

21世纪高等学校本科计算机专业系列实用教材

# 人工智能

基础与应用

◎ 吴胜 王书芹 编著



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

21 世纪高等学校本科计算机专业系列实用教材

# 人工智能基础与应用

吴 胜 王书芹 编著

電子工業出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

人工智能是一门研究如何构造智能机器或智能系统,使它能模拟、延伸和扩展人类的智能的学科。全书共9章,内容包括两大部分。第一部分从第1章到第4章,介绍人工智能概述和基础,重点介绍知识表示、推理和搜索;第二部分包括第5章到第9章,介绍人工智能的研究领域和应用以及专家系统、计算智能、机器学习、分布式人工智能和人工智能程序设计等内容。

本书可以作为高等学校计算机专业的教材,也可供从事人工智能研究的科技人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

人工智能基础与应用/吴胜,王书芹编著. —北京:电子工业出版社,2007.1

(21世纪高等学校本科计算机专业系列实用教材)

ISBN 978-7-121-03512-8

I. 人… II. ①吴…②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(2007)第004894号

责任编辑:龚兰芳

印 刷:北京季蜂印刷有限公司

装 订:三河市万和装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:10.25 字数:262千字

印 次:2007年1月第1次印刷

印 数:5000册 定价:17.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系电话:(010)68279077; 邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线:(010)88258888。

# 编委会名单

主任委员 庄燕滨

副主任委员 张永常 邵晓根 范剑波 沈振平 倪伟 马正华 范兴南  
华容茂

委员（以姓名笔画为序）

丁志云 丁海军 王琳 石敏辉 刘玉龙 刘红玲 朱宇光  
朱信诚 冷英男 闵立清 吴胜 杨玉东 杨茂云 张宗杰  
张碧霞 张献忠 查志琴 赵立江 赵梅 郭小荟 徐煜明  
唐土生 唐学忠 程红林 彭珠 韩雁

# 序 言

21 世纪是“信息”主导的世纪，是崇尚“创新与个性”发展的时代，体现“以人为本”、构建“和谐社会”是社会发展的主流。然而随着全球经济一体化进程的不断推进，市场与人才的竞争日趋激烈。对于国家倡导发展的 IT 产业，需要培养大量的、适应经济和科技发展的计算机人才。

众所周知，近年来，一些用人单位对部分大学毕业生到了工作岗位后，需要 1~2 年甚至多年的训练才能胜任工作的“半成品”现象反应强烈。从中反映出单位对人才的需求越来越讲究实用，社会要求学校培养学生的标准应该和社会实际需求的标准相统一。对于 IT 业界来讲，一方面需要一定的科研创新型人才，从事高端的技术研究，占领技术发展的高地；另一方面，更需要计算机工程应用、技术应用及各类服务实施人才，这些人才可统称“应用型”人才。

应用型本科教育，简单地讲就是培养高层次应用型人才的本科教育。其培养目标应是面向社会的高新技术产业，培养在工业、工程领域的生产、建设、管理、服务等第一线岗位，直接从事解决实际问题、维持工作正常运行的高新技术应用型人才。这种人才，一方面掌握某一技术学科的基本知识和基本技能，另一方面又具有较强的解决实际问题的基本能力，他们常常是复合性、综合性人才，受过较为完整的、系统的、有行业应用背景的“职业”项目训练，其最大的特色就是有较强的专业理论基础支撑，能快速地适应职业岗位并发挥作用。因此，可以说“应用型人才培养既有本科人才培养的一般要求，又有强化岗位能力的内涵，它是在本科基础之上的以‘工程师’层次培养为主的人才培养体系”，人才培养模式必须吸取一般本科教育和职业教育的长处，兼蓄并顾。“计算机科学与技术”专业教学指导委员会已经在研究并指导实施计算机人才的“分类”培养，这需要我们转变传统的教育模式和教学方法，明确人才培养目标，构建课程体系，在保证“基础的前提”下，重视素质的培养，突出“工程性”、“技术应用性”、“适应性”概念，突出知识的应用能力、专业技术的应用能力、工程实践能力、组织协调能力、创新能力和创业精神，较好地体现与实施人才培养过程的“传授知识，训练能力，培养素质”三者的有机统一。

在规划本套教材的编写时，我们遵循专业教学委员会的要求，针对“计算机工程”、“软件工程”、“信息技术”专业方向，以课群为单位选择部分主要课程，以计算机应用型人才培养为宗旨，确定编写体系，并提出以下编写原则。

(1) 本科平台：必须遵循专业基本规范，按照“计算机科学与技术”专业教学指导委员会的要求构建课程体系，覆盖课程教学知识点。

(2) 工程理念：在教材体系编写时，要贯穿“系统”、“规范”、“项目”、“协作”等工程理念，内容取舍上以“工程背景”、“项目应用”为原则，尽量增加一些实例教学。

(3) 能力强化：教学内容的举例，结合实际应用，力争有针对性；每本教材要安排课程实践教学指导，在课程实践环节的安排上，要统筹考虑，提供面向现场的设计性、综合性的实践教学指导内容。

(4) 国际视野：本套教材的编写要做到兼长并蓄，吸收国内、国外优秀教材的特点，人才培养要有国际背景和视野。

本套教材的编委会成员及每本教材的主编都有着丰富的教学经验，从事过相关的工程项目（软件开发）的规划、组织与实施，希望本套教材的出版能为我国的计算机应用型人才的培养尽一点微薄之力。

编委会

# 前 言

人工智能是计算机科学与应用中的一个传统的分支，涵盖众多的领域。人工智能技术被广泛运用于许多方面。

全书共分 9 章，可分为两大部分。第一部分包括第 1 章到第 4 章，介绍人工智能的概述和基础，重点介绍知识表示、推理和搜索。第二部分包括第 5 章到第 9 章，介绍人工智能的研究领域和应用；介绍专家系统、计算智能、机器学习、分布式人工智能以及人工智能程序设计等内容。

第 1 章说明人工智能发展的必然性，介绍了人工智能的含义、目标、研究和应用领域、发展简史。第 2 章介绍知识、知识表示的内涵，在此基础上，对人工智能中常用的几种知识表示法进行介绍。第 3 章介绍推理的基本概念和常用的推理方法。第 4 章介绍搜索的基本概念和常用的搜索技术。第 5 章介绍专家系统的定义、特点和分类，一般结构和基本原理；在此基础上，分析专家系统开发的原则和一般步骤。第 6 章介绍计算智能所涉及的领域、范围和计算智能的含义。第 7 章对机器学习的基本概念、基本结构、基本方法及技术进行简要的介绍。第 8 章介绍分布式人工智能的基本原理和分类；重点介绍了 Agent 的内涵、结构、应用和面向 Agent 的软件开发。第 9 章介绍人工智能程序设计的一些常用工具：LISP、Prolog、C、JavaScript。

本书的第 3、4、6、7 章由王书芹编写，第 1、2、5、8、9 章由吴胜编写。全书由吴胜统稿。

由于作者水平有限，书中疏漏与错误之处在所难免，恳请广大读者指正。

编著者  
2007 年 1 月

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	(1)
1.1 人工智能的内涵 .....	(1)
1.1.1 人工智能的发展动力 .....	(1)
1.1.2 人工智能的含义 .....	(2)
1.1.3 人工智能的目标 .....	(3)
1.2 人工智能的研究领域 .....	(4)
1.2.1 专家系统 .....	(4)
1.2.2 计算智能 .....	(4)
1.2.3 机器学习 .....	(4)
1.2.4 自然语言处理 .....	(5)
1.2.5 模式识别 .....	(5)
1.2.6 机器人 .....	(5)
1.2.7 分布式人工智能 .....	(5)
1.2.8 数据挖掘 .....	(6)
1.2.9 其他 .....	(6)
1.3 人工智能的发展简史 .....	(6)
1.3.1 第 1 阶段 .....	(6)
1.3.2 第 2 阶段 .....	(7)
1.3.3 第 3 阶段 .....	(7)
1.3.4 第 4 阶段 .....	(8)
1.3.5 第 5 阶段 .....	(8)
本章小结 .....	(9)
习题 1 .....	(9)
实验 1 .....	(9)
<b>第 2 章 知识表示</b> .....	(10)
2.1 知识与知识表示 .....	(10)
2.1.1 知识的内涵 .....	(10)
2.1.2 选择知识表示法 .....	(11)
2.2 一阶谓词逻辑表示法 .....	(11)
2.2.1 一阶谓词逻辑表示法 .....	(12)
2.2.2 一阶谓词逻辑表示法特性 .....	(12)
2.3 产生式表示法 .....	(13)
2.3.1 运用规则 .....	(13)
2.3.2 产生式系统 .....	(14)
2.3.3 产生式系统分类 .....	(15)



2.3.4 产生式表示法特点 .....	(16)
2.4 语义网络表示法 .....	(16)
2.4.1 语义网络表示法概述 .....	(16)
2.4.2 语义网络表示法运用与特性 .....	(17)
2.5 框架表示法 .....	(18)
2.5.1 框架的组成与结构 .....	(18)
2.5.2 框架表示法运用与特性 .....	(21)
2.6 其他知识表示法 .....	(22)
2.6.1 脚本表示法 .....	(22)
2.6.2 面向对象表示法 .....	(23)
本章小结 .....	(25)
习题 2 .....	(25)
实验 2 .....	(26)
<b>第 3 章 推理</b> .....	(27)
3.1 推理的内涵 .....	(27)
3.1.1 推理的基本概念 .....	(27)
3.1.2 推理的分类 .....	(28)
3.2 确定性推理 .....	(30)
3.2.1 推理的逻辑基础 .....	(30)
3.2.2 自然演绎推理 .....	(37)
3.2.3 归结推理 .....	(38)
3.3 不确定推理与非单调推理 .....	(47)
3.3.1 不确定推理的概率论基础 .....	(49)
3.3.2 主观 Bayes 方法 .....	(50)
3.3.3 非单调推理 .....	(56)
本章小结 .....	(60)
习题 3 .....	(61)
实验 3 .....	(61)
<b>第 4 章 搜索</b> .....	(62)
4.1 搜索概述 .....	(62)
4.1.1 搜索的基本概念 .....	(62)
4.1.2 搜索的分类 .....	(63)
4.2 状态空间搜索 .....	(63)
4.2.1 状态空间盲目搜索 .....	(67)
4.2.2 状态空间启发式搜索 .....	(72)
4.3 与/或树搜索 .....	(78)
4.3.1 与/或树的盲目搜索 .....	(80)
4.3.2 与/或树的启发式搜索 .....	(81)
4.4 博弈树的启发式搜索 .....	(84)
4.4.1 博弈树的启发式搜索含义 .....	(85)

4.4.2 示例 .....	(86)
本章小结 .....	(87)
习题 4 .....	(87)
实验 4 .....	(88)
<b>第 5 章 专家系统 .....</b>	<b>(89)</b>
5.1 专家系统概述 .....	(89)
5.1.1 专家系统的定义 .....	(89)
5.1.2 专家系统的特点 .....	(90)
5.1.3 专家系统的分类 .....	(90)
5.2 专家系统原理 .....	(91)
5.2.1 专家系统一般结构 .....	(92)
5.2.2 专家系统基本原理 .....	(93)
5.2.3 知识获取 .....	(93)
5.3 专家系统开发 .....	(94)
5.3.1 专家系统设计原则与评价 .....	(94)
5.3.2 专家系统开发步骤 .....	(95)
5.3.3 专家系统开发工具 .....	(95)
5.3.4 应用实例 .....	(96)
本章小结 .....	(97)
习题 5 .....	(97)
实验 5 .....	(97)
<b>第 6 章 计算智能 .....</b>	<b>(98)</b>
6.1 人工神经网络 .....	(98)
6.1.1 基本原理及学习机理 .....	(98)
6.1.2 感知模型及其学习 .....	(106)
6.2 遗传算法 .....	(107)
6.2.1 遗传算法的基本概念 .....	(107)
6.2.2 简单遗传算法 .....	(109)
6.2.3 遗传算法应用 .....	(110)
6.3 计算智能其他技术 .....	(111)
6.3.1 模糊理论 .....	(111)
6.3.2 免疫算法 .....	(114)
6.3.3 蚁群算法 .....	(116)
本章小结 .....	(118)
习题 6 .....	(119)
实验 6 .....	(119)
<b>第 7 章 机器学习 .....</b>	<b>(120)</b>
7.1 机器学习概述 .....	(120)
7.1.1 机器学习的基本概念 .....	(120)
7.1.2 机器学习的实现方法 .....	(123)

7.2 机器学习的分类 .....	(123)
7.2.1 机械学习 .....	(123)
7.2.2 归纳学习 .....	(125)
7.2.3 基于类比的学习 .....	(129)
7.2.4 基于解释的学习 .....	(131)
本章小结 .....	(133)
习题 7 .....	(134)
实验 7 .....	(134)
<b>第 8 章 分布式人工智能 .....</b>	<b>(135)</b>
8.1 分布式人工智能概述 .....	(135)
8.1.1 基本原理 .....	(135)
8.1.2 分类 .....	(136)
8.2 多 Agent 系统概述 .....	(137)
8.2.1 Agent 概念和思想 .....	(137)
8.2.2 体系结构 .....	(138)
8.3 面向 Agent 的软件开发 .....	(139)
8.3.1 设计思想 .....	(139)
8.3.2 设计工具 .....	(139)
8.3.3 应用 .....	(140)
本章小结 .....	(141)
习题 8 .....	(141)
实验 8 .....	(141)
<b>第 9 章 人工智能程序设计 .....</b>	<b>(142)</b>
9.1 LISP 语言 .....	(142)
9.1.1 基本概念 .....	(142)
9.1.2 基础功能 .....	(143)
9.2 Prolog 语言 .....	(143)
9.2.1 基本概念 .....	(143)
9.2.2 基础语法 .....	(144)
9.2.3 应用 .....	(145)
9.3 其他工具 .....	(147)
9.3.1 C 语言 .....	(147)
9.3.2 JavaScript 语言 .....	(148)
本章小结 .....	(150)
习题 9 .....	(150)
实验 9 .....	(150)
<b>参考文献 .....</b>	<b>(151)</b>

# 第 1 章

## 绪 论

### 本章要点

本章在分析用户需求的基础上说明了人工智能发展的必然，介绍了人工智能的含义，还比较了人工智能的长期目标和近期目标。本章还介绍了人工智能的研究和应用领域以及人工智能的发展简史。

### 1.1 人工智能的内涵

计算机作为一项不可或缺的工具逐步地深入到人们的日常工作、学习和生活中。如同人类对其他工具（如运输工具）的期望一样，人们对计算机也寄予了越来越高的期望和要求。人们希望计算机能够作为一种更为有效和简便的工具，在人们的学习、工作和生活中发挥更为重要的作用。计算机面临着新的要求，人们希望人和计算机之间的交互变得更加友好、便捷和多样化，希望计算机能够代替人类或者作为人类的代理来做一些更为复杂的工作。人们对计算机的这些需求导致了人工智能的产生与发展。

#### 1.1.1 人工智能的发展动力

目前的计算机大多是冯·诺依曼型计算机，该类计算机采用了以二进制数和程序存储控制为基础的结构思想。这个思想是由冯·诺依曼（Von Nouman）于 1946 年最早提出来的，它确立了至今为止的各代计算机的基本工作原理。根据这个原理，信息在计算机内部以二进制数表示，除了要将运算的数据输入计算机以外，还需要将运算的步骤事先编成指令，将指令输入到计算机内储存起来，这就是“存储程序”的概念。计算机根据人们事先存储在计算机里面的程序指令一步一步地进行操作，对数据进行加工处理以及输入输出。这种基于“存储程序”原理的计算机，称为冯·诺依曼型计算机。

冯·诺依曼型计算机，是按照人们事先确定的方案，执行人们指定的操作步骤，才能得到所需要的结果。从拿到一个任务到得出正确的结果，要经过以下几个阶段。

(1) 分析用户需求。确定有哪些数据，需要输出什么样的数据（包括输出数据本身和数

据输出格式), 需要进行哪种处理(如, 分类排序, 或文字检索)。

(2) 确定处理方案。如果是数值计算问题就要建立数学模型。

(3) 确定操作步骤。根据处理方案, 具体列出让计算机如何进行操作的步骤。

(4) 根据操作步骤编写源程序。用计算机语言写的操作步骤就是计算机程序。要使计算机完成所需要的处理, 必须编写出相应的计算机能接受和执行的计算程序。

(5) 将计算机程序输入计算机并使之运行, 如果程序是正确的应能得到预期的结果, 如果得不到正确的结果应检查前面步骤是否有误, 在改正后再上机运行。

(6) 整理输出结果, 写出有关文档资料。

由此可见, 现阶段大部分计算机系统仍然充当人类“佣人”角色, 我们必须明确地告诉它们要“做什么”以及“如何做”, 这些信息必须在软件开发过程中显式给出并预先封装在目标软件系统之中。只有这样, 计算机系统才能正常运行并给我们提供各种功能和服务。现阶段计算机系统所具备的能力仍比较有限, 许多工作仍需要人类自身完成。人和计算机系统之间的交互仍然比较复杂和繁琐, 非计算机专业的用户需要经过专门的培训或者系统的学习才能熟练地操作计算机系统。

随着计算机的普及, 计算机的应用领域越来越广泛, 非计算机专业的用户越来越多。于是, 人们希望在使用计算机的过程中, 能把人做的一些工作(如, 分析问题)分给计算机来完成。人们期望计算机能够作为人类的“管家”和“代理”, 能够为人类做更多、更加复杂的工作。我们只需要告诉计算机“做什么”, 它就能为我们提供功能和服务, 甚至自发地进行工作; 人和计算机之间的交互变得更加友好、便捷和多样化。这样的话, 计算机就表现得更聪明、更容易使用了。

我们知道, 人类要想能完成上述工作(如, 分析问题)是需要具备智能的。这就提出了一个问题: 机器能否具有像人一样的智能呢。对这个问题的探究就导致了人工智能的产生、发展。在此, 可以初步地把人工智能理解为让机器完成那些需要人来做的智能事情的学科。

如同人类对其他工具(如, 运输工具)的期望一样, 人们对计算机也寄予了越来越高的期望。就像运输工具从马车发展到飞机一样; 计算机的存储空间越来越大, 计算速度越来越快。另一方面, 人们希望工具能有更多的自主性, 希望工具使用起来更容易, 傻瓜相机的出现就反映了人们的这一需要。人们在计算机的使用过程中, 也一直希望计算机能表现得更聪明些。

另一方面, 随着计算机的普及, 计算机用户越来越多, 计算机用户中非专业人士所占的比重越来越大, 这就要求计算机更容易使用、更健壮、更聪明, 能更好地理解用户意图。自上个世纪 90 年代以来, Internet 技术的广泛应用, 计算机应用面更是不断地扩大, 计算机应用系统的规模越来越大、复杂性越来越高。应用系统复杂性的提高使得人们对计算机寄予了更高的希望, 用户希望计算机能表现出更多的自主性。

而满足用户对计算机越来越高的期望, 如计算机要更智能些, 这就是人工智能发展的内在动力。在一定程度上说, 人工智能的出现是必然的。

### 1.1.2 人工智能的含义

人工智能从诞生至今已有 50 年的历史, 并得到了广泛的应用, 但尚无严格的定义。常见的定义有:

(1) 人工智能是计算机科学中的一个分支,涉及到智能计算机系统的设计,该系统显示人类行为中与智能有关的某些特征。

(2) 人工智能是计算机科学中的一个分支,它研究问题求解的符号方法和非算法方法。

(3) 利用计算机程序和程序设计技术来认识普通的智能原理和具体的人类思想。

难于界定人工智能的原因之一就是“智能”本身不易被人们理解。至今,对智能是什么也没有统一的看法,智能的定义和描述也有很多种,常见的有:

(1) 善于判断、理解和推理。

(2) 综合智力主要是指“相互关系的训练”。

(3) 形成要领和掌握含义的能力。

(4) 全面考试的能力或思维的效率。

(5) 先天的、综合的和认识的能力。

(6) 智力活动包括在某一情况下抓住本质并对它们做出适当的反应。

(7) 适当地行动、理智地思考、有效地适应环境的总体能力。

(8) 身体和社会环境的适应性。

以上描述到的各种能力:判断、理解、推理、形成概念、适当的反应等说明了智能的复杂性本质。人工智能是相对于人的智能而言的,是用人工的方法在机器(如计算机)上实现的智能;所以智能的复杂性增加了对人工智能界定的难度。

人工智能是一个含义非常广泛的词语,不同学科背景的学者站在不同的角度给出了不同的定义,但都揭示了人工智能的本质:试图使计算机具有人类在处理问题所需要的智能。所以,从学科的角度来看,人工智能是一门研究如何构造智能机器或智能系统,使它能模拟、延伸和扩展人类智能的学科。

### 1.1.3 人工智能的目标

通过人工智能,我们可以让机器完成那些如果由人来做则需要智能的事情。例如,构造出的一些专家系统具有人类领域专家的专门知识和权威,可在某种程度上模仿人的思维和记忆;因此能够诊断疾病,勘探地下矿产和地下水,能够理解和翻译书面材料等。

而对人工智能的目标表述可以为人工智能的发展指明方向,也可以帮助我们更好地理解人工智能。所以,1978年索罗门(A. Sloman)给出了3个主要目标:

(1) 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。

他还给出了下列各种考虑,如智能行为与“构造、描述、解释、比较、修改和使用复杂的结构,包括像句子、图画等符号结构”的能力有关。更进一步地说,即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。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。因此,揭示人类智能的基本原理,用智能机器来模拟、延伸和扩展人类的思维过程和智能行为就是人工智能研究的长期目标。但就目前的实际来说,实现人工智能的长期目标还需要一个较长的时间。

从长远来看,人工智能研究需要彻底改变冯·诺依曼计算机的体系,研制智能计算机。但目前,主要是靠智能程序来提高现有计算机的智能化程度。在这种情况下,人工智能研究

的近期目标是建造智能计算机，即使现有的计算机更聪明。这使得计算机能够运用知识来解决问题，还能模拟人类的智能行为，如推理、规划和学习等。要想实现这一目标，需要根据现有计算机的特点，研究实现智能的有关理论、方法和技术，建立相应的智能系统。

### 1.2 人工智能的研究领域

计算机作为一项不可或缺的工具已经逐步地深入到人们的日常工作、学习和生活等各个方面。这使得人工智能的研究领域也非常广泛，涉及的学科众多。目前，人工智能的主要研究领域包括：分布式人工智能、专家系统、自然语言处理、机器人、机器学习、模式识别、数据挖掘等。

#### 1.2.1 专家系统

专家系统是人工智能的一个分支，产生于 20 世纪 60 年代中期，但其发展速度相当惊人。目前，专家系统的应用领域已渗透到数学、物理、化学、生物、农业、地质、气象、交通、冶金、化工、信息管理系统等众多领域。

专家系统目前尚无一个公认的定义，一种比较一致的描述是：专家系统是一个智能的计算机程序，它运用知识和推理步骤来解决只有专家才能解决的复杂问题。即任何解题能力达到了同领域人类专家水平的计算机程序都可以称作专家系统。

#### 1.2.2 计算智能

计算智能是人工智能中以算法为主要手段实现智能的一些方法的统称，其中有代表的是人工神经网络、遗传算法等。而且，这些算法的主要机理都得益于生物的启示，如人工神经网络在模仿生物神经计算方面有优势，而遗传算法则是对生物遗传的模拟。

人工神经网络的研究始于 20 世纪中叶，是通过模拟人脑神经系统的结构和功能来试图实现对人类智能的模拟。几十年来，研究人员对人工神经网络的理论模型、学习算法开发工具等方面进行了广泛、深入的探索。其应用已渗透到许多领域，如机器学习、专家系统、模式识别等领域。

遗传算法的起源可以追溯到 20 世纪 50 年代初，期间几个生物学家用计算机来模拟生物系统。到 20 世纪 60 年代后期和 70 年代早期，由 John Holland 指导完成的工作才导致了今天的遗传算法。遗传算法借用了遗传学的词汇，通过模拟自然进化过程来试图实现智能。

#### 1.2.3 机器学习

机器学习是人工智能研究的核心问题之一。有人认为，一个不具备学习能力的计算机系统就难以称为智能系统。

机器学习是研究怎样使用计算机模拟或实现学习活动的一门科学，它同认知科学、心理学等学科有密切的联系。学习是系统在不断重复的工作中对本身能力的增强或者改进，使得系统在下一次执行同样任务或类似的任务时，会比现在做得更好或效率更高。也就是说，如果一个系统可以改进自己的性能，这就是学习。

机器学习对人工智能的其他领域，如专家系统，产生重要的推动作用。现有的计算机系统只有非常有限的学习能力，还不能满足科学、生产中提出的新要求。机器学习有广泛的应用前景。

#### 1.2.4 自然语言处理

自然语言处理又叫自然语言理解，是人工智能的一个重要分支，主要研究使用计算机理解和生成自然语言的基础理论和基本技术。自然语言处理采用人工智能的理论和技術將設定的自然语言机用计算机程序表达出来，构造能够理解自然语言的系统，通常可以分为书面语理解、口语理解等情况。

自然语言的理解过程，实质上是把一种表达转换为另一种表达的过程，该转换过程可称为映射。建立自然语言理解系统就是寻求映射算法，使机器能够得到在理解上同人相当的水平。目前自然语言理解在机器翻译、篇章理解等场合获得了广泛的应用。

#### 1.2.5 模式识别

“模式”的原意是指供模仿用的完美无缺的一些标本。而在模式识别理论中，模式是指对某一事物所作的定量或结构性描述的集合。模式识别就是使计算机能对给定的事务进行鉴别，并把它归并入与其相同或相似的模式中。所以，有时把模式识别理解成模式分类，把供模仿的标本分成若干类，再来判别给出的事物属于哪一类。

模式识别的一般过程是先采集待识别事物的模式信息，再对其进行变换和预处理，从中抽出有意义的特征，得到待识别事物的模式，然后与机器中原有的各种模式进行比较，识别出给定事物和哪个模式相同。目前，用计算机进行模式识别时，主要是进行对图形、图像和语音等的识别。

#### 1.2.6 机器人

机器人是一种可再编程序的多功能的操作装置。机器人技术是适应生产自动化、原子能利用、宇宙和海洋开发等领域的需要，在电子学、人工智能、控制理论、系统工程、机械工程、仿生学以及心理学等各学科发展基础上出现的一种综合性技术。

早期的机器人研究大多侧重在应用，从单纯的作用考虑把机器人作为某个特定条件下作业的专用工具，即单功能机器人。随着电子技术和人工智能学科的发展，人们正在研制在结构上有灵活动作的多关节手和两腿步行机构，利用电视摄像机和光学测距器、超声波等作视觉，在广泛范围内对物体进行搜索、识别和测距，并带有触觉、听觉等功能的智能机器人。

目前，机器人按开发内容和目的大致分为以下几类：工业机器人、智能机器人、宇宙开发机器人、海洋开发机器人和玩具机器人等。当前，机器人已在各工业部门，从焊接、喷漆、装配到宇宙探测和海洋开发等领域得到了广泛的应用。它们将在工业、农业、国防、科技、教育、医疗及家务等广泛领域内发挥越来越重要的作用。

#### 1.2.7 分布式人工智能

分布式人工智能是随着计算机网络、通信和并发程序设计等技术发展而兴起的一个研究



领域。它主要研究在逻辑或物理上分散的智能系统之间如何协调各自行为从而实现问题的求解。

分布式人工智能研究大致可分为：分布式问题求解和多 Agent 系统两个方面。分布式问题求解主要研究如何分解特定问题并将其分配到一组拥有分布知识相互协作的结点上；多 Agent 系统中每个 Agent 是一个自治系统，Agent 之间以及 Agent 与环境之间进行并发活动，通过交互、协作来完成问题求解。多 Agent 系统主要的目的是为了有效地利用资源，控制智能系统的异步操作，均衡系统的目标。其基本问题有通信、交互语言和协议、协作等。

### 1.2.8 数据挖掘

数据挖掘是一种从大型数据库或数据仓库等数据源中抽取人们感兴趣的知识的行为。它通过综合运用统计学、模糊数学、机器学习等多种手段、方法，从数据中提炼和发现知识，实现知识的自动获取。数据挖掘作为知识发现过程中的一个特定步骤，它的目标是将数据转化为知识；而知识发现一般由数据准备、数据挖掘、结果表述和解释三个阶段构成。

数据挖掘的发展得益于数据库技术的发展。随着计算机技术的飞速发展和企业用户不断提出新的要求，数据仓库技术应运而生。数据仓库是一个用以更好地支持企业或组织的决策分析处理的、面向主题的、集成的、不可更新的、随时间不断变化的数据集合。数据仓库的出现对数据挖掘提出了新的机遇和挑战。

### 1.2.9 其他

自动定理证明是人工智能的一个重要研究领域，它是利用计算机证明非数值性的结果，即确定它们的真假。很多非数值性领域的任务如医疗诊断，都可以转化成一定理证明问题，所以自动定理证明的研究具有普遍的意义。

计算机视觉是研究为完成在复杂的环境中运动和在复杂的场景中识别物体所需要哪些视觉信息，以及如何从图像中获取这些信息的科学领域。计算机视觉在机器人、工业检测、物体识别、卫星图像分析、医学辅助诊断、航空测绘等领域得到了广泛的应用，并逐渐形成了各具特色的方法和理论。计算机视觉应用的发展提高了自动化和机器智能的水平，为智能机器人和智能系统的发展奠定了基础。

## 1.3 人工智能的发展简史

通过了解人工智能的历史可以更好地了解人工智能的内涵和发展原因。人工智能的产生发展过程大致可以分为以下几个阶段。

### 1.3.1 第1阶段

巴贝奇 1821 年发明的分析机的设计思想与现代计算机十分相似，他当时就阐明了一台通用计算机系统的重要组成部分：输入设备、存储器、运算器、控制器和输出设备。他提出的这五个组成部分，为电子计算机的发展奠定了基础。1937 年，“图灵计算机”模型被提出，该模型描述了此后十年才出现的计算机系统。1945 年，冯·诺依曼提出存储程序的概