

WUTP



普通高等学校计算机科学与技术专业新编系列教材

Artificial Intelligence

人工智能



蔡瑞英 李长河 主编

```
#include <stdio.h>
#include <stdio.h>
void main()
void main()
{
    void swap(int * ptr1,int * ptr2);
    void swap(int * ptr1,int * ptr2);
    int x,y,* ptr1,* ptr2;
    int x,y,* ptr1,* ptr2;
    printf("input x,y:");scanf("%d,%d",&x,&y);
    printf("input x,y:");scanf("%d,%d",&x,&y);
    printf("%d\t%d\n",x,y);ptr1=&x;ptr2=&y;
    printf("%d\t%d\n",x,y);ptr1=&x;ptr2=&y;
    if(x<y)
    if(x<y)
    swap(ptr1,ptr2);
    swap(ptr1,ptr2);
    printf("%d\t%d\n",x,y);
    printf("%d\t%d\n",x,y);
}
void swap(int * ptr1,int * ptr2)
```

武汉理工大学出版社

Wuhan University of Technology Press



普通高等学校计算机科学与技术专业新编系列教材

# Artificial Intelligence

# 人工智能

蔡瑞英 李长河 主编

武汉理工大学出版社

Wuhan University of Technology Press

MB84/05

## 内 容 提 要

本书主要介绍人工智能的基本理论、方法和应用技术,是关于人工智能的一本入门书。全书共分7章。第1章叙述了人工智能概况,第2~4章介绍了人工智能基本原理和技术,第5~7章介绍专家系统、机器学习及人工神经网络有关概念及主要技术。

本书可作为高等学校计算机科学与技术专业或相关专业高年级学生的“人工智能”课程教材,亦可供从事人工智能研究和应用的科学工作者和工程技术人员阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

人工智能/蔡瑞英,李长河主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2003.8

普通高等学校计算机科学与技术专业新编系列教材

ISBN 7-5629-1962-3

I. 人… II. ① 蔡… ② 李… 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(2002)第 106864 号

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮政编码:430070)

HTTP://www.whut.edu.cn/chuban1

E-mail:wutp@public.wh.hb.cn

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:武汉理工大印刷厂

开 本:787×960 1/16

印 张:19.25

字 数:367千字

版 次:2003年8月第1版

印 次:2003年8月第1次印刷

印 数:1~5000册

定 价:26.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。本社购书热线电话:(027)87397097 87394412

**普 通 高 等 学 校**  
**计算机科学与技术专业新编系列教材**  
**编 审 委 员 会**

**顾问:**

卢锡城 周祖德 何炎祥 卢正鼎 曾建潮  
熊前兴

**主任委员:**

严新平 钟 珞 雷绍锋

**副主任委员:**

李陶深 鞠时光 段隆振 王忠勇 胡学钢  
李仁发 张常年 郑玉美 程学先 张翠芳  
孙成林

**委员:(以姓氏笔画为序)**

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王 浩 | 王景中 | 刘任任 | 江定汉 | 朱 勇 |
| 宋中山 | 汤 惟 | 李长河 | 李临生 | 李跃新 |
| 李腊元 | 李朝纯 | 肖俊武 | 邱桃荣 | 张江陵 |
| 张继福 | 张端金 | 张增芳 | 陈和平 | 陈祖爵 |
| 邵平凡 | 金 聪 | 杨开英 | 赵文静 | 赵跃华 |
| 周双娥 | 周经野 | 钟 诚 | 姚振坚 | 徐东平 |
| 黄求根 | 郭庆平 | 郭 骏 | 袁 捷 | 龚自康 |
| 崔尚森 | 蒋天发 | 詹永照 | 蔡启先 | 蔡瑞英 |
| 谭同德 | 熊盛武 | 薛胜军 |     |     |

**秘书长:**田道全

**总责任编辑:**段 超 徐秋林

## 出版说明

当今世界已经跨入了信息时代,计算机科学与技术正在迅猛发展。尤其是以计算机为核心的信息技术正在改变整个社会的生产方式、生活方式和学习方式,推动整个人类社会进入信息化社会。为了顺应时代潮流,适应计算机专业调整及深化教学改革的要求,充分考虑到不同层次高校的教学现状,满足广大高校的教学需求,武汉理工大学出版社经过广泛调研,与国内近 30 所高等院校的计算机专家进行探讨,决定组织编写“普通高等学校计算机科学与技术专业新编系列教材”。

我们在组织编写新编本套系列教材时,以培养现代化高级人才为重任,以提高学生综合素质、培养学生应用能力和创新能力为目的,以面向现代化、面向世界、面向未来为准绳,注重系列教材的特色和实用性,反映最新的教学与科研成果,体现本专业的时代特征。同时,面对教育改革的需要、人才的需要和社会的需要,在编写本教材时,借鉴、学习国外一流大学的先进教学体系,结合国内的实际需要,吸取具有先进性、实用性和权威性的国外教材的精华,以更好地促进国内教材改革顺利进行。从时代和国际竞争要求的高度来思考,为打造一套高起点、高水平、高质量的系列教材而努力。

本套教材具有以下特色:

**与时俱进,内容科学先进**——充分体现计算机学科知识更新快的特点,及时更新知识,确保教材处于学科前沿,以拓宽学生知识面,培养学生的创新能力。

**紧跟教学改革步伐,体现教学改革的阶段性成果**——符合全国高校计算机专业教学指导委员会、中国计算机学会教育委员会制订的“计算机学科教学计划 2000”的内容要求。

**实现立体化出版,适应教育方式的变革**——本套教材努力使用和推广现代化的教学手段,凡有条件的课程都准备组织编写、制作和出版配合教材使用的实验、习题、课件、电子教案及相应的程序设计素材库。

本套教材首批 25 种预定在 2003 年秋季全部出齐。我们的编审者、出版者决不敢稍有懈怠,一定高度重视,兢兢业业,按最高的质量标准工作。教材建设是我们共同的事业和追求,也是我们共同的责任和义务,我们诚恳地希望大家积极选用本套教材,并在使用过程中给我们多提意见和建议,以便我们不断修订、完善全套教材。

武汉理工大学出版社

2002 年 10 月

# 前 言

人工智能是计算机科学的一个重要分支,是当前科学技术发展中的一门前沿学科。它的出现及所取得的成就引起了人们的高度重视,被认为是计算机发展的一个根本目标。为适应这一计算机科学与技术发展的需要,根据我们多年来从事人工智能研究和教学的经验,参考了相关的资料,编写了适合本科教学的这本《人工智能》教材。

本书共分7章。第1章绪论,叙述了人工智能的概念、研究途径、研究内容和其主要研究领域。第2章和第3章智能表示和搜索,介绍了人工智能的知识表示方法、一般搜索原理和求解方法。第4章推理,讨论了人工智能的推理原理、各种推理方法。第5章专家系统,介绍了专家系统基本概念、技术和方法。第6章机器学习,介绍了机器学习的一些基本概念和方法。第7章人工神经网络,讨论了人工神经网络有关概念及基本技术。本书力求概念清楚,通俗易懂,同时也考虑了一定的深度、广度和先进性。

本书由蔡瑞英(第1、5、7章)、李长河(第2、3章)、张先宜(第4、5章)合作完成,并由蔡瑞英进行修改和统稿。

由于编写时间仓促,书中一定有不少错误和缺点,恳请读者批评、指正。

编者

2003年6月



# 目 录

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 1 绪论 .....                 | (1)  |
| 1.1 什么是人工智能 .....          | (1)  |
| 1.1.1 智能 .....             | (1)  |
| 1.1.2 人工智能 .....           | (2)  |
| 1.1.3 图灵测试 .....           | (3)  |
| 1.1.4 人工智能的发展简史 .....      | (3)  |
| 1.2 人工智能的研究目标及基本内容 .....   | (6)  |
| 1.2.1 人工智能的研究目标 .....      | (6)  |
| 1.2.2 人工智能研究的基本内容 .....    | (6)  |
| 1.3 人工智能的研究途径 .....        | (7)  |
| 1.3.1 以符号处理为核心的方法 .....    | (7)  |
| 1.3.2 以网络连接为主的连接机制方法 ..... | (8)  |
| 1.3.3 系统集成 .....           | (8)  |
| 1.4 人工智能的研究领域 .....        | (8)  |
| 1.4.1 专家系统 .....           | (9)  |
| 1.4.2 机器学习 .....           | (9)  |
| 1.4.3 模式识别 .....           | (9)  |
| 1.4.4 自然语言理解 .....         | (10) |
| 1.4.5 自动定理证明 .....         | (10) |
| 1.4.6 自动程序设计 .....         | (10) |
| 1.4.7 机器人学 .....           | (11) |
| 1.4.8 博弈 .....             | (11) |
| 1.4.9 智能决策支持系统 .....       | (11) |
| 1.4.10 人工神经网络 .....        | (11) |
| 1.4.11 分布式人工智能 .....       | (11) |
| 本章小结 .....                 | (13) |
| 思考题与习题 .....               | (13) |

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| <b>2 知识表示</b> .....                | (14) |
| 2.1 知识与知识表示概述.....                 | (15) |
| 2.1.1 什么是知识.....                   | (15) |
| 2.1.2 知识的特性.....                   | (16) |
| 2.1.3 知识分类和知识表示概述.....             | (17) |
| 2.2 谓词逻辑表示法.....                   | (19) |
| 2.2.1 命题和谓词.....                   | (19) |
| 2.2.2 命题和谓词逻辑.....                 | (21) |
| 2.2.3 谓词公式的解释.....                 | (24) |
| 2.2.4 谓词公式的永真性、可满足性与不可满足性.....     | (25) |
| 2.2.5 谓词逻辑的知识表示及其特性.....           | (26) |
| * 2.2.6 谓词逻辑的演算律.....              | (30) |
| 2.3 产生式表示法.....                    | (32) |
| 2.3.1 产生式的知识表示.....                | (33) |
| 2.3.2 产生式系统求解及其控制策略.....           | (35) |
| 2.3.3 产生式知识表示法的应用特点.....           | (39) |
| 2.4 语义网络表示法.....                   | (41) |
| 2.4.1 语义网络知识表示.....                | (41) |
| 2.4.2 语义网络推理及其知识表示特性.....          | (44) |
| 2.5 框架表示法.....                     | (46) |
| 2.5.1 框架知识表示系统.....                | (46) |
| 2.5.2 框架知识表示的组织结构形式.....           | (47) |
| 2.5.3 框架的推理及其知识表示特性.....           | (50) |
| * 2.6 过程表示法.....                   | (53) |
| 2.6.1 什么是过程表示法.....                | (53) |
| 2.6.2 过程表示法的推理形式.....              | (53) |
| 2.6.3 过程表示法的应用特性.....              | (55) |
| * 2.7 Petri 网表示法.....              | (56) |
| 2.7.1 Petri 网及其表示知识的方法.....        | (56) |
| 2.7.2 一个实例——使用 Petri 网建模的知识表示..... | (57) |
| 2.7.3 Petri 网表示法的特点.....           | (58) |
| * 2.8 面向对象表示法.....                 | (59) |
| 2.8.1 面向对象知识表示概念.....              | (59) |
| 2.8.2 面向对象的知识表示方法.....             | (60) |
| 2.8.3 对象模型技术概述.....                | (62) |

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 本章小结 .....                       | (63)  |
| 思考题与习题 .....                     | (64)  |
| <b>3 搜索与启发式推理</b> .....          | (67)  |
| 3.1 概述 .....                     | (67)  |
| 3.1.1 人工智能推理与搜索 .....            | (67)  |
| 3.1.2 问题的状态空间图搜索求解 .....         | (69)  |
| 3.1.3 搜索效率 .....                 | (71)  |
| 3.2 状态空间表示法及其解的搜索 .....          | (72)  |
| 3.2.1 状态、操作和状态空间 .....           | (72)  |
| * 3.2.2 典型问题的状态空间图搜索求解分析 .....   | (74)  |
| 3.3 状态空间的盲目搜索策略 .....            | (80)  |
| 3.3.1 广度优先搜索 .....               | (80)  |
| 3.3.2 深度优先搜索 .....               | (83)  |
| 3.3.3 有界深度优先搜索 .....             | (86)  |
| 3.3.4 代价树的推进搜索 .....             | (87)  |
| 3.4 启发式搜索原理 .....                | (91)  |
| 3.4.1 启发式策略 .....                | (91)  |
| 3.4.2 估价函数和启发函数 .....            | (92)  |
| 3.5 启发式搜索法 .....                 | (94)  |
| 3.5.1 瞎子爬山法 .....                | (95)  |
| 3.5.2 全局择优搜索法 .....              | (97)  |
| 3.5.3 图的有序搜索及其 A 与 A* 搜索算法 ..... | (101) |
| 3.6 与/或树的启发式搜索 .....             | (104) |
| 3.6.1 与/或树、搜索树及其解树 .....         | (104) |
| 3.6.2 与/或树的代价计算及其计算策略分析 .....    | (106) |
| 3.6.3 与/或树的有序搜索 .....            | (107) |
| 3.7 博弈对策 .....                   | (110) |
| 3.7.1 博弈思想及其博弈树 .....            | (110) |
| 3.7.2 博弈树的有序搜索策略 .....           | (112) |
| 本章小结 .....                       | (115) |
| 思考题与习题 .....                     | (117) |
| <b>4 推理</b> .....                | (122) |
| 4.1 推理的基本概念 .....                | (122) |
| 4.1.1 什么是推理 .....                | (122) |
| 4.1.2 推理方法及分类 .....              | (123) |

---

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 4.2 推理的控制策略 .....        | (126) |
| 4.2.1 正向推理控制策略 .....     | (126) |
| 4.2.2 逆向推理控制策略 .....     | (128) |
| 4.2.3 混合推理控制策略 .....     | (130) |
| 4.2.4 其他相关问题 .....       | (131) |
| 4.3 模式匹配 .....           | (131) |
| 4.3.1 置换 .....           | (131) |
| 4.3.2 合一 .....           | (131) |
| 4.3.3 最通用(一般)合一者 .....   | (132) |
| 4.3.4 差异集合 .....         | (132) |
| 4.3.5 合一算法 .....         | (133) |
| 4.4 冲突消解策略 .....         | (134) |
| 4.5 归结演绎推理 .....         | (135) |
| 4.5.1 自然演绎推理 .....       | (135) |
| 4.5.2 子句和子句集合 .....      | (137) |
| 4.5.3 海伯伦理论 .....        | (140) |
| 4.5.4 鲁宾逊归结(消解)原理 .....  | (146) |
| 4.6 基于规则的演绎推理 .....      | (155) |
| 4.6.1 规则正向演绎推理 .....     | (155) |
| 4.6.2 规则逆向演绎推理 .....     | (159) |
| 4.6.3 规则双向演绎推理 .....     | (162) |
| 4.7 不确定推理和非单调推理 .....    | (163) |
| 4.7.1 什么是不确定推理 .....     | (164) |
| 4.7.2 不确定性推理中的基本问题 ..... | (165) |
| 4.7.3 不确定性推理方法 .....     | (168) |
| 4.7.4 非单调推理 .....        | (184) |
| 本章小结 .....               | (191) |
| 思考题与习题 .....             | (191) |
| 5 专家系统 .....             | (195) |
| 5.1 基本概念 .....           | (195) |
| 5.1.1 什么是专家系统 .....      | (195) |
| 5.1.2 专家系统的产生与发展 .....   | (197) |
| 5.1.3 专家系统的分类 .....      | (199) |
| 5.2 专家系统的一般结构 .....      | (202) |
| 5.2.1 人机接口 .....         | (203) |

|       |                         |       |
|-------|-------------------------|-------|
| 5.2.2 | 知识获取机构 .....            | (203) |
| 5.2.3 | 知识库及其管理系统 .....         | (204) |
| 5.2.4 | 推理机 .....               | (204) |
| 5.2.5 | 数据库及其管理系统 .....         | (204) |
| 5.2.6 | 解释机构 .....              | (204) |
| 5.3   | 专家系统与常规的计算机程序系统区别 ..... | (205) |
| 5.4   | 建造专家系统 .....            | (206) |
| 5.4.1 | 专家系统的建造原则 .....         | (206) |
| 5.4.2 | 专家系统的开发过程 .....         | (208) |
| 5.4.3 | 专家系统的评价 .....           | (213) |
| 5.5   | 专家系统的开发工具 .....         | (215) |
| 5.5.1 | 人工智能语言 .....            | (216) |
| 5.5.2 | 专家系统外壳 .....            | (220) |
| 5.5.3 | 通用型专家系统工具 .....         | (222) |
| 5.5.4 | 专家系统开发环境 .....          | (224) |
| 5.6   | 专家系统举例 .....            | (225) |
| 5.6.1 | 动物识别系统 .....            | (225) |
| 5.6.2 | 专家系统 MYCIN .....        | (226) |
|       | 本章小结 .....              | (231) |
|       | 思考题与习题 .....            | (232) |
| 6     | 机器学习 .....              | (233) |
| 6.1   | 机器学习概述 .....            | (234) |
| 6.1.1 | 什么是机器学习 .....           | (234) |
| 6.1.2 | 机器学习的意义 .....           | (235) |
| 6.1.3 | 机器学习研究的发展 .....         | (236) |
| 6.1.4 | 机器学习的目标 .....           | (237) |
| 6.2   | 机器学习的模型、策略和方法 .....     | (237) |
| 6.2.1 | 简单的学习模型 .....           | (237) |
| 6.2.2 | 主要的学习策略 .....           | (239) |
| 6.2.3 | 基本的学习方法 .....           | (240) |
| 6.3   | 学习方法的比较和展望 .....        | (248) |
| 6.3.1 | 各种学习方法的比较 .....         | (248) |
| 6.3.2 | 机器学习的展望 .....           | (249) |
|       | 本章小结 .....              | (249) |
|       | 思考题与习题 .....            | (250) |

---

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| <b>7 人工神经网络</b> .....          | (251) |
| <b>7.1 基本概念</b> .....          | (251) |
| 7.1.1 什么是神经网络 .....            | (251) |
| 7.1.2 脑神经信息活动的特征 .....         | (252) |
| 7.1.3 神经网络研究的目的和意义 .....       | (253) |
| 7.1.4 神经网络研究的发展简史 .....        | (253) |
| <b>7.2 神经网络基本模型</b> .....      | (256) |
| 7.2.1 生物神经元的结构 .....           | (256) |
| 7.2.2 M-P 模型 .....             | (257) |
| 7.2.3 感知机模型 .....              | (258) |
| 7.2.4 B-P 模型 .....             | (261) |
| 7.2.5 Hopfield 模型 .....        | (265) |
| 7.2.6 自适应谐振理论 .....            | (268) |
| <b>7.3 神经网络在专家系统中的应用</b> ..... | (271) |
| 7.3.1 神经网络与专家系统的互补性 .....      | (271) |
| 7.3.2 基于神经网络的知识表示 .....        | (273) |
| 7.3.3 基于神经网络的推理 .....          | (275) |
| <b>7.4 神经网络应用实例</b> .....      | (276) |
| 本章小结 .....                     | (278) |
| 思考题与习题 .....                   | (279) |
| <b>附录 动物识别专家系统</b> .....       | (280) |
| <b>参考文献</b> .....              | (293) |



# 1 绪 论

## 本章提要

人工智能 AI(Artificial Intelligence)是目前科学技术发展的一门前沿学科,有人把它与空间技术、原子技术一起誉为 21 世纪的三大科学技术成就。

本章首先在讨论什么是智能的基础上,给出了人工智能的解释和图灵测试方法;然后讨论人工智能研究目标和研究内容,人工智能的目标分为远期目标和近期目标,人工智能研究是一项艰巨而有意义的工作,目前学术界尚有争论;本章还讨论了人工智能的研究途径,本文从计算机技术角度上,着重讨论物理符号法和连接机制法两种研究途径以及它们的集成;最后简要讨论了人工智能的一些研究领域。

## 1.1 什么是人工智能

### 1.1.1 智能

什么是智能?智能的本质是什么?人们至今还没有完全搞清楚,以至被列为自然界四大奥秘(物质的本质、宇宙的起源、生命的本质、智能的发生)之一。目前还不可能对智能给出一个精确的、可被公认的定义,这就导致了对于智能的多种说法。其中影响较大的主要有思维理论、知识阈值理论及进化理论三种解释。

思维理论认为智能的核心是思维,人的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,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,它把智能定义为: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。

进化理论着重强调控制,该理论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。

目前,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。因此,感知是产生智能活动的前提与必要条件。

#### (2) 具有记忆与思维的能力

记忆与思维是人脑最重要的功能。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的处理,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。

#### (3) 具有学习能力及自适应能力

学习是人的本能,人都是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做是用于信息的输入,则行为能力就是用做信息的输出,它们都受到神经系统的控制。

### 1.1.2 人工智能

顾名思义,所谓人工智能就是用人工的方法在机器(计算机)上实现的智能;或者说是人类智能在机器上的模拟,因此又可称之为机器智能。

现在,“人工智能”这个术语已被用做“研究如何在机器上实现人类智能”这门学科的名称。从这个意义上说,可把它定义为: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。通俗地说,人工智能就是要研究如何使机器具有能听、会说、能看、会写、能思维、会学习、能适应环境变化、能解决各种面临的实际问题等功能的一门学科。

### 1.1.3 图灵测试

“图灵测试”是英国数学家图灵(A. M. Turing, 1912~1954 年)提出来的。1950 年他发表了题为“计算机与智能”(Computing Machinery and Intelligence)的论文,文章以“机器能思维吗?”开始论述并提出了“图灵测试”,它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,现在人们把它作为衡量机器智能的准则。

图灵测试方法: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。

要达到“图灵测试”是很困难的,但是,人工智能的研究正在朝着这个方向前进着,图灵的梦想总有一天会变成现实。

### 1.1.4 人工智能的发展简史

“人工智能”是在 1956 年作为一门新兴学科的名称正式提出的。自此之后,它已取得了惊人的成就,获得了迅速的发展。它的发展历史,可归结为孕育、形成、发展这三个阶段。

#### (1) 孕育(1956 年之前)

人工智能之所以能取得今日的成就,这是与几代科学技术工作者长期坚持不懈地努力分不开的,是各有关学科共同发展的结果。

自古以来,人们就一直试图用各种机器来代替人的部分脑力劳动,以提高征服自然的能力。其中对人工智能的产生、发展有重大影响的主要研究及贡献有:

① 早在公元前,伟大的哲学家亚里士多德(Aristotle,公元前 384~322 年)就在他的名著《工具论》中提出了形式逻辑的一些主要定律,他提出的三段论至今仍是演绎推理的基本依据。

② 英国哲学家培根(F. Bacon, 1561~1626)曾系统地提出了归纳法,还提出了“知识就是力量”的警句,这对于研究人类的思维过程,以及自 20 世纪 70 年代人工智能转向以知识为中心的研究都产生了重要影响。

③ 德国数学家莱布尼茨(G. Leibniz, 1646~1716)提出了万能符号和推理计算的思想,他认为可以建立一种通用的符号语言以及在此符号语言上进行推

理的演算。这一思想不仅为数理逻辑的产生和发展奠定了基础,而且是现代机器思维设计思想的萌芽。

④ 英国逻辑学家布尔(G. Boole, 1815~1864)创立了布尔代数,他在《思维法则》一书中首次用符号语言描述了思维活动的基本推理法则。

⑤ 英国数学家图灵在 1936 年提出了一种理想计算机的数学模型,即图灵机,这为后来电子数字计算机的问世奠定了理论基础。

⑥ 美国神经生理学家麦克洛奇(W. McCulloch)与匹兹(W. Pitts)在 1943 年建成了第一个神经网络模型(M-P 模型),开创了微观人工智能的研究工作,为后来人工神经网络的研究奠定了基础。

⑦ 美国数学家莫克利(J. W. Mauchly)和埃柯特(J. P. Eckert)在 1946 年研制出了世界上第一台电子数字计算机 ENIAC,为人工智能的研究奠定了物质基础。

由上面的叙述不难看出,人工智能的产生和发展绝不是偶然的,它是科学技术发展的必然产物。

## (2) 形成(1956~1969 年)

1956 年夏季,由麻省理工学院的麦卡锡(J. McCarthy)与明斯基(M. L. Minsky)、IBM 公司信息研究中心的洛切斯特(N. Lochester)、贝尔实验室的香农(C. E. Shannon)共同发起,邀请 IBM 公司的莫尔(T. More)和塞缪尔(A. L. Samuel)、麻省理工学院的塞尔夫里奇(O. Selfridge)和索罗门夫(R. Solomonoff)以及兰德公司和卡内基-梅隆大学的纽厄尔(A. Newell)、西蒙(H. A. Simon)等 10 人在达特莫斯(Dartmouth)大学召开了一次研讨会,讨论关于机器智能的有关问题,历时两个月。会上经麦卡锡提议正式采用了“人工智能”这一术语,用它来代表有关机器智能这一研究方向。它标志着人工智能作为一门新兴学科正式诞生了。

自这次会议之后的十多年间,人工智能的研究取得了许多引人瞩目的成就,例如:

① 在机器学习方面,塞缪尔于 1956 年研制出了跳棋程序。这个程序能从棋谱中学习,也能从下棋实践中提高棋艺。1959 年它击败了塞缪尔本人,1962 年又击败了一个州的冠军。

② 在定理证明方面,美籍华人数理逻辑学家王浩于 1958 年在 IBM-704 计算机上证明了《数学原理》中有关命题演算的全部定理(220 条),并且还证明了谓词演算 150 条定理的 85%;1965 鲁宾逊(Robinson)提出了消解原理,为定理的机器证明做出了突破性的贡献。

③ 在模式识别方面,1959 年塞尔夫里奇推出了一个模式识别程序;1965 年罗伯特(Roberts)编制出了可分辨积木构造的程序。

④ 在问题求解方面,1960年纽厄尔等人通过心理学试验总结出了人们求解问题的思维规律,编制了通用问题求解程序 GPS,可以用来求解 11 种不同类型的问题。

⑤ 在专家系统方面,美国斯坦福大学的费根鲍姆(K. A. Feigenbaum)自 1965 年开始在他领导的研究小组内在开展专家系统 DENDRAL 的研究,1968 年完成并投入使用。该专家系统能根据质谱仪的实验,通过分析推理决定化合物的分子结构,其分析能力已接近于甚至超过有关化学专家的水平,在美、英等国得到了实际应用。该专家系统的研制成功不仅为人们提供了一个实用的智能系统,而且对知识表示、存储、获取、推理及利用等技术是一次非常有益的探索,为以后专家系统的建造树立了榜样,对人工智能的发展产生了深刻的影响,其意义远远超出了系统本身在实用上所创造的价值。

⑥ 在人工智能语言方面,1960 年麦卡锡研制出了人工智能语言 LISP。

特别是 1969 年成立了国际人工智能联合会议(International Joint Conferences On Artificial Intelligence,简称 IJCAI),这是人工智能发展史上的一个重要里程碑,它标志着人工智能这门新兴学科已经得到了世界的肯定与公认。

### (3) 发展(1970 年以后)

进入 20 世纪 70 年代后,人工智能的研究已不仅仅局限于少数几个国家,许多国家都相继开展了这方面的研究工作,研究成果大量涌现。例如:1972 年法国马赛大学的科麦瑞尔(A. Comerauer)提出并实现了逻辑程序设计语言 PROLOG;斯坦福大学的肖特里菲(E. H. Shortliffe)等人从 1972 年开始研制用于诊断和治疗感染性疾病的专家系统 MYLIN。

在这一时期里,比较重要的事件有:1970 年创刊了国际性的人工智能杂志《Artificial Intelligence》,它对推动人工智能的发展,促进研究者们的交流起到了重要作用;1977 年费根鲍姆在第五届国际人工智能联合会议上提出了“知识工程”的概念,对以知识为基础的智能系统的研究与建造起到了重要作用;在 1981 年日本宣布了第五代计算机的发展计划,并在 1991 年第 12 届国际人工智能联合会议上展出了他们研制的 P51-3 智能工作站和模型机系统。日本的这一发展计划在世界上曾引起轰动,掀起了研制新一代计算机的热潮。

我国自 1978 年也开始把“智能模拟”作为国家科学技术发展规划的主要研究课题之一,并在 1981 年成立了中国人工智能学会(CAAI),目前在专家系统、模式识别、机器人学、汉语的机器理解等方面都取得了很多研究成果。