

高等学校教材

人工智能及其应用

涂序彦 编著

电子工业出版社

人工智能及其应用

涂序彦 编著

电子工业出版社

内 容 简 介

本书全面、系统地论述了人工智能原理及其应用。全书共分十章：第一章绪论，讨论了人工智能的研究对象、学科范畴和研究方法；第二至四章研究了知识表达、知识推理和知识获取技术的基本概念和方法；第五章全面地介绍了人工智能语言；第六、七章以大量的实例分别介绍了有关专家系统、智能控制和智能管理；第八、九章分别讨论了脑模型和智能机；最后，在第十章中总结了人工智能学科的发展概况及其今后的发展方向，指出了在该领域中有待研究的问题。书中还给出了大量的习题和参考文献，以便引导读者进行更深入的学习和研究。

本书用作高等院校有关专业的高年级学生或研究生教材，亦可供有关科技人员阅读参考。

人工智能及其应用

涂序彦 编著

责任编辑 王晋繁

*

电子工业出版社出版(北京万寿路)

山东电子工业印刷厂印刷(淄博市周村)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张：19 字数：459千字

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷

印数：1-7500册 定价：3.85元

ISBN 7-5053-0764-7/TN·111

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定，我部承担了全国高等学校、中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力，有关出版社的紧密配合，从1978年至1985年，已编审、出版了两轮教材，正在陆续供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要，贯彻“努力提高教材质量，逐步实现教材多样化，增加不同品种、不同层次、不同学术观点、不同风格、不同改革试验的教材”的精神，我部所属的七个高等学校教材编审委员会和两个中等专业学校教材编审委员会，在总结前两轮教材工作的基础上，结合教育形势的发展和教学改革的需要，制订了1986~1990年的“七五”（第三轮）教材编审出版规划。列入规划的教材、实验教材、教学参考书等近400种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委会直接组织进行。

这批教材的书稿，是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐，由编审委员会（小组）评选择优产生出来的。广大编审者、各编审委员会和有关出版社为保证教材的出版和提高教材的质量，作出了不懈的努力。

限于水平和经验，这批教材的编审、出版工作还会有缺点和不足之处，希望使用教材的单位，广大教师和同学积极提出批评建议，共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系按电子工业部制订的工科电子类专业教材1986~1990年编审出版规划,由“计算机与自动控制”教材编审委员会的“计算机”编审组征稿、评选、推荐出版,责任编辑郭福顺。

本书由北京科技大学计算机科学与工程系涂序彦教授担任主编,由哈尔滨工业大学计算机系郭福顺教授担任主审,洪家荣副教授参审。

本教材可供研究生或大学生的人工智能课程使用,参考学时数约为60学时,主要内容有:

第一章,绪论:人工智能的研究对象,学科范畴,研究方法,发展概况。

第二章,知识表达技术:基本概念,状态空间,“与/或”图,产生式规则,谓词逻辑,语义网络,框架,特征表。

第三章,知识推理技术:基本概念,符号模式匹配,图搜索方法,广度优先、深度优先、有界深度优先、代价驱动、局部择优、全局择优搜索法,“与/或”树、“博弈树”搜索法,分解技术与多级规划,双向推理与“手段-目的”分析,“组合爆炸”与推理复杂性,启发信息与搜索效率,归结原理与逻辑推理。

第四章,知识获取技术:基本概念和途径,机器学习的方法和系统结构,相关产生式、条例空间筛选式学习系统,结构归纳学习方法;机器视觉与物景分析,机器听觉与“人-机”对话;知识库及其管理系统,知识同化与知识顺应。

第五章,人工智能语言:人工智能程序设计, LISP语言, LISP程序设计, PROLOG语言, PROLOG程序设计。

第六章,专家系统:基本概念,专家系统设计和建造,专家系统开发工具与评价方法,医疗诊断、化学分析、地质探矿、布线设计、数学、以及多学科专家系统,专家系统的应用与发展。

第七章,智能控制与智能管理:智能控制的概念和类型,自寻优、自学习控制、专家控制系统,多级、多层、多段智能控制;智能管理的概念和类型,专家管理系统,办公信息系统、管理信息系统、决策支持系统,计算机集成生产系统。

第八章,脑模型:基本概念,神经细胞模型、神经网络模型,感知机,联想机。

第九章,智能机:现有计算机的问题,智能机的研究,知识信息处理机, LISP机,数据库机。

第十章,回顾与展望:人工智能的研究成果和发展道路;新课题、新途径、新产品。

参加工作的有:王秉钦、王鸿谷、林涛、易伟中、陈建平、张杰、李骥、杨良、蔡令涵、孙奎英、俞寒驱、陈慧萍、宋士敏等同志。他们为本书的编写付出了宝贵意见,做了大量工作,在这里,我们表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,书中还存在一些缺点和错误,殷切地希望广大读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 人工智能的研究对象.....	(1)
一、机器智能与智能机器	(1)
二、脑力劳动自动化与脑模型	(1)
§ 1.2 人工智能的学科范畴.....	(2)
一、智能：感知、思维、行为	(2)
二、知识：获取、处理、利用	(3)
三、人工智能的基本内容	(3)
§ 1.3 人工智能的研究方法.....	(4)
一、结构与功能	(4)
二、启发与算法	(6)
§ 1.4 人工智能的发展概况.....	(6)
一、人工智能的孕育、形成、发展	(7)
二、国外人工智能发展动态	(8)
三、我国人工智能的进展概况	(9)
小结	(10)
习题	(10)
第二章 知识表达技术	(11)
§ 2.1 知识表达的基本概念.....	(11)
一、知识类型：叙述型、过程型、控制型	(11)
二、知识模型变换：同构、同态	(11)
§ 2.2 状态空间表达法.....	(12)
一、状态空间表达法的概念	(12)
二、状态空间表达法示例	(13)
§ 2.3 “与/或”图表达法	(14)
一、“与/或”图表达法的概念.....	(14)
二、“与/或”树表达法的示例.....	(14)
§ 2.4 产生式规则表达法.....	(16)
一、产生式系统的基本结构	(16)
二、产生式系统与问题求解	(16)
三、产生式系统的分析与设计	(19)
四、产生式系统的类型和性能	(20)
五、产生式系统的开发和应用	(21)
§ 2.5 知识的逻辑表达方法.....	(22)
一、命题逻辑	(22)
二、谓词逻辑	(26)

三、一阶谓词逻辑表达方法	(26)
四、谓词逻辑表达法的性能和应用	(31)
§ 2.6 语义网络表达法	(31)
一、语义网络的概念和特性	(31)
二、语义网络表达法的应用	(32)
§ 2.7 特征表表达法	(33)
一、特征表的概念	(33)
二、特征表应用示例	(34)
§ 2.8 框架表达法	(35)
一、框架表达法的概念和示例	(35)
二、框架表达法的性能和应用	(35)
小结	(36)
习题	(37)

第三章 知识推理技术

(38)

§ 3.1 知识推理的概念和类型	(38)
一、知识推理的概念	(38)
二、图搜索与逻辑论证	(38)
三、推理算法与推理步骤	(39)
四、启发推理与非启发推理	(39)
§ 3.2 符号模式匹配	(40)
一、符号模式匹配的概念	(40)
二、符号模式匹配的示例	(40)
三、符号模式匹配的问题	(43)
§ 3.3 图搜索的基本概念	(43)
一、显式图与隐式图	(43)
二、隐式图搜索方法	(43)
三、隐式图搜索过程	(43)
§ 3.4 广度优先搜索法	(44)
一、广度优先搜索法的概念	(44)
二、广度优先搜索法的流程	(44)
三、广度优先搜索法的示例	(45)
§ 3.5 深度优先搜索法	(46)
一、深度优先搜索法的概念	(46)
二、深度优先搜索法的流程	(46)
三、深度优先搜索法的示例	(47)
§ 3.6 有界深度优先搜索法	(47)
一、有界深度优先搜索法的概念	(47)
二、有界深度优先搜索法的流程	(48)
三、有界深度优先搜索法的示例	(49)
§ 3.7 代价驱动搜索法	(51)
一、代价驱动搜索法的概念	(51)
二、代价驱动广度优先搜索法	(51)

三、代价驱动深度优先搜索法	(53)
§ 3.8 局部择优搜索法	(53)
一、局部择优搜索法的概念	(53)
二、局部择优搜索法的流程	(55)
三、局部择优搜索法的示例	(55)
§ 3.9 全局择优搜索法	(55)
一、全局择优搜索法的概念	(55)
二、评价函数的启发能力	(56)
三、最好优先搜索法的示例	(57)
§ 3.10 “与/或”树图搜索法	(58)
一、“与/或”树图搜索法的概念	(58)
二、“与/或”树图搜索法的流程	(59)
§ 3.11 “与/或”树代价驱动搜索法	(60)
一、“与/或”树代价驱动搜索的特点	(60)
二、“与/或”树代价驱动搜索的示例	(61)
§ 3.12 “与/或”树最好优先搜索法	(61)
一、“与/或”树最好优先搜索法的特点	(61)
二、“与/或”树最好优先搜索的过程	(62)
三、“与/或”树最好优先搜索的示例	(62)
§ 3.13 博弈树图搜索法	(64)
一、博弈的基本概念	(64)
二、博弈树的主要特点	(65)
三、极大极小分析法	(66)
四、“ α - β ”剪枝法	(66)
§ 3.14 分解技术与多级规划	(68)
一、分解技术	(68)
二、多级规划	(69)
三、机器人的多级规划	(70)
§ 3.15 双向推理与“手段-目的”分析	(71)
一、正向、反向、双向推理	(71)
二、“手段-目的”分析法	(72)
§ 3.16 组合爆炸与推理复杂性	(73)
一、组合爆炸	(73)
二、推理复杂性	(74)
§ 3.17 启发信息与搜索效率	(75)
一、启发评价	(75)
二、启发分解	(75)
三、启发变换	(76)
四、启发生成	(76)
五、启发剪枝	(76)
六、搜索效率	(76)
七、最经济推理	(78)
§ 3.18 归结原理与逻辑推理	(78)

一、归结原理	(78)
二、定理证明	(78)
三、“合一”过程	(80)
四、逻辑推理方法示例	(81)
小结	(82)
习题	(83)

第四章 知识获取技术..... (84)

§ 4.1 知识获取的概念和途径.....	(84)
一、知识获取的基本概念	(84)
二、知识获取的主要途径	(85)
§ 4.2 机器学习的概念和类型.....	(86)
一、学习和学习系统的概念	(86)
二、机器学习系统的类型	(86)
§ 4.3 机器学习系统的结构和功能.....	(88)
一、机器学习系统的原理结构	(88)
二、机器学习系统的基本功能	(88)
§ 4.4 相关产生式学习系统.....	(90)
一、相关产生式的概念	(90)
二、相关产生式学习方法	(90)
三、相关产生式学习示例	(93)
§ 4.5 条例空间筛选学习系统.....	(94)
一、条例空间筛选学习方法	(94)
二、条例空间筛选学习实例	(95)
§ 4.6 结构归纳学习系统.....	(96)
一、结构归纳学习的概念	(96)
二、结构归纳学习的方法	(98)
三、结构归纳学习的示例	(99)
§ 4.7 机器视觉与物景分析.....	(100)
一、机器视觉的系统结构	(100)
二、机器视觉的基本方法	(101)
三、物景分析的概念和方法	(102)
§ 4.8 机器听觉和“人-机”对话	(102)
一、机器听觉和“人-机”对话的概念.....	(102)
二、自然语言“人-机”对话系统.....	(103)
三、自然语言的语音识别	(105)
四、自然语言理解和生成	(106)
五、故事理解与言谈分析	(107)
§ 4.9 知识库及其管理系统.....	(108)
一、知识库系统的概念	(108)
二、产生式系统的知识库	(108)
知识的检索效率	(109)
专家系统	(109)

§ 4.10 知识同化和知识顺应	(110)
一、知识库的运行要求	(110)
二、知识同化技术	(110)
三、知识顺应技术	(112)
小结	(113)
习题	(113)
第五章 人工智能语言	(114)
§ 5.1 人工智能程序设计	(114)
一、人工智能程序的特点	(114)
二、人工智能程序设计语言	(115)
§ 5.2 LISP 语言	(117)
一、LISP 语言的发展概况	(117)
二、LISP 数据结构	(118)
三、LISP 函数	(121)
四、LISP 函数的构造方法	(126)
§ 5.3 LISP 程序设计	(129)
一、LISP 程序设计方法	(129)
二、求解“梵塔”问题的LISP 程序	(130)
三、符号模式匹配LISP 程序	(133)
四、求解“皇后”问题的LISP 程序	(137)
§ 5.4 PROLOG 语言	(140)
一、PROLOG 语言的发展概况	(140)
二、PROLOG 语言的特点	(141)
三、PROLOG 语言的基本概念	(141)
四、PROLOG 语言的语法	(143)
五、PROLOG 语言的系统谓词	(145)
§ 5.5 PROLOG 程序设计	(147)
一、PROLOG 程序设计方法	(147)
二、“迷宫搜索”问题的PROLOG 程序	(149)
三、“动物识别”问题的PROLOG 程序	(152)
小结	(158)
习题	(159)
第六章 专家系统	(160)
§ 6.1 专家系统的基本概念	(160)
一、专家系统的概念和特点	(160)
二、专家系统的结构和功能	(160)
三、专家系统的产生和发展	(161)
四、专家系统的用途和类型	(162)
§ 6.2 专家系统的设计与开发	(163)
一、专家系统的设计原则和开发步骤	
二、专家系统的结构和功能设计	

§ 6.3 专家系统的开发工具	(166)
一、骨架系统	(166)
二、知识获取辅助工具	(167)
三、通用知识表达语言	(168)
四、模块组合式开发工具	(168)
§ 6.4 专家系统的评价方法	(169)
一、专家系统评价的目的	(169)
二、专家系统评价的指标	(170)
三、专家系统评价的方法	(170)
§ 6.5 医疗诊断专家系统	(172)
一、MYCIN 概况	(172)
二、MYCIN 的静态特性	(174)
三、MYCIN 的动态特性	(176)
四、治疗方案选择	(180)
§ 6.6 化学专家系统	(182)
一、启发式DENDRAL 系统	(182)
二、结构生成CONGEN 系统	(183)
三、超-DENDRAL 系统	(183)
§ 6.7 地质勘探专家系统	(185)
一、PROSPECTOR 结构原理	(185)
二、PROSPECTOR 应用功能	(186)
§ 6.8 布线设计专家系统	(187)
一、BRAVE系统原理和功能	(187)
二、BRAVE系统知识表达	(188)
三、BRAVE系统控制策略	(191)
§ 6.9 数学专家系统	(192)
一、AM 系统的结构原理	(192)
二、AM 系统的应用功能	(193)
三、AM 系统的控制策略	(194)
§ 6.10 多学科综合型专家系统	(197)
一、HPP-80多学科应用专家系统	(196)
二、HPP-80系统的知识工程工具	(197)
§ 6.11 专家系统的应用领域	(198)
§ 6.12 专家系统的问题及途径	(203)
一、专家系统存在的问题	(203)
二、专家系统的新途径	(204)
小结	(205)
习题	(205)
第七章 智能控制与智能管理	(206)
§ 7.1 智能控制的产生和发展	(206)
一、智能控制的产生背景	(206)
智能控制的发展过程	(207)

§ 7.2 智能控制的概念和类型	(207)
一、智能控制的基本概念	(207)
二、智能控制的主要类型	(209)
§ 7.3 自寻优控制系统	(210)
一、自寻优控制设计原理	(210)
二、极值搜索自寻优控制	(211)
三、区间优选自寻优控制	(213)
§ 7.4 多级自寻优控制系统	(215)
一、多级自寻优控制系统结构	(215)
二、局部自寻优控制级	(215)
三、全局自协调控制级	(216)
四、多级自寻优控制系统的特点	(219)
§ 7.5 专家控制系统	(219)
一、专家控制系统的概念	(219)
二、专家控制系统的类型	(220)
三、产生式专家控制系统	(221)
§ 7.6 多级专家控制系统	(223)
一、多级专家控制系统	(223)
二、多层专家控制系统	(224)
三、多段专家控制系统	(225)
§ 7.7 自学习控制系统	(225)
一、自学习控制的基本原则	(225)
二、产生式自学习控制系统	(227)
§ 7.8 计算机管理系统的进展和问题	(229)
一、计算机管理系统的发展概况	(229)
二、计算机管理系统存在的问题	(231)
§ 7.9 智能管理系统的基本概念	(232)
一、智能管理系统的设计思想	(232)
二、智能管理系统的结构和功能	(234)
§ 7.10 专家管理系统	(235)
一、专家管理系统	(235)
二、多级专家管理系统	(236)
§ 7.11 智能办公信息系统	(237)
一、智能办公信息系统的概念	(237)
二、省长办公信息系统的设计	(238)
§ 7.12 智能控制与管理系统	(239)
一、计算机集成生产系统	(240)
二、专家控制与管理系统	(242)
小结	(244)
习题	(245)

第八章 脑模型

§ 8.1 概述

§ 8.2 神经细胞模型	(247)
一、神经细胞的结构	(247)
二、神经细胞的功能	(247)
三、神经细胞的“M-P”模型	(248)
四、改进的神经细胞模型	(249)
§ 8.3 神经网络模型	(250)
一、神经网络的基本逻辑元件	(250)
二、开环神经网络模型	(251)
三、闭环神经网络模型	(251)
§ 8.4 感知机	(252)
一、感知机的实验系统	(252)
二、简单感知机的构造	(253)
§ 8.5 联想机	(254)
一、联想机的基本原理	(254)
二、联想记忆和识别	(255)
小结	(257)
习题	(258)
第九章 智能机	(259)
§ 9.1 现有计算机的问题	(259)
一、原理结构的问题	(259)
二、人-机接口的问题	(260)
三、智能水平的问题	(260)
§ 9.2 智能机的研究	(261)
一、新一代计算机研究概况	(261)
二、“电脑”与人脑的差距	(261)
§ 9.3 知识信息处理机	(263)
一、推理求解系统	(263)
二、知识库系统	(264)
三、智能接口系统	(264)
四、智能编程系统	(264)
§ 9.4 LISP机	(265)
一、LISP机的功能要求	(265)
二、LISP机的结构类型	(266)
三、典型的LISP机	(266)
§ 9.5 数据库机	(267)
一、数据库机的功能要求	(267)
二、数据库机的结构类型	(268)
三、高速数据处理技术	(268)
四、典型的数据库机	(269)
小结	(273)
习题	(273)

第十章 回顾与展望	(274)
§ 10.1 回顾	(274)
一、丰硕成果	(274)
二、波浪前进	(275)
§ 10.2 展望	(275)
一、新课题	(275)
二、新途径	(277)
三、新前景	(278)
小结	(279)
习题	(279)
附录 英汉术语对照	(280)
参考文献	(283)

第一章 绪 论

人工智能(Artificial Intelligence)简称为 AI,是计算机科学技术发展的前沿阵地,是当前新技术革命中十分活跃、具有重要战略意义的一门新的技术科学。

本章讨论人工智能的学科研究对象、基本内容与范畴,研究方法与发展概况。

§ 1.1 人工智能的研究对象

一、机器智能与智能机器

人工智能是一门新的技术学科,它研究如何用人工的方法和技术,即用各种自动机器或智能机器(主要指计算机或智能机)模仿、延伸和扩展人的智能,实现某些“机器思维”或脑力劳动自动化。

例如,应用人工智能的方法和技术,设计和研制各种计算机的“机器专家”系统,可以模仿各行各业的专家,去从事医疗诊断、质谱分析、矿床探查、数学证明、管理决策等脑力劳动工作,以完成某些需要人的智能,运用专门知识和经验技巧的任务。有些专家系统能够接近于,甚至在某些方面超过专家本人的能力和水平。

因此,人工智能也可称之为“机器智能”,即(Machine Intelligene),简称为 MI,它研究各种智能机器的设计原理和实现方法,研究如何提高机器,特别是计算机的智能水平,使机器成为具有感知、推理、决策等功能,具有知识获取、知识表达、知识利用能力的智能机器系统。

例如,正在研制中的“第五代计算机”,被称之为“人工智能计算机”,将具有直接感知文字、图象,理解自然语言,进行知识推理与逻辑判断的能力;又如,为了使智能机器人具有景物识别、分析与行动规划、决策能力,需配备机器视觉、听觉与智能电脑。

各种智能机器或智能机器系统,包括第五代计算机、智能机器人,以及将要开发的新一代的智能机,都是人工智能的研究对象,也是人工智能的理论、方法和技术的应用对象。

因此,可以说,人工智能的研究对象是机器智能,或者说是智能机器。换言之,人工智能是研究机器智能的技术科学,是关于智能机器或智能系统分析与综合的方法、设计和实现的技术。

二、脑力劳动自动化与脑模型

从计算机科学技术方面来说,人工智能是计算机科学的一个前沿分支,其目的在于提高计算机的智能水平,主要研究如何利用计算机软、硬件系统,模仿、延伸与扩展人的智能的理论、方法和技术,进一步研究人工智能计算机或新的智能机。

从自动化科学技术方面来说,人工智能是脑力劳动自动化的技术基础,它为各

能控制、智能管理与决策系统的设计，为智能仪表、智能机械与智能机器人的研制，提供理论与方法，它是自动化科学技术向纵深发展的结果。

另一方面，人工智能也是研究人的智能活动与思维过程的工程技术方法，它研究神经细胞模型、神经网络模型以及脑模型

(Brain Model)，利用电子装置和计算机模拟人的记忆、联想、学习、推理、识别等思维过程与智能活动。实质上，各种智能机器或智能系统，都可以看作是人脑或相应器官的某种功能模拟装置。因此，人工智能可以认为是“智能科学”中研究人与机器智能活动机理和规律的工程技术途径，如图 1.1 所示。

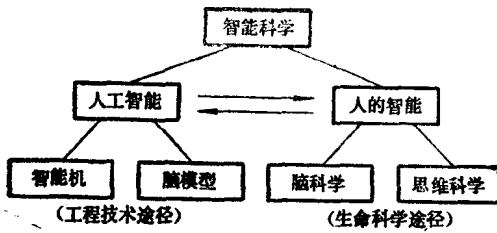


图1.1 人工智能与智能科学

§ 1.2 人工智能的学科范畴

人工智能是一门研究内容和应用领域广泛的学科。而且，随着新的应用领域的开拓，不断增添与补充新的内容。因为，实际上人类所有的工作与活动都离不开智能。所以，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，需要根据学科的研究对象，明确学科的基本内容与范畴。

由 § 1.1 节的论述可知，人工智能的学科研究对象是：智能机器或机器智能，也就是要研究如何使机器具有“智能”，如何设计智能机器及机器系统。

一、智能：感知、思维、行为

所谓“智能”通常是指人们在认识与改造客观世界的活动中，由思维过程和脑力劳动所体现的能力。它包括以下几个方面：

1. 感知能力

即人们通过视觉、听觉、触觉等，感知客观世界，获取感性知识的能力。这里，包括由眼、耳等感觉器官接受各种自然信息，如文字、图象、物景、声音、语言等，将信息由外周神经传入中枢神经——脑，通过相应的视觉中枢、听觉中枢等，进行信息处理和模式识别的智能活动过程。

2. 思维能力

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，计划、规划、学习、探索等，对各种输入信息进行加工处理，将感性知识上升为理性知识，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，增长知识、丰富经验、提高工作能力。

3. 行为能力

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，如根据仪表的显示信号，进行手动操作，或者对学生或用

户提出的问题，作出回答或解释等。反应的智能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和刺激干扰，灵活地作出相适应的反应的能力。

上述“感知”、“思维”和“行为”能力，体现了人们在认识与改造客观世界过程中的“智能”。

二、知识：获取、处理、运用

人的智能的核心在于“知识”，包括感性知识与理性知识，经验知识与理论知识。从知识的观点，智能表现在：

1. 知识获取能力

相应于感知能力，包括通过感知器官，在观察、测量、训练、操作等实践中，获取直接经验知识或感性知识，以及在学习、阅读、交谈等过程中，获取间接经验知识或理性知识。

2. 知识处理能力

相应于思维能力，包括将感性知识上升为理性知识，进行演绎推理与归纳推理，通过知识的积累、存储，联想、类比，分析、计算，论证、比较，探索、优选等信息处理过程，求得问题的解答，制定规划决策。

3. 知识运用能力

相应于反应能力，即运用所获得的知识，通过知识信息处理，根据所求得的问题解答，或所制订的规划决策作出反应，采取行动，发挥知识的效用，如回答咨询、诊断疾病、操纵机器等。

三、人工智能的基本内容

因此，在人工智能的研究中，为了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

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、图象、声音、语言、物景），即机器感知的工程技术方法。

如机器视觉（文字、图象识别、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

研究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