



高等学校
工科电子类 规划教材

马玉祥 武 波

周国栋 审

专家系统

ZHUANJIA

XITONG

电子科技大学出版社

专 家 系 统

马玉祥 武 波
周国栋 审



电子科技大学出版社

• 1994 •

[川] 新登字 016 号

内 容 简 介

D7109/09

本书是电子工业部大专计算机专业统编教材。全书内容包括人工智能综述、专家系统、LISP 和 PROLOG 智能程序设计语言等三部分。本书取材全面，内容深入浅出。叙述通俗易懂，注重概念、原理和实际应用。每章均附有思考题、习题和参考文献。

本书可作为高等院校本科、专科和职工高等学校等计算机专业的教科书，也可作为从事专家系统领域研究和开发的工程技术人员及从事计算机方面工作的科技人员的参考书。

专 家 系 统

马玉祥 武 波

周国栋 审

*

电子科技大学出版社出版

(中国成都建设北路二段四号) 邮编 610054

西南冶金地质印刷厂印刷

新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 12.625 字数 307.2 千字

版次 1994 年 12 月第一版 印次 1994 年 12 月第一次印刷

印数 1—1500 册

ISBN 7-81043-280-X/TP·100

定价：7.80 元

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的规定,我部承担了全国高等学校和中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力,有关出版社的紧密配合,从1978~1990年,已编审、出版了三个轮次教材,及时供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要,贯彻国家教委《高等教育“八五”期间教材建设规划纲要》的精神,“以全面提高教材质量水平为中心,保证重点教材,保持教材相对稳定,适当扩大教材品种,逐步完善教材配套”,作为“八五”期间工科电子类专业教材建设工作的指导思想,组织我部所属的九个高等学校教材编审委员会和四个中等专业学校专业教学指导委员会,在总结前三轮教材工作的基础上,根据教育形势的发展和教学改革的需要,制订了1991~1995年的“八五”(第四轮)教材编审出版规划。列入规划的,以主要专业主干课程教材及其辅助教材为主的教材约300多种。这批教材的评选推荐和编审工作,由各编委会或教学指导委员会组织进行。

这批教材的书稿,其一是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐,由编审委员会(小组)评选择优产生出来的,其二是在认真遴选主编人的条件下进行约编的,其三是经过质量调查在前几轮组织编写出版的教材中修编的。广大编审者、各编审委员会(小组)、教学指导委员会和有关出版社,为保证教材的出版和提高教材的质量,作出了不懈的努力。

限于水平和经验,这批教材的编审、出版工作还可能有缺点和不足之处,希望使用教材的单位,广大教师和同学积极提出批评和建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

机械电子工业部电子类专业教材办公室

前 言

本教材系按机械电子工业部的工科电子类专业教材 1991~1995 年编审出版规划, 由计算机教材编审委员会大专计算机专业软件编审小组征稿并推荐出版。

本教材由西安电子科技大学马玉祥、武波担任主编, 西北大学周国栋教授担任主审。

本课程的参考学时数大专为 50 学时(带“*”部分不讲授), 上机实践 16 小时; 本科教学学时数为 36 学时。其主要内容分为三个部分。第一部分(第一章)主要介绍了人工智能研究的领域、课题、方法与发展方向; 第二部分(第二~六章、第八~十章)主要介绍专家系统的结构和应用、知识表示和知识获取、推理机制和解释机制等基本原理与设计技术, 并介绍了专家系统的开发方法与过程、实例研究与专家系统研究方向; 第三部分(第七章)主要介绍了 LISP 和 PROLOG 智能程序设计语言 and 上机实践的方法。

本教材由马玉祥编写第一、六、七、八、九、十章, 武波编写第二、三、四、五章, 马玉祥统编全稿。参加指导和审阅工作的徐甲同教授为本书提出许多宝贵意见, 这里表示诚挚的感谢。我们特别感谢同行专家, 在本书的撰写过程中, 参考和引用了许多专家的著作, 使我们受益非浅。由于编者水平有限, 书中难免还存在一些缺点和错误, 殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1994 年 3 月于西安

目 录

第一章 人工智能综述.....	(1)
§ 1.1 什么是人工智能	(1)
§ 1.2 人工智能研究的领域与课题	(1)
1.2.1 研究领域	(1)
1.2.2 研究课题	(3)
§ 1.3 人工智能研究的特点与方法	(6)
1.3.1 研究特点	(6)
1.3.2 研究方法	(7)
§ 1.4 人工智能的应用与发展方向	(7)
思考题.....	(8)
参考文献.....	(8)
第二章 专家系统概述.....	(9)
§ 2.1 什么是专家系统	(9)
§ 2.2 专家系统的功能与结构.....	(10)
2.2.1 专家系统的功能.....	(10)
2.2.2 专家系统的结构.....	(11)
§ 2.3 专家系统的基本特征.....	(13)
§ 2.4 专家系统的分类.....	(15)
§ 2.5 专家系统的产生与发展.....	(17)
§ 2.6 专家系统的作用和意义.....	(20)
思考题	(21)
参考文献	(22)
第三章 知识表示	(23)
§ 3.1 概述.....	(23)
3.1.1 基本概念.....	(23)

5.1.1	演绎推理与归纳推理	(74)
5.1.2	精确推理与不精确推理	(76)
5.1.3	单调推理与非单调推理	(77)
5.1.4	推理与知识表示	(77)
§ 5.2	推理控制策略	(77)
5.2.1	冲突消解策略	(78)
5.2.2	正向推理控制策略	(79)
5.2.3	反向推理控制策略	(80)
5.2.4	混合推理控制策略	(81)
* 5.2.5	双向推理控制策略	(82)
* 5.2.6	元控制策略	(82)
5.2.7	推理效率与推理效果	(83)
§ 5.3	不精确推理的基本结构	(84)
5.3.1	不确定性	(84)
5.3.2	不精确推理的要素	(84)
§ 5.4	确定理论方法	(85)
5.4.1	不确定性描述	(85)
5.4.2	不确定性传播算法	(86)
5.4.3	一个计算实例	(87)
§ 5.5	主观 Bayes 方法	(88)
5.5.1	主观 Bayes 方法的基本思想	(88)
5.5.2	不确定性描述	(88)
5.5.3	不确定性的传播算法	(90)
5.5.4	一个例子	(92)
§ 5.6	可能性理论方法	(94)
5.6.1	特征函数与模糊子集	(95)
5.6.2	基本运算与操作	(98)
5.6.3	模糊集合的应用	(99)
§ 5.7	证据理论方法	(102)
5.7.1	基本理论	(102)
5.7.2	不确定性描述	(105)
5.7.3	不确定性传播算法	(106)
5.7.4	一个例子	(107)

§ 5.8 四种不精确推理方法的评价	(111)
5.8.1 四种不精确推理方法的分析	(112)
5.8.2 四种不精确推理方法的比较	(113)
思考题与习题	(114)
参考文献	(116)
第六章 解释机制	(117)
§ 6.1 解释系统的作用	(117)
§ 6.2 解释机制的设计要求	(117)
§ 6.3 解释机制的设计原理和结构	(118)
§ 6.4 解释机制实现方法	(118)
思考题	(119)
参考文献	(120)
第七章 智能程序设计语言	(121)
§ 7.1 LISP 语言	(121)
7.1.1 LISP 语言的特点	(121)
7.1.2 LISP 数据结构——S-表达式	(122)
7.1.3 基本函数	(123)
7.1.4 赋值与求值函数	(125)
7.1.5 算术与逻辑运算函数	(126)
7.1.6 表处理函数与谓词函数	(128)
7.1.7 条件函数 COND	(130)
7.1.8 函数定义及递归和迭代	(131)
7.1.9 PROG 函数	(135)
7.1.10 输入和输出函数	(136)
7.1.11 LISP 程序结构	(137)
7.1.12 程序举例	(137)
§ 7.2 PROLOG 语言	(139)
7.2.1 PROLOG 语言的特点	(139)
7.2.2 PROLOG 语言的三种基本语句	(140)
7.2.3 PROLOG 中的项、结构、表	(142)
7.2.4 递归	(143)

7.2.5 搜索、匹配、回溯	(145)
7.2.6 截断	(148)
7.2.7 TURBO PROLOG 的特点与程序结构	(149)
7.2.8 标准谓词	(153)
7.2.9 TURBO PROLOG 系统构成与基本用法	(156)
7.2.10 程序举例	(159)
思考题与习题	(160)
参考文献	(161)
第八章 专家系统的设计与开发	(162)
§ 8.1 专家系统的基本设计思想	(162)
§ 8.2 专家系统的一般设计方法	(162)
8.2.1 专家系统设计的关键	(163)
8.2.2 专家系统的构造原则	(164)
8.2.3 专家系统的主要设计步骤	(165)
§ 8.3 专家系统的开发过程	(166)
8.3.1 专家系统的选题原则	(166)
8.3.2 专家系统的开发基本步骤	(167)
§ 8.4 专家系统开发工具的介绍	(170)
8.4.1 程序设计语言	(170)
8.4.2 骨架系统	(170)
8.4.3 通用型开发工具	(171)
8.4.4 组合型开发工具	(171)
思考题	(171)
参考文献	(171)
第九章 专家系统实例简介	(172)
§ 9.1 典型的专家系统——MYCIN 系统	(172)
9.1.1 概述	(172)
9.1.2 知识和数据的表示与组织	(173)
9.1.3 推理技术与控制策略	(177)
9.1.4 知识获取机制	(180)
9.1.5 解释机制	(181)

§ 9.2 肺结核病诊断治疗专家系统	(182)
9.2.1 概述	(182)
9.2.2 知识表示	(183)
9.2.3 推理机制	(184)
9.2.4 系统特点及系统效果	(185)
思考题	(186)
参考文献	(186)
第十章 专家系统展望	(187)
§ 10.1 专家系统的研究方向	(187)
§ 10.2 专家系统的研究课题	(188)
§ 10.3 新一代专家系统	(189)
10.3.1 新一代专家系统的特征	(189)
10.3.2 新一代专家系统的概况	(190)
§ 10.4 国内专家系统的发展	(191)
思考题	(192)
参考文献	(192)

第一章 人工智能综述

人工智能是一门发展迅速的新兴的边缘学科,它与原子能、空间技术一起被称为本世纪的三大科学成就。人工智能的英文是 Artificial Intelligence,缩写为 AI。本章将介绍人工智能的基本概念、研究的领域和课题、研究的特点和方法以及应用和发展方向等。

§ 1.1 什么是人工智能

何谓人工智能,目前众所纷云,尚无定论。但作为一门新兴的综合性很强的边缘学科,其研究目标是:探讨智能的基本机理,研究如何利用各种自动机来模拟人的某些思维过程 and 智能行为。人工智能是探求人类的思维过程,研究将人类的脑力劳动外延到某种物理装置的原理和实现的一门学科,它是计算机科学中的一个重要的分支。这是通常的一种说法。

从计算机科学体系来看,人工智能是其前沿方向中的一个重要分支,是研究智能的科学。可将人工智能学科体系分为三个层次:

1. 人工智能理论基础

与人工智能有关的数学理论(离散数学、模糊数学等)、思维科学理论(认知心理学、逻辑或抽象思维学、形象或直感思维学等)和计算机工程技术,都是人工智能理论基础。

2. 人工智能原理

人工智能的作用原理是以知识的表达、知识的处理、知识的获取与学习为基础,利用知识求解问题的基本技术为主要研究内容。

3. 人工智能工程系统

根据人工智能原理而建立的工程系统,如专家系统、图像识别系统、智能机器人系统等都属于人工智能工程技术的范围。实质是人工智能的应用。

这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,而人工智能技术是人工智能原理的工程应用。

从人工智能学科体系来看,计算机是研究、模拟、开发智能的有效工具,是人工智能技术实现的载体。即计算机不但能模拟智能,而且还要“创造”智能。目前计算机的智能还处于低级阶段,有待今后的发展,因此人工智能学科的发展将促进计算机的发展和革命。

§ 1.2 人工智能研究的领域与课题

1.2.1 研究领域

人工智能研究领域就是人工智能学科的三个层次的体系结构,即人工智能理论基础、人工智能原理与人工智能工程系统。

人工智能理论基础的研究,主要是认知科学和数学方法的研究。

人工智能原理的研究，主要是知识表示、问题求解、机器学习和系统构成四大问题的研究。下面将对此加以讨论。

1. 知识表示

人的智能活动是以知识为基础的，要使机器具有智能，也必须以知识为基础。知识表达就是要把知识表达成有效的形式使其能够被机器所接受。这是人工智能研究的一个最基本问题。

从问题求解的角度可把知识概括分为三类：

- (1) 叙述性知识：如问题的初始状态和目标状态的描述等。
- (2) 过程性知识：如改变问题状态的操作、算法等。
- (3) 控制性知识：如从多个不同的操作中，选择某些最佳操作的知识。

目前已有十多种知识表示法，如产生式表示法、谓词逻辑表示法、语义网络表示法、框架表示法、过程表示法、模糊逻辑表示法、面向对象的知识表示法等。

2. 问题求解

问题求解是人工智能的核心。它包括推理与规划。推理可分为确定性推理和非确定性推理。规划与推理不同，规划所追求的不仅是问题的解，还要寻求一个优化的求解步骤。

问题的求解方法，可依据建立数学模型并利用算法，也可依据建立心理学模型而利用启发式搜索方法。

问题求解的方法与问题的知识表示方法密切相关。如果问题可用谓词公式表示，那么问题就能采用谓词逻辑的演绎推理来求解；如果问题用状态空间法表示，那么采用搜索法就是基本的求解方法；如果问题用模糊逻辑法表示，那么采用模糊逻辑的演绎推理来求解。

3. 机器学习

学习是人类智能产生的主要途径，学习是动态地获取知识，并在获取知识的过程中有所发现、有所创造。

人工智能同样不仅要研究机器具有解决问题的智能，还要研究使机器具有自学习的能力，使机器也能不断积累知识、总结经验、有所发现、有所发明。这就是机器学习。

目前机器学习系统大致分为以下四类：

- (1) 机械学习系统
- (2) 指点学习系统
- (3) 归纳学习系统
- (4) 模拟学习系统

相应的机器学习方法有机械学习法、问题求解学习法、概念学习法与发现学习法等。

4. 系统构成

人工智能的系统构成包括以下五个方面：

(1) 人工智能语言

人工智能语言是适合解决人工智能问题的程序设计语言，其作用就像数学对于自然科学一样的重要，主要任务在于完成复杂的推理、决策和规划，包含着大量的符号处理和表处理。目前使用最为普遍的 LISP 语言，是表处理语言，适合于知识的符号处理，它是人们正在研究中的许多高级语言的基础。另外一种知识处理语言是 PROLOG 语言，属于逻辑程序设计语言，具有很强的逻辑推理能力，在人工智能研究中获得日益广泛的应用。

(2) 智能应用软件

人工智能目前的大部分工作，集中在智能应用软件的研制开发上，人工智能的各个主要研究课题，都与智能应用软件有关，智能应用软件范围推广，几乎涉及到所有学科，人工智能主要通过智能应用软件才得以在计算机上实现。

(3) 软件开发环境与工具

人工智能与软件工程的相互结合与渗透，是促进人工智能技术发展的途径。在研制人工智能应用软件时，可以采用软件工程的方法，利用软件开发环境与工具。

(4) 硬件支持环境

人工智能工程系统必须有良好的硬件支持环境。机器的硬件结构应能适应人工智能的要求，要求设计新的计算机结构。目前，已研制成功的人工智能机器主要有并行机、LISP 机和非冯·诺伊曼机。总之需要创建智能机器的硬件环境。

(5) 人机智能接口

人机智能接口涉及到人机的交互方式，接口软件的智能水平，接口的数模实时转换及硬件支持，接口的知识获取方式等。

目前，人机智能接口是亟待解决的课题，它解决的好坏，直接影响人工智能系统的应用与发展。

智能接口的研究工作也是一个多学科的综合研究工作，日益受到重视。

上述人工智能系统构成的五个方面，从日本制造的第五代计算机系统也能充分体现出来。日本第五代计算机系统的研究与发展课题如下：

① 解题与推理系统

解题与推理机构，解题与推理机器。

② 知识库系统

知识库机构，知识库机器。

③ 智能人机接口系统

智能人机接口系统。

④ 发展支援系统

软件发展用的试验性模型，超大规模集成电路技术与系统，计算机辅助设计系统。

⑤ 基本应用系统

机器翻译系统、咨询系统、智能编程系统。

1.2.2 研究课题

近几年来人工智能研究包括感知模拟、思维模拟、联想记忆模拟、输出效应模拟和机器人学习等。比较集中的研究课题有如下八个方面：

1. 专家系统 (Expert System)

专家系统是人工智能走向实用化的一个最新研究领域，70 年代以来已经取得了许多成果。所谓专家系统，就是一种以知识为基础智能化的计算机软件系统，它将领域专家的知识、经验加以总结，形成规则，存入计算机建立知识库。采用合适的控制策略，按输入的原始数据进行推理、演绎，作出判断和决策，因此能起到领域专家的作用。比较著名而实用的专家系统是 1976 年斯坦福大学设计的 MYCIN 医疗诊断系统，它能成功地诊断治疗血

液细菌感染病。我国在专家系统方面也开展了大量研究工作，如李太航的中医内科诊断医疗系统等。

专家系统现已应用于化学、医疗、气象、地质和军事等方面，大大地提高工作效率和工作质量。专家系统最新的研究动向是知识获取、推理机制、机器学习、专家系统开发工具、实时处理及扩大专家系统的应用范围。

2. 模式识别 (Pattern Recognition)

模式识别是人工智能最早的研究领域之一。模式识别就是用数学技术方法来研究模式的自动处理和判读。属于这方面的任务有模式分类、模式分析。目前主要集中在图形识别和语音识别方面。模式识别的方法可分为统计法和结构法。在复杂模式的识别中宜于综合使用这两种方法。

近几年将模式识别与专家系统相结合，实现模式识别专家系统，是一个重要的发展方向。同时利用知识和推理，弥补统计法和结构法的不足，提高识别率。

3. 自动定理证明 (Automatic Theorem Proving)

自动定理证明是人工智能的一个极为重要的研究领域，是最典型的逻辑推理问题之一，它在发展人工智能方法上起过重大作用。自动定理证明是把人们证明定理的过程变成一系列能在计算机上自动实现的符号演算过程，即将表现智能特点推理演绎过程机械化。因此，又称为机械定理证明或机器定理证明。

自动定理证明的研究不但应用于定理证明方面，还可将信息检索、规划制定和难题求解等方面问题，转化成一定理证明问题。因此，自动定理证明的研究具有普遍意义。

利用机器定理证明，1973年阿佩尔 (K. Appel) 等人在计算机上证明一百多年来没有解决的四色难题。我国的数学家吴文俊教授 1977 年提出证明初等几何定理的算法，在机器上证明了对人类来说都难以证明的难题，并发现了一些事先不知道的新定理，在国内外产生了很大的影响。

自动定理证明有四类方法：

(1) 自然演绎法，它的基本思想是依据推理规则，从前题和公理中可以推出许多定理，若待证定理恰在其中，则定理得证。

(2) 判定法，即对一类问题找出统一的计算机上可实现的算法解。

(3) 定理证明器，它研究一切可判定问题的证明方法。

(4) 计算机辅助证明，它是以计算机为数学家们的辅助工具，利用机器的高速度、大容量，帮助人完成手工证明难以完成的大量计算、推理和穷举。

4. 自然语言理解 (Natural Language Understanding)

计算机是人-机交换信息的工具，但在使用中，必须是严格定义过的非自然语言，即程序设计语言。这给使用者带来诸多不便，因此人们一直在进行机器处理自然语言的研究。这是一个很吸引人但难度较大的课题。然而计算机要广泛普及，就必须能够使用自然语言。

自然语言理解的研究是将传统的语法第一，转化成语法、语义和推理规则交替运用，可以用语义消除语法上的混淆，逐步向语义第一迈进。最新研究的课题有：全文本理解、有中断和错误的文本分析、首语重复句和省略句的分析及自然语言推理等。

处理自然语言的长远目标是用自然语言进行人机对话，目前离这一目标相距甚远。然而，在有限制的语义范围内进行研究是比较切实可行的，这样既可进行普遍意义的方法研

究，又可满足工程实用的需要。

5. 自动程序设计 (Automatic Programming)

自动程序设计是计算机科学和人工智能都十分关心的研究领域。自动程序设计的任务是设计一个程序系统，它将用“做什么”型程序替代“如何做”型程序，即它接受关于所设计的程序要求实现某个目标的非常高级的描述作为其输入，然后自动生成一个能完成这个目标的具体程序。自动程序设计相当于一个“高级编译程序”，它要求能对高级描述进行处理，通过规划过程，生成得到所需的程序。人工智能关心的是如下两个方面的自动化：

(1) 程序验证 (Program Verification)，它的任务是利用一个已验证的程序系统来自动证明给定程序的正确性。

(2) 程序综合 (Program Synthesis)，它的任务是让计算机根据给定问题的原始描述自动生成满足要求的程序。

总之，自动程序设计尚处于初级阶段，在自动程序设计的基础上形成一门新的学科——程序设计方法学。但自动程序设计研究的重大贡献之一是程序调试的概念作为问题求解的策略来使用。它所涉及的基本问题与机器定理证明和机器人学有关，要用到人工智能的方法来实现，是软件工程和人工智能相结合的课题。

6. 机器人学 (Robotics)

机器人学是目前新兴的综合性学科，发展前景十分乐观的研究领域。美国机器人研究院给机器人 (Robots) 规定了一个新的定义：“机器人是一种可再编程的多功能的操作装置”。也就是说，机器人具有类似生物器官的某些功能，用以完成操作等任务并能用程序加以控制的自动装置。它是模式识别、问题求解、自然语言理解等的综合成果。它将在工业、农业、国防、科技、教育、医疗及家庭生活等广泛领域内，发挥越来越重要的作用。研究机器人的目的有以下两点：

(1) 技术上，提高工作效率和质量，降低成本，代替人从事有害、危险环境中的工作等。

(2) 科学上，机器人为人工智能提供了一个综合试验场，可全面检查人工智能各个领域技术，研究它们之间的相互关系。

目前世界上有上百万个机器人，按其功能分类，主要有如下四种类型：

(1) 工业机器人。目前，已经普遍应用。它具有准确、迅速、不知疲倦和集中精力工作的特点。

(2) 遥控机器人，它的动作完全依靠在远距离外的人的实时控制。

(3) 程序机器人。它的动作由事先编制的程序控制，工作程序可以是固定程序，可以是多种程序根据需要调用，也可以是可再编程的通用机器人。

(4) 智能机器人。它可以主动适应环境的变化和通过学习提高其工作能力。智能机器人已开始从实验室走向应用。据预测，今后的 20 年它将得到广泛的应用，目前的刚性机器人将被智能机器人所代替。

7. 知识库系统 (Knowledge Base System)

知识库系统是计算机科学和人工智能都在研究的课题。其任务是存储记忆全部知识，智能检索所需的知识，并能利用知识库的知识推导出新的知识。因此，知识库系统应具备以下的功能：

- (1) 能理解自然语言, 允许用自然语言提出各种询问。
- (2) 具有较强的联想能力, 能依据需求的大致描述找到有关知识。
- (3) 具有推理能力, 能根据存储的知识, 演绎出所需的解答。
- (4) 既能存储专门知识, 还应存储常识性知识。系统根据这些知识, 将能演绎出更一般询问的解答, 进而还能推导出新的知识。
- (5) 有较强的知识获取能力, 能方便地进行知识的增、删、改, 能自动实现知识的相容性和完备性, 并具有一定的自学习功能。

目前这方面的研究侧重于知识检索, 因此又被称作数据库智能检索 (Intelligent Retrieval Database) 课题。但都需要应用人工智能的原理与方法进行研究。

8. 博弈 (Game Playing)

博弈就是对策或斗智, 被认为是智能活动。在人工智能中, 大多数以下棋程序为例来研究博弈问题。博弈问题为搜索策略、机器学习等问题的研究课题提供了很好的实际背景, 为人工智能提供了一个很好的实验场所, 人工智能中的许多概念和方法都是从博弈程序升华得来。博弈中的许多研究成果现已应用于军事指挥和经济决策系统中。

除此之外, 尚有模式识别的延伸物景分析 (Scene Analysis)、自然语言理解的延伸自然语言生成 (Natural Language Synthesis) 及用于近似方法处理的组合调度问题 (Combinatorial and Scheduling Problem) 等研究课题。

§ 1.3 人工智能研究的特点与方法

人工智能在科学体系中是一门新兴的边缘学科, 是自然科学与社会科学的交叉学科。因此, 具有很强的综合性, 它吸取自然科学与社会科学的最新成就, 以思维和智能为核心, 形成自身的新的体系。在科学体系中占有重要的地位, 人工智能的一切研究成果, 在科学发展史上都将发生深远的影响。所以人们十分重视人工智能的研究, 为了更好地研究它, 必须了解人工智能的研究特点和方法。

1.3.1 研究特点

人工智能每一具体研究领域和课题都从某一侧面研究了智能模拟问题, 都有它自己的典型问题和特殊规律, 使用的定义、分析方法和应用范围也不尽相同。所以, 人工智能的核心就是问题求解, 并都包含着三大基本技术, 即知识表示、机器推理和系统构成。

人工智能的研究中, 目前表现出来的特点如下:

1. 人工智能是一门综合性很强的边缘学科, 它的内容涉及广泛, 包含了大部分学科。几乎所有科学工作者都可以在人工智能中找到感兴趣的问题, 都可以为人工智能的发展作出贡献。

2. 人工智能是一门实践性很强的技术学科。由于目前人类对自身智能活动机理的知识还十分贫乏, 人工智能不得不在探索中前进, 它的任何想法都必须经过实践的检验。因此, 人工智能目前研究重点仍然是设计建造一些可以实践考核的系统, 以便对实验的结果进行客观的评价, 并从中探索智能活动的机理。

3. 人工智能是一门具有广泛应用领域的学科, 可把整个科学体系作为人工智能潜在的

应用领域。任何工作离不开智能，人工智能将使人类智能的进化达到一个新的阶段。

4. 人工智能目前还是一门不成熟的学科。它正处在不断探索、积累经验的阶段，远未形成完整的理论体系，还有着无数的奥秘等着人们去探索。

纵观这四个特点，不难看出：人工智能工作者的任务是艰巨的，但也是大有作为的。只要人们深入研究人工智能的理论、原理和创建其工程系统，人工智能学科的发展将一日千里。

1.3.2 研究方法

人工智能的核心是问题求解，其目标是让机器具有认识问题与解决问题的能力。人工智能是人的智能的产物，首先对人的智能模拟。对人的智能模拟有两种方法，一是仿生学方法，另一种是计算机方法。

仿生学方法是对人脑思维建立生理学模型。通过微观的方法直接模拟人脑和神经系统的结构和功能，把人脑的微观结构与宏观功能统一起来研究。这种方法虽然由于神经网络 (Neural Network) 理论与应用的发展，得到了很大的促进，但由于人脑的微观结构与宏观功能如何统一尚未解决，使仿生学方法仍处于理论与模拟的研究阶段。

计算机方法是用计算机科学的观点，单纯对人脑的宏观功能进行模拟。这种方法主要研制适用于人工智能的新的体系结构的计算机系统和大量实用的计算机智能软件。计算机方法是当今人工智能研究的主要方法。

在运用计算机方法求解智能问题时，特别是编制智能软件时，又有两种方法。一种是数学方法，依靠建立数学模型并利用算法来求解问题。但求解问题时，有些问题找不到算法或虽有算法但实际是不可计算的，所以算法的实际有效范围是受限的。在人工智能中不能单靠算法。另一种是心理学方法，依靠心理学模型，把人在问题求解时所使用的经验知识、方法策略编进程序，常把这种程序称为启发式程序。实际上心理学方法是对人的问题求解认识过程进行计算机程序模拟。所谓启发，实质是求解问题时，试探的可被机械执行的有穷步骤。在求解复杂问题时，可更好地发挥人的聪明才智。

计算机方法中的心理学方法，是人工智能取得重要成果的主要方法，也是目前人工智能研究中的主要方法。人工智能研究的奠基人之一的西蒙 (H. A. Simon) 教授说：“从人工智能来讲，需要研究人的思维方法以便设计启发式程序，使之完成智能性工作。从另外方面来讲，心理学家在研究人的思维活动时，也经常需要从人工智能中吸取某些有益的东西”。这说明计算机科学与心理学的相互渗透、相互促进，是人工智能发展的重要途径。

§ 1.4 人工智能的应用与发展方向

美国斯坦福大学的费根宝姆 (E. Feigenbaum) 教授，积极倡导将人工智能应用于解决实际领域中的问题。1968 年在他领导下研制完成了第一个专家系统 DENDRAL，该系统是一个化学质谱分析系统。1972 年又开始了医疗专家系统 MYCIN 的研究，1976 年获得了极大的成功，被认为是专家系统典范。他在一篇综述中，断言 80 年代将是人工智能的黄金时代。他开辟了人工智能应用的先河。人工智能的许多应用领域同时又是计算机科学的应用领域，但在这些领域中人工智能有它自己不可忽视的独特贡献。