持系统与智能决策支持系统	76
3.1.1	决策支持系统综述	76
3.1.2	决策资源与决策支持	82
3.1.3	模型实验与模型组合方案	84
3.1.4	智能决策支持系统的设计与开发	85
3.1.5	决策支持系统实例	89
3.2	基于数据仓库的决策支持系统	93
3.2.1	数据仓库与联机分析处理	93
3.2.2	数据仓库的决策支持	101
3.2.3	基于数据仓库的决策支持系统与商业智能	103
3.2.4	基于数据仓库的决策支持系统实例	105
3.3	综合决策支持系统	107
3.3.1	传统决策支持系统与新决策支持系统的比较	107
3.3.2	数据仓库与数学模型	108
3.3.3	综合决策支持系统结构与原理	109
3.3.4	网络环境的综合决策支持系统体系	111
3.3.5	网络环境的决策支持系统实例	114
	习题 3	118
第 4 章	计算智能的仿生技术	119
4.1	神经计算	119
4.1.1	人工神经网络	119
4.1.2	反向传播模型 BP	123
4.1.3	反向传播模型实例分析	128
4.1.4	神经网络专家系统	130
4.2	模糊计算	135
4.2.1	模糊集合及其运算	135

4.2.2	模糊推理·····	137
4.2.3	模糊规则的计算公式·····	139
4.2.4	模糊推理方法的比较·····	140
4.3	遗传算法·····	141
4.3.1	遗传算法原理·····	141
4.3.2	优化模型的遗传算法求解·····	145
4.3.3	基于遗传算法的分类学习系统·····	147
4.4	人工生命·····	152
4.4.1	人工生命概述·····	152
4.4.2	人工生命的研究内容和方法·····	153
4.4.3	人工生命实例·····	154
4.4.4	人工生命的实验系统·····	156
	习题 4·····	158
第 5 章	机器学习与数据挖掘·····	160
5.1	机器学习与数据挖掘综述·····	160
5.1.1	机器学习概述·····	160
5.1.2	机器学习分类·····	162
5.1.3	知识发现与数据挖掘综述·····	165
5.1.4	数据浓缩与知识表示·····	169
5.2	基于信息论的归纳学习方法·····	173
5.2.1	基于互信息的 ID3 方法·····	174
5.2.2	基于互信息的 C4.5 方法·····	178
5.2.3	基于信道容量的 IBLE 方法·····	179
5.3	基于集合论的归纳学习方法·····	189
5.3.1	AQ11 方法·····	189
5.3.2	粗糙集方法·····	194
5.3.3	关联规则挖掘·····	203
	习题 5·····	210
第 6 章	公式发现与变换规则的挖掘·····	212
6.1	公式发现·····	212
6.1.1	公式发现综述·····	212
6.1.2	物理化学定律发现系统 BACON·····	214
6.1.3	经验公式发现系统 FDD·····	218
6.2	变换规则的知识挖掘·····	232
6.2.1	适应变化环境的变换和变换规则·····	232
6.2.2	变换规则的知识挖掘的理论基础·····	234
6.2.3	变换规则的知识推理·····	236

6.2.4	变换规则链的知识挖掘	238
6.2.5	适应变化环境的变换规则元知识	241
习题 6		244
第 7 章	知识管理	246
7.1	知识经济与知识管理	246
7.1.1	知识经济与知识管理的形成	246
7.1.2	知识管理基本原理	249
7.1.3	知识管理实例	257
7.2	知识管理与学习型组织	259
7.2.1	学习型组织概念	259
7.2.2	学习型组织与知识管理的整合	261
7.2.3	学习型组织实例	265
7.3	人力资源管理的理论基础	267
7.3.1	知识管理和人力资源管理	267
7.3.2	人力资源管理理论	268
7.3.3	人力资源管理实例	274
习题 7		278
第 8 章	知识创造	279
8.1	知识创造模型与开源软件	279
8.1.1	知识创造模型	279
8.1.2	集体协作创造知识的新潮流——开源软件	286
8.2	软件进化规律的发掘	293
8.2.1	数值计算的进化	293
8.2.2	计算机程序的进化	297
8.2.3	数据存储的进化	300
8.2.4	知识处理的进化	302
8.2.5	进化规律的发掘	304
8.3	计算机硬件与网络进化规律的发掘	307
8.3.1	计算机硬件的理论基础	307
8.3.2	计算机的体系结构	312
8.3.3	计算机硬件的进化	314
8.3.4	硬件进化规律的发掘	318
8.3.5	计算机网络的进化	320
8.3.6	计算机技术发展趋势	323
习题 8		325
参考文献		327

第 1 章

知识工程与知识管理综述

信息社会正在改革智力劳动,越来越多的人成为了知识工作者,涌现了一些新兴学科,知识工程和知识管理就是其中的新兴学科。

知识工程是通过计算机来建造和应用知识系统,充分发挥知识解决问题的能力。知识管理是社会中组织(或个人)进行知识的交流和共享,并创造知识,提高组织(或个人)的知识和解决问题的能力,以适应随机变化的环境。

知识工程与知识管理是处于两个不同的层次。知识工程作为方法学是一种工具,知识系统是知识工程的产品,它应用于知识管理。

1.1 知识工程与人工智能

1.1.1 知识工程概念

1. 知识工程定义

知识工程最早的定义是使用人工智能的原理和方法构造专家系统的一门工程性学科。现在,知识工程的目标应是构造高性能的知识系统,专家系统只是知识系统的一种类型。知识工程的定义具体如下:

知识工程是以知识为处理对象,研究知识系统的知识表示、处理和应用的的方法和开发工具的学科。

知识系统包括专家系统、知识库系统、智能决策系统等。专家系统是利用专家知识解决特定领域问题的计算机程序系统。知识库系统是把知识以一定的结构存入计算机,进行知识的管理和问题求解,实现知识的共享。智能决策系统是智能化决策支持系统,由数据库、模型库、知识库、人机交互等组成的系统,为解决半结构化决策问题,提高科学决策的水平。

知识工程是人工智能、知识库、数理逻辑、认知科学和心理学等多学科交叉发展的结果。

知识工程的研究使人工智能学科发生了重大改变,它实现了人工智能从理论研究走向实际应用、从一般推理策略探讨转向运用专门知识的重大突破,即从探索广泛普遍的思维规律转向利用知识解决问题的研究。

知识工程主要研究知识获取、知识表示、推理策略及开发方法和环境。为了使计算机能运用专家的知识解决问题,首先要获取知识,包括经验知识和书本知识,采用一定的形式表示知识,建立知识库。利用知识通过推理来求解问题。

知识工程概念是美国斯坦福大学的 E. A. Feigenbaum 于 1977 年在第五届国际人工智

能会议上,以“人工智能的艺术:知识工程的课题及实例研究”为题首先提出的。

20世纪60年代初,出现了运用逻辑学和模拟心理活动的一些通用问题求解程序,它们可以证明定理和进行逻辑推理。但是这些通用方法无法解决大的实际问题,很难把实际问题改造成适合于计算机解决的形式,并且对于解题所需的巨大的搜索空间也难以处理。人们解决实际问题并不全靠推理,还需要利用一些不精确的和不确定的经验规则,专家正是大量运用这些知识得出有用的结论。1965年Feigenbaum和生理学家J. Lederberg合作,用光谱与分子结构关系规则表示知识,研制了世界上第一个专家系统DENDRAL,它能从光谱仪提供的信息中推断出分子结构。同时代出现了一批有影响的专家系统,如PROSPECTOR系统、MYCIN系统等。这些专家系统的研制成功,为知识工程概念的确立奠定了基础。

E. A. Feigenbaum对知识工程的定义为:知识工程是一门艺术,它应用人工智能原理和方法求解那些需要用专家知识才能解决的问题。专家知识的获取、表达和合理地应用这些知识以构造及解释推理过程,是设计知识系统的重要技术问题。

后来,知识工程这个术语便为全世界广泛使用。Feigenbaum教授也被誉为“专家系统与知识工程之父”。

2. 知识工程研究内容

知识工程的目标是构造具有良好的体系结构,并易于使用和易于维护的知识系统。知识工程的研究内容包括3个方面。

1) 基础研究

它包括知识工程中基本理论和方法的研究。比如:关于知识的本质、分类、结构和效用的研究,关于知识表示方法(用于人理解)和语言文法(用于计算机存储)的研究;关于知识获取和学习方法的研究;关于知识推理和控制机制的研究;关于推理解释和接口模型的研究;以及关于认知模型的研究等。

2) 实际知识系统的开发研究

实际知识系统的开发强调建造知识系统过程中的实际技术问题,它以知识系统的实用化和商品化为最终目标。研究内容有:实用知识获取技术,知识系统体系结构,实用知识表示方法和知识库结构,实用推理和解释技术,实用知识库管理技术,知识系统调试、分析与评价技术,知识系统的硬件环境等。

3) 知识工程环境研究

知识工程环境研究主要是为实际系统的开发提供一些良好的工具和手段。好的环境可以缩短知识系统的研制周期,提高知识系统的研制质量,使知识系统的研制从个人手工作坊方式转变为工业化生产方式,加速知识系统的商品化进程。环境研究包括知识工程的基本支撑硬件和软件、知识工程语言(包括知识描述语言和系统结构构造语言)、知识获取工具,系统骨架工具系统、知识库管理工具等。

知识工程开发的知识系统能带来什么好处?根据Martin等人所作的调查结果得知:知识系统能够有助于更快地制定决策、生产率的提高和决策质量的提高。知识系统特别有助于及时传输知识,如缩短产品上市的时间并加快对顾客的响应。

1.1.2 人工智能概念和发展过程

1. 人工智能概念

人工智能是使计算机具有人的智能行为。

1) 人的智能行为

人的智能行为表现如下:

- (1) 通过学习获取知识。
- (2) 利用知识进行逻辑思维(推理)。
- (3) 通过自然语言理解进行人际间交流。
- (4) 通过图像理解进行形象思维(联想)。
- (5) 利用启发式(经验)方法,解决随机变化问题。
- (6) 利用试探性(创新性)方法,解决新问题。

智能行为概括为:获取知识,进行知识推理、联想或交流,解决随机问题或新问题。

2) 关于人工智能的定义

1950年英国数学家艾伦·图灵(A. Turing)在论文“计算机能思维吗?”中提出,交谈能检验智能。如果一台计算机能像人一样对话,它就能像人一样思考。

(1) Turing 定义。

如果机器在某些现实的条件下,能够非常好地模仿人回答问题,以致使提问者在相当长时间内误认为它不是机器,那么机器就可以被认为是能思维的。举例说明如下。

一个房间放一台机器,另一个房间有一人,当人们提出问题,房间里的人和机器分别作答。如果提问的人分辨不了哪个是人的回答,哪个是机器的回答,则认为机器有了智能。

20世纪90年代初美国科学家兼慈善家休·勒布纳设立人工智能年度比赛,把图灵的设想付诸实践。比赛分为金、银、铜三等奖。如果程序不仅能以文本方式通过交谈测试,在音频和视频测试中也能过关,则获金奖,赢得10万美元和一枚18K黄金制金牌;如果它能在更长时间以文本方式交谈中迷惑住至少半数裁判,则获银奖;如果未达到以上标准,则每年测试中迷惑住最多裁判的程序赢得2000美元和一枚铜牌。

2008年10月12日勒布纳奖(人工智能奖)比赛在英国雷丁大学展开。“艾尔伯特”等6种软件程序击败另外7种程序,获得决赛资格。

作为裁判,12位经遴选的志愿者同时与不见面的两方以文本方式交谈,其中一方是人,另一方是程序。交谈5分钟后,他们要判断哪方是人,哪方是机器。获最多裁判认同为“人”的程序即获胜。这12位志愿者一再用今日的天气、全球金融动荡和他们眼睛的颜色等问题迷惑计算机,最后计算机程序“艾尔伯特”则凭借迷惑3人的战绩笑到最后。艾尔博特的创造者弗雷德·罗伯茨赢得2000美元和比赛的铜牌。从1991年首届比赛至今,尚无程序达到金奖或者银奖标准。

勒布纳奖(人工智能奖)意在借助交谈测试机器的思考能力,号称是对图灵测试的第一种实践。

(2) Feigenbaum 定义。

只告诉机器做什么,而不告诉它怎样做,机器就能完成工作,便可说机器有了智能。

这个定义比较实际,也容易达到。专家系统就具有这种定义的智能。

3) 人工智能的研究范围

人工智能研究的基本范围包括以下内容。

- (1) 问题求解:如下棋程序。
- (2) 逻辑推理和定理证明:如数学定理的证明。
- (3) 自然语言处理:如语言翻译、语音的识别、语言的生成和理解。
- (4) 自动程序设计:“超级编译程序”,能从高级形式的描述生成所需的程序。
- (5) 学习:归纳学习和类比学习。
- (6) 专家系统:利用专家知识进行推理达到专家解决问题的能力。
- (7) 机器人学:完成人部分工作的机器人。
- (8) 机器视觉:研究感知过程。
- (9) 智能检索系统:具有智能行为的情报检索。
- (10) 组合的调度问题:如最短旅行路线。
- (11) 系统与表达语言:用人工智能来深化计算机系统(如操作系统)和语言。

4) 人工智能的主要研究领域

F. Hayes-Roth 总结人工智能的主要研究领域为 3 大方面:自然语言处理;视觉和机器人学;知识工程。

(1) 自然语言处理:语音的识别与合成,自然语言的理解和生成,机器翻译等。

(2) 视觉和机器人学:从操纵型、自动型转向智能型。在重、难、险、害等工作领域中推广使用机器人。日本在机器人研究中走在世界的前列;我国机器人研究正处于发展阶段,如国防科技大学的两足步行机器人和哈尔滨工业大学的焊接机器人等。

(3) 知识工程:研究和开发专家系统。目前人工智能的研究中,最接近实用的成果是专家系统。专家系统在数学符号推理、医疗诊断、矿床勘探、化学分析、工程设计、军事决策和案情分析等方面都取得明显的效果。

2. 人工智能发展过程

人们将人工智能的发展历史分为 5 个阶段。

1) 20 世纪 50 年代人工智能的兴起和冷落

人工智能概念是在 1956 年由麦卡锡(J. McCarthy)、明斯基(M. L. Minsky)、信息论创始人香农(C. E. Shannon)、IBM 公司的塞缪尔(A. L. Samuel)、卡内基·梅隆大学(CMU)的艾伦·纽厄尔(A. Newell)和赫伯特·西蒙(H. Simon)等 10 名学者在美国达特莫斯(Dartmouth)大学召开的长达两个月的研讨会上首次提出来的。这次智能学研讨会被公认为人工智能学科诞生的标志。当时,相继涌现出一批显著的研究成果。

(1) 1956 年纽厄尔、西蒙和肖(J. C. Shaw)等人提出逻辑理论机 LT(Logic Theorist)程序系统,证明了罗素(Russell)与怀特海的名著《数学原理》第 2 章 52 条定理中的 38 条,于 1963 年完成全部 52 条定理的证明。这是计算机模拟人的高级思维活动的一个重大成果,是人工智能的真正开端。

(2) 1956 年塞缪尔研制了西洋跳棋程序 Checkers。该程序能积累下棋过程中所获得的经验,具有自学习和自适应能力。这是模拟人类学习过程的一次卓有成效的探索。该程

序 1959 年击败塞缪尔本人,1962 年击败了一个州冠军,此事引起了世界范围的轰动。这是人工智能的又一个重大突破。

(3) 1960 年纽厄尔、肖和西蒙等人通过心理学实验,发现人在解题时的思维过程大致可以分为 3 个阶段:首先想出大致的解题计划;根据记忆中的公理、定理和解题规划,按计划实施解题过程;在实施解题过程中,不断进行方法和目标分析与修改计划。这是一个具有普遍意义的思维活动过程,其中主要是方法和目的的分析。基于这一发现,他们研制了“通用问题求解程序”,用来解决不定积分、三角函数、代数方程等 11 种不同类型的问题,并首次提出“启发式搜索”概念。

(4) 1960 年麦卡锡成功地研制出著名的 LISP 表处理语言,成为人工智能程序语言的重要里程碑。

还有很多例子,这个时期兴起了人工智能热。但是不久,人工智能研究走向低谷,主要表现在以下几个方面。

(1) 1965 年发明了消解法,曾被认为是一个重大的突破,可是很快发现消解法能力有限,证明两个连续函数之和还是连续函数,推了十万步还没有推出来。

(2) 塞缪尔的下棋程序赢了州冠军后,没能赢得全国冠军。

(3) 机器翻译出现了荒谬的结论。如从英语→俄语→英语的翻译中,有一句话“心有余力不足”,结果变成了“酒是好的,肉变质了”。

由于人工智能研究遇到了困难,使得人工智能走向低谷。20 世纪 70 年代初,英国对人工智能的研究经费被大量削减,人员流失,美国 IBM 公司也出现类似的现象。

这一阶段的特点是:重视问题求解的方法,忽视了知识的重要性。

2) 20 世纪 60 年代末到 70 年代,专家系统的出现,使人工智能研究出现了新高潮

(1) 1968 年斯坦福大学的 E. A. Feigenbaum 和生物学家莱德伯格(J. Lederberg)等人合作研制了 DENDRAL 专家系统,该系统是一个化学质谱分析系统,能根据质谱仪的数据和核磁共振的数据及有关知识推断有机化合物的分子结构,起到了帮助化学家推断分子结构的作用。这是第一个专家系统,系统中应用了大量的化学知识。

(2) 1974 年由 E. H. Shortliffe 等人研制了诊断和治疗感染性疾病的 MYCIN 系统,它的特点是:使用了经验性知识,用可信度表示,进行不精确推理;对推理结果具有解释功能,使系统透明;第一次使用了知识库的概念。以后的专家系统受 MYCIN 的影响很大。

(3) R. O. Duda 等人于 1976 年研制矿藏勘探专家系统 PROSPECTOR。该系统用语义网络表示地质知识,应用该系统在华盛顿州发现一处钼矿,获利一亿美元。

(4) 卡内基·梅隆(Carnegie-Mellon)大学研制了语音理解系统 HEARSAY-II,它完成从输入的声音信号转换成字,组成单词,合成句子,形成数据库查询语句,再到情报数据库中去查询资料。该系统采用“黑板结构”这种新结构形式的专家系统。

1969 年成立了国际人工智能联合会议(International Joint Conferences on Artificial Intelligence, IJCAI)。

这一阶段的特点:重视知识,开始了专家系统的研究,使人工智能走向实用化。

3) 20 世纪 80 年代,随着第五代计算机的研制,人工智能得到很大发展

1982 年日本开始了第五代计算机的研制计划,即“知识信息处理计算机系统 KIPS”,它的目的是使逻辑推理达到数值运算那样快。