

敖志刚 编著

# 人工智能 与专家系统 导论

中国科学技术大学出版社

# 人工智能与专家系统导论

敖志刚 编著

中国科学技术大学出版社

2002·合肥

## 内 容 摘 要

本书的内容涉及到人工智能、专家系统和实现语言三个方面；系统地阐述了人工智能的基本原理、研究进展、研究方法和应用领域，重点突出人工智能的基本技术，包括 5 种主要的知识表示（状态空间、与或图、产生式、语义网络、谓词逻辑表示法）、2 种搜索（一般搜索和启发式搜索）、2 种推理（逻辑推理和算法推理）以及机器学习；详细地介绍了专家系统的原理、发展方向、结构、开发步骤、设计原则、评价方法、系统工具和环境以及专家系统的不精确性推理；另外，对人工智能与专家系统的核心语言 PDC Prolog 的语句、语法、应用、程序设计技巧与方法进行了高度和全面的概括。

本书可作为自动控制、自动化、计算机、信息处理、系统工程等专业的研究生和本科生的必修课和选修课教材，也可作为业余爱好者的科普读物，还可供从事相关专业的教师和广大科技人员作为参考书。

### 图书在版编目（CIP）数据

人工智能与专家系统导论/敖志刚编著. —合肥：中国科学技术大学出版社，2002.3  
ISBN 7-312-01379-1

I. 人… II. 敖… III. ①人工智能 ②专家系统 IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2002）第 000943 号

中国科学技术大学出版社出版

（安徽省合肥市金寨路 96 号，邮政编码：230026）

中国科学技术大学印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本：787mm×1092mm 1/16 印张：15.5 字数：380 千字

2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

印数：1—3000 册

ISBN 7-312-01379-1/TP·286 定价：20.00 元

# 前 言

人工智能是一门新兴的交叉学科，被誉为新世纪的带头学科；它开创了人-机系统共同思考问题的新时代，将带来计算机硬件和软件的革命，促进生产向科学化、智能化方向发展。目前，它正在向各个领域渗透，从而带来这些领域的更新换代，将给整个人类社会的科学体系和社会的发展带来不可估量的影响。

人工智能与专家系统正风靡世界，成为各国都关注的热点和焦点学科。专家系统是人工智能最活跃的一个领域，其应用已经涉及到每一个学科，其发展正处于方兴未艾的时期。它是人工智能从一般思维规律探索走向专门知识利用，从理论方法研究走向实际系统设计，从实验室进入现实世界的典范、转折点和突破口。目前，建立专家系统有两条途径，第一条是由人工智能语言直接书写，第二条是利用专家系统工具构造专家系统。

人工智能的最终目标就是构造一些来求解难题的程序，没有编写程序的经验就无法完成人工智能中的任何研究。人工智能的原理正通过 Prolog 语言显得更具活力。Prolog 首先在欧洲赢得众望，Prolog 自从在日本被选作为第 5 代计算机的核心语言以来，戏剧性地日益受到人们的青睐，在人工智能领域逐渐发挥着主导作用。

写作本书的目的是为满足广大的人工智能爱好者和大学教学的需要，以促进人工智能与专家系统知识在我国的普及、应用和发展。我们希望此书能成为您学习这方面知识的向导、工具和良师益友，为您系统、全面、深入地掌握人工智能与专家系统的理论、方法和技术，起到抛砖引玉的作用。我们相信，读者学完该书的内容就可以解决中等规模的人工智能问题和从事人工智能的程序设计以及构造、建立和开发中等规模的专家系统。

本书汇集和精练了作者 14 年来的教学实践、教学体会、科研和学术成果；也吸取了相关教材的精华，以及国内外大量案例与最新成果，其特征反映在以下几个方面：

1. 通俗、简练的概述和提要贯穿全书；
2. 众多的相协调的练习巩固了所有的概念；
3. 结合典型、生动、有趣的实例介绍其原理；
4. 用新颖、结构化的图例和算法介绍其抽象化的概念；
5. 基础理论深厚，科学严谨，内容适宜，重点突出，论述系统全面，写法上有鲜明的特色，与实际应用结合紧密，符合教学大纲的要求。

本书的内容涉及到人工智能、Prolog 语言和专家系统三个方面，共 8 章；第 1~5 章系统地阐述了人工智能的基本原理、研究进展、研究方法和应用领域，重点突出人工智能的基本技术。其中介绍了 5 种主要的知识表示方法，即状态空间表示法、与或图表示法、产生式表示法、语义网络表示法、谓词逻辑表示法；阐述了 2 种基于图的搜索方法，即一般图搜索和启发式搜索方法；详述了 2 种推理机制，

即逻辑推理和算法推理；另外还对机器学习的基本原理和方法作了一般性的介绍。第6章对人工智能与专家系统的核心语言 PDC Prolog 的语句、语法、应用、程序设计技巧与方法进行了概括和精化。第7~8章详细地介绍了专家系统的原理、发展方向、结构、开发步骤、设计原则、评价方法、系统工具和环境以及专家系统的不精确性推理。

本书得到了解放军理工大学刘建永部长、朱万红主任、卢厚清副主任、周先华教授和王可定教授的指导、关心和帮助，在此向他们表示衷心的感谢。

由于作者学术水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，热诚欢迎广大读者朋友指正并提出宝贵的建议。

作者

2002年3月

# 目 录

第 1 章 人工智能概述 .....	1
1.1 人工智能的基本概念 .....	1
1.1.1 智能 .....	1
1.1.2 人类智能 .....	2
1.1.3 人工智能 .....	3
1.1.4 人工智能的研究目标 .....	4
1.2 人工智能的科学范畴 .....	5
1.2.1 人工智能的位置 .....	5
1.2.2 人工智能的学科范畴 .....	5
1.2.3 人工智能分支的划分 .....	7
1.3 人工智能的研究途径与方法 .....	8
1.3.1 人工智能的基本技术 .....	8
1.3.2 人工智能的研究内容 .....	9
1.3.3 人工智能的研究途径 .....	10
1.3.4 人工智能的研究方法 .....	11
1.4 人工智能的产生与发展 .....	14
1.4.1 人工智能的孕育期(在 1956 年以前) .....	14
1.4.2 人工智能的基础技术研究与形成期(1956 年~1970 年) .....	15
1.4.3 人工智能的发展与应用期(1970 年以后) .....	17
1.4.4 人工智能在我国的发展情况 .....	19
1.5 人工智能的研究和应用领域 .....	19
1.5.1 模式识别 .....	19
1.5.2 自然语言理解 .....	21
1.5.3 自动定理证明 .....	21
1.5.4 自动程序设计 .....	22
1.5.5 博弈 .....	22
1.5.6 计算机视觉 .....	23
1.5.7 机器人 .....	23
1.5.8 智能计算机 .....	24
1.5.9 人工神经网络及神经网络计算机 .....	26
习题 .....	29

第 2 章 知识表示 .....	31
2.1 知识与知识表示的概念 .....	31
2.1.1 知识 .....	31
2.1.2 知识表示 .....	32
2.2 状态空间表示法 .....	34
2.2.1 状态空间表示法的基本策略 .....	34
2.2.2 状态空间表示法示例 .....	35
2.3 与/或图知识表示 .....	39
2.3.1 与/或图知识表示的概念 .....	39
2.3.2 与/或图表示示例 .....	40
2.4 产生式知识表示 .....	43
2.4.1 产生式的结构和组成 .....	43
2.4.2 产生式系统的分类 .....	46
2.4.3 产生式系统的性能及其应用 .....	50
2.5 语义网络 .....	51
2.5.1 语义网络的概念 .....	52
2.5.2 语义网络的推理 .....	54
2.5.3 语义网络表示法的特征 .....	55
习题 .....	56
第 3 章 图搜索方法 .....	58
3.1 图搜索及其分类 .....	58
3.1.1 图搜索的概念 .....	58
3.1.2 图搜索的分类 .....	59
3.1.3 状态图搜索树 .....	60
3.1.4 状态空间搜索算法 .....	61
3.1.5 搜索效率 .....	63
3.2 穷举式搜索 .....	63
3.2.1 广度优先搜索 .....	64
3.2.2 深度优先搜索 .....	65
3.2.3 有界深度优先搜索 .....	66
3.2.4 一致代价搜索 .....	68
3.3 启发式搜索 .....	70
3.3.1 启发式搜索的基本概念 .....	70
3.3.2 局部择优搜索 .....	72
3.3.3 全局择优搜索 .....	72
3.3.4 与/或图的启发式搜索 .....	74
3.3.5 博弈树的启发式搜索 .....	78
3.3.6 $\alpha$ - $\beta$ 剪枝技术 .....	81

习题 .....	82
<b>第 4 章 逻辑的知识表示和推理 .....</b>	<b>84</b>
4.1 命题与逻辑 .....	84
4.1.1 命题与命题定律 .....	84
4.1.2 谓词逻辑 .....	86
4.2 谓词逻辑知识表示 .....	89
4.2.1 谓词逻辑知识表示方法 .....	89
4.2.2 谓词逻辑表示的优缺点 .....	93
4.3 逻辑推理的技术与算法 .....	94
4.3.1 王浩算法 .....	94
4.3.2 子句集及其化简 .....	97
4.3.3 置换与合一 .....	99
4.3.4 鲁滨逊消解（归结）原理 .....	100
习题 .....	104
<b>第 5 章 智能学习系统 .....</b>	<b>106</b>
5.1 机器学习的基本概念 .....	106
5.1.1 机器学习 .....	106
5.1.2 机器学习系统 .....	107
5.2 智能学习系统的基本模型 .....	109
5.3 机器学习的几种常用方法 .....	111
5.3.1 机械式学习 .....	111
5.3.2 指导式学习 .....	112
5.3.3 示例学习 .....	114
5.3.4 类比学习 .....	116
5.3.5 解释学习 .....	120
习题 .....	123
<b>第 6 章 PDC Prolog 语言及其实现技术 .....</b>	<b>124</b>
6.1 Prolog 语言简介 .....	124
6.2 PDC Prolog 的基本语句 .....	125
6.2.1 常量与变量 .....	125
6.2.2 事实、规则和询问 .....	125
6.2.3 函数、运算符及其表达式 .....	127
6.2.4 输入与输出内部谓词 .....	128
6.3 程序结构及其说明 .....	129
6.3.1 域类型说明 .....	129
6.3.2 谓词说明 .....	131



6.3.3	谓词与域类型说明示例.....	131
6.3.4	动态数据库说明及其使用.....	133
6.3.5	对象数据类型的转换.....	134
6.4	PDC Prolog 的基本搜索方法.....	135
6.4.1	搜索与回溯.....	135
6.4.2	失败回溯循环法.....	136
6.4.3	切断回溯控制循环法.....	137
6.4.4	自定义的循环方法.....	138
6.4.5	递归.....	139
6.5	PDC Prolog 的数据处理.....	141
6.5.1	表处理技术.....	141
6.5.2	字符串处理.....	144
6.5.3	文件处理.....	147
6.6	PDC Prolog 的多媒体技术.....	151
6.6.1	窗口的建立及使用.....	152
6.6.2	图形模式的设置与绘图.....	157
6.6.3	声音的内部谓词及其应用.....	160
	习题.....	161

<b>第七章</b>	<b>专家系统.....</b>	<b>165</b>
7.1	专家系统的基本知识.....	165
7.1.1	何谓专家系统.....	165
7.1.2	专家系统的特点.....	165
7.1.3	专家系统的分类.....	167
7.1.4	专家系统的发展趋势.....	170
7.1.5	新一代专家系统.....	170
7.1.6	专家系统的主要研究课题.....	172
7.2	专家系统的设计.....	173
7.2.1	开发专家系统的需求分析.....	173
7.2.2	知识获取.....	175
7.2.3	专家系统的构造者及其工具.....	177
7.2.4	专家系统的设计结构.....	178
7.2.5	专家系统的设计要素.....	179
7.2.6	专家系统的开发阶段与过程.....	182
7.3	专家系统的评价.....	185
7.3.1	评价方法.....	185
7.3.2	专家系统评价内容.....	186
7.4	专家系统实例.....	187
7.4.1	动物识别专家系统.....	187

7.4.2	专家系统在数据通信网络中的应用.....	194
7.5	专家系统开发工具与环境.....	197
7.5.1	程序设计语言.....	197
7.5.2	知识工程语言.....	198
7.5.3	辅助型工具.....	200
7.5.4	支持工具.....	201
7.5.5	开发环境.....	201
7.5.6	骨架工具系统 EMYCIN.....	202
7.5.7	骨架工具系统 KAS.....	204
7.5.8	通用专家系统工具介绍.....	206
	习题.....	216
<b>第 8 章</b>	<b>不精确推理.....</b>	<b>217</b>
8.1	不精确推理的基本理论.....	217
8.1.1	不精确推理的模式.....	217
8.1.2	规则可信度的计算.....	219
8.1.3	不精确性的组合计算.....	220
8.1.4	带加权因子的不精确推理.....	222
8.1.5	带区间的精确性表示.....	223
8.2	主观 Bayes 推理方法.....	226
8.2.1	主观 Bayes 推理模型.....	226
8.2.2	证据不精确性情况下的推理模型.....	229
8.2.3	组合证据的不精确性计算.....	230
8.2.4	Bayes 方法在 PROSPECTOR 中的应用.....	230
	习题.....	233
	参考文献.....	236

# 第 1 章 人工智能概述

人工智能(Artificial Intelligence, 简称 AI)是在计算机科学、控制论、信息论、神经生理学、心理学、哲学、语言学等多种学科相互渗透的基础上发展起来的一门新兴边缘学科。它主要研究如何用机器(计算机)来模仿和实现人类的智能行为。有人把人工智能同原子能技术、空间技术一起称为三大尖端科技成就。

在信息社会,人类面对的信息将非常庞大,仅靠人脑表现出来的自然智能是远远不够的,必须开发那种由机器实现的人工智能。就像在工业社会人类需要用机器去放大和延伸自己的体能一样,在信息社会人类又需要用机器去放大和延伸自己的智能,实现脑力劳动的自动化。

人工智能前景诱人,同时也任重而道远。本章主要讨论人工智能的定义、形成过程、研究内容、研究方法、技术特点、应用领域及发展趋势等,目的在于向读者展示不断发展中的人工智能的概貌。

## 1.1 人工智能的基本概念

### 1.1.1 智能

“智能”一词源于拉丁文的“Legere”,意思是收集、汇集。智能通常用来表示从中进行选择、理解和感觉。如果我们能够研制一个人工制品,它具有收集、汇集、选择、理解和感觉的功能,那么我们就认为该人工制品具有“智能”。智能的概念是广义的。广义智能包括:人类智能、人工智能和集成智能。集成智能是指基于人类智能与人工智能相结合的人-机系统的智能管理系统。

广义智能信息系统论的概念,如图 1-1 所示。

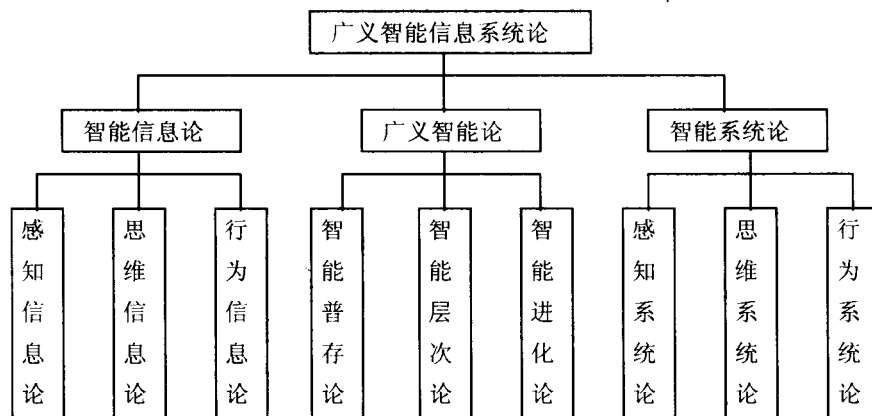


图 1-1 广义智能信息系统论

智能有如下一些共性：

- (1) 智能的基本要素是“信息”。
- (2) 智能是普遍存在的。人、动物、机器都可能有智能。
- (3) 智能是多层的。高层智能(思维)、中层智能(感知)、基层智能(行为)。
- (4) 智能是进化的。先天进化(遗传、变异)、后天进化(学习、训练)。
- (5) 智能是相对的。随不同的主体、客体，时间、空间，环境、条件，有不同的智能水平。
- (6) 智能是智能系统的整体功能。

## 1.1.2 人类智能

人类智能通常表现为感知力、观察力、记忆力、思维能力、语言表达能力、正确行动的能力等等。它是指人在认识与改造客观世界的活动中，由思维过程和脑力活动所体现出的能力。它包括三个方面：

### 1. 思维能力

它是指人们通过脑的思维活动(如:记忆、联想、推理、计算、分析、比较、判断、决策、规划、学习、探索等)，对各种信息进行加工处理，将感性知识上升为理性知识的能力；通过积累与总结经验，形成概念、建立方法、制订计划、作出决策的能力；通过推理、论证或分析、计算，求解问题、作出结论的能力；通过学习、教育或训练、实践，从而增长知识、丰富经验、促进工作的能力。

### 2. 感知能力

它是指人们通过视觉、听觉、触觉系统等，感知客观世界，获取感性知识的能力。例如，由眼、耳等感觉器官接受各种信息(如:文字、图象、物景、声音、语言等)，产生相应的冲动，沿外周神经传入中枢神经——脑，通过视觉、听觉中枢等，进行信息处理、模式识别、语言理解等的智能活动。

### 3. 行为能力

它是指人们通过效应器官(如:手、足以及发音器官等)，对外界刺激(输入信息)作出反应(输出信息),采取行动的能力。例如，根据仪表的显示信息，进行手动操作，或者对用户提出的问题作出回答或解释等。行为的智能特性表现在反应的灵活性与适应性，即对于变化的、不确定或不确知的环境条件下的刺激干扰，灵活地作出适宜反应的能力。

人类的智能总体上可分为高、中、低三个层次，不同层次智能的活动由不同的神经系统来完成。其中，高层智能以大脑皮层为主，大脑皮层也称抑制中枢，主要完成记忆和思维等活动；中层智能以丘脑为主，丘脑也称感觉中枢，主要完成感知活动；低层智能以小脑、脊髓为主，主要完成动作反应。并且，智能的每个层次都还可以再进行细分，例如：对思维活动可按思维的功能分为记忆、联想、推理、学习、识别、理解等；按思维的特性可分为形象思维、抽象思维、灵感思维等。对感知活动可按感知功能分为视觉、听觉、嗅觉、触觉等。对行为活动可按行为的功能分为运动控制、生理调节、语言生成等。

思维理论和知识阈值理论对应于高层智能，进化理论则对应于中层智能和低层智能。人的高层智能的核心是知识。包括:感性知识与理性知识、经验知识与理论知识。感性知识是通过感觉器官对客观事物的片面的、现象的和外部联系的感性认识获得的知识；理性认识是

在感性知识的基础上，把所获得的感觉材料，经过思考、分析，加以去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里的整理和改造，形成概念、判断、推理；经验知识是由实践得来的对客观世界的认识或形成的技能；理论知识是人们由实践概括出来的、系统的对客观世界的认识。

### 1.1.3 人工智能

人工智能(AI)是一门研究机器智能和智能机器的新型的、综合性的、具有强大生命力的边缘学科，它研究怎样让计算机或智能机器（包括硬件和软件）模仿、延伸和扩展人脑从事推理、规划、计算、思考、学习等思维活动，解决迄今为止需要人类专家才能处理好的复杂问题。它是实现某些脑力劳动自动化的技术基础，是研制新一代计算机的前沿阵地，是探索人脑奥秘的重要科学途径和计算机应用的广阔领域。

问题求解、推理和博弈等活动是人工智能的重要特征。对智能行为的有效解释和理论分析，解释人类智能，构造智能的人工制品是人工智能的主要目标。智能行为与构造、描述、解释、比较、修改和使用复杂的结构，包括像句子、图画、地图和行动计划等符号结构的能力有关，更进一步地说，人工智能的研究与其他科目的研究相重叠，这些科目都要用到推理，如心理学、教育学、人类学和生理学等等。很显然，如果不研究词法和语义学就无法让计算机理解自然语言。

传统程序是告诉机器干些什么，而如何干则是靠人设计出方法，给出算法并写出程序来实现的。AI 程序要求机器知道怎么干，只要把问题描述清楚，机器就能自动实现求解。包括：由“数值计算”过渡到“符号处理”。表 1-1 列出了人工智能程序和通常计算机程序的不同。

表 1-1 人工智能程序和通常程序的比较

人工智能	通常计算机程序
主要是符号处理	主要是数字处理
启发式搜索	依靠算法
控制结构和知识域相分离	信息和控制联结在一起
易于修改、更新和改变	难以修改
允许不正确的答案	要求正确的答案

广义的人工智能，不仅包括专家系统(Expert System, 简称 ES), 还有人工神经网络(Artificial Neural Network, 简称 ANN), 以及模式识别(Pattern Recognition, 简称 PR)、智能机器人(Intelligent Robot, 简称 IR)等。

人工智能的主要研究内容有三方面:

#### 1. 机器思维与思维机器

机器思维，如:启发式程序、专家系统、知识工程、机器学习、机器证明、机器博弈等。思维机器，如:智能计算机，学习机、推理机、博弈机、逻辑机、自动机，神经细胞模型、人工神经网络、脑模型等。

#### 2. 机器感知与感知机器

机器感知，如:文字、图像、物景、声音等模式识别与自然语言理解；计算机视觉、听觉、触觉等。

感知机器，如:文字、图像、声音、语言的识别机、感知机;触觉感知器，平衡感知器，各

种智能传感器等。

### 3. 机器行为与行为机器

机器行为，如：自适应、自镇定、自寻优等智能控制、管理、决策行为，机器人在不确定的、动态环境中的“漫游”行为等。

行为机器，如：智能控制器、智能效应器、智能执行机构、智能机械手、智能机器人等。

人工智能计算机——即第五代计算机，它是一种具有直接感知文字、图象、理解自然语言、进行知识推理和逻辑判断的计算机，具有能听、能说、能看、能写、能计算、会规划、会设计、会思考、会推理、会学习等功能。需配备机器视觉、听觉、感觉与智能电脑。

人工智能的困难在于对脑的了解，人脑仅重 1500 克，神经元约有  $10^{11}$  个，与银河系中的星星差不多，可记忆  $10^{15}$  比特信息。对脑的模拟研究、在于对脑的功能模拟和思维模拟。

## 1.1.4 人工智能的研究目标

1978 年，索罗门(A.Sloman)对人工智能给出了三个主要目标：①对智能行为有效解释的理论分析；②解释人类智能；③构造智能的人工制品。要实现索罗门的这些目标，需要同时开展对智能机理和智能构造技术的研究。

从研究的内容出发，李艾特和费根鲍姆提出了人工智能的九个最终目标：①理解人类的认识；②有效的自动化；③有效的智能拓展；④超人的智力；⑤通用问题求解；⑥连贯性交谈；⑦自治；⑧学习；⑨储存信息。

人工智能的研究目标可分为远期目标和近期目标。远期目标是要制造智能机器，使现有的计算机更聪明，能够模拟人类的智能行为。具体来讲，就是要使计算机具有看、听、说、写等感知和交互功能，具有联想、推理、思考、分析、决策、预测、理解、规划、设计和学习等高级思维能力，还要有分析问题、解决问题和发明创造的能力。简言之，也就是使计算机像人一样具有自动发现规律和利用规律的能力，或者说具有自动获取知识和利用知识的能力，从而扩展和延伸人的智能。

人工智能的远期目标涉及到脑科学、认知科学、计算机科学、系统科学、控制论及微电子等多种学科，并有赖于这些学科的共同发展。但从目前这些学科的现状来看，实现人工智能的远期目标，还存在很多困难，还需要有一个较长的时期。

人工智能的近期目标是实现机器智能，即先部分地或某种程度地实现机器的智能，从而使现有的计算机更灵活、更好用和更有用，成为人类的智能化信息处理工具。

实际上，人工智能的远期目标与近期目标是相互依存的。远期目标为近期目标指明了方向，而近期目标则为远期目标奠定了理论和技术基础。同时，近期目标和远期目标之间并无严格界限，近期目标会随人工智能研究的发展而变化，并最终达到远期目标。在人工智能的基础理论和物理实现上，还有许多问题要解决。这只靠人工智能工作者是远远不行的，还应该聚集诸如心理学家、逻辑学家、数学家、哲学家、生物学家和计算机科学家等，依靠群体的共同努力，去实现人类梦想的“第二次知识革命”。

## 1.2 人工智能的科学范畴

### 1.2.1 人工智能的位置

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。整个科学体系可以用一个大球表示，如图 1-2。大球内接二个小球，一个代表自然科学，另一个代表社会科学。二小球相交的阴影部分为交叉科学，包括系统科学、思维科学和人体科学等，人工智能可以列入思维科学体系。哲学是所有科学的指导科学，数学是所有科学（包括哲学）的基础科学。先进的哲学思想指导具体科学的发展，而任何一门具体的科学，只有成功地运用数学时，才算达到了真正完善的地步。

由于人工智能是一门新兴的交叉学科，因此具有很强的综合性。人工智能吸取自然科学与社会科学的最新成就，以思维与智能为核心，形成自身的新的体系。人工智能是逻辑学、思维学、生理学、心理学、计算机科学，电子学、语言学、教育、图学、光学、声学、工业自动化、空间研究、物理学、程序设计学等多学科相互渗透的结果。人工智能是在控制论、信息论与系统论基础之上诞生的，也必然随着突变论、耗散结构理论、协同论的发展而进入到新的阶段。

人工智能的基础学科包括：数学理论（离散数学、模糊数学）、思维科学理论（论知心理学、逻辑和抽象思维学、形象和直观思维学）和计算机工程技术（硬件和软件技术）。

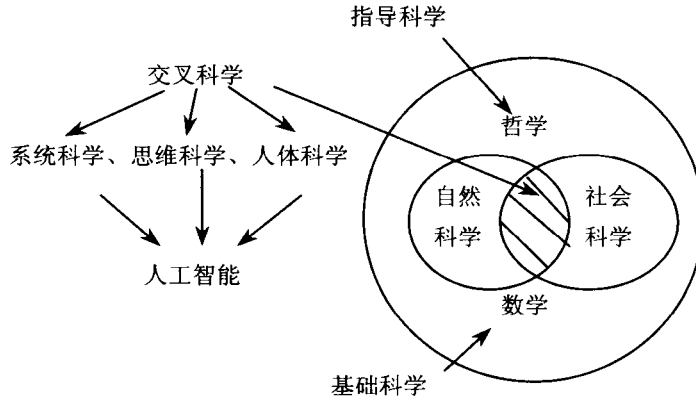


图 1-2 科学体系

人工智能的成果以一种新的力量进入社会，使得机器智能与人的智能相互补充、相互渗透、相互促进。人工智能的发展，也将推动人的智能的革命，从而使人类文明史进入到一个新的阶段，也使整个科学体系结构发生新的分化与变革。因此，我们可以认为，人工智能学科在科学体系中占有重要的地位，在科学发展史上是具有深远影响的一门新兴学科。

### 1.2.2 人工智能的学科范畴

人工智能的学科内容和范畴是处在变化与更新中的。但是，为了便于研究和促进学科发展，在一定阶段，需要明确学科的基本内容与范畴。

人工智能就是使机器具有类似于人的智能，需要探讨以下三方面的问题：

### 1. 机器感知——知识获取

这是一种机器感知的工程技术方法。它研究机器如何直接或间接获取(自动或半自动)知识，输入自然信息(文字、图像、声音、语言、物景)，如机器视觉(文字、图像识别、物景分析)；机器听觉(声音识别、语言理解)；机器触觉；机器嗅觉；以及其他机器感觉(力感觉、平衡感觉等)。其中最重要的是机器视觉，因为人从外界获得的信息有 80%以上是依靠视觉输入的，其次是听觉。所以，人工智能的一个重要学科分支——模式识别，主要是研究机器视觉和听觉的工程技术方法。

### 2. 机器思维——知识处理

这涉及到在机器中如何表示知识，积累与存储知识，如何组织与管理知识，如何进行知识推理和问题求解，如机器记忆、联想、学习、推理和解题等机器思维的工程技术方法。

知识表达技术(如产生式规则、谓词逻辑、语义网络)，即知识的形式化、模型化方法，用于建立相应的符号逻辑系统，

知识积累技术、如知识库、数据库的建立、检索与管理、扩充与删改的方法，其中涉及学习与联想的问题。

知识推理技术，包括启发推理和算法推理、归纳推理和演绎推理。涉及专家系统、定理证明、机器博弈、自动程序设计、学习机、联想机等问题。

知识处理工具，用于知识信息处理的人工智能语言，如 LISP 语言、PROLOG 语言等。

### 3. 机器行为——知识运用

研究如何运用机器所获取的知识，通过知识信息处理，作出反应，付诸行动，发挥知识的效用的问题，以及各种智能机器和智能系统的设计方法和工程实现技术。如基于知识库的人工智能专家系统，智能控制与智能管理系统，进行知识信息处理的、具有人-机智能接口的第五代计算机或新一代的智能机；能够自行制订行动规划，具有机器视觉与听觉、触觉的智能机器人，自然语言理解与生成和人-机对话系统，具有人工智能的计算机辅助设计、教学、实验、制造系统，以及生产自动化、办公室自动化、家务管理自动化系统等。

上述三方面是人工智能的基本内容与学科范畴，也可以用图 1-3 进行简单的描述。

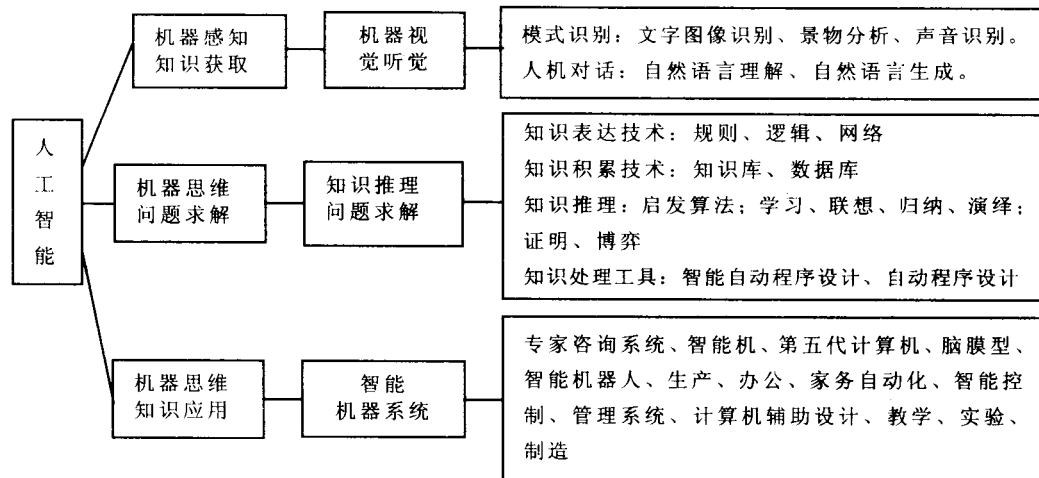


图 1-3 人工智能的学科范畴



尼尔逊很早就对人工智能学科进行了研究，他提出的人工智能学科结构如图 1-4 所示。

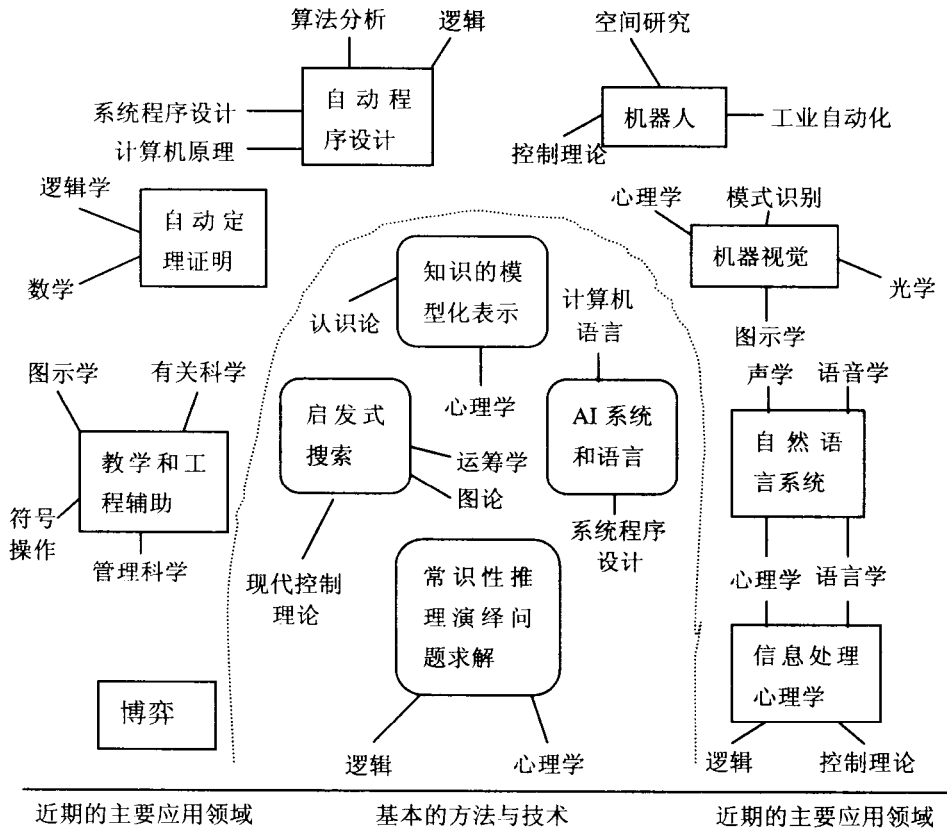


图 1-4 尼尔逊人工智能学科结构

### 1.2.3 人工智能分支的划分

由于智能的复杂性，人工智能实际上已发展成一个大学科，现已分化出了许多的分支研究领域。下面从不同角度对其简单加以介绍。

#### 1. 根据脑功能模拟的划分

根据脑功能模拟人工智能可分为：机器感知、机器联想、机器推理、机器学习、机器理解、机器行为。

#### 2. 根据实现技术的划分

根据实现技术人工智能可分为：知识工程与符号处理技术、神经网络技术。

#### 3. 根据应用领域的划分

根据应用领域人工智能可分为：难题求解、自动定理证明、自动程序设计、自动翻译、智能控制、智能管理、智能决策、智能通讯、智能仿真、智能 CAD、智能 CAI。

#### 4. 根据应用系统的划分

根据应用系统人工智能可分为：专家系统、知识库系统、智能数据库系统、智能机器人系统。