

同等学力人员申请硕士学位考试用书

计算机科学与技术学科 人工智能原理 复习与考试指导

张仰森 编



高等教育出版社

同等学力人员申请硕士学位考试用书

计算机科学与技术学科

人工智能原理复习与考试指导

张仰森 编

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

人工智能原理复习与考试指导/张仰森编. —北京:
高等教育出版社, 2003. 8
ISBN 7-04-012799-7

I. 人... II. 张... III. 人工智能—研究生—统一
考试—自学参考资料 IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 045289 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-82028899		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	河北新华印刷一厂		
开 本	850×1168 1/32	版 次	2003 年 8 月第 1 版
印 张	12	印 次	2003 年 8 月第 1 次印刷
字 数	310 000	定 价	22.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书是根据国务院学位委员会组织制订的《同等学力人员申请硕士学位计算机科学与技术学科综合水平全国统一考试大纲及指南》中“人工智能原理”考试大纲的内容编写的。全书共分六章,包括人工智能的基本概念及其发展状况、知识表示方法、归结推理方法、不确定推理方法、机器学习和自然语言理解。每章都给出了大量例题和习题,并附有习题的参考解答。

本书可作为计算机科学与技术学科综合水平全国统一考试的复习辅导书,也可作为理工科本科生或硕士研究生学习“人工智能原理”课程的教学参考书或自学用书。还可供参加其他考试的相关人员参考。

前 言

从 1999 年开始国家对计算机科学与技术学科的同等学力人员申请硕士学位实行统一的综合水平考试,到目前为止已经考过四次,“人工智能原理”是其中的一门课程,也是参考人员选考较多的一门课程。为了更好地满足广大同等学力申请硕士学位人员的需求,我们根据《同等学力人员申请硕士学位计算机科学与技术学科综合水平全国统一考试大纲及指南》中“人工智能原理”考试大纲编写了本书。

本书共分六章,对人工智能原理的考试内容进行辅导。各章均包括复习要求、内容提要、习题类型与解题方法、例题分析、习题、解题指导与习题解答等六个部分。“复习要求”基本上是按照考试大纲和复习指导的要求给出的。“内容提要”则比较系统而简明地介绍了考试所涉及的内容,在讲清概念的同时,力求对知识表示、推理方法(归结推理方法、不确定推理方法)、机器学习和自然语言理解等各类问题的求解方法和步骤进行归纳总结,并通过“例题分析”中的例题对这些解题方法进行讲解,以使考生能够掌握这些解题方法,增强自己动手解题的能力。“习题类型与解题方法”主要总结了各章可能遇到的习题类型。“习题”中收录了大纲所指定的参考书中的大多数习题以及其他一些习题,供考生参考。“解题指导与习题解答”中包括了习题的参考答案及解题思路。本书最后给出了三个附录。附录一是有关同等学力人员申请硕士学位计算机科学与技术学科综合水平考试中人工智能原理的考试大纲;附录二是近几年计算机科学与技术学科综合水平考试的有关人工智能部分的真题;附录三是对附录二所列真题的参考解答,仅供考生参考。

本书第一章简要介绍了人工智能的基本概念、研究发展的状

况,以及各个学派的观点,并对其研究与应用领域进行了必要的讨论。第二章介绍知识表示的概念、方法和步骤。在对每一种知识表示法的特点及其所能表示的知识种类进行论述之后,给出了知识表示的步骤及方法,使考生更易于动手求解知识表示方面的习题。第三章在充分论述了命题逻辑和谓词逻辑之后,讲述了 Herbrand 理论和归结原理,更为重要的是详细讲述了如何利用归结原理证明定理和求解问题的步骤,并通过大量的例题对这些解题方法进行讲解,增强读者的解题能力。第四章介绍不确定推理方法,包括可信度方法、主观 Bayes 方法和证据理论,并分别就证据不确定性的表示、知识不确定性的表示和不确定性的传递推理方法进行了讨论,总结出了计算结论不确定性的合成法和更新法,而且通过大量实例说明这两种方法的一致性以及使用上的差异,指出在什么情况下使用合成法更简单,在什么情况下必须使用更新法。第五章介绍了机器学习的概念以及机器学习的各种方法,并分别对传统的机器学习策略和基于神经网络的学习模型进行了讨论。第六章介绍了自然语言理解的各种理论及其研究和发展的状况,并就基于规则和基于统计的各种自然语言处理方法以及汉语语料库加工方法进行了讨论。

本书在编写过程中力求做到以下几点:条理性,系统性,简明性,实用性。条理性是指在内容安排上力求由浅入深,循序渐进,逻辑严谨,前呼后应;在语言表达上力求文笔流畅,通俗易懂。系统性和简明性是指对内容的轻重和主次力求处理得当,注意做到既条理清楚,论述全面,自成体系,又简单明了,避免累赘和重复。实用性是指力求总结出各类问题的求解方法和步骤,增强考生的动手解题能力,帮助他们通过考试。

在本书编写过程中,北京理工大学计算机系的曹元大教授、龚元明教授为作者提供了真诚的帮助,在此表示衷心的感谢。王沛、成保栋、甄臻、张雨蒙等参与了部分书稿的录入和排版工作,另外,王铁、王晓凯、张涛、张龙飞等博士也给予了热情的关心和帮助,在此一并表示感谢。

人工智能的习题求解,是大家普遍认为比较难的,到目前为止,还没有较成熟的有关人工智能习题求解的书。本书给出了习题的参考解答,虽然尽最大努力力求完美,但由于作者水平所限,书中讲解的疏漏和错误以及习题解答中的错误都在所难免,恳请各位专家和广大读者不吝赐正。

张仰森

2003 年 4 月

目 录

第一章 绪论	(1)
一、复习要求	(1)
二、内容提要	(1)
三、习题类型与解题方法	(15)
四、例题分析	(16)
五、习题	(17)
六、解题指导与习题解答	(17)
第二章 知识表示方法	(20)
一、复习要求	(20)
二、内容提要	(20)
三、习题类型与解题方法	(56)
四、例题分析	(57)
五、习题	(71)
六、解题指导与习题解答	(74)
第三章 归结推理方法	(96)
一、复习要求	(96)
二、内容提要	(96)
三、习题类型与解题方法	(130)
四、例题分析	(131)
五、习题	(144)
六、解题指导与习题解答	(148)
第四章 不确定推理方法	(167)
一、复习要求	(167)
二、内容提要	(168)
三、习题类型与解题方法	(202)

四、例题分析	(203)
五、习题	(226)
六、解题指导与习题解答	(229)
第五章 机器学习	(242)
一、复习要求	(242)
二、内容提要	(242)
三、习题类型与解题方法	(284)
四、例题分析	(284)
五、习题	(288)
六、解题指导与习题解答	(289)
第六章 自然语言理解	(297)
一、复习要求	(297)
二、内容提要	(297)
三、习题类型与解题方法	(337)
四、例题分析	(337)
五、习题	(342)
六、解题指导与习题解答	(345)
附录一 同等学力人员申请硕士学位计算机科学与技术学科 综合水平考试大纲人工智能部分	(353)
一、考试大纲	(353)
二、复习指南	(354)
三、思考题	(354)
四、考试样卷	(355)
五、参考书目	(356)
附录二 计算机科学与技术学科人工智能考试真题	(357)
1999 年计算机科学与技术学科人工智能考试真题	(357)
2000 年计算机科学与技术学科人工智能考试真题	(359)
2001 年计算机科学与技术学科人工智能考试真题	(360)
附录三 计算机科学与技术学科人工智能考试真题 参考解答	(363)

1999 年人工智能考试真题参考解答·····	(363)
2000 年人工智能考试真题参考解答·····	(365)
2001 年人工智能考试真题参考解答·····	(367)
参考文献·····	(370)

第一章 绪 论

一、复习要求

1. 了解人工智能科学的诞生及其发展历史。
2. 掌握人工智能的定义。
3. 了解人工智能研究的各种学派及其理论以及实现人工智能的技术路线。
4. 了解人工智能研究的应用领域。

二、内容提要

1. 人工智能的诞生及其发展

人工智能是计算机科学的一个分支,它是当前科学技术中正在迅速发展,且新思想、新观点、新理论、新技术不断涌现的一个学科,也是一门涉及数学、计算机科学、控制论、信息论、心理学、哲学等学科的交叉学科和边缘学科。

人工智能于 1956 年夏季在美国达特茅斯(Dartmouth)大学诞生。

1956 年夏季,美国的一些从事数学、心理学、计算机科学、信息论和神经学研究的年轻学者,汇聚在 Dartmouth 大学,举办了一次长达两个月的学术讨论会,认真而热烈地讨论了用机器模拟人类智能的问题。在这次会议上,第一次使用了“人工智能”这一术语,以代表有关机器智能这一研究方向。这是人类历史上第一次人工智能研讨会,标志着人工智能学科的诞生,具有十分重要的意

义。

人工智能学科从诞生到现在已有 40 多年的历史,这期间人工智能的发展经历了不少的曲折。

20 世纪 50 年代,以游戏、博弈为对象开始了人工智能的研究工作,其间以电子线路模拟神经元及人脑的各项研究均告失败。

20 世纪 60 年代前期,人工智能以研究搜索方法和一般问题的求解为主。1960 年,美国的麦卡锡(John McCarthy)发明了人工智能程序设计语言 LISP,它是一种函数式语言(functional language),适合于对符号进行处理,其处理的唯一对象就是符号表达式。1963 年,Newell 发表了问题求解程序,走向了以计算机程序来模拟人类思维的道路,第一次把问题的领域知识与求解方法分离开来。20 世纪 60 年代后期,在机器定理证明方面取得了重大进展,并在规划问题方面开展了相应的研究。1965 年,Robinson 提出了归结原理,实现了自动定理证明的重大突破。1968 年,Quillian 在研究人类联想记忆时,认为记忆是由概念间的联系实现的,提出了知识表示的语义网络模型。

20 世纪 70 年代,人工智能的研究已在世界许多国家相继展开,研究成果大量涌现。1972 年,法国马赛大学的 A.Comerauer 提出并实现了逻辑程序设计语言 PROLOG;美国斯坦福大学的 E.H.Shortliffe 等人从 1972 年开始研制用于诊断和治疗感染性疾病的专家系统 MYCIN;1970 年,国际性的人工智能杂志(Artificial Intelligence)创刊,它对推动人工智能的发展,促进研究者们的交流起到了重要作用。但这时,由于在机器翻译、问题求解、机器学习等领域出现了一些问题,人工智能受到责难。在困难和挫折面前,人工智能研究的学者们没有退缩,他们继续进行深入的研究。经过认真地反思并总结以前的研究经验及教训,1977 年,费根鲍姆(Feigenbaum)提出了知识工程的概念,引发了以知识工程和认知科学为主的研究。以知识为中心开展人工智能研究的观点被大多数人所接受。这时,专家系统开始广泛应用,专家系统的开发工具也不断出现,人工智能产业日渐兴起。人工智能的研究又迎来了以

知识为中心的蓬勃发展的新时期。

20 世纪 80 年代,由于知识工程概念的提出和专家系统的初步成功,人工智能以推理技术、知识获取、自然语言理解和机器视觉的研究为主,开始了不确定推理、非单调推理、定性推理方法的研究。知识获取的研究已成为热门。在整个 20 世纪 80 年代,专家系统和知识工程在全世界得到迅速发展。有些人工智能的产品已成为商品。

自 20 世纪 90 年代以来,专家系统、机器翻译、机器视觉、问题求解等方面的研究已有实际应用,同时,机器学习和人工神经网络的研究深入开展,形成了高潮。当前比较热门的信息过滤、信息分类、数据挖掘等都属于机器学习的知识获取范畴。另外,不同学派间的争论也非常激烈,这些都进一步促进了人工智能的发展。

2. 人工智能的定义

人工智能的研究虽然已有 40 多年的历史,但和许多新兴学科一样,人工智能至今尚无统一的、严格的定义,要给人工智能下一个准确的定义是困难的。我们可以顾名思义,所谓人工智能就是用人工的方法在机器(计算机)上实现的智能;或者说是人们使用机器模拟人类的智能。由于人工智能是在机器上实现的,因此又可称之为机器智能。

既然人工智能所研究的是用计算机模拟人类智能,那么先来看看什么是人类智能,它有什么特点和特征。所谓人类智能,就是人类所具有的智力和行为能力,而这种智力和行为能力是以知识为基础的。智力行为的目的是获取知识,并运用知识去求解问题。也就是说,智力是获取知识并运用知识去求解问题的能力。人类智能的特点主要体现在感知能力、记忆与思维能力、归纳与演绎能力、学习能力以及行为能力等几个方面。感知能力是指人们通过视觉、听觉、触觉、味觉、嗅觉等感觉器官感知外部世界的能力,是人类获取外部信息的基本途径。人类就是通过感知获取有关信息,再经过大脑加工来获得大部分知识的。记忆与思维能力是人大脑最重要的功能,也是人类之所以有智能的根本原因所在。记忆

用于存储由感觉器官感知到的外部信息以及由思维所产生的知识;思维用于对记忆的信息进行处理,即利用已有的知识对信息进行分析、计算、比较、判断、推理、联想、决策等活动。思维是一个动态过程,是获取知识以及运用知识求解问题的根本途径。思维可分为逻辑思维、形象思维以及在潜意识激发下获得灵感而“忽然开窍”的顿悟思维等。其中,逻辑思维与形象思维是两种基本的思维方式。逻辑思维又称为抽象思维,它是一种根据逻辑规则对信息进行处理理性思维方式,反映了人们以抽象的、间接的、概括的方式认识客观世界的过程。形象思维又称为直感思维,它是一种以客观现象为思维对象、以感性形象认识为思维材料、以意象为主要思维工具、以指导创造物化形象的实践为主要目的的思维活动。归纳与演绎能力是人类进行问题求解的两种推理方式。归纳能力是指人们通过大量实例,总结出具有一般性规律的知识的能力。而演绎能力则是人类根据已有知识和所感知到的事实,推理求解问题的能力。学习是人类的本能,每个人都在随时随地地进行学习,既可能是自觉的、有意识的,也可能是不自觉的、无意识的;既可以是教师指导的,也可以是通过自己实践得来的。人们的学习是通过对环境的相互作用而进行的,通过学习可以积累知识,增长才干,适应环境的变化,充实、完善自己。行为能力是人们对感知到的外界信息的一种反应能力。

尽管目前对人工智能还难以给出完整、严格的定义,但我们还是可以从不同的角度对其做一些狭义的描述。

人工智能学科是计算机科学中涉及研究、设计和应用智能机器的一个分支。所谓**智能机器**,就是能够在各类环境中自主地或交互地执行各种拟人任务的机器。它包括研究如何设计和构造智能机器(智能计算机)或智能系统,使它能模拟、延伸、扩展人类智能;如何在这种智能机(计算机)上实现人类智能,使机器具有类似于人的智能;如何应用这种智能机器,等等。

从另一个角度来看,人工智能是研究怎样使计算机来模仿人脑所从事的推理、证明、识别、理解、设计、学习、思考、规划以及问

题求解等思维活动,来解决需要人类专家才能处理的复杂问题。如医疗诊断、石油测井解释、气象预报、交通运输管理等决策性课题。

从实用的观点看,人工智能是一门知识工程学。它以知识为对象,主要研究知识的获取、知识的表示方法和知识的使用(运用知识进行推理)。

3. 人工智能研究的方法及途径

(1) 人工智能研究的各种学派及其理论

人工智能是一门新兴的学科,对它的研究产生了许多学派。例如,以麦卡锡(J. McCarthy)和尼尔逊(N. J. Nilsson)为代表的逻辑学派;以纽厄尔(A. Newell)和西蒙(H. A. Simon)为代表的认知学派;以费根鲍姆(E. A. Feigenbaum)为代表的知识工程学派(知识工程旨在研究知识在人类智能中的作用与地位);以麦克莱伦德(J. L. McClelland)和鲁梅尔哈特(J. D. Rumelhart)为代表的联结学派(研究神经网络);以贺威特(C. Hewitt)为代表的分布式学派(研究多智能系统中的知识与行为)以及以布鲁克(R. A. Brook)为代表的进化论学派,等等。不同学派的研究内容与研究途径也都有所不同。

从人工智能的研究途径来看,目前主要有两种观点。一种观点主张通过运用计算机科学的方法进行研究,通过研究逻辑演绎在计算机上的实现方法,实现人类智能在计算机上的模拟。另一种观点主张用仿生学的方法进行研究,通过研究人脑的工作模型,探究人类智能的本质。前一种观点称为**符号主义**,后一种观点称为**联结主义**。

符号主义(Symbolicism),又称为逻辑主义(Logicism)或计算机学派(Computerism)。认为人类智能的基本单元是符号,认知过程就是符号表示下的符号计算,从而思维就是符号计算。其原理主要是物理符号系统假设和有限合理性原理。

联结主义(Connectionism),又称为仿生学派(Bionicism)。认为人类智能的基本单元是神经元,认知过程是由神经元构成的网络

的信息传递,这种传递是并行、分布进行的。其原理主要是神经网络及神经网络间的连接机制与学习算法。

① 符号主义

符号主义认为,人对客观世界认识的认知基元是符号,而且认知过程即是符号操作的过程,人本身就是一个物理符号系统。人通过自己的眼睛观察客观世界,将所观察的事物以符号的形式表示出来,并输入“人”这个符号系统进行处理,这种处理过程即是符号操作过程或称推理过程,人通过这种操作过程达到认知客观世界的目的。而要将客观世界以符号形式表示出来,就要使用数学逻辑,所以,符号主义认为人工智能源于数学逻辑。数学逻辑从19世纪末起就获得了迅速发展,到20世纪30年代开始用于描述智能行为。计算机出现后,则在计算机上实现了逻辑演绎系统。这是由于计算机也是一个物理符号系统,它可以对以逻辑符号表示的知识进行逻辑演绎。既然计算机和人都是物理符号系统,而人工智能的研究目标又是实现机器智能,所以,就可以用计算机自身所具有的符号处理推算能力来模拟人的智能行为,即用计算机的符号操作来模拟人的认知过程。如果从这一角度来看,可以说,人的思维是可操作的。同时,符号主义还认为,知识是人们把实践中获得的信息关联在一起所形成的信息结构,是构成智能的基础。人工智能的核心问题是知识表示、知识推理和知识运用。知识可以用符号来表示,也可以用符号进行推理,因而有可能建立起基于知识的人类智能和机器智能的统一理论体系。

正是基于以上认识,符号主义学派的研究方法是以符号处理为核心,通过符号处理来模拟人类求解问题的心理过程。这种方法是由纽厄尔与西蒙等人于20世纪50年代中期在研究通用问题求解系统GPS(General Problem Solver)时首先提出来的。目前,人工智能的大部分研究成果都是基于这种方法实现的。

该学派的研究内容就是基于逻辑的知识表示和推理机制。基于逻辑的知识表示方法的研究主要是研究如何用谓词逻辑表示知识,而这种知识是一种确定性的知识。对推理机制的研究,目前主

要方法是 Robinson 的归结推理方法。

这个学派的代表人物有纽厄尔(A. Newell)、西蒙(H. A. Simon)、麦卡锡(J. McCarthy)和尼尔逊(N. J. Nilsson)、罗宾逊(Robinson)、肖特里费(E. H. Shortliffe)等。正是这些符号主义者,早在 1956 年首先采用“人工智能”这个术语。后来又相继发展了启发式算法、专家系统、知识工程理论与技术,并在 20 世纪 80 年代取得很大进展。符号主义曾长期一枝独秀,为人工智能的发展做出了重要贡献,尤其是肖特里费于 1972 年成功开发并应用了专家系统 MYCIN,对人工智能走向工程应用和实现理论联系实际具有特别重要的意义。在人工智能的其他学派出现之后,符号主义者仍然是人工智能的主流学派。

② 联结主义

符号主义学派是基于数学逻辑对知识进行表示和推理的,进而解决现实世界中的许多问题。但是,人们并非仅仅依靠逻辑推理来求解问题,有时非逻辑推理在求解问题的过程中起着更重要的作用,甚至是决定性的作用。人的感知过程主要是形象思维,这是逻辑推理做不到的,因而无法用符号方法进行模拟。此外,用符号表示概念时,其有效性在很大程度上取决于符号表示的正确性。当把有关信息转换成推理机构能进行处理的符号时,将会丢失一些重要信息,它对带有噪声的信息以及不完整的信息也难以进行处理。这就表明单凭符号方法来解决智能中的所有问题是不可能的。

联结主义学派又称仿生学学派。它认为人工智能可以通过仿生人脑的结构来实现。大脑是人类一切智能活动的基础,而人的思维基元是神经元,而不是符号处理过程。它对物理符号系统假设持反对意见,认为人脑不同于电脑,要进行人工智能的研究,就要研究人的大脑的工作模式,因而应该研究大脑神经元及其连接机制,探究大脑的结构以及它进行信息处理的过程与机理,揭示人类智能的奥秘,从而真正实现人类智能在机器上的模拟。它的代表性成果是 1943 年由生理专家麦卡洛克(W. McCulloch)和数理逻辑