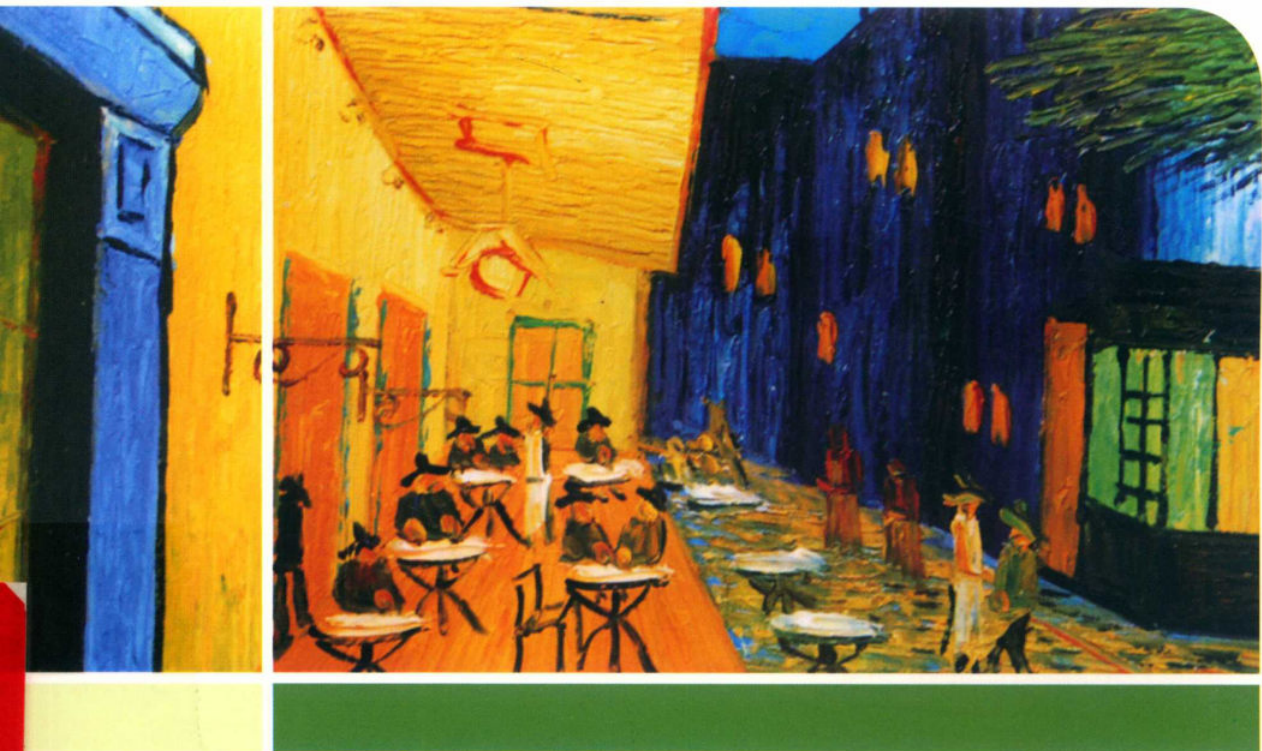




21世纪高等学校计算机
专业实用规划教材

人工智能 习题解析与实践

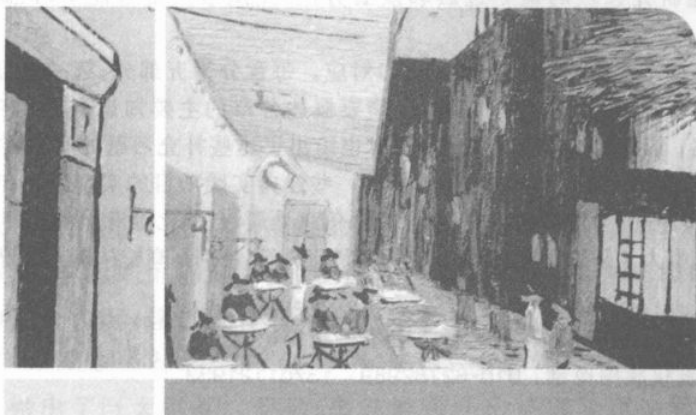
◎ 朱福喜 朱丽达 编著



清华大学出版社



21世纪高等学校计算机
专业实用规划教材



人工智能习题解析与实践

◎ 朱福喜 朱丽达 编著

贵州师范学院内部使用

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书配合作者出版的《人工智能(第3版)》的内容,集习题解答、课堂演示和实践指导于一体,全面地反映了国内外人工智能研究领域的最新进展和发展方向,是从事人工智能学习、研究和教学的实用工具书。

全书共16章,内容基本与《人工智能(第3版)》对应。每章分为五部分,第一部分是学习目标与要求,简要列出每章的学习目标;第二部分是知识要点,简要概述各章的主要知识点;第三部分是习题解析,给出对应教材的习题答案;第四部分是补充习题,同时也给出了这些补充习题的答案;第五部分是课堂演示与实践指导,列出了算法演示、动画和视频资料,给出一些经典实践项目的实现过程和程序代码。

本书具有先进性、实用性和可读性,可作为计算机、信息处理、自动化等专业的高年级本科生学习人工智能的辅助教材,也可供从事人工智能研究、开发和应用的科研人员,特别是高校从事人工智能教学的教师参考。

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

人工智能习题解析与实践/朱福喜,朱丽达编著. —北京:清华大学出版社,2019
(21世纪高等学校计算机专业实用规划教材)
ISBN 978-7-302-51966-9

I. ①人… II. ①朱… ②朱… III. ①人工智能—高等学校—题解 IV. ①TP18-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 294731 号

策划编辑:魏江江
责任编辑:王冰飞
封面设计:刘 键
责任校对:焦丽丽
责任印制:丛怀宇

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>, 010-83470236

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:27.25

字 数:661千字

版 次:2019年9月第1版

印 次:2019年9月第1次印刷

印 数:1~1500

定 价:69.80元

产品编号:081895-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和教学方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

本系列教材立足于计算机专业课程领域,以专业基础课为主、专业课为辅,横向满足高校多层次教学的需要。在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 反映计算机学科的最新发展,总结近年来计算机专业教学的最新成果。内容先进,充分吸收国外先进成果和理念。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,融合先进的教学思想、方法和手段,体现科学性、先进性和系统性,强调对学生实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上;特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现教学质量和教学改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本,合理配套。专业基础课和专业课教材配套,同一门课程有针对不同层次、面向不同应用的多本具有各自内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材、教学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家,择优选用。在制定教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教

材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主题。书稿完成后要认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平教材编写梯队才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机专业实用规划教材

联系人:魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

人工智能(Artificial Intelligence)作为研究机器智能和智能机器的一门综合性学科,备受人们的重视和关注,其意义已远远超出计算机学科的范畴。

自 20 世纪 50 年代人工智能产生以来,使计算机具有智能,能够模拟人的思维和行为,一直是人工智能研究者的理想和追求。尽管人工智能的发展道路崎岖不平,但不畏艰难地从事人工智能研究的科学工作者们并没有放弃对这个理想的追求。尽管计算机科学其他分支的发展也非常迅猛,并不断出现新的学科领域,但是当这些学科的发展进一步深化的时候,人们不会忘记这样一个共同的目标:使计算机更加智能化。正是有这样一大批坚忍不拔、执着追求的人孜孜不倦地努力,才使我们迎来了人工智能的第三次高潮。近来,教育部已经申请将人工智能上升为一级学科,军事领域将其视为未来战争胜利的决定因素之一,而国家则将其列为国家发展的战略目标之一。

在这个人工智能的春天里,作者作为人工智能的教学和研究工作者,敢于下笔撰写这本人工智能教学工具书,首先要感谢那些不管人工智能是处于高潮还是处于低谷,都在人工智能领域默默奋斗的人们,他们的努力使得人工智能一直保持着那种神秘的魅力,吸引着作者在人工智能的教学岗位上站岗 30 余年(“站岗”一词来自于股票低迷时期那些默默坚守的持有人的执着),30 余年终归有所积累;其次,要感谢作者的那些聪明优秀的学生,他们有的是优秀的本科生、研究生,有的来自于弘毅班、卓越工程班,他们在学习“人工智能”这门课程时表现出的不仅仅是天资聪慧,更多的是刻苦钻研、勇于实践和创新的精神,作者与他们在“人工智能”课程教学和探讨过程中积累了很多的经验。

本书配合作者出版的《人工智能(第 3 版)》的内容,集习题解答、课堂演示和实践指导于一体,全面地反映了国内外人工智能研究领域的最新进展和发展方向,是从事人工智能学习、研究和教学的实用工具书。

全书共 16 章,内容基本与《人工智能(第 3 版)》对应。每章分为五部分,第一部分是学习目标与要求,简要列出每章的学习目标;第二部分是知识要点,简要概述各章的主要知识点;第三部分是习题解析,给出对应教材的习题答案;第四部分是补充习题,同时也给出了这些补充习题的答案;第五部分是课堂演示与实践指导,列出了算法演示、动画和视频资料,给出一些经典实践项目的实现过程和程序代码。其中,第四、五部分的内容除了在本书中介绍以外,还提供电子版形式,读者,特别是教师,可以扫描封底的课件二维码下载,用于课堂演示和指导学生进行项目实践。

本书参考了许多较新的国外同类教材和教辅资料及习题解答,力图保持新颖性和实用性,强调基本概念和基本观点,注重理论和实际相结合。

在本书的编写过程中,引用了朱三元副教授编写的教学演示程序,肖家清博士、朱丽达

博士提供了大量教学资料和大力支持,袁君老师和聂雄超、贺志龙硕士帮助编写程序和验证程序,作者在此向他们表示衷心的感谢。

同时,本书的编写得到了清华大学出版社魏江江分社长、王冰飞编辑的大力支持,在此谨表示衷心感谢。

由于本书涉及的知识面较广,加上作者学术水平所限,难以对人工智能的方方面面进行很深入的研究,因此书中疏漏在所难免,恳请读者批评指正,使本书得以改进和完善。

作 者

2019年7月于武汉黄家湖畔

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 学习目标与要求	1
1.2 知识要点	1
1.2.1 人工智能的概念	1
1.2.2 人工智能的产生及主要学派	2
1.2.3 人工智能、专家系统和知识工程	3
1.2.4 图灵测试	4
1.2.5 人工智能应用系统	5
1.2.6 人工智能的技术特征	7
1.3 习题解析	8
1.4 补充习题	9
1.5 课堂演示与实践指导	10
第 2 章 用搜索求解问题的基本原理	12
2.1 学习目标与要求	12
2.2 知识要点	12
2.2.1 搜索求解问题的基本思路	12
2.2.2 实现搜索过程的三大要素	12
2.2.3 通过搜索求解问题的方法	14
2.2.4 问题特征分析	14
2.3 习题解析	15
2.4 补充习题	16
2.5 课堂演示与实践指导	18
2.5.1 课堂演示	18
2.5.2 实践指导：分啤酒问题	22
第 3 章 搜索的基本策略	29
3.1 学习目标与要求	29
3.2 知识要点	29
3.2.1 盲目的搜索方法	29

3.2.2	启发式搜索	30
3.3	习题解析	32
3.4	补充习题	44
3.5	课堂演示与实践指导	49
3.5.1	课堂演示	49
3.5.2	实践指导：传教士—野人过河问题的实现	57
第4章	图搜索策略	71
4.1	学习目标与要求	71
4.2	知识要点	71
4.2.1	或图搜索策略	71
4.2.2	与/或图搜索	75
4.3	习题解析	77
4.4	补充习题	79
4.5	课堂演示与实践指导	84
4.5.1	课堂演示	84
4.5.2	实践指导：天平称球	90
第5章	博弈与搜索	93
5.1	学习目标与要求	93
5.2	知识要点	93
5.2.1	博弈与对策	93
5.2.2	极小极大搜索算法	93
5.2.3	α - β 剪枝算法	94
5.3	习题解析	95
5.4	补充习题	100
5.5	课堂演示与实践指导	105
5.5.1	课堂演示	105
5.5.2	实践指导：人机对战五子棋游戏的实现	108
第6章	演化搜索算法	130
6.1	学习目标与要求	130
6.2	知识要点	130
6.2.1	遗传算法的基本概念	130
6.2.2	遗传编码	131
6.2.3	适应值函数	132
6.2.4	遗传操作	133
6.2.5	初始化群体	136
6.2.6	控制参数的选取	136

6.2.7	算法的终止准则	137
6.2.8	免疫算法	137
6.3	习题解析	141
6.4	补充习题	148
6.5	课堂演示与实践指导	149
6.5.1	课堂演示	149
6.5.2	实践指导：遗传算法求解 TSP 问题	151
第 7 章	群集智能算法	158
7.1	学习目标与要求	158
7.2	知识要点	158
7.2.1	群集智能的基本算法介绍	158
7.2.2	群集智能与人工鱼	165
7.2.3	群集智能的优缺点	166
7.3	习题解析	167
7.4	补充习题	169
7.5	课堂演示与实践指导	169
7.5.1	课堂演示	169
7.5.2	实践指导：蚁群算法的模拟实现	174
第 8 章	记忆型搜索算法	198
8.1	学习目标与要求	198
8.2	知识要点	198
8.2.1	禁忌搜索算法	198
8.2.2	和声搜索算法	202
8.3	习题解析	205
第 9 章	基于 Agent 的搜索	207
9.1	学习目标与要求	207
9.2	知识要点	207
9.2.1	DAI 概述	207
9.2.2	分布式问题求解	208
9.2.3	Agent 的定义	208
9.2.4	Agent 的分类	209
9.2.5	Agent 通信	211
9.2.6	移动 Agent	213
9.2.7	典型的移动 Agent 平台	215
9.3	习题解析	216
9.4	补充习题	221

9.5 实践指导：基于 Agent 实现的分布式计算	221
第 10 章 知识表示与处理方法	235
10.1 学习目标与要求	235
10.2 知识要点	235
10.2.1 知识表示概述	235
10.2.2 逻辑表示法	237
10.2.3 产生式表示法	237
10.2.4 语义网络表示法	240
10.2.5 框架表示法	243
10.2.6 过程式知识表示	244
10.3 习题解析	244
10.4 补充习题	250
第 11 章 谓词逻辑的归结原理及其应用	257
11.1 学习目标与要求	257
11.2 知识要点	257
11.2.1 命题演算的归结方法	257
11.2.2 谓词演算的归结	258
11.2.3 归结原理	260
11.2.4 归结过程的控制策略	264
11.3 习题解析	265
11.4 补充习题	275
11.5 课堂演示与实践指导	292
11.5.1 课堂演示	292
11.5.2 实践指导	295
第 12 章 非经典逻辑的推理	299
12.1 学习目标与要求	299
12.2 知识要点	299
12.2.1 非单调推理	299
12.2.2 Dempster-Shater(D-S)证据理论	300
12.2.3 不确定性推理	302
12.2.4 MYCIN 系统的推理模型	304
12.2.5 模糊推理	305
12.3 习题解析	308
12.4 补充习题	320

第 13 章 机器学习	327
13.1 学习目标与要求	327
13.2 知识要点	327
13.2.1 概述	327
13.2.2 归纳学习	329
13.2.3 基于解释的学习	332
13.2.4 基于类比的学习	333
13.3 习题解析	334
13.4 补充习题	336
13.5 实践指导	337
第 14 章 人工神经网络	346
14.1 学习目标与要求	346
14.2 知识要点	346
14.2.1 人工神经网络的特点	346
14.2.2 人工神经网络的基本原理	347
14.2.3 人工神经网络的基本结构模式	349
14.2.4 人工神经网络互联结构	350
14.2.5 神经网络模型分类	351
14.2.6 基本的神经网络学习算法介绍	352
14.2.7 典型神经网络简介	354
14.2.8 人工神经网络与人工智能其他技术的比较	359
14.3 习题解析	360
14.4 补充习题	363
14.5 实践指导	365
第 15 章 数据挖掘与知识发现	374
15.1 学习目标与要求	374
15.2 知识要点	374
15.2.1 数据挖掘	374
15.2.2 Web 挖掘	385
15.2.3 文本挖掘	389
15.3 习题解析	391
15.4 补充习题	393
15.5 实践指导: 利用 Weka 挖掘关联规则	394
第 16 章 专家系统	405
16.1 学习目标与要求	405

16.2	知识要点	405
16.2.1	专家系统概述	405
16.2.2	专家系统中的知识获取	407
16.2.3	专家系统的解释机制	408
16.2.4	专家系统开发工具与环境	409
16.2.5	专家系统开发方法	411
16.3	习题解析	412
16.4	补充习题	416
	参考文献	419

1.1 学习目标与要求

- 掌握人工智能的基本概念。
- 熟悉人工智能的学派及研究领域。
- 理解人工智能的基本技术特征。
- 了解人工智能的应用领域。

1.2 知识要点

人工智能(Artificial Intelligence, AI)作为计算机学科的一个分支,被称为 20 世纪 70 年代以来世界三大尖端技术(空间技术、能源技术、人工智能)之一。

1.2.1 人工智能的概念

人工智能的出现不是偶然的。从思维基础上讲,它是人们长期以来探索、研制能够进行计算、推理和其他思维活动的智能机器的必然结果;从理论上讲,它是信息论、控制论、系统工程论、计算机科学、心理学、神经学、认知科学、数学和哲学等多门学科相互渗透的结果;从物质和技术基础上讲,它是电子计算机和电子技术得到广泛应用的结果。

人工智能的概念涉及信息、认识、知识、智力、智能。

(1) 信息。信息与物质及能量构成整个宇宙。信息是物质和能量运动的形式,是以物质和能量为载体的客观存在。人们不能直接认识物质和能量,而是通过物质和能量的信息来认识它们。

(2) 认识。人的认识过程为:信息经过感觉输入到神经系统;再经过大脑思维变为认识。认识就是用符号去整理研究对象,并确定其联系。

(3) 知识。知识是人们对于可重复信息之间的联系的认识,是被认识了的信息和信息之间的联系,是信息经过加工整理、解释、挑选和改造而形成的。

(4) 智力。人们接受和建立知识能力往往看着是智力。关于智力,科学家们有不同的定义。

① Wisterw: 智力是指个体有意识地以思维活动来适应新情况的一种潜力,是个体对生活中新问题和新条件的心理上的一般适应能力。

② Terman: 智力是抽象思维的能力。

③ Buckingham: 智力是学习的能力。

④ Storddard: 智力是从事艰难、复杂、抽象、敏捷和创造性的活动,以及集中能力和保持情绪稳定的能力。

简言之,把智力看作认识能力的综合,特别强调解决新问题的能力、抽象思维、学习能力、对环境的适应能力。

(5) 智能。一般将智能定义为:智能=知识集+智力。智能主要是指运用知识解决问题的能力,推理、学习和联想是智能的重要因素。

人工智能是研究如何将人的智能转化为机器智能,或者是用机器来模拟或实现人的智能。人工智能方面的科学家分别在不同的年代对人工智能给出的定义如下。

(1) Winston, P 的定义为:“人工智能是研究使计算机更灵活有用、了解使智能的实现成为可能的原理。因此,人工智能研究结果不仅是使计算机模拟智能,而且是了解如何帮助人们变得更有智能。”

(2) A. Barr 和 Feiganbum, E 的定义为:“人工智能是计算机科学的一个分支,它关心的是设计智能计算机系统,该系统具有我们通常与人的行为相联系的智能特征,如了解语言、学习、推理、问题求解等。”

(3) Elaine Rich 的定义为:“人工智能是研究怎样让计算机模拟人脑从事推理、规划、设计、思考、学习等思维活动,解决至今认为需要由专家才能处理的复杂问题。”

(4) Michael 和 Nilsson 关于人工智能的定义为:科学人工智能和工程人工智能的概念。

① 关于科学人工智能,其目的是发展概念和词汇,以帮助我们了解人和其他动物的智能行为。

② 关于工程人工智能,其研究的是建立智能机器的概念、理论和实践。例如,专家系统,即在专门的领域(医疗、探矿、财务等领域)内的咨询服务系统;自然语言处理,即在有限范围内的问题回答系统;程序验证系统,即通过定理证明途径验证程序的正确性;智能机器人,即人工智能研究计算机视觉和智能机。

1.2.2 人工智能的产生及主要学派

人工智能作为一门学科而出现的突出标志是 1956 年夏,在美国达特茅斯(Dartmouth)大学由当时美国年轻的数学家 John-McCarthy(约翰·麦卡锡)和他的朋友 Minsky(明斯基)、Newell(纽维尔)、Simon(西蒙)、Shannon(香农)、Samuel(塞缪尔)、More(莫尔)等数学、心理学、神经学、信息论、计算机科学方面的学者,举办了一个长达两个月的研讨会。会上 McCarthy 提出了“Artificial Intelligence”一词,从而正式创建了人工智能这一学科。目前,人工智能主要有以下 3 个学派。

1. 符号主义学派

符号主义(Symbolicism)又称为逻辑主义(Logicist)、心理学派(Psychlogism)或计算机学派(Computerism)。该学派认为人工智能源于数理逻辑。数理逻辑在 19 世纪获得迅速发展,到 20 世纪 30 年代开始用于描述智能行为。

符号主义的主要理论基础是物理符号系统假设。符号主义将符号系统定义为以下三部分。

(1) 一组符号:对应于客观世界的某些物理模型。

(2) 一组结构：是由以某种方式相关联的符号的实例所构成的。

(3) 一组过程：作用于符号结构上而产生另一些符号结构，这些作用包括创建、修改、消除等。

在这个定义下，一个物理符号系统就是能够逐步生成一组符号的产生器。

在物理符号的假设下，符号主义认为：人的认知是符号，人的认知过程是符号操作过程。符号主义还认为：人就是一个物理符号系统，计算机也是一个物理符号系统。因此，我们就能够用计算机来模拟人的智能行为，即可用计算机的符号操作来模拟人的认知过程。这实质就是认为，人的思维是可操作的。

2. 联结主义学派

联结主义(Connectionism)又称仿生学派(Bionicsism)或生理学派(Physiogism)，是基于生物进化论的 AI 学派，其主要理论基础为神经网络及神经网络间的连接机制与学习算法。联结主义认为 AI 源于仿生学，特别是对人脑模型的研究，认为人的思维基元是神经元，而不是符号处理过程，人脑不同于计算机，并提出联结主义的大脑工作模式，用于否定基于符号操作的计算机工作模式。

联结主义具有代表性的工作有：Hopfield 教授分别在 1982 年和 1984 年的两篇论文中提出用硬件模拟神经网络；Rumhart 教授在 1986 年提出多层网络中的反向传播(BP)算法。

3. 行为主义学派

行为主义(Actionism)又称为进化主义(Evolutionism)或控制论学派(Cyberneticsism)，其原理为控制论及“感知—动作”型控制系统。行为主义提出了智能行为的“感知—动作”模式，认为：智能取决于感知和行动；人工智能可以像人类智能一样逐步进化(所以称为进化主义)；智能行为只能在现实世界中与周围环境交互作用而表现出来。

行为主义是控制论向 AI 领域的渗透，其理论基础是控制论。它把神经系统的工作原理与信息论联系起来，着重研究模拟人在控制过程中的智能行为和作用，如自寻优、自适应、自校正、自镇定、自学习和自组织等控制论系统，并进行控制论动物的研究。

1.2.3 人工智能、专家系统和知识工程

一般认为，专家系统是一个智能程序，它能对那些需要专家知识才能解决的问题提供具有专家水平的解答。

早期的专家系统通常用高级程序设计语言编写，尤其是 LISP 和 PROLOG 语言，常被选作实现语言。然而，在用高级编程语言作为专家系统的建造工具时，人们常常要把大量的精力和时间花费在与被模型化的问题领域毫无关系的系统实现上。因此，人们认识到在开发专家系统中应该把求解问题的算法与知识分开，从而使现今专家系统的基本模式为：专家系统=知识+推理。

因此，一个专家系统主要由两个部分组成：①知识库，存放关于特定领域的知识；②推理机，包括操纵知识库中所表示的知识的算法。

现在，专家系统很少直接用高级编程语言编写了，取而代之的是专家系统构造工具。在专家系统构造工具中，预先规定了知识表示形式并提供了相应的推理机。知识库的开发独立于推理机的一个好处是知识库可以逐步开发与求精，在不对程序进行大量修改的情况下，

纠正错误和不足；另一个好处就是一个知识库的内容可以被另一个知识库的内容所代替，从而形成完全不同领域的专家系统。

知识工程产生于 20 世纪 70 年代中期，当时专家系统的研究和开发已取得了一定成果，但建造一个成功的专家系统工程量巨大，其花费是以多少人年来计算，所以迫切需把专家系统的建造提高到工程的高度来认识。为此，美国的 J. McCarthy 提出了“认识论工程”的概念，试图概括建造专家系统的有关技术和方法。

目前，知识工程的主要研究内容有以下几方面。

1. 基础研究

基础研究主要研究：知识的本质、分类、结构和作用，知识的表示方法和语言，知识的获取和学习方法，推理和控制机制，解释和接口模型，认知模型等。

2. 实用知识系统的开发研究

实用知识系统的开发研究主要强调解决在建造实用知识系统过程中碰到的实际技术问题，如实用知识获取技术，知识系统体系结构，实用知识表示方法和知识库结构，实用推理技术，实用解释技术，实用接口设计技术，知识库管理技术，知识系统调试技术、分析与评价技术，知识系统的硬件实现技术等。

3. 知识工程环境研究

知识工程环境研究主要为实用知识系统的开发提供一些良好的工具和手段，以提高知识系统的研制效率与质量，加速商品化进程。

其研究内容包括：知识工程的基本支撑软件和硬件，知识工程语言（知识描述语言和系统结构设计语言），知识获取工具（自动或半自动），骨架工具系统，知识库管理工具（一致性、完备性检查工具，性能测试工具，知识库操作语言），接口设计工具、解释工具以及上述工具的集成化工具（即综合工具）等。

4. 与智能机和自动化相关课题的研究

智能机和自动化相关课题的研究的典型课题是智能机器人研究，所以这一方面研究的主要目的是通过硬件实现推理、问题求解、知识库管理、智能接口等技术，最终实现智能计算机。

不难看出，人工智能、知识工程及专家系统三者之间密切相关，知识工程是人工智能取得突出进展的一个分支，是人工智能、数据库技术、数理逻辑、认知科学等学科交叉发展的结果。从应用的角度来看，知识工程是从专家系统和知识处理系统中抽取共性，并研究它的一般原理和方法而发展起来的一门学科。三者之间的关系可描述为：人工智能包含知识工程，知识工程包含专家系统。

1.2.4 图灵测试

1950 年，英国数学家 Alan Turing 提出了一个测试方法来确定一个机器能否思考。该方法需要两个人对机器进行测试，其中，一人扮演提问者；另一人作为被测人员。这两个人与机器分别处在 3 个不同的房间，提问者通过打印问题和接收打印问题来与被测人员和被测机器进行通信。提问者可以向被测机器和被测人员提问，但他只知道接受提问的是 A 或 B，而不知道被测试者是人还是机器，并试图确定谁是机器、谁是人。这个测试后来被人们命名为“图灵测试”。