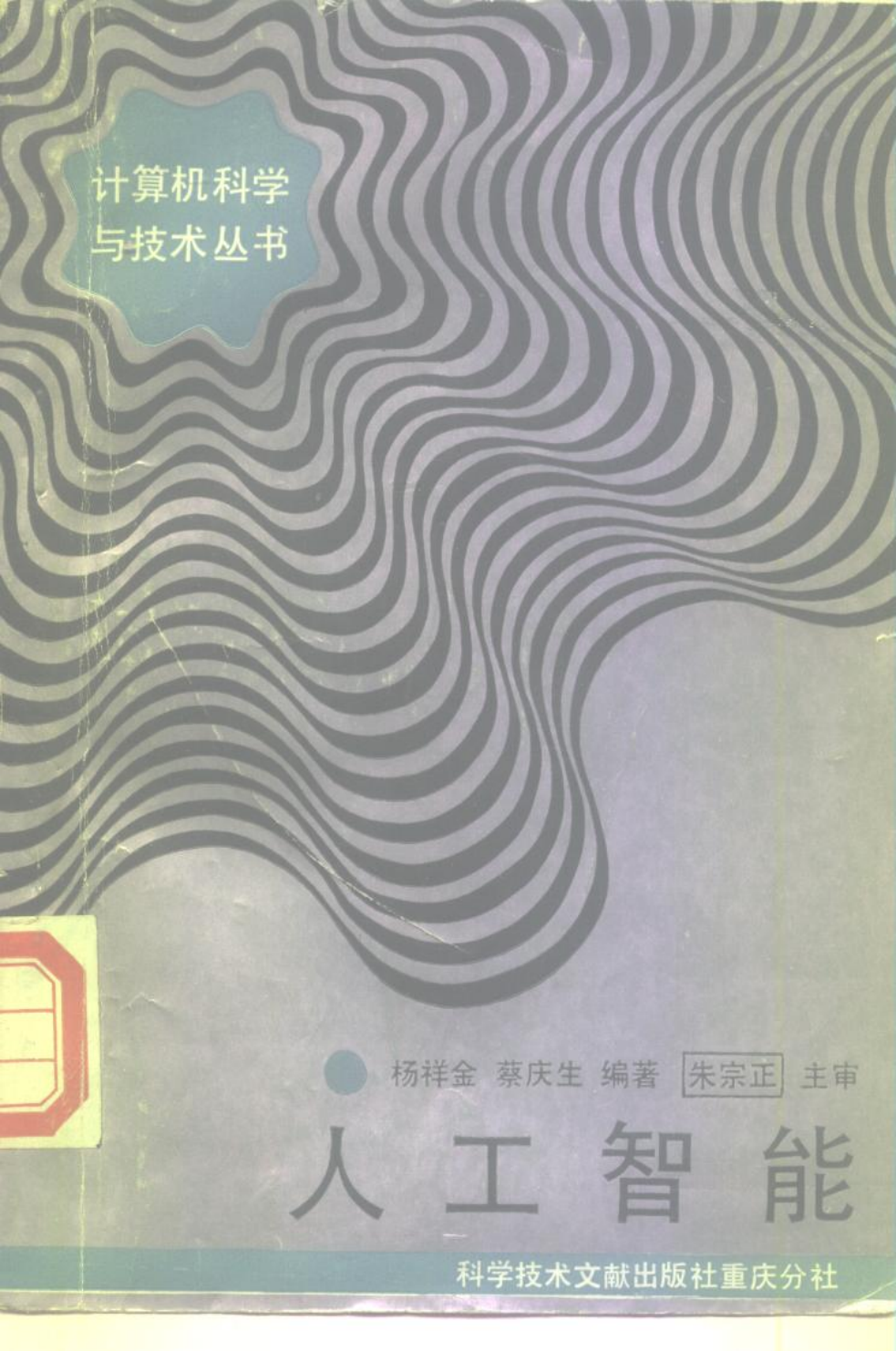




计算机科学
与技术丛书

杨祥金 蔡庆生 编著 [朱宗正] 主审

人工智能

科学技术文献出版社重庆分社

73.82
661

计算机科学与技术丛书

人 工 智 能

杨祥金 蔡庆生 编著

朱宗正

主审

科学技术文献出版社重庆分社

D183/14

内 容 提 要

本书较全面介绍了当前人工智能的研究内容、方向和重点,论述了进行人工智能研究必须具备的基础理论,列举了人工智能的主要应用及成功的经验。全书共分六章,包括知识与学习、搜索原理、逻辑演算和自动定理证明、Horn 子句问题求解逻辑及人工智能工程系统等。全书内容详略得体,阐述较详尽,宜作研究生及大学本科生的教材,对涉及人工智能的广大科技人员,亦是一本较好的自学参考书。

本书由中国计算机教育与培训学会《计算机科学与技术丛书》编委会审定,是我社出版的《计算机科学与技术丛书》之一。

人 工 智 能

杨祥金 蔡庆生 编著

朱宗正

主审

科学技术文献出版社重庆分社 出版

重庆市市中区胜利路132号

新华书店重庆发行所 发行

中国科学技术情报研究所重庆分所印刷厂 印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 15.375 字数: 33万

1988年1月第1版

1988年1月第1次印刷

科技新书目: 159—338

印数: 4500

ISBN 7-5023-0140-2/TP·15

统一书号: 15176·750

定价: 3.80元

前 言

本书由中国计算机教育与培训学会计算机科学与技术丛书编委会审定并推荐出版。

全书比较全面地反映了当前人工智能的研究内容、方向和重点,介绍了进行人工智能研究必须具备的基础理论,也反映了作者多年从事人工智能教学的经验和自己的看法。

全书共分六章:引论,知识与学习,搜索原理,逻辑演算和自动定理证明, Horn 子句问题求解逻辑和人工智能工程系统。第一章广泛介绍了人工智能的各种观点,国内外研究动态、发展历史以及人工智能与其它学科的关系。第二章介绍了知识与学习的概念,知识的各种表示方法和学习方法,学习系统的组成原理。第三章介绍各种搜索技术、搜索策略及提高搜索效率的方法,问题求解方法,规划及一些著名的算法。第四章详尽介绍了一阶逻辑,消解原理及各种消解策略。第五章介绍了 Horn 子句逻辑。这种逻辑接近于自然语言,便于计算机解释执行或直接执行,是逻辑程序的理论之一。第二、三、四、五章较详细地阐述了人工智能的实现原理以及进行人工智能研究必须具备的基础理论,重点放在搜索原理与逻辑推理上,内容详尽、具体、富有现实性。第六章列举了人工智能的主要应用及成功的经验。由于篇幅的限制, Lisp 语言未被编入,有兴趣的读者可参阅其他参考书。

本书内容详略得体,阐述较为详尽,力求深入浅出,适宜作研究生教材,也可作本科生的选修课教材。对要涉及人工智能的广大科技人员,对希望了解人工智能的读者,也是一本很好的自修参考书。

本书二、三、四、五章由南京工学院杨祥金编写，一、六章由中国科学技术大学蔡庆生编写，全书由华东工学院朱宗正教授主审，最后，由朱宗正教授、杨祥金一同商讨修改。在修改过程中，朱教授提出了许多有益的见解，编著者深表谢忱。

在本书修改完毕正要交付出版的时候，朱宗正教授不幸因事故逝世，编著者借本书一笔之地，向朱教授表示深切的哀悼。

由于编著者的水平、经验及时间所限，书中不妥和错误处，望有识之士和广大读者批评指正。

编 著 者

1986年2月

序 言

计算机科学与技术丛书是由计算机教育学会主编的，它以推广和普及计算机应用、培训计算机人才为其主要目标。

丛书以三个面向为宗旨。**面向基础**，为大专院校提供教材，为工程技术人员提供更新知识、扩大知识面的参考书；**面向应用**，为各行业从事计算机应用的工程技术人员提供实用的设计和编程范例，以资借鉴；**面向提高**，介绍计算机技术发展的新动向，以便及时了解其国内外最新技术。

丛书编委会认为，本丛书力求做到：理论联系实际，既有一定的基础理论知识，又有应用理论解决实际问题的方法和实例；普及与提高相结合，有一定的先进技术，又着眼于为当前应用服务，以满足各层次人员学习和运用计算机的需要。

本丛书力求做到内容新颖，重点突出，科学性强，条理清楚，叙述严谨，简单易懂，以适应自学的要求。

参加本丛书编写的作者，都是在计算机教学、科研、开发与应用第一线工作的同志。既有一定的理论基础，又有丰富的实践经验。相信本丛书会得到广大读者的欢迎。我们真诚地希望广大读者对丛书提出批评和监督，以利我们改进工作，更好地为读者服务。

计算机科学与技术丛书

编委会

计算机科学与技术丛书编委会成员

名誉主任	邹海明	华中工学院
主 任	徐洁磐	南京大学
副主任	王攻本	北京大学
	左孝凌	上海交通大学
委 员	(以姓氏笔划为序)	
	庄心谷	西北电讯工程学院
	朱宗正	华东工学院
	李 勇	国防科技大学
	李盘林	大连工学院
	陈 禹	中国人民大学
	陈增武	浙江大学
	张太行	华中工学院
	郑人杰	清华大学
	周冠雄	华中工学院
	杨文龙	北京航空学院
	杨祥金	南京工学院
	胡铭曾	哈尔滨工业大学
	侯广坤	中山大学
	洪声贵	辽宁大学
	袁开榜	重庆大学
	徐君毅	复旦大学
	董继润	山东大学
秘 书	朱树春	南京大学

目 录

第一章 引论	(1)
§1.1 人工智能概况、历史和现状.....	(1)
§1.1.1 什么是人工智能.....	(1)
§1.1.2 人工智能的历史与现状.....	(5)
§1.2 人工智能的研究方法.....	(11)
§1.2.1 人工智能的位置.....	(11)
§1.2.2 人工智能的研究方法.....	(12)
§1.3 人工智能的研究领域与方向.....	(16)
§1.3.1 人工智能的研究领域.....	(16)
§1.3.2 人工智能的研究课题与方向.....	(26)
第二章 知识与学习	(35)
§2.1 知识.....	(35)
§2.1.1 什么是知识.....	(35)
§2.1.2 知识的层次结构模型.....	(36)
§2.2 知识表示技术.....	(38)
§2.2.1 知识表示技术的基本概念.....	(39)
一、设计知识表示的基本原则.....	(39)
二、语义原语.....	(40)
三、知识的获取与推理.....	(40)
§2.2.2 用逻辑的方法表示知识.....	(41)
§2.2.3 用过程表示知识.....	(42)
§2.2.4 用语义网络表示知识.....	(44)
一、语义网络的基本概念.....	(45)
二、语义网络用作推理.....	(47)
三、语义网络表示法的发展历史.....	(49)

§2.2.5	用产生式系统表示知识	(50)
§2.2.6	用框架和电影脚本表示知识	(55)
一、	特性表	(55)
二、	框架	(56)
三、	电影脚本	(58)
§2.2.7	知识的直接表达	(60)
§2.3	获得知识的方法——学习的概念	(61)
§2.3.1	学习与学习系统	(63)
§2.3.2	学习系统的一般结构	(65)
§2.3.3	智能学习系统的分类	(68)
一、	按学习能力分类	(68)
二、	按知识水平和学习方法分类	(69)
三、	按被学习事物的性质分类	(70)
四、	按知识表示方法分类	(70)
§2.3.4	类比识别——简单的学习方式	(71)
一、	类比原理	(71)
二、	类比中值得注意的几个问题	(75)
§2.3.5	概念的学习——立体几何体的识别	(77)
一、	用语义网络表示概念	(77)
二、	学习	(79)
第三章	搜索原理	(86)
§3.1	概述	(86)
§3.1.1	搜索系统的组成	(87)
§3.1.2	问题变换方法	(90)
一、	同构同态变换	(94)
二、	问题分解法及与 / 或图表示	(95)
§3.1.3	问题的直接求解法	(98)

一、问题的状态空间表示及其求解方法	(98)
二、问题演绎法	(108)
三、博弈问题求解法	(112)
§3.2 基本搜索方法	(114)
§3.2.1 盲目状态空间搜索法	(116)
一、深度为主搜索法	(116)
二、宽度为主搜索法	(121)
三、一致代价搜索法	(125)
四、双向搜索法	(127)
§3.2.2 盲目与/或图搜索法	(128)
一、与/或树的宽度为主搜索法	(129)
二、与/或树的深度为主搜索法	(132)
§3.3 搜索效率	(132)
§3.4 启发式搜索原理	(135)
§3.4.1 启发式搜索的基本概念	(135)
一、启发式搜索的必要性	(135)
二、隐式图搜索过程	(136)
三、启发式信息弱的类型	(138)
四、估价函数	(139)
§3.4.2 基本启发式搜索方法	(140)
一、局部择优搜索	(140)
二、全局择优搜索	(141)
§3.4.3 A* 算法	(147)
一、基本概念和定义	(147)
二、A* 算法的可采纳性	(149)
三、估价函数的启发能力	(151)
§3.4.4 与/或图启发式搜索的基本概念	(151)

一、最佳解的定义.....	(152)
二、希望树.....	(154)
三、与/或图的有序搜索算法.....	(154)
四、Nilsson 算法.....	(155)
§3.4.5 博弈树的启发式搜索.....	(159)
一、极大极小搜索法.....	(160)
二、 α - β 剪枝技术.....	(166)
§3.5 启发式问题求解程序.....	(168)
§3.5.1 通用问题求解程序.....	(168)
一、GPS 的基本原理.....	(169)
二、GPS 所遇到的困难.....	(170)
三、差异操作表.....	(170)
§3.5.2 FDS——操作差异表的自动生成.....	(175)
§3.5.3 规划.....	(179)
一、GPS 中的规划.....	(181)
二、Strips.....	(185)
三、规划的生成.....	(188)
第四章 逻辑演算与自动定理证明.....	(192)
§4.1 命题逻辑.....	(193)
§4.1.1 命题.....	(193)
§4.1.2 命题联结词.....	(193)
§4.1.3 基本定律.....	(196)
§4.1.4 范式.....	(200)
§4.1.5 逻辑推理.....	(203)
§4.2 谓词逻辑.....	(206)
§4.2.1 谓词与量词.....	(207)
一、谓词.....	(207)

二、量词与合成公式.....	(210)
§4.2.2 谓词逻辑中的等价式和永真蕴含式.....	(213)
一、等价式和永真蕴含式.....	(213)
二、含有量词的等价式和永真蕴含式.....	(214)
§4.2.3 谓词公式的范式.....	(215)
§4.3 谓词公式之解释.....	(216)
§4.3.1 普遍有效性和可满足性.....	(216)
§4.3.2 公式之解释.....	(217)
§4.3.3 判定问题.....	(222)
§4.4 Herbrand理论.....	(223)
§4.4.1 SKOLEM标准型.....	(224)
§4.4.2 子句集合.....	(226)
§4.4.3 子句集合的Herbrand全域.....	(228)
§4.5 语义树.....	(234)
§4.6 Herbrand定理.....	(237)
§4.6.1 定理.....	(237)
§4.6.2 Herbrand定理的执行.....	(239)
§4.6.3 Davis和Putnam方法.....	(239)
§4.7 Robinson消解原理.....	(242)
§4.7.1 命题逻辑中的消解原理.....	(243)
§4.7.2 代换与合一.....	(247)
§4.7.3 一阶逻辑中的消解原理.....	(252)
§4.7.4 消解原理的完备性.....	(254)
§4.7.5 应用消解原理的例子.....	(258)
§4.7.6 删除策略.....	(262)
§4.8 语义消解与锁消解.....	(268)
§4.8.1 语义消解.....	(268)

§4.8.2	超消解和支架集策略.....	(276)
一、	超消解.....	(276)
二、	支架集策略.....	(278)
§4.8.3	有序子句的语义消解.....	(280)
§4.8.4	锁消解.....	(285)
§4.9	线性消解.....	(291)
§4.9.1	输入消解与单元消解.....	(293)
§4.9.2	有序线性消解.....	(294)
§4.9.3	有序线性消解的完备性.....	(298)
§4.10	树搜索的基本概念.....	(299)
§4.11	相等关系.....	(301)
§4.11.1	满足一定条件的解释及子句集的不可 满足性	(303)
§4.11.2	同调——用作“相等”的推理规则.....	(306)
§4.11.3	超同调.....	(308)
§4.11.4	输入和单元同调.....	(311)
§4.11.5	线性同调.....	(315)
第五章	Horn子句问题求解逻辑.....	(316)
§5.1	Horn子句逻辑的基本概念.....	(316)
§5.1.1	断言、规则和询问.....	(316)
§5.1.2	Horn子句的形式定义.....	(319)
§5.1.3	论域、解释、不相容性.....	(320)
§5.1.4	Horn子句的自然语言特征.....	(321)
一、	变量与个体类型.....	(323)
二、	“存在”在Horn子句中的表达.....	(324)
三、	“否定”在Horn子句中的表达.....	(327)
四、	当Horn子句的条件为蕴含时的表达问	

题.....	(329)
五、Horn 子句 的语义网络表达.....	(330)
六、Horn 子句 在数据库系统中的应用.....	(332)
七、Horn 子句 在数学上的应用.....	(335)
§5.1.5 Horn 子句 逻辑与标准逻辑.....	(337)
一、比较.....	(337)
二、标准逻辑形式转换为 Horn 子句 形式的 方法.....	(338)
三、例子.....	(340)
§5.2 Horn 子句 逻辑推理.....	(344)
§5.2.1 应用 Horn 子句 逻辑证明给定的问题.....	(344)
一、Top-down推理、Bottom-up推理的例子	(346)
二、推理规则与搜索策略.....	(353)
§5.2.2 Horn 子句 问题求解.....	(357)
§5.2.3 问题的演绎表示(与/或图表示)与 Horn 子句表示的关系.....	(362)
§5.2.4 Horn子句问题求解解释.....	(365)
一、子目标.....	(366)
二、子目标的执行次序.....	(368)
§5.2.5 Horn 子句 的过程解释.....	(369)
一、逻辑程序的数据结构.....	(370)
二、逻辑程序的执行特点.....	(372)
§5.3 Non-Horn 子句逻辑推理.....	(376)
§5.3.1 Non-Horn 子句化成Horn子句的方法.....	(377)
§5.3.2 Non-Horn 子句推理方法.....	(379)
一、用消解原理进行推理.....	(379)

二、用联结图进行推理	(381)
第六章 人工智能工程系统	(387)
§6.1 专家系统	(387)
§6.1.1 概述	(387)
§6.1.2 专家系统的结构与功能	(390)
§6.1.3 专家系统情况一览表	(394)
§6.1.4 专家系统的设计与讨论	(400)
§6.2 自然语言理解系统	(402)
§6.2.1 概述	(402)
§6.2.2 自然语言处理的主要方法	(405)
§6.2.3 机器翻译	(410)
§6.2.4 认知心理学和认知语言学	(417)
§6.3 决策支持系统	(420)
§6.3.1 概述	(420)
§6.3.2 决策方法	(422)
§6.3.3 决策系统	(428)
§6.3.4 决策支持系统的构成	(432)
§6.4 模式识别系统	(434)
§6.4.1 概述	(434)
§6.4.2 系统结构	(436)
§6.4.3 模式识别专家系统	(439)
§6.5 机器人系统	(443)
§6.5.1 机器人与机器人学	(443)
§6.5.2 机器人的应用领域	(446)
§6.5.3 机器人的种类和性能	(447)
习 题	(450)
参考资料	(478)

第一章

引 论

人类文明史正在进入一个人机共存、相互补充、相互促进的新时代，这里所说的机，目标是智能机，而当今是泛指二进制的电子计算机，即所谓“电脑”。

有了人脑，才有电脑。电脑是人脑的延伸和补充，是人的工具，是人的奴隶。但是，如果奴隶善思维、会学习的话，就会在某些方面超过主人。使机器具有智能，能听、能说、能看、能写、长于计算、善于规划、优化设计、严格推理、会思考、会学习、会决策、会象人类专家那样解决疑难问题，这就是人工智能这门新兴学科的研究任务。

本章介绍人工智能的概念，研究范畴，发展历史和国内外的现状。

§1.1 人工智能概况、历史和现状

§1.1.1 什么是人工智能

人工智能(Artificial Intelligence, 缩写为AI)作为一门新兴的边缘学科，目标是研究如何使机器具有认识问题与解决问题的能力。人工智能也称机器智能(Machine Intelligence)，就是让机器更“聪明”，更具有类似人的智能，同时又与人的智能互为补充，互相促进，从而开辟人机共存的人类

文明史的新时代。

上述概念可作为人工智能学科体系的建立、划分边界和确定研究内容及其层次的依据或参考。

按照这个概念，凡是使机器能具有感知功能（如视、听、嗅），思维功能（如分析、综合、计算、推理、联想、判断、规划、决策），表达行动功能（如说、写、画）及学习记忆等功能的，都属于认识问题与解决问题的范畴。

可以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（包括硬件和软件技术）都是人工智能的理论基础。

2. 人工智能原理

智能的高低主要以知识的拥有和有效的运用为其特征，因此人工智能的工作原理以知识的表达、知识的处理、知识的获取与学习、利用知识求解问题的基本技术作为主要的研究内容。

3. 人工智能工程系统

根据人工智能的原理而建立的工程系统，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，智能机器人系统等都属于人工智能工程技术范围。这一层次实质上是应用层次。

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基础建立的，而人工智能技术又是人工智能原理的工程应用。

人工智能是一门正在形成的新学科，其边界是模糊的。