

“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

（第二版）

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 (第二版)

陈文伟 陈 晟 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

知识工程是利用智能技术(人工智能、计算智能和商务智能)来建造高性能的知识系统,知识工程来源于知识管理中成熟的知识应用和知识创造,知识工程又是知识管理的技术支柱;而计算机进化规律的发掘对提高计算机应用能力和进一步促进计算机进化都有积极意义,它是介于知识工程与知识管理之间的有意义的课题。本书以“原理、实现、应用”的讲述方式,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,以便读者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知识系统的目标。

本书适合用作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,也可作为大学本科高年级学生所用,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. —2版. —北京:清华大学出版社,2016

计算机科学与技术学科研究生系列教材(中文版)

ISBN 978-7-302-42207-5

I. ①知… II. ①陈… ②陈… III. ①知识工程—研究生—教材 IV. ①TP182

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 279192 号

责任编辑:白立军 徐跃进

封面设计:傅瑞学

责任校对:李建庄

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22.75 字 数:565 千字

版 次:2010 年 5 月第 1 版 2016 年 1 月第 2 版 印 次:2016 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~1500

定 价:49.00 元

产品编号:059345-01

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。

陈永胜

第二版前言

知识工程是利用人工智能、计算智能和商务智能技术来建造高性能的知识系统,是智能技术中的最实用的部分。智能技术重在原理,知识工程重在实践,二者相辅相成。人工智能的特点是符号推理,专家系统是典型代表。计算智能的特点是对仿生物的数学模型进行计算推理,神经网络是典型代表。商务智能的特点是从数据中获取知识,应对商务活动中随机出现的问题,基于数据仓库的决策支持系统是典型代表。

知识管理强调知识的交流和共享,特别是知识创造,可以提高社会中组织或个人的知识水平和解决问题的能力,使其适应随机变化的环境。知识工程与知识管理虽然处于两个不同的层次,但二者也是相辅相成的。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应用和知识创造逐步成熟并形式化后,通过数字化就可以成为知识工程的内容。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(知识用规则形式表示)并数字化(计算机中运行)后形成的。神经网络是用数学模型模拟人脑信息传递过程(形式化),在计算机中运行(数字化),完成模式识别的任务。基于数据仓库的决策支持系统,利用了大量数据(包括数据仓库中的详细数据、综合数据、历史数据等),通过多维数据分析和数据挖掘获取知识,达到决策支持的效果。这是人类善于从数据中辅助决策,在计算机应用中的具体体现。知识工程与知识管理相互结合将能增强二者的关系,并能相互促进、共同发展。

本书详细介绍知识工程建造知识系统的具体过程和相关技术,既介绍原理又介绍实现方法和实例。这些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、决策支持系统工具 GFKD-DSS、基于客户/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。作者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为广泛。

作者提出的一种适应变化环境的“变换规则”新知识表示形式,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;作者还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的领域知识。

本书更强调“知识创造”的内容。除了介绍知识创造模型外,还介绍了开源软件,开源软件是知识管理的典范。在互联网上互不相识的人们可以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)和网络虽然是非生物,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发展。作者针对计算机和网络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和网络的本质,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的有意义的课题,希望能够唤起有兴趣者发掘更多的计算机和网络的进化规律,加速计算机和网络的进化,使计算机和网络更有效地为人类服务。

本书不同于第一版在于:增加了商务智能技术;突出了知识创造的内容,特别是相关分析的知识创造,这也是大数据时代强调的内容;增加了各章中部分思考题和计算题的答案(附录 A 和附录 B),这些答案是书中各章内容的补充,也是值得探讨的问题。欢迎有兴趣的读者进行交流。

陈文伟(E-mail: chenww9@21cn.com)

2015 年 11 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 知识系统的结构和知识工程的基础	9
1.2 知识工程的核心问题	10
1.2.1 知识概念与逻辑推理	10
1.2.2 知识表示与知识推理	13
1.2.3 知识获取	25
1.3 知识管理与知识工程	27
1.3.1 知识管理综述	27
1.3.2 信息管理与知识管理	29
1.3.3 知识工程与知识产业	31
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 解释机制和事实数据库	48
2.2.4 产生式规则知识推理简例	50
2.3 元知识与两级推理	52
2.3.1 元知识概念	52
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	55

2.3.4 元知识的应用	55
2.4 专家系统的黑板结构	56
2.4.1 基本原理	57
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	62
2.5.1 专家系统的开发	62
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	75
第 3 章 决策支持系统与商务智能	77
3.1 决策支持系统与智能决策支持系统	77
3.1.1 决策支持系统与商务智能综述	77
3.1.2 决策资源与决策支持	83
3.1.3 模型实验与模型组合方案	85
3.1.4 智能决策支持系统的设计与开发	86
3.1.5 决策支持系统实例	91
3.2 网络环境的决策支持系统	95
3.2.1 网络环境的决策支持系统概述	95
3.2.2 网络环境的智能决策支持系统	96
3.2.3 基于客户/服务器的决策支持系统开发平台	98
3.2.4 基于客户/服务器的决策支持系统实例	103
3.3 商务智能——基于数据仓库的决策支持系统	105
3.3.1 商务智能概述	105
3.3.2 数据仓库与联机分析处理	107
3.3.3 基于数据仓库的决策支持系统	114
3.3.4 商务智能实例	117
习题 3	123
第 4 章 计算智能的仿生技术	124
4.1 神经计算	124
4.1.1 人工神经网络	124
4.1.2 反向传播模型 BP	129
4.1.3 反向传播模型实例分析	133
4.1.4 神经元网络专家系统	135
4.2 模糊计算	141
4.2.1 模糊集合及其运算	141

4.2.2	模糊推理	144
4.2.3	模糊规则的计算公式	145
4.2.4	模糊推理方法的比较	146
4.3	遗传算法	147
4.3.1	遗传算法原理	147
4.3.2	优化模型的遗传算法求解	151
4.3.3	基于遗传算法的分类学习系统	153
4.4	人工生命	158
4.4.1	人工生命概述	158
4.4.2	人工生命的研究内容和方法	159
4.4.3	人工生命实例	160
4.4.4	人工生命的实验系统	162
	习题 4	163
第 5 章	机器学习与数据挖掘	166
5.1	机器学习与数据挖掘综述	166
5.1.1	机器学习概述	166
5.1.2	机器学习分类	168
5.1.3	知识发现与数据挖掘综述	172
5.1.4	数据浓缩与知识表示	175
5.2	基于信息论的归纳学习方法	180
5.2.1	基于互信息的 ID3 方法	180
5.2.2	基于信息增益率的 C4.5 方法	185
5.2.3	基于信道容量的 IBLE 方法	186
5.3	基于集合论的归纳学习方法	195
5.3.1	粗糙集方法	196
5.3.2	关联规则挖掘	205
	习题 5	212
第 6 章	公式发现与变换规则的挖掘	213
6.1	公式发现	213
6.1.1	公式发现综述	213
6.1.2	物理化学定律发现系统 BACON	215
6.1.3	经验公式发现系统 FDD	220
6.2	变换规则的知识挖掘	233
6.2.1	适应变化环境的变换和变换规则	233
6.2.2	变换规则知识挖掘的理论基础	235

6.2.3	变换规则的知识推理	237
6.2.4	变换规则链的知识挖掘	239
6.2.5	适应变化环境的变换规则元知识	242
习题 6		245
第 7 章	知识管理与知识创造	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	248
7.1.3	知识管理与学习型组织	256
7.2	知识创造	260
7.2.1	知识创造模型	260
7.2.2	知识创造典范——开源软件	265
7.3	大数据与关联知识	270
7.3.1	从数据到决策的大数据时代	270
7.3.2	大数据型科学研究新范式	276
7.3.3	从关联分析中创造新知识	278
7.3.4	大数据的决策支持	281
习题 7		281
第 8 章	计算机进化规律的发掘	283
8.1	计算机软件进化规律的发掘	283
8.1.1	数值计算的进化	283
8.1.2	计算机程序的进化	287
8.1.3	数据存储的进化	290
8.1.4	知识推理的进化	294
8.1.5	软件进化规律	296
8.2	计算机硬件进化规律的发掘	300
8.2.1	计算机硬件的理论基础	300
8.2.2	计算机的体系结构	303
8.2.3	计算机硬件的进化	305
8.2.4	计算机硬件进化规律	310
8.3	计算机网络进化规律的发掘	311
8.3.1	计算机网络的进化	311
8.3.2	计算机网络的进化规律	317
8.4	计算机技术发展趋势	318
8.4.1	计算机软件发展趋势	319

8.4.2 计算机硬件与网络的发展趋势.....	319
习题 8	321
附录 A 部分思考题参考答案	322
附录 B 部分计算题答案	334
参考文献	346

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。

知识工程是利用计算机来建造和使用知识系统,充分发挥知识的作用。知识管理即社会中组织或人之间进行知识的交流、共享以及创造,可以提高组织或个人的知识水平和解决问题的能力,使其适应随机变化的环境。

知识工程与知识管理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。随着计算智能和商务智能的出现,知识工程已经是利用计算机智能(人工智能、计算智能和商务智能)构造各类高性能的知识系统。专家系统只是知识系统的一种类型。知识工程的具体定义为:

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

可以说,知识工程是利用计算机智能(广义的人工智能)技术去开发知识系统。知识工程比人工智能等具有更强的实用性。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(ES)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(KBS)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(IDS)是智能化决策支持系统(DSS),由数据库、模型库、知识库、人机交互等组成的系统,以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、计算智能、商务智能和认知科学等多学科交叉发展的结果。

知识工程的研究使广义人工智能学科发生了重大改变,它实现了广义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。

知识工程主要研究知识获取、知识表示、推理策略以及开发方法和环境。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(GPS),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于处理。人们解决实际问题并不全靠推理,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做出有用的结论。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。

此后,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,并易于使用和维护的知识系统。知识工程的研究内容包括以下 3 个方面。

1) 基础研究

基础研究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、系统骨架工具和知识库管理工具等。

知识工程开发的知识系统能带来什么好处? Martin 等人所做的调查结果表明知识系统能够实现:

- (1) 更快的制定决策;
- (2) 生产率的提高;
- (3) 决策质量的提高。

知识系统特别有助于及时传输知识,例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

英国数学家阿兰·图灵(A. Turing)1950年在论文《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。具体说明为:

一个房间放一台机器,另一房间有一人,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,哪个是机器回答,则认为机器有了智能。

美国科学家兼慈善家休·勒布纳 20 世纪 90 年代初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。

作为裁判的 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。裁判一再用今日的天气、全球金融动荡和他们的眼睛的颜色等问题迷惑计算机。

1991 年进行了首届比赛。2008 年 10 月 12 日勒布纳奖(图灵测试奖)比赛在英国雷丁大学展开,计算机程序“艾尔博特”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 美元和比赛铜牌。

2014年6月7日是图灵逝世60周年纪念日。这一天,在英国皇家学会举行的“2014图灵测试”大会上,聊天程序“尤金·古斯特曼”(Eugene Goostman)首次“通过”了图灵测试。按照大会规则,如果在一系列为时5分钟的键盘对话中,某台计算机被误认为是人类的比例超过30%,那么这台计算机就被认为通过了图灵测试。此前,从未有任何计算机达到过这一水平。2014图灵测试大会共有5个聊天机器人参与,其中“尤金”成功地被33%的评委判定为人类。

它表明我们进入了一个难以区分聊天机器人和真人的时代。但是,“尤金·古斯特曼”这种聊天机器人并不懂得感性的思考,它仍然只是一个用文字模拟人类对话的模拟器。

图灵测试比赛的意义堪比国际商用机器公司(IBM)超级计算机“深蓝”1997年打败国际象棋大师加里·卡斯帕罗夫。

伦敦大学伯克贝克学院的葛雷林教授则认为图灵测试非常粗糙,人们以为进行的是人机斗智,实则是人与程序设计师斗法。

(2) Feigenbanm 定义。

只告诉机器做什么,而不告诉怎样做,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如下。

(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、语音的识别及语言的生成和理解。

(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、视觉和机器人学及知识工程。

(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) 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前列,我国机器人研究在发展,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。专家系统在数学中符号推理、医疗诊断、矿床勘探、化学分析、工程设计、军事决策、案情分析等方面都取得明显的效果。

2. 人工智能发展过程

人工智能的发展历史可分为以下6个阶段。

1) 第一阶段: 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)、信息论创始人申农、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2个月的研讨会上首次提出来的。这次智能学研讨会被公认是人工智能学科诞生的标志。当时,相继出现了一批显著的成果。

(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,1963年终于完成全部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Samuel本人,1962年击败了一个州冠军,此事引起了世界性的大轰动。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:

- ① 首先想出大致的解题计划;
- ② 根据记忆中的公理、定理和解题规划,按计划实施解题过程;
- ③ 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GPS”,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了著名的LISP表处理语言,成了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,人工智能走向低潮。主要表现在:

(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,推导了十万步还没有推导出来。

(2) 塞缪尔的下棋程序,赢了州冠军后,没能赢全国冠军。

(3) 机器翻译出了荒谬的结论,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落。英国20世纪70年代初,对AI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。