

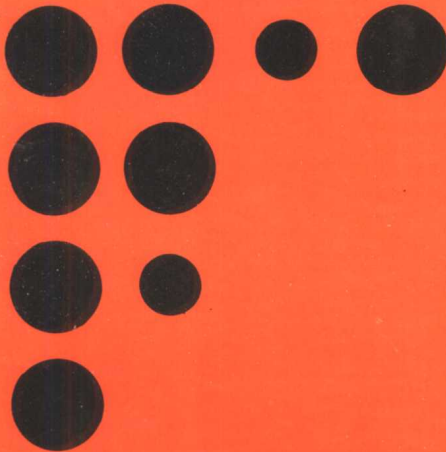
人工智能

主编 叶景楼

主审 潘新安

专家系统 程序设计

施圣荣 刘建辉 编著



辽宁大学出版社

人工智能·专家系统·程序设计

叶景楼 主编

施圣荣 编著
刘建辉

(辽)新登字第9号

人工智能·专家系统·程序设计

施圣荣 刘建辉 编著

辽宁大学出版社出版发行 (沈阳市崇山中路66号)

阜新矿业学院印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张13.625 字数 300 千

1992年8月第1版 1992年8月第1次印刷

印数 1—2100

责任编辑: 马 静

封面设计: 宋玉成

责任校对: 叶景楼

ISBN 7-5610-1821-5

T·10 定价: 9.00元

内 容 简 介

本书从教学和科研工作的实际出发,系统全面地介绍了人工智能的基本原理和知识的表示、推理及获取技术,并在此基础上较为详尽地阐述了目前人工智能应用领域中的重要分支——专家系统、专家系统的基本结构、功能与类型以及专家系统的建造步骤、建造环境及系统评价。

全书共分八章:一、人工智能引论;二、知识表示技术;三、知识推理技术;四、知识获取技术;五、专家系统引论;六、专家系统的建造;七、专家系统的评价;八、prolog 程序设计。

本书内容新颖、实例充分、条理清晰、详略得当,并兼顾了教学、科研和实际工程设计的需要,可操作性强。适宜作为研究生及本科生的选修课教材,亦可供从事计算机应用的科技人员及对人工智能和专家系统有兴趣的人员自学参考。

前 言

人工智能是一门新兴的边缘学科。自1956年问世以来,已经取得了突飞猛进的进展。人工智能作为本世纪人类的一大发明,它与原子能利用,空间技术一起成为现代科学技术应用领域中的三大重要标志,并被誉为下一世纪的带头学科。毫不夸张地说,以电子计算机为主要手段的人工智能的出现,开辟了人类智力解放的道路,推动着当代产业结构的迅速变革,并将成为改变社会生活面貌的巨大杠杆。

专家系统是人工智能学科领域中的一个重要分支,它的研究开发始于六十年代中期。在二十多年的时间里,专家系统在人工智能众多的研究领域中异军突起,在科学技术、国民经济、军事科学、人文科学、文化教育、医疗卫生等领域得到了广泛地应用,目前已开始进入实用化、商品化阶段。这些重大进展正吸引着各类专家加入人工智能的研究行列。他们之中有计算机学家、心理学家、语言学家、数学家、哲学家和各部门的工程技术人员。近几年来,还有为数不少的企业家也加入这支庞大的队伍。世界各地成立了数以百计销售人工智能产品的企业和商号,组成了一支号称“人工智能商业”的队伍。

近年来,人工智能与专家系统风靡世界,成为各国都极为关注的热门学科。我国对人工智能的研究起步较晚,但发展较快。目前已在医疗、地质、气象、交通、农业、军事、数学、物理、化学等许多领域研制出一批专家系统。一种各行各业竞相研制专家系统的热烈局面已经出现。

目前国内公开出版的人工智能与专家系统方面的书籍较少,这种状况与我国蓬勃发展的人工智能与专家系统研究开发的热烈局面不相适应。为此,我们编写了这本《人工智能·专家系统·程序设计》,希望它能够成为有关教学与科研人员的得力工具,为促进我国人工智能与专家系统的普及与推广略尽微薄之力。

本书内容详略得当,力求深入浅出,程序设计语言采用当前世界上最流行的Prolog语言。本书适宜作本科生的选修课教材,对涉及人工智能与专家系统的广大工程技术人员以及希望了解这方面知识的读者,也是一本很好的自修参考书。

本书分三个部分共八章,由叶景楼担任主编,并编写第一章、第二章第一、二、三、八节及第五章。本书第二章第四、五、六、七节,第四章、第六章由施圣荣编写,第三、七、八章由刘建辉编写。全书由北京邮电学院副教授潘新安博士主审。潘新安博士在本书编写中提供了部分资料并提了许多宝贵的建议,在此表示衷心感谢。

由于编著者的水平、经验有限,书中不妥和错误之处敬请广大读者批评指正。

编 著 者

1992年3月

目 录

第一章 人工智能引论	(1)
第一节 人工智能概述.....	(1)
一、人工智能的学科范畴.....	(1)
二、人工智能的研究方法.....	(2)
第二节 人工智能的历史与现状.....	(2)
一、人工智能的孕育、形成与发展.....	(3)
二、国外人工智能发展动态.....	(5)
三、我国人工智能的进展概况.....	(6)
第三节 人工智能的研究领域.....	(6)
一、专家系统.....	(7)
二、自然语言理解.....	(7)
三、机器人学.....	(7)
四、自动定理证明.....	(8)
五、自动程序设计.....	(9)
六、博弈和决策.....	(9)
七、组合调度问题.....	(10)
八、机器视觉.....	(10)
第二章 知识表示技术	(11)
第一节 知识表示的基本概念.....	(11)
一、知识表示概述.....	(11)
二、知识的层次结构模型.....	(12)
三、知识的表示方法.....	(13)
四、知识的半过程表示法.....	(14)
五、知识的过程表示.....	(15)
六、状态表示法和过程表示法的合成.....	(15)
第二节 状态空间表示法.....	(16)
一、状态空间表示法的概念.....	(16)
二、状态空间表示法的示例.....	(16)
第三节 “与/或”图表示法.....	(21)
一、“与/或”图表示法的概念.....	(21)
二、“与/或”图表示法示例.....	(24)
第四节 产生式表示法.....	(26)
一、产生式表示法的基本概念.....	(26)
二、产生式表示法的示例.....	(27)

三、产生式表示法的性能	(30)
第五节 语义网络表示法	(32)
一、语义网络表示法的基本概念	(32)
二、语义网络表示法的示例	(33)
三、语义网络表示法的性能	(34)
第六节 知识的逻辑表示法	(35)
一、命题逻辑	(35)
二、谓词逻辑	(39)
三、一阶谓词逻辑表示法	(41)
四、谓词逻辑表示法评价	(47)
第七节 框架表示法	(48)
一、框架表示法的基本概念和示例	(48)
二、框架表示法的特性	(55)
第八节 特征表表示法	(55)
一、特征表表示法的概念	(55)
二、特征表表示法的示例	(56)
第三章 知识推理技术	(57)
第一节 知识推理技术的基本概念	(57)
一、图搜索方法与逻辑论证方法	(58)
二、推理算法与推理步骤	(59)
三、启发推理与非启发推理	(59)
第二节 非启发式搜索方法	(59)
一、图搜索的基本概念	(60)
二、广度优先搜索法	(61)
三、深度优先搜索法	(63)
四、有界深度优先搜索法	(65)
五、代价驱动搜索法	(67)
第三节 启发式搜索法	(67)
一、组合爆炸与推理复杂性	(69)
二、局部择优搜索法	(70)
三、全局择优搜索法	(72)
四、启发信息与搜索效率	(75)
第四节 “与/或”树图搜索法	(75)
一、“与/或”树图搜索法的概念	(76)
二、“与/或”树图搜索法的流程	(76)
三、“与/或”树代价驱动搜索法	(78)
四、“与/或”树最佳优先搜索法	(78)
五、“与/或”树最佳优先搜索过程	(78)
第五节 博弈树图搜索法	(81)

一、博弈的基本概念	(81)
二、博弈树的主要特点	(82)
三、极小极大分析法	(82)
四、“ $\alpha-\beta$ ”剪枝法	(85)
第六节 逻辑推理	(87)
一、归结原理	(87)
二、定理证明	(88)
三、“合一”过程	(90)
四、逻辑推理方法示例	(90)
第四章 知识获取技术	(93)
第一节 知识获取概述	(93)
一、知识获取的基本概念	(93)
二、知识获取的主要方式	(94)
第二节 机器学习	(95)
一、学习与学习系统的概念	(95)
二、机器学习的历史与现状	(95)
三、机器学习的研究目标	(96)
四、机器学习系统的类型	(97)
五、机器学习系统的原理与结构	(98)
六、机器学习系统的示例	(100)
第三节 机器感知	(104)
一、机器视觉系统的结构	(104)
二、机器视觉的基本方法	(105)
三、景物分析	(106)
四、机器听觉	(110)
五、人机对话	(110)
六、自然语言的识别和理解	(111)
第五章 专家系统引论	(115)
第一节 专家系统的基本概念	(115)
一、专家系统的概念和特点	(115)
二、专家系统的基本结构及功用	(116)
第二节 专家系统的发展简史	(117)
一、第一代专家系统	(117)
二、第二代专家系统	(117)
三、第三代专家系统	(118)
第三节 专家系统与人类专家的比较	(118)
一、专家系统的永久性	(118)
二、专家系统的可传播与复制性	(118)
三、专家系统知识的形式化	(118)

四、专家系统知识的综合性·····	(119)
五、专家系统运用知识的可重复性·····	(119)
六、专家系统的经济性·····	(119)
第四节 专家系统的分类·····	(119)
一、解释型·····	(119)
二、预测型·····	(120)
三、诊断型·····	(120)
四、设计型·····	(120)
五、规划型·····	(120)
六、监测型·····	(121)
七、维修型·····	(121)
八、教育型·····	(121)
九、控制型·····	(121)
第六章 专家系统的建造·····	(122)
第一节 专家系统的建造环境·····	(122)
一、开发专家系统的可能性·····	(122)
二、开发专家系统的合理性·····	(122)
三、专家系统建造的最佳环境·····	(123)
第二节 专家系统的开发·····	(123)
一、软件开发方法·····	(124)
二、传统生命周期法的缺陷·····	(124)
三、快速原型法·····	(125)
四、原型——生命周期法·····	(127)
五、专家系统的开发过程·····	(127)
六、专家系统的发展阶段·····	(129)
第三节 专家系统设计举例·····	(130)
一、知识库设计·····	(130)
二、知识库设计举例·····	(131)
三、推理机设计·····	(137)
四、推理机设计举例·····	(137)
五、“人—机接口设计·····	(141)
六、“人—机”接口设计举例·····	(141)
第四节 专家系统的开发工具·····	(147)
一、专家系统开发工具的分类·····	(148)
二、专家系统开发工具的选择·····	(150)
三、专家系统开发工具的评价·····	(152)
四、几种常用的专家系统开发工具·····	(152)
第七章 专家系统的评价·····	(156)
第一节 专家系统评价的目的、指标与方法·····	(156)

一、专家系统评价的目的	(156)
二、专家系统的评价指标	(157)
三、专家系统的评价测试方法	(159)
第二节 专家系统存在的问题及发展趋向	(161)
一、专家系统目前存在的问题	(161)
二、专家系统的发展趋向	(162)
第八章 PROLOG 与程序设计	(164)
第一节 人工智能语言	(164)
一、人工智能程序的特点	(164)
二、人工智能程序语言的发展和比较	(165)
第二节 PROLOG语言概述	(168)
一、PROLOG语言的发展和应用	(168)
二、PROLOG语言的特点	(169)
第三节 PROLOG程序的基本知识	(170)
一、简单实例	(170)
二、Turbo PROLOG的程序结构	(171)
三、PROLOG程序设计基础	(172)
第四节 PROLOG的基本程序段	(174)
一、常量段	(174)
二、域段	(176)
三、谓词段	(182)
四、子句段	(184)
五、目标段	(186)
六、名	(187)
第五节 算术运算和关系运算	(188)
一、算术表达式	(188)
二、系统函数	(189)
三、用户自定义函数	(190)
四、关系运算	(190)
五、类型转换	(191)
第六节 PROLOG的搜索控制	(191)
一、cut 谓词	(191)
二、fail 谓词	(194)
第七节 PROLOG系统的安装、启动及其使用	(194)
一、Turbo PROLOG 2.0系统文件配置	(195)
二、安装Turbo PROLOG 2.0系统	(197)
三、启动Turbo PROLOG	(198)
四、菜单和功能键	(200)
五、窗口	(202)
六、编辑器	(202)
七、程序建立和运行示例	(203)
参考文献	(207)

第一章 人工智能引论

人工智能 (Artificial Intelligence, 简称AI) 是二十世纪中叶科学技术的卓越成就, 是人类的一大发明。当前, 人工智能与原子能利用、空间技术一起已成为现代科学技术在应用领域的三大重要标志。以电子计算机为主要手段的人工智能的出现, 开辟了人类智力解放的道路, 推动着当代社会科学与经济的发展。

三十多年来, 国内外有关专家学者围绕人工智能问题进行了长期的探索、研究乃至激烈的争论, 充分说明这门学科很年轻、很重要, 很需要研究。目前, 人工智能正从经验阶段向理论阶段发展, 从实验室向应用领域迈进, 并且正在形成自己的学科基础。人工智能作为一门新兴的边缘学科, 尽管它的理论还不够成熟, 人们对它的认识还不够深入。但是, 大量的人工智能研究成果表明, 研究这一问题确实具有十分重要的意义。

本章简要介绍人工智能的基本概念, 发展历史, 研究课题及发展方向。使读者对人工智能学科有一个总的梗概的了解。

第一节 人工智能概述

智能通常称为智慧, 泛指人运用知识、认识问题、解决问题的能力。

人工智能是相对于人的天然智能而言的。人工智能是把人的某些智能赋予机器, 让各种智能机或智能系统模仿、延伸和扩展人的智能, 实现某些“机器思维”或脑力劳动自动化。所以, 人工智能也称为“机器智能”。

一、人工智能的学科范畴

人工智能是一门探索和模拟人的感觉和思维过程的规律并进而设计出类似人的某些智能的智能机的科学。它把人的思维过程的模拟作为自己的研究对象。

人工智能是计算机科学、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新兴学科。时至今日, 它尚在形成并处在发展之中。随着新的应用领域的不断开拓, 其学科内容和范畴还会有新的变化并得到更新。因此, 目前其边界还是模糊的, 对其定义与概念的认识还不完全统一。但是, 把人工智能学科体系划分为三个层次, 大家的看法是趋于一致的。这三个层次是:

1. 人工智能理论基础

人工智能理论基础主要包括三个方面的基本理论。一是与人工智能有关的数学理论 (离散数学、模糊数学、突变论等); 二是认知科学理论 (认知心理学、逻辑思维学、形象思维学等); 三是计算机工程理论与技术 (包括硬件和软件技术)。

2. 人工智能原理

智能的高低是以知识的拥有和有效的运用为其主要特征。因此, 人工智能的工作原理

以知识的表示、知识的获取与学习、利用知识求解问题、以及系统构成技术作为主要的研究内容。

3. 人工智能工程技术

根据人工智能基础理论和工作原理而建立起来的工程系统,如专家咨询系统、专家系统开发工具与环境、自然语言理解系统、图象理解与识别系统等,都属于人工智能工程技术范畴。这一层次实质是应用层。

上述三个层次是相互关联的。人工智能原理是在人工智能理论上建立的,而人工智能技术又是人工智能原理的工程应用。

二、人工智能的研究方法

三十多年来,各国人工智能学者分别从不同角度、采用各种不同的方式对它进行研究,逐步形成了许多学派。如:结构派、功能派、心理学派、生物学派、启发派、算法学派等等。这些学派不仅研究方法不同,在学术观点、工作重点等方面也各有不同。

综观上述各学派的研究方法,把人工智能的研究可以归结为三种途径:

1. 生理学途径

采用仿生学的方法,直接模拟人的感官以及大脑的结构和机能,制成神经元模型和脑模型。

2. 心理学途径,或叫“启发式途径”

应用实验心理学的方法,考察人在解决各种问题时采用的方法、策略,总结人们思维活动的规律,并把这些规律编成程序,作为心理模型,用计算机进行模拟。

3. 工程技术途径

从工程技术观点出发,研究如何用电子计算机从功能上模拟人所具有的智能行为。

采用第一种研究途径的称为结构派。结构派的研究方法是基于人脑的生理结构原型,从人脑的微观结构神经细胞的模拟出发,研究神经网络和人脑模型的结构。这种方法受到进展缓慢的脑生理研究的牵制,目前遇到的困难较多而进展缓慢。但可以看出这一学派致力于搞清大脑信息处理过程的机理,把创立“信息处理的智能理论”作为实现人工智能的长远研究目标,这个观点是值得重视的。

功能派综合了后两种研究途径,从人的思维活动和功能行为的心理学特性出发,利用计算机软件与心理学方法,进行宏观功能模拟,注重计算机在功能上是否能完成类似人所做的工作,看其外部行动是否具有人的功能。也就是说,通过计算机程序的运行,期望实现在效果上达到和人们智能行为相类似的功能。这种研究方法,使计算机科学与心理学相结合,充分发挥计算机软件的潜力,通过知识表达和推理,模拟人的智能活动和思维过程。从而摆脱了脑的生理原型研究进展缓慢的牵制,取得了大量成果,进展十分迅速。

第二节 人工智能的历史与现状

古往今来,人类一直力图根据自己的认识水平和当时的技术条件,企图用机器代替人的部分脑力劳动,以提高征服自然的能力。公元前900多年,我国就有歌舞机器人传说的记载,三国时期也有诸葛亮制造木牛木马送军粮的美丽传说。这说明古代人就有人工智能

的幻想。

一、人工智能的孕育、形成与发展

人工智能作为一门新兴的边缘学科，在近代才有其发生发展的理论基础和技术条件。它的形成与发展大致可划分为三个阶段。

1. 孕育期 (1956年以前)

人工智能的发端可追溯到十七世纪。当时法国的物理学家和数学家帕斯卡 (B. Pascal) 制成了世界上第一台会演算的机械加法器并获得实际应用。随后德国数学家和哲学家莱布尼茨 (G. W. Leibniz) 在这台加法器的基础上发展并制成了进行四则运算的计算器，还提出了“通用符号”与“推理计算”的概念。可以说这一思想是“机器思维”研究的萌芽。

进入本世纪后，人工智能相继出现若干开创性的工作。1936年，年仅24岁的英国数学家图灵 (A. M. Turing) 提出了理想计算机模型——图灵机。1945年他进一步论述了电子数字计算机的设计思想。1950年他还在“计算机能思维吗？”一文中提出了机器能够思维的论述。1938年，德国青年工程师朱斯 (Zuse) 研制成功第一台累计数字计算机 Z-1，1945年他又发明了 Plankalkül 程序语言。在此基础上，美国科学家莫克利 (J. W. Mauchly) 和埃克特 (J. P. Eckert) 集前代科学家之大成，于1946年研制成功世界上第一台电子数字计算机 ENIAC。

在这一时期，数理逻辑、自动机理论、控制论、信息论、仿生学、神经生理学、实验心理学等学科相继创立并得到较大发展，为人工智能学科的诞生打下了理论的基础，提供了实验工具和实验方法。

2. 形成期 (1956~1969年)

人工智能学科的诞生在1956年。这一年夏季，在美国达特茅斯大学，由麦卡锡 (J. McCarthy) 联合哈佛大学的明斯基 (M. L. Minsky)、贝尔实验室的香农 (C. E. Shannon)、IBM公司的洛切斯特 (N. Lochester) 共同发起，邀请莫尔 (T. More)、塞缪尔 (A. L. Samuel)、塞尔夫利奇 (O. Selfridge)、索罗孟夫 (R. Solomoff)、纽厄尔 (A. Newell) 和西蒙 (H. A. Simon) 等人参加，共同讨论机器智能问题，历时两个月。会上第一次用了人工智能这一术语。这一历史性聚会，被认为是人工智能学科正式诞生的标志。

1956年在人工智能研究上取得重大突破的是美国IBM公司塞缪尔研究成功的跳棋程序。该程序不仅能同对手下棋，而且能积累下棋过程中所获得的经验，不断提高下棋技能，具有自学习、自组织和自适应能力。这个程序可以像一个优秀棋手那样，下棋时能向前看几步。这是机器模拟人类学习过程卓有成就的探索。1959年这个程序击败了设计者本人，1962年战胜了美国一个州的冠军。

1957年纽厄尔、肖 (J. Shaw) 和西蒙等人的心理学小组编制出一个称为“逻辑理论家” (简称 L. T) 的数学定理证明程序，是机器证明数学定理的最早尝试。该程序模拟人用数理逻辑证明定理的思想，采用分解、代入、替换等规则，证明了罗素 (B. A. W. Russell) 和怀特黑德 (A. N. Whitehead) 合著的数学名著《数学原理》第二章中的38条定理。1963年经过修订的程序在大机器上终于完成了该章中全部52条定理的证明。一般公认为这是用计算机模拟人的高级思维活动的一个重大成果。

问题求解是早期人工智能研究的一个重要领域。纽厄尔、肖和西蒙通过心理学实验，

发现人在解题时思维过程的一般规律，特别是解题过程中不断进行方法和目的的分析，并不断修正解题计划。基于这一思想，他们于1960年又编制了能解11种不同类型不同课题的通用问题求解程序 GPS。与这项研究有联系的还有纽厄尔的关于自适应象棋机的论文以及西蒙的关于问题求解和决策过程中合理选择和环境影响的行为理论的论文，也是当时信息处理研究方面的巨大成就。

1960年MIT小组的麦卡锡研制出表处理语言LISP，它不仅能处理数值，而且可以很方便地处理符号，成为人工智能程序设计的主要语言。LISP语言武装了一代人工智能科学家，至今仍然是研究人工智能的重要工具。

此外，1956年乔姆斯基(N.Chomsky)提出了语言文法，开创了用于思维与感知的形式语言的研究；1957年罗森勃劳特(F.Rosenblatt)研究的感知机，具有学习功能，并模仿视觉进行模式分类识别；1961年明斯基发表了题为“走向人工智能的步骤”的论文，推动了人工智能学科的发展；1965年费根鲍姆(E.A.Feigenbaum)开创了从知识库的观点研制化学专家系统(DENDRAL)的工作，这是人工智能走向实际应用最引人注目的课题。这些早期成果，充分表明人工智能作为一门新兴学科正在形成并茁壮成长。

3. 发展期(1969年至今)

1969年在人工智能的发展史上是个重要的里程碑。这一年由国际上许多学术团体共同发起，成立了国际人工智能联合会议(International Joint Conferences on Artificial Intelligence, 简称IJCAI)。并决定从1969年开始每两年召开一次国际学术会议，报告论文，讨论和交流成果，探讨研究方向。历届会议情况见表1-1。

表 1-1 IJCAI 历届会议一览表

届 次	会 议 名 称	时 间	会 址	论 文 数	会 议 主 席
1	IJCAI-69	1969.5.7~9	华 盛 顿(美)		Holden
2	IJCAI-71	1971.9.1~3	伦 敦(英)		D.H.Walker
3	IJCAI-73	1973.8.20~23	斯坦福大学(美)	85	M.Clowes
4	IJCAI-75	1975.9.3~8	第比利斯(苏)	166	E.Sandewall
5	IJCAI-77	1977.8.22~25	麻省理工学院(美)	220	R.Reddy
6	IJCAI-79	1979.8.20~24	东 京(日)	227	田 中 幸 吉
7	IJCAI-81	1981.8.25~28	温 哥 华(加)	214	P.Hayes
8	IJCAI-83	1983.8.8~12	卡尔斯鲁厄(西德)	270	S.Amarel
9	IJCAI-85	1985.8.18~23	洛 杉 矶(美)		
10	IJCAI-87	1987.8.23~28	米 兰(意)		
11	IJCAI-89	1989.8.20~25	旧 金 山(美)	266	Wolfgang
12	IJCAI-91	1991.8.18~23	悉 尼(澳)		

1970年由IJCAI主办的人工智能杂志《Artificial Intelligence》创刊，它是国际性的双月期刊。

随着人工智能事业的发展和各种学术交流活动的兴起，人工智能的研究不断向纵深发展，并从过去的实验探索进入到实用研究阶段。

这一时期在专家系统的研究开发中出现了一批重要成果。其中影响较大的有两个系统一个是美国斯坦福大学和MIT的研究人员1965年研制开发的化学分析系统——DENDRAL

系统。这个系统经斯坦福大学教授费根鲍姆进一步充实完善,1978年已有很高的实用价值。该系统能象一个熟练的化学家一样,从有机化合物的分子式和质谱图推导其结构。该系统已超过人的能力,也包括其系统设计者的能力。这个系统已在世界各地的大学和工业界的化学实验室使用多年。

专家系统的另一个范例是1977年由美国坡茨帕库大学的鲍普鲁和马伊亚研制的内科诊断专家系统。鲍普鲁是计算机专家,马伊亚是内科医生。他们合作建立的内科诊断软件,包括了500个病人姓名和3500个症状及临床检查结果。有了那些病人姓名、症状、临床检查结果及有关知识,就能根据检查结果诊断病症。1983年春,这个内科诊断专家系统在日本大坂日本医学会总会上披露后,与会的医务人员都为其准确的诊断而感到惊讶。这是人工智能史上的一个大事件。

1977年知识工程的诞生对人工智能学科发展的影响是至关重要的。这一年在第五届国际人工智能会议上,费根鲍姆首次提出知识工程的研究方向,即如何在计算机中组织知识建立高质量的知识库,如何使计算机搜集与获取有用的知识,以及使用知识来解决相应的问题。由于知识工程涉及的内容是人工智能的主要的核心问题,目前已导致专家系统、知识库系统和自然语言理解系统更深入的研究和开发。

近年来,智能系统的研究不断向纵深发展,形成了一个从思想到理论、从技术到方法、从工具到产品的多层次研究体系。目前,人工智能的发展开始进入一个新的时期。这个新时期的特点是:人工智能的研究成果将以不可忽略的重要作用出现于社会,人工智能的完整的学科体系将逐渐形成。人们预计,本世纪末人工智能将进入它的应用期。

二、国外人工智能发展动态

目前,由于专家系统的研制及其成功的应用,显示了人工智能的巨大技术潜力和广泛的应用前景。在美国企业界,出现了所谓人工智能的“淘金热”,许多公司纷纷投资进行人工智能的应用研究开发。在学术界,作为人工智能应用的工程技术——“知识工程”,已引起普遍的兴趣和关注。

日本的人工智能研究起步较晚,但发展很快。1981年10月日本信息处理技术开发中心(JIPDEC)召开了第五代计算机系统的第一届国际会议,正式公布了研制第五代计算机(或称人工智能机)系统的计划,该计划于1984年4月正式执行。该计划总投资一千亿日元,为期十年。这一计划所激起的人工智能热潮,正席卷日本,冲击着世界。费根鲍姆在题为“第五代计算机:人工智能和日本计算机对世界的挑战”一书中认为,这将从技术上“决定世界新的力量对比。”因此,美、英、法等国家,都在研究制订相应的对策和发展战略。如美国国防部的第五代计算机计划,英国的“阿尔维”计划,法国的“尤利卡”计划等。关于人工智能和新一代计算机、智能机的研究、开发和应用已列入许多国家发展战略的议事日程,成为科技发展规划的重要组成部分。

为了适应这种形式,许多国家和地区都成立了人工智能学术团体。如美国的人工智能学会(AAAI),英国的AISB,德国的KI,意大利的GLIA,加拿大的CSCSI等。欧洲也于1974年成立了欧洲人工智能学会ECAI,并决定每两年召开一次学术会议。

除了国际人工智能联合会议IJCAI之外,许多国际学术组织,如国际自动控制协会、国际工业机器人会议、国际信息处理联合会、国际模式识别会议等,也把人工智能作为重

要议题之一。

关于人工智能的刊物，除了IJCAI主办的人工智能期刊外，还有《IJCAI会议录》、英国爱丁堡大学的《机器智能》、日本的《人工智能》、加拿大的《计算机智能研究学会文集》和美国出版的《认识科学》等。

为了培养人工智能的专门人材，目前各国的主要大学都设置了人工智能专业。英国的爱丁堡大学早在70年代就成立了人工智能系。

三、我国人工智能的进展概况

我国对人工智能的研究早就开始重视。早在1956年周恩来总理就明确指出：“电子计算机已可以开始有条件地代替一部分特定的脑力劳动，因而人类已面临一场更宏伟的技术革命，处在又一个新时代的前夕。”50年代末与60年代初期，我国在机器下棋、机器翻译等方面都开展了一些研究工作。后来由于十年动乱，人工智能的研究停顿下来。

70年代后期，人工智能研究在我国又开始活跃起来。1978年我国政府在科学发展规划中正式将智能模拟列为计算机科学的四个重点课题之一。1981年9月20日中国人工智能学会正式在长沙成立，简称CAAI。85年11月，中国计算机学会下又成立了人工智能与模式识别专业委员会。此外中国自动化学会也设有模式识别与机器智能专业委员会。1984年8月，国防科工委召开了“第五代计算机专家讨论会”及“全国思维科学讨论会。”1985年5月计算机学会又召开了“全国第五代计算机学术研讨会。”这些学术组织的建立和学术交流活动的开展有力的促进了我国智能机和人工智能事业的发展。

目前，我国许多高等学校和研究机构，都在开展人工智能的研究和教学工作。已在专家系统、模式识别、汉语理解、定理证明、辅助设计、辅助教学、智能控制、智能管理、智能机器人、办公室自动化等各方面，取得了不少研究成果。可见，我国人工智能的研究正在兴起，正在走向世界，我们中华民族一定会在人工智能研究领域对世界作出应有的贡献。

第三节 人工智能的研究领域

随着人工智能学科的发展，人工智能应用领域在不断扩大。在人工智能众多的研究领域中，有几个具有一般意义的核心课题。这就是：

- (1) 知识的模型化和表示方法；
- (2) 启发式搜索理论；
- (3) 常识性推理、演绎和问题求解；
- (4) 机器学习；
- (5) 人工智能系统构成和语言。

以上几个问题差不多在所有的人工智能研究领域都会涉及到。这些课题对于构成人工智能系统来说都十分重要，在本书后续几章中将分别给予讨论。

人工智能研究往往是结合某一特定的问题来进行的。近年来比较集中的研究课题有专家系统、自然语言理解、机器人学、自动定理证明、自动程序设计等。下面简要介绍几个主要的研究领域。

一、专家系统

专家系统是近年来人工智能走向实用化研究中最引人注目的一个领域。所谓专家系统，实际上是一种以知识为基础的计算机程序系统。该系统把某个专门领域中有关专家的知识、经验事先总结出来，将它们以某种合适的格式存储在机器中（构成知识库）；该系统还拥有类似于专家解决实际问题的推理机制（组成推理系统）。该系统能对输入信息进行处理，并运用知识进行推理、演绎，做出判断和决策，其解决问题的水平达到专家的水准。因此，能起到专家的作用或成为专家的助手。

目前已经研制开发并得到应用的专家系统数以百计。除了前面介绍的著名的化学专家系统和内科诊断专家系统以外，应用领域还涉及地质、气象、交通、通信、教育、航天、军事等。可以说只要有专家工作的场合，就可以开发专家系统。

当前，专家系统主要采用基于规则的演绎技术。开发专家系统的关键问题是知识的表示、应用和获取技术，困难在于许多领域中专家的知识通常是琐碎的、不精确的或不确定的，往往缺少严格性、准确性和条理性，这给专家系统的研制开发带来很大的不便。

此外，专家系统的研究开发是根据专家的知识 and 经验设计的，所以，专家自身的水平高低对系统质量将产生直接影响。因此，研制专家系统时，计算机工作者应该找该领域的知名专家合作，或者请几位专家共同研究，充分发挥群体优势，开发出高质量、高水平的专家系统来。

二、自然语言理解

自然语言理解包括书面语言理解和有音语言理解两方面的内容。前者是从“字串”到“意”，后者是从“音串”到“字串”再到“意”。

自然语言理解是人工智能早期研究领域之一。早在1970年，美国学者威诺哥瑞德（Winograd）在计算机上实现了一个灵活地结合句法、语义、推理以及上下文和世界（社会）知识的一个程序，成功地进行了人同计算机间的对话。这项创举震动了当时的人工智能界。

目前，人工智能研究中在理解有限范围的自然语言对话和理解自然语言表达的小段文章或故事方面的程序系统已有一些进展，处理自然语言的工作已开始从实验室走向工程实用，例如应用于飞机订票系统及家庭自动电话。但是，由于理解自然语言涉及对上下文背景知识的处理以及根据这些知识进行推理的一些技术，因此实现功能较强的理解系统仍是一个比较困难的任务。

处理自然语言的长远目标是用自然语言进行人机对话。毫无疑问，我们离这个目标还相距很远。然而，在有限的语义范围内进行研究是比较切实可行的。这样既可以进行有普遍意义的方法研究，又可以满足工程实际的需要。在第五代计算机的研制中，把自然语言的处理作为一个重要的研究课题。根据目前这一领域研究工作的进展情况，科学家预计再有20年即可实现像人与人对话那样的人机对话。

三、机器人学

机器人是一种具有类似生物器官的某些功能，用以完成操作或移动任务并能用程序加