



面向21世纪高等院校计算机系列规划教材

COMPUTER COURSES FOR UNDERGRADUATE EDUCATION

人工智能导论

王 勋 凌 云 费玉莲 编著



科学出版社

www.sciencep.com



面向21世纪高等院校计算机系列规划教材

COMPUTER COURSES FOR UNDERGRADUATE EDUCATION

人工智能导论

王 勋 凌 云 费玉莲 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者在多年从事人工智能教学基础上吸收了现有人工智能教材中的精华而形成的具有自身特色的教材。本书系统介绍了人工智能的基本原理、方法和技术,并反映了国内外人工智能研究领域的最新进展。

全书共8章。第1章阐述了人工智能的基本概念、研究和应用概况以及最新进展;第2、3章介绍人工智能基本原理、方法和技术,主要包括问题求解的基本方法和知识表示;第4、5章介绍人工智能的基本推理技术,包括经典逻辑推理和不确定性推理及非单调推理;第6章讨论了计算智能理论,包括模糊计算、神经网络计算和遗传算法;第7、8章讨论了专家系统和机器学习等研究领域的有关概念和系统构成技术。

本书可作为高等院校计算机科学与技术专业或相关专业高年级本科生和研究生教材,也可供从事人工智能研究和应用的科技工作者及同等学力申请硕士学位人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能导论/王勋等编著. —北京:科学出版社, 2005

(面向21世纪高等院校计算机系列规划教材)

ISBN 7-03-016699-X

I. 人… II. 王… III. 人工智能-高等学校-教材 IV. TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第157213号

责任编辑:吕建忠 陈砾川/责任校对:刘彦妮

责任印制:吕春珉/封面设计:飞天创意

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京彩色印装有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年10月第一版 开本:787×1092 1/16

2005年10月第一次印刷 印张:25 1/4

印数:1—4 000 字数:580 000

定价:33.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62138978-8001 (HI01)

前 言

人工智能是计算机科学的一个重要分支，是一门涉及数学、计算机科学、控制论、信息论、心理学、哲学等众多学科的交叉和边缘学科。自 1956 年问世以来，它经历了近半个世纪的风风雨雨，其发展并非一帆风顺，历经了几次大起大落。也正是在这样的跌宕起伏中，人工智能学科得以逐步发展壮大，取得了许多引人瞩目的研究成果，并已形成了一整套理论和方法，这些理论和方法已经在专家系统、自然语言处理、模式识别、人机交互、智能信息处理、信息检索、数据挖掘、机器人技术及计算智能等应用领域发挥了巨大的作用。

人工智能作为 20 世纪下半叶的一门新兴学科，有人把它与空间技术、原子技术一起誉为 20 世纪的三大科学技术成就；也有人把它称为继第三次工业革命之后的又一次革命，并称前三次工业革命主要是延长了人手的功能，把人类从繁重的体力劳动中解放出来，而人工智能则是延伸了人脑的功能，实现脑力劳动的自动化。所以，人工智能将在以信息技术为主导的 21 世纪知识经济时代发挥重要作用，促进各行各业乃至计算机软件产业本身的变革。因此，让信息学科及相关学科的高年级本科生和研究生掌握人工智能的基本原理及方法，已成为国内许多高等学校提高学生综合素质、培养学生的创新能力的一项重要举措。1999 年，国务院学位委员会办公室更是将人工智能列为同等学力人员申请硕士学位的计算机科学与技术学科综合水平全国统一考试的选考科目之一。

本书是作者在多年为本科生和研究生讲授人工智能课程的基础上，学习吸收了国内外多种人工智能教材的优点以及最新的研究成果编写而成的。但由于人工智能是多学科的交叉学科，涉及的内容广泛，而且是一门仍处于不断发展的学科，新的理论和方法不断涌现，新的研究成果不断丰富着它的研究内容，新的应用不断为它提出新的研究课题，所以尚未形成完整、成熟的理论体系，这为人工智能的学习带来了一定的难度。因此，本书作为人工智能的导论，主要介绍人工智能研究中最基本的、最经典的理论和方法，为计算机科学与技术人员及其他学科领域中对人工智能感兴趣的科技工作者和学生介绍基本的人工智能原理、方法和技术。同时，参考了国家学位委员会颁布的《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》中的“人工智能考试大纲”的要求，书中对谓词逻辑、归结原理、不确定性推理、知识表示等重点内容做了详细的介绍；内容安排上力求由浅入深，循序渐进，条理清晰，前后一致；在写作上追求主次分明，通俗易懂，简单明了，避免重复。

全书共分 8 章，第 1 章对人工智能的基本概念、研究目标、发展历史、各学派研究特点和应用领域等进行了全面的讨论。第 2 章介绍了问题求解的基本技术，讨论了各种搜索技术，包括基于状态空间表示和与/或树表示的盲目搜索、启发式搜索、博弈问题以及约束满足问题。第 3 章介绍了主要的知识表示方法，包括谓词逻辑表示法、产生式表示法、框架表示法、语义网络表示法、面向对象表示法和 Petri 网表示法。第 4 章从命题逻辑入手，着重讨论了逻辑运算在人工智能推理方法中的意义，以及基于谓词逻辑

的归结推理方法及其理论基础。第 5 章介绍非单调推理和不确定性推理方法，其中不确定性推理主要包括主观 Bayes 方法、可信度方法和证据理论；非单调推理包括缺省推理、限定推理和真值维持系统等。第 6 章介绍人工智能的另一个主题——计算智能，主要讨论了模糊理论、人工神经网络和遗传算法。第 7 章介绍专家系统，讨论了专家系统构建的基本步骤、一般结构及知识获取，最后对 MYCIN 专家系统做了比较详细的介绍。第 8 章介绍机器学习，主要包括机械学习、指导式学习、类比学习、解释学习和归纳学习。

本书第 1~3 章、第 5 章、第 8 章由王勋编写，第 4 章、第 6 章由凌云编写，第 7 章由费玉莲编写，全书经集体讨论，由王勋审定。

限于作者水平、精力和时间有限，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 人工智能概述	2
1.1.1 人工智能基本概念	2
1.1.2 人工智能的研究方法	7
1.2 人工智能的研究目标及基本内容.....	10
1.2.1 人工智能的研究目标	10
1.2.2 人工智能研究的基本内容.....	11
1.3 人工智能的发展历程.....	13
1.3.1 人工智能发展简史	13
1.3.2 人工智能的发展趋势	19
1.4 人工智能的主要研究与应用领域.....	20
1.4.1 专家系统.....	21
1.4.2 机器学习.....	21
1.4.3 机器人	22
1.4.4 模式识别.....	23
1.4.5 计算机视觉	25
1.4.6 人工神经网络	26
1.4.7 自然语言理解	26
1.4.8 自动定理证明	27
1.4.9 自动程序设计	28
1.4.10 博弈	28
1.4.11 智能决策支持系统	29
1.4.12 智能搜索	29
1.4.13 数据挖掘与知识发现	29
习题	30
第 2 章 问题求解的基本原理	31
2.1 概述.....	32
2.1.1 问题形式化	32
2.1.2 问题实例.....	33
2.1.3 问题搜索.....	34
2.1.4 问题求解的性能	35
2.2 盲目搜索策略.....	35
2.2.1 状态空间表示及搜索分析.....	35
2.2.2 一般图搜索策略	43

2.2.3	宽度优先搜索	46
2.2.4	深度优先搜索	48
2.2.5	迭代加深搜索	50
2.2.6	代价树搜索	52
2.3	启发式搜索策略	55
2.3.1	启发式策略	55
2.3.2	局部择优搜索	57
2.3.3	全局择优搜索	57
2.3.4	算法 A'	59
2.4	与/或树的搜索策略	60
2.4.1	与/或树的盲目搜索	60
2.4.2	与/或树的启发式搜索	61
2.5	博弈树搜索策略	65
2.5.1	概述	65
2.5.2	极小极大分析法	66
2.5.3	α - β 剪枝技术	68
2.5.4	实时决策技术	71
2.5.5	当前博弈程序的发展水平	74
2.6	约束满足搜索策略	77
	习题	82
第3章	知识表示	84
3.1	基本概念	85
3.1.1	概述	85
3.1.2	关于知识	86
3.1.3	知识表示	89
3.1.4	知识表示的选择原则	91
3.2	一阶谓词逻辑表示法	91
3.2.1	谓词逻辑的理论基础	92
3.2.2	谓词公式的解释	95
3.2.3	谓词公式的等价性和永真蕴涵	96
3.2.4	一阶谓词逻辑的知识表示	98
3.2.5	一阶谓词逻辑表示的特点	102
3.3	产生式表示法	103
3.3.1	产生式规则的知识表示	103
3.3.2	产生式系统	104
3.3.3	产生式系统的推理过程	108
3.3.4	产生式表示法特点	110
3.4	框架表示法	112
3.4.1	框架理论	112

3.4.2	框架的知识表示	112
3.4.3	框架系统	115
3.4.4	框架中预定义的槽	119
3.4.5	框架系统中问题求解的推理	121
3.4.6	框架表示方法的特点	125
3.5	语义网络表示法	126
3.5.1	语义网络概述	126
3.5.2	多元语义网络的表示	130
3.5.3	连接词与量词的表示	131
3.5.4	语义网络的推理	135
3.5.5	语义网络知识表示的特点	138
3.6	面向对象表示法	139
3.6.1	面向对象的基本概念	140
3.6.2	面向对象的知识表示	142
3.6.3	面向对象的基本特征	144
3.6.4	面向对象知识表示与语义网络、框架系统的比较	145
3.7	Petri 网表示法	146
3.7.1	Petri 网的基本概念	146
3.7.2	Petri 网的知识表示	147
3.7.3	Petri 网的推理过程	148
3.7.4	Petri 网表示法的特点	150
	习题	151
第 4 章	经典逻辑推理	154
4.1	概述	155
4.1.1	什么是推理	155
4.1.2	推理的发展概述	155
4.1.3	推理的控制策略	156
4.2	命题逻辑推理	159
4.2.1	命题的自然演绎	159
4.2.2	命题推理规则	161
4.2.3	命题的归结反演	162
4.2.4	命题归结反演的合理性与完备性	164
4.3	谓词逻辑推理	164
4.3.1	谓词逻辑的合取范式	165
4.3.2	置换与合一	168
4.3.3	合一算法	170
4.3.4	归结原理	172
4.3.5	基于归结原理的定理证明	174
4.3.6	基于归结反演的问题解答	180

4.3.7	归结控制策略	182
4.4	归结的完备性和合理性	184
4.4.1	Herbrand 域	184
4.4.2	Herbrand 解释	186
4.4.3	语义树	186
4.4.4	Herbrand 定理	188
4.4.5	完备性和合理性	191
4.5	基于规则的演绎推理	193
4.5.1	正向演绎推理	194
4.5.2	反向演绎推理	198
4.5.3	双向演绎推理	200
	习题	201
第 5 章	高级知识推理	204
5.1	经典逻辑系统的局限性	205
5.2	非单调推理	207
5.2.1	非单调推理简介	207
5.2.2	封闭世界假设	209
5.2.3	缺省推理	210
5.2.4	限定推理	213
5.2.5	非单调逻辑	216
5.2.6	真值维持系统 TMS	218
5.3	不确定性推理	222
5.3.1	不确定性推理的基本概念	222
5.3.2	不确定性推理要解决的基本问题	224
5.3.3	概率方法	227
5.3.4	主观 Bayes 方法	230
5.3.5	可信度方法	239
5.3.6	证据理论	245
	习题	258
第 6 章	计算智能	260
6.1	计算智能概述	261
6.1.1	从符号智能到计算智能	261
6.1.2	计算智能基本概念	262
6.2	模糊计算	264
6.2.1	模糊逻辑的数学基础	265
6.2.2	模糊逻辑的推理	272
6.2.3	模糊判决方法	282
6.3	神经计算	284
6.3.1	人工神经网络研究进展	284

6.3.2	人工神经网络的结构	285
6.3.3	人工神经网络的典型模型	288
6.3.4	感知机	289
6.3.5	BP 网络	291
6.3.6	Hopfield 网络	294
6.3.7	随机神经网络	296
6.3.8	基于神经网络的知识表示与推理	301
6.4	进化计算	304
6.4.1	进化计算概述	304
6.4.2	基本遗传算法	306
6.4.3	遗传算法模式理论	313
	习题	317
第 7 章	专家系统	320
7.1	专家系统概述	321
7.1.1	基本概念	321
7.1.2	专家系统发展简史	325
7.1.3	专家系统结构与工作原理	327
7.2	问题求解的组织结构	330
7.2.1	传统问题求解组织结构	331
7.2.2	结构化组织的需求	332
7.2.3	问题求解组织结构的进展	333
7.3	知识获取	335
7.3.1	知识获取的任务	336
7.3.2	知识的人工获取	337
7.3.3	半自动化知识获取	338
7.3.4	知识的自动获取	339
7.4	开发专家系统	340
7.4.1	专家系统的开发原则	340
7.4.2	专家系统的开发步骤	341
7.4.3	专家系统的评价	344
7.5	专家系统开发工具	346
7.5.1	骨架型开发工具	346
7.5.2	语言型开发工具	347
7.5.3	构造辅助工具	347
7.5.4	支撑环境	347
7.6	专家系统实例——MYCIN 剖析	348
7.6.1	MYCIN 概述	348
7.6.2	数据的表示	350
7.6.3	知识的表示	352

7.6.4	控制策略	354
7.6.5	解释	355
7.7	专家系统进展	355
7.7.1	新一代专家系统特征	355
7.7.2	分布式专家系统	357
7.7.3	协同式专家系统	359
	习题	360
第8章	机器学习	361
8.1	机器学习概述	362
8.1.1	机器学习的概念	362
8.1.2	机器学习的发展简史	364
8.1.3	机器学习的研究方法	366
8.2	机械学习	369
8.2.1	机械学习模式	369
8.2.2	机械学习的主要问题	370
8.2.3	机械学习应用举例	371
8.3	指导式学习	373
8.3.1	指导式学习的学习过程	373
8.3.2	指导式学习示例	373
8.4	类比学习	374
8.4.1	类比推理与类比学习	374
8.4.2	类比学习的表示与求解	375
8.4.3	类比学习过程与类型	377
8.5	解释学习	378
8.5.1	解释学习的概念	378
8.5.2	解释学习的过程	379
8.5.3	解释学习示例	380
8.6	归纳学习	381
8.6.1	归纳学习的基本概念	381
8.6.2	示例学习	383
8.6.3	观察与发现学习	386
8.6.4	版本空间学习	387
	习题	389
	参考文献	390



第1章 绪论



本章要点

- ◇ 人工智能的定义及基本概念
- ◇ 人工智能研究目标与内容
- ◇ 人工智能的发展历程
- ◇ 人工智能的主要研究与应用领域



本章学习目标

- ◇ 掌握人工智能的定义
- ◇ 熟悉人工智能的研究方法
- ◇ 了解人工智能的近期与远期目标
- ◇ 了解人工智能研究的主要内容
- ◇ 熟悉人工智能的四个发展时期
- ◇ 掌握人工智能的主要研究领域

人工智能(artificial intelligence, AI)是当前科学技术发展中的一门综合性前沿学科,同时也是一门新思想、新观念、新理论、新技术不断出现的新兴学科,是计算机科学与技术领域的一个重要研究方向。有人把它与空间技术、原子技术一起誉为 20 世纪的三大科学技术成就;有人把它称为继第三次工业革命之后的又一次革命,并称前三次工业革命主要是延长了人手的功能,把人类从繁重的体力劳动中解放出来,而人工智能则是延伸了人脑的功能,实现脑力劳动的自动化。

人工智能主要研究如何用机器来模拟和实现人类的智能行为,是在计算机、控制论、信息论、心理学、哲学、语言学等多种学科相互综合、相互渗透的基础上发展起来的一门新兴边缘学科。自 1956 年诞生以来,人工智能已经走过了曲折的半个世纪,期间风风雨雨,高潮低潮几经交替,遭遇不少的争论、困难和挑战,同时也在争论中迅速发展起来,在很多领域取得了广泛的应用。

本章在讨论什么是人工智能的基础上,介绍人工智能的研究方法、研究目标和研究内容,然后回顾人工智能的发展历程和主要的研究与应用领域。

1.1 人工智能概述

1.1.1 人工智能基本概念

1. 自然智能

人类的自然智能伴随着人类的活动无处不在,如证明一道数学题、编制一段计算机程序或下棋等都离不开智能。那么,什么是智能?人类智能的本质是什么?这是古今中外许多科学家们一直在努力探索但至今还没有完全解决的问题,是自然界的四大奥秘(物质的本质、宇宙的起源、生命的本质、智能的发生)之一。在古代,人类就开始用各种方式来记录信息和描绘自己的形象,并且希望通过建立一种“智能”模型,来指导人们在各种活动中的行为并做出决策。但是,对那时的人类来说,由于缺乏有效的手段和工具,这是一件非常复杂和困难的工作。近年来,随着脑科学、神经心理学等研究的进展,尽管还没有完全搞清楚人脑的结构机理,但对人脑的结构和作用机理已积累了一定知识,结合智能的外在表现,从不同角度、不同侧面、用不同的方法对智能进行研究,提出了不同的观点。其中影响比较大的有思维理论、知识阈值理论和进化理论。

思维理论来自认知科学。认知科学又称为思维科学,它是研究人们认识客观世界的规律和方法的一门科学,其目的在于揭开人类大脑思维的奥秘。一般认为认知(cognition)是和情感、动机、意志相对应的理智或认识过程,或者说是为了一定的目的,在一定的心理结构中进行的信息加工过程。美国心理学家霍斯顿(Houston)等人将认知的看法归纳为 5 种主要类型:

- 1) 认知是信息处理的过程。
- 2) 认知是心理上的符号运算。
- 3) 认知是问题求解。
- 4) 认知是思维。
- 5) 认知是一组相关的活动,如知觉、记忆、思维、判断、推理、问题求解、学习、

想象、概念形成及语言使用等。

认知科学(cognitive science)是研究人类感知和思维信息处理过程的一门科学,它包括从感觉的输入到复杂问题的求解,从人类个体智能到人类社会智能的活动,以及人类智能和机器智能的性质。其主要研究目的就是要说明和解释人类为完成认知活动是如何进行信息加工的。

认知科学是人工智能的重要理论基础,它的兴起和发展标志着对以人类为中心的认知和智能活动的研究已进入到一个新的阶段,对人工智能的发展起着根本性的作用。认知科学涉及的问题非常广泛,除了像霍斯顿提出的知觉、记忆、思维、判断、推理、问题求解、学习、想象、概念形成及语言使用等相关活动外,还会受环境、社会、文化背景等方面的影响,是信息科学、数学、科学语言学、现代心理学、神经科学、人类学、自然哲学等多学科交叉的结果。可以说,认知科学的研究将为智能革命、知识革命和信息革命建立起坚实的理论基础,为智能计算机系统的研制提供新概念、新思想、新途径。

思维理论认为智能的核心是思维,一切智慧或智能都来自于大脑的思维活动,人类的一切知识都是人们思维的产物,可以说,没有思维就没有人类的智能,正是有了思维,人类的智能才能远远超出其他动物而产生质的飞跃,出现了思想意识,才使人类成为万物之灵。因而,通过对思维规律与方法的研究可望揭示智能的本质。

知识阈值理论着重强调知识对于智能的重要意义和作用,认为智能行为取决于知识的数量及其一般化的程度,一个系统之所以有智能是因为它具有可运用的知识,可以支配的知识越多,系统的智能程度就越高。在此认识的基础上,把智能定义为:智能就是在巨大的搜索空间中迅速找到一个满意解的能力。这一理论在人工智能的发展史中有着重要的影响,知识工程、专家系统等都是在这一理论的影响下发展起来的。

进化理论是由美国麻省理工学院(MIT)的布克(Brook)教授于1992年提出来的。该理论着重强调控制,认为人的本质能力是在动态环境中的行走能力、对外界事物的感知能力、维持生命和繁衍生息的能力,智能取决于感知和行为,因而智能是在系统与周围环境不断“刺激—反应”的交互中发展和进化的。目前这一观点尚未形成完整的理论体系,有待进一步的研究。

当前,学术界一般认为智能是知识与智力的总和。其中,知识是一切智能行为的基础,而智力是获取知识并运用知识求解问题的能力。具体地说,智能具有下述特征。

(1) 具有感知能力

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的能力。感知是人类最基本的生理、心理现象,是获取外部信息的基本途径,人类的大部分知识都是通过感知获取有关信息,然后经过大脑加工获得的。可以说如果没有感知,人们就不可能获得知识,也不可能引发各种各样的智能活动。因此,感知是产生智能活动的前提与必要条件。

在人类的各种感知方式中,它们所起的作用是不完全一样的。据有关研究,大约80%以上的外界信息是通过视觉得到的,有10%是通过听觉得到的,这表明视觉与听觉在人类感知中占有主导地位。这就提示我们,在人工智能的机器感知方面,主要应加强机器视觉及机器听觉的研究。

(2) 具有记忆与思维能力

记忆与思维是人脑最重要的功能，亦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。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。

人们对思维的研究已经具有悠久的历史。我国著名科学家钱学森教授早在 1984 年就倡导开展思维科学的研究，其目的就在于“研究思维规律与方法”，并以此为基础指导人工智能的研究与智能机器的开发。国内学者研究提出：“思维是人类个体反映、认识和改造世界的一种高级心理活动”。人脑对客观事物的间接反映过程，包括回想、联想、表象、想象、思考、推想等。人们通过思维活动能够反映客观事物的特点、本质属性、内部联系及发展规律，因此，思维是认识过程的高级阶段。

思维可分为抽象思维、形象思维以及在潜意识激发下获得灵感而“忽然开窍”的顿悟思维三种类型。抽象思维以抽象的概念为基础，通过符号信息处理进行思维，是我们通过现象认识事物本质的重要手段。形象思维是一种形象性的理性认识活动，它与神经机制的连接论相适应。灵感思维是一种潜意识的反映客观事物的认识过程。但是，人的思维活动过程往往不是一种思维方式在起作用，而是两种甚至三种思维方式先后交错在起作用。比如，人的创造性思维的过程就绝不是单纯的抽象思维，可能还包含了一点形象思维，甚至要有灵感思维充当创造性思维火花的导火线和催化剂的作用。迄今为止，人们对抽象思维的研究比较深入，已经有比较成熟的逻辑学，而对形象思维和灵感思维还没有理论成果。

中国科学院史忠植教授于 20 世纪 90 年代初提出了人类思维的层次模型，如图 1.1 所示。

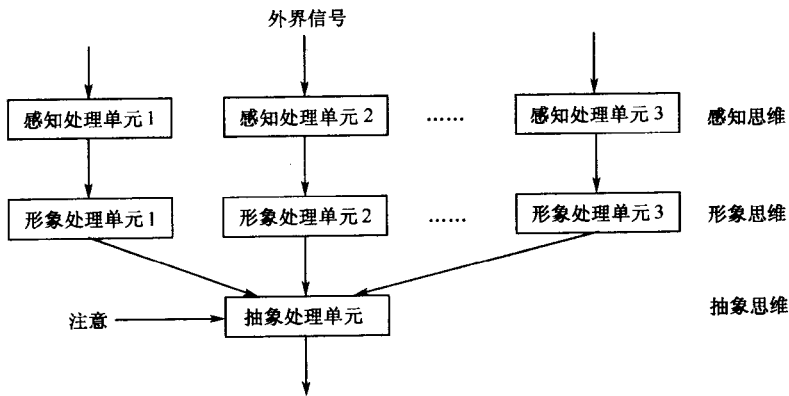


图 1.1 思维的层次模型

图 1.1 中的感知思维是极其简单的思维形式，它是通过人的眼睛、耳朵、鼻子、舌头、身体感知器官产生表象，形成初级的思维。形象思维以神经网络为理论基础，可以高度并行处理。抽象思维以物理符号为理论基础，用语言表述抽象的概念。由于注意的作用，使其处理基本上是串行的。思维模型反映了三种思维形式的相互关系，

以及它们之间的相互作用的微观过程。但是解决从形象思维到抽象思维过渡的微过程，还需要做长期的进一步研究。

(3) 具有学习与自适应能力

学习是人的本能，每个人都在随时随地进行着学习，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，也可以是通过自己的实践。总之，人人都在通过与环境的相互作用，不断地进行着学习，并通过学习积累知识、增长才干，适应环境的变化，充实、完善自己。只是由于各人所处的环境不同，条件不同，学习的效果亦不相同，体现出不同的智能差异。

(4) 具有行为能力

人们通常用语言或者某个表情、眼神及形体动作来对外界的刺激作出反应，传达某个信息，这称为行为能力或表达能力。如果把人们的感知能力看作是用于信息的输入，则行为能力就是用作信息的输出，它们都受到神经系统的控制。

2. 人工智能

关于“人工智能”的含义，早在它还没有正式作为一门学科出现之前，就由英国数学家图灵(Turing)提出。1950年他发表了题为《计算机与智能》(Computing Machinery and Intelligence)的论文，提出了著名的“图灵测试”，形象地指出了什么是人工智能以及机器应该达到的智能标准，现在许多人仍把它作为衡量机器智能的准则。尽管学术界目前存在着不同的看法，但它对人工智能这门学科的发展所产生的深远影响却是功不可没的。图灵在这篇论文中指出不要问一个机器是否能思维，而是要看它能否通过如下测试：分别让人与机器位于两个房间里，他们可以通话，但彼此都看不到对方，如果通过对话，作为人的一方不能分辨对方是人还是机器，那么就可认为对方的那台机器达到了人类智能的水平。为了进行这个测试，图灵还用他丰富的想象力设计了一个很有趣且智能性很强的对话内容，称为“图灵的梦想”。在这个对话中，“询问者”代表人，“智者”代表机器，并且假设他们都阅读过狄更斯(Dickens)所著的《匹克威克外传》。对话内容如下：

询问者：你的14行诗的首行为“你如同夏日”，你不觉得“春日”更好吗？

智者：它不合韵。

询问者：“冬日”如何？它可是完全合韵的。

智者：它的确是合韵，但没有人愿被比作“冬日”。

询问者：你不是说过匹克威克先生让你能想起圣诞节吗？

智者：是的。

询问者：圣诞节是冬天的一个日子，我想匹克威克先生对这个比喻不会介意吧。

智者：我认为你不够严谨，“冬日”指的是一般的冬天的日子，而不是某个特别的日子，如圣诞节。

可见，要达到“图灵测试”的智能标准是很难的，若以这个标准来衡量1997年战胜国际象棋大师卡斯帕罗夫的计算机“深蓝”，它最多也只能算是人类智能在机器上的部分模拟。

1956年夏天，麦卡锡(McCarthy)在美国达特茅斯(Dartmouth)大学召开的讨论会

上首次提出“artificial intelligence”这一术语，并把它定义为“研究在计算过程中阐释和仿真智能行为的领域”。经过近半个世纪的发展，人工智能的研究和应用不断深入，人们对人工智能的理解和认识发生了深刻的变化，对人工智能的定义出现了许多不同的说法，至今一直没有一个明确的定义。下面是一些学者从不同的角度对人工智能定义的简述：

1) 里奇(Rich)和克奈特(Knight)从人工智能的目标出发，认为“人工智能是研究如何让计算机做现阶段人类才能做得更好的事情”。

2) 布克南(Buchanan)和绍特里夫(Shortliffe)从实现人工智能目标方法的角度，认为“人工智能是计算机科学的分支，它用符号的、非算法的方法进行问题求解”。

3) 尼尔森(Nilsson)从处理的对象出发，认为“人工智能是关于知识的科学，即怎样表示知识，怎样获取知识和怎样运用知识的科学”。

4) 巴尔(Barr)和费根鲍姆(Feigenbaum)从计算机科学的视角，认为“人工智能是计算机科学的一个分支，涉及设计智能计算机系统，也就是说，对照人类在自然语言理解、学习、推理、问题求解等方面的智能行为，它所设计的系统应能显示与人类智能行为相类似的特征”。

5) 清华大学石纯一教授把人工智能定义为：人工智能是计算机科学的一个分支，是研究使用计算机来完成能表现出人类某些智能行为的科学，包括计算机实现智能的原理、制造类似于人脑的计算机、使计算机更聪明地实现高层次的应用。

通过上面的讨论可以看到，目前还没有一个定义能够被广泛地接受，但我们认为其主题是：人工智能是一门研究如何构造智能机器(智能计算机)或智能系统，使它能模拟、延伸、扩展人类智能的学科，以解决过去人类专家才能处理的复杂问题。

3. 人类智能的计算机模拟

由于人类抽象思维的各种规则可以用谓词逻辑表示，而谓词的真假又可用1和0表示，故谓词演算可转化为计算机中的数字计算。于是人们普遍认为抽象思维不仅可归结为符号计算，还可用计算机加以模拟。

而手写文字、语音、图像等的感知、记忆、联想、组合规则、优化规划和故障诊断等具有形象思维特点的操作，已在人工神经网络中实现，故有人认为形象思维可用网络计算加以模拟，并提出只要将人工神经网络和人工智能结合起来，就可模拟人类思维和智能的观点。但是，这种观点遇到的问题是：如何揭示人工神经网络模拟形象思维的基本机制或原理，如何统一符号机制与网络机制等。

前人的研究表示，为实现计算机模拟和代替人的认知行为和思维活动，需要满足以下3个基本前提：

(1) 求解问题形式化

用计算机来解决智能问题，首先要建立一个形式系统，规定要用的符号；另外还要建立一些规则。求解时从表示问题的符号串出发，按规则加工，直到得出符合要求的符号串为止。此方法需要设计一种包罗万象的先验的形式化系统，需要将今天尚未认识而以后才能认识的领域预先形式化，这是目前的困难所在。