



中国计算机学会教育专业委员会 推荐
全国高等学校计算机教育研究会 出版
高等学校规划教材

人工智能基础

邵军力 张景 魏长华 编著

计算机学科教学计划 1993



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL: <http://www.phei.com.cn>

高等学校规划教材

人工智能基础

邵军力 张 景 魏长华 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本教材为中国计算机学会教育专业委员会和全国高等学校计算机教育研究会组织编写推荐出版的《计算机学科教育计划 1993》的配套教材之一,并被纳入电子工业部《1996~2000 年全国电子信息类专业教材编审出版规划》的规划教材。参考学时为 50~70 学时,内容涉及人工智能概况、知识表示、问题求解、机器学习、知识发现等机理,并介绍了人工智能发展的重要进展,等等。可作为本科生教材,也可作为研究生和在职专业人员学习教材。

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,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能基础/邵军力等编著. - 北京:电子工业出版社,2000.3
高等学校规划教材
ISBN 7-5053-5725-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 70454 号

丛 书 名: 高等学校规划教材

书 名: 人工智能基础

编 著: 邵军力 张 景 魏长华

责任编辑: 赵家鹏

特约编辑: 袁 英

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者:

北京李史山胶印厂

装 订 者:

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22.5 字数: 568 千字

版 次: 2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5725-5
G·489

印 数: 4000 册 定价: 28.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版说明

中国计算机学会教育专业委员会和全国高等学校计算机教育研究会(以下简称“两会”),为了适应培养我国 21 世纪计算机各类人材的需要,根据学科技术发展的总趋势,结合我国高等学校教育工作的现状,立足培养的学生能跟上国际计算机科学技术发展水平,于 1993 年 5 月参照 ACM 和 IEEE/CS 联合教程专题组 1990 年 12 月发表的《Computing Curricula 1991》,制定了《计算机学科教学计划 1993》,并组织编写与其配套的首批 18 种教材。现推荐给国内有关院校,作为组织教学的参考。

《计算机学科教学计划 1993》是从计算机学科的发展和社会需要出发提出的最基本的公共要求,不是针对某一具体专业(如计算机软件或计算机及应用专业),因此它适用于不同类型的学校(理科、工科及其它学科)、不同专业(计算机各专业)的本科教学。各校可以根据自己的培养目标和教学条件有选择地组织制定不同的教学计划,设置不同的课程。本教学计划的思想是将计算机学科领域的知识,分解为九个主科目(算法与数据结构、计算机体系结构、人工智能与机器人学、数据库与信息检索、人-机通信、数值与符号计算、操作系统、程序设计语言、软件方法学与工程)作为学科的公共要求;对计算机学科的教学归结为理论(数学)、抽象(实验)和设计(工程)三个过程,并强调专业教学一定要与社会需要相结合。另外,还提出了贯穿于计算机学科重复出现的十二个基本概念,在深层次上统一了计算机学科,对这些概念的理解和应用能力,是本科毕业生成为成熟的计算机学科工作者的重要标志。

为了保证这套教材的编审和出版质量,两会成立了教材编委会,制定了编写要求和编审程序。编委会对编者提出的编写大纲进行了讨论,其中一些关键性和难度较大的教材还进行了多次讨论。并且组织了部分编委对教材的质量和进度分片进行检查落实,有的教材在编审过程中召开了部分讲课教师座谈会,广泛听取意见。参加这套教材的编审者都是在该领域第一线从事教学和科研工作多年,学术水平较高,教学经验丰富,治学态度严谨的教师。这套教材的出版得到了电子工业出版社的积极支持。他们把这套教材列为出版社的重点图书出版,并制定了专门的编审出版暂行规定和出版流程,组织了专门的编辑和协调机构。

这套教材的编审出版凝聚了参加这套教材编审教师和关心这套教材的教师、参与编辑和出版工作者、以及编委会成员的汗水,他们为此作出了努力。

这套教材还得到电子工业部计算机专业教学指导委员会的支持,其中 11 本被选入 1996~2000 年全国工科电子类专业规划教材。

限于水平和经验,这套教材肯定还会有缺点和不足,希望使用教材的单位、教师和同学积极提出批评建议,共同为提高教学质量而努力。

中国计算机学会教育专业委员会
全国高等学校计算机教育研究会

教材编审委员会成员名单

- 主任:王义和 哈尔滨工业大学计算机系
- 副主任:杨文龙 北京航空航天大学计算机系(兼北京片负责人)
- 委员:朱家鏗 东北大学计算机系(兼东北片负责人)
- 龚天富 电子科技大学计算机系(兼成都片负责人)
- 邵军力 南京通信工程学院计算机系(兼南京片负责人)
- 张吉锋 上海大学计算机学院(兼上海福州片负责人)
- 李大友 北京工业大学计算机系
- 袁开榜 重庆大学计算机系
- 王明君 电子工业出版社
- 朱 毅 电子工业出版社(特聘)

前 言

本教材系中国计算机学会教育专业委员会和全国高等学校计算机教育研究会组织编写并推荐出版的《计算机学科教育计划 1993》的配套教材之一,也是原电子工业部《1996~2000 年全国电子信息类专业教材编审出版规划》的规划教材。

人工智能是一门前沿和交叉学科,尽管它的形成和发展已有近 50 年的历史,然而,时至今日,离它要在机器上再现人的智能的目标还相差甚远。现今所有研究人类智能和利用计算机软硬件实现人类某些智能的有关理论研究、实现及应用系统开发,都是人工智能学科的研究范畴。本教材编写的宗旨是:全面而简明地介绍人工智能的基础理论和基本技术,注意理论联系实际,力求反映人工智能研究的最新进展。

本教材的参考学时为 50~70 学时。全书共分十七章。第一章叙述人工智能概况,总体介绍人工智能的研究目标、研究领域和研究途径,并简要回顾人工智能的发展历程。第二~七章介绍知识的表示方法,问题求解的基本原理及高级求解方法。第八~九章介绍机器学习、知识发现和知识积累的机理,并展现了这一领域的最新概貌。第十~十三章介绍人工智能中较为实用、并已取得重要进展的分支,即作为机器感知领域研究的自然语言理解和计算机视觉;作为知识工程领域研究的专家系统;作为进化计算领域研究的遗传算法。第十四章是人工智能语言。第十五章简要介绍与逻辑学派竞争的实现人工智能的另一重要途径,即仿生学派的人工神经网络原理。第十六章运用折衷概念研究在智能系统中如何吸收不同人工智能学派的成果,构造综合的智能系统。第十七章简要介绍现今人工智能的主要学派及他们在方法论方面的区别,以及与人工智能技术相关的研究课题。

本教材第二、五、九、十二、十七章由南京通讯工程学院邵军力教授编写,第三、四、十、十一、十四、十五、十六章由西安理工大学张景教授编写,第一、六、八章由华中师范大学魏长华副教授编写,第七章由西安理工大学李长河副教授编写,第十三章由西安理工大学周世生副教授编写,全书由邵军力教授统稿。

本教材是为本科生教学编写的,也可作为研究生和在职专业人员学习用的教材。在教材编写过程中,尽量体现了作者对《计算机学科教育计划 1993》的理解和体会。

本教材的主审为贺贯中副教授,责任编委为李伯成教授。

在本教材编写过程中,得到了杨文龙教授的多次具体指导及赵家鹏同志的关怀;陆雪莹、范建华、周兰生等博士也给予了热情的帮助,作者借此谨表诚挚的谢意。作者还要感谢贺雅娟教授给本书提出的许多宝贵意见和为本书所做的大量具体工作。

由于作者水平所限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

邵军力
1999 年 5 月

目 录

第一章 人工智能概述	(1)
第一节 人工智能概况	(1)
一、什么是人工智能	(1)
二、什么是智能	(1)
第二节 人工智能的研究途径	(3)
第三节 人工智能的研究目标	(4)
第四节 人工智能的研究领域	(5)
一、模式识别(Pattern Recognition)	(5)
二、问题求解(Problem Solving)	(7)
三、自然语言理解(Natural Language Understanding)	(8)
四、自动定理证明(Automatic Theorem Proving)	(8)
五、机器视觉(Machine Vision)	(9)
六、自动程序设计(Automatic Programming)	(10)
七、专家系统(Expert System)	(11)
八、机器学习(Machine Learning)	(12)
九、机器人(Robots)	(12)
第五节 人工智能研究的历史回顾及进展	(12)
一、人工智能研究的历史回顾	(12)
二、人工智能研究的进展	(18)
习题一	(20)
第二章 问题求解的基本原理	(21)
第一节 状态空间法问题求解	(21)
一、问题的状态空间表示	(21)
二、状态空间的穷搜索法	(22)
三、启发式搜索法	(24)
第二节 问题归约法	(27)
一、问题归约描述	(27)
二、与或图表示	(28)
三、AO* 算法	(29)
第三节 博弈树搜索	(33)
一、极大极小过程	(34)
二、 $\alpha - \beta$ 过程	(35)
习题二	(37)
第三章 基于逻辑的问题求解方法	(39)
第一节 一阶谓词逻辑基础	(39)
一、谓词逻辑的符号体系	(39)

二、谓词演算公式	(40)
三、谓词公式的解释	(40)
四、谓词演算的基本等价式及推理规则	(41)
五、谓词逻辑的演绎推理方法	(42)
六、谓词公式的规范化	(43)
七、置换与合一	(45)
第二节 基于一阶谓词逻辑的知识表达	(46)
第三节 归结(消解)原理	(46)
一、归结原理简介	(46)
二、归结原理在问题求解中的应用举例	(48)
第四节 基于规则的演绎推理	(49)
一、基于规则的正向演绎推理(FR)	(49)
二、基于规则的反向演绎推理(BR)	(50)
第五节 时序逻辑	(51)
一、时序逻辑概述	(51)
二、基于系统状态的时序逻辑	(53)
三、基于时序规则的控制领域知识表达——时序规则法	(55)
习题三	(57)
第四章 产生式系统	(59)
第一节 产生式系统概述	(59)
第二节 产生式系统的工作周期	(60)
第三节 产生式系统的控制策略	(62)
一、正向推理	(62)
二、反向推理	(65)
三、正反向混合推理	(68)
第四节 典型的产生式系统 CLIPS	(68)
一、CLIPS 的基本组成与知识表示	(69)
二、CLIPS 的推理机制	(70)
第五节 对产生式系统的评价	(73)
一、RETE 算法	(74)
二、知识库编译	(74)
三、并行处理	(75)
习题四	(75)
第五章 基于结构化表示的问题求解	(76)
第一节 语义网络	(76)
一、语义网络的知识表示	(76)
二、语义网络的推理	(81)
三、语义网络表示的特点与不足	(83)
第二节 框架系统	(83)
一、框架的构成	(84)
二、框架系统的推理	(86)
三、框架表示的特点与不足	(86)

第三节	面向对象的表示方法	(87)
一、	关于对象的定义	(87)
二、	消息、接口和方法	(88)
三、	类(class)	(88)
四、	封装与继承	(90)
五、	面向对象知识表示与语义网络、框架系统的比较	(92)
习题五	(93)
第六章	不确定知识表示及推理	(94)
第一节	不确定推理概述	(94)
一、	不确定性问题的代数模型	(94)
二、	几种主要的不确定性推理方法	(96)
第二节	不确定推理方法	(97)
一、	确定性因子法	(97)
二、	主观 Bayes 方法	(101)
三、	D-S 证据理论	(107)
四、	可能性理论	(114)
五、	信念网络	(121)
第三节	非单调推理	(122)
一、	缺省推理	(123)
二、	自认识逻辑	(125)
三、	界限理论	(126)
四、	正确性维持系统	(128)
第四节	粗集理论	(130)
一、	RST 的概述	(130)
二、	粗集理论的不确定性知识表示	(131)
习题六	(132)
第七章	规划求解系统	(136)
第一节	规划	(136)
一、	规划的概念	(136)
二、	规划的特性和作用	(136)
三、	系统规划求解的方法与途径	(138)
第二节	机器规划成功性基本原理	(138)
一、	概述	(138)
二、	总规划的设计与分层规划原理	(139)
三、	规划问题求解与最优规划原理	(140)
四、	规划的双序求解与诊断	(141)
第三节	规划搜索求解	(141)
一、	搜索域的分层规划	(141)
二、	分层规划搜索的并行处理	(142)
三、	一个实例——魔方问题的规划搜索求解	(143)
第四节	机器人规划问题求解	(143)
一、	机器人工作规划及生成方法	(144)
二、	规划的执行与操作控制	(144)

三、机器人过程控制与环境约束	(145)
第五节 基于谓词逻辑的机器规划设计	(145)
一、机器人行动规划问题分析	(145)
二、机器人行动规划状态与操作设计	(146)
三、机器人行动规划过程设计	(148)
四、机器人多级规划	(149)
习题七	(150)
第八章 机器学习	(152)
第一节 机器学习的概念	(152)
一、什么是学习	(152)
二、人类学习与机器学习	(152)
第二节 机器学习系统	(153)
一、什么是机器学习系统	(153)
二、一种机器学习系统模型	(154)
第三节 机器学习分类	(155)
一、基于推理策略的分类	(156)
二、基于系统性的分类	(160)
第四节 机器学习的发展简史	(161)
第五节 从例子中学习	(162)
一、概述	(162)
二、从例子学习的两个空间模型	(162)
三、学习单个概念	(167)
四、学习多个概念	(175)
五、学习执行多步任务	(179)
第六节 基于解释的学习	(180)
一、基于解释学习系统的结构	(181)
二、基于解释学习的工作原理	(181)
三、基于解释学习的方法	(181)
第七节 从观察中学习	(183)
习题八	(192)
第九章 数据库中的知识发现	(193)
第一节 引言	(193)
第二节 KDD 研究现状	(194)
第三节 KDD 的一般机理和理论基础	(196)
一、一般机理	(196)
二、主要研究方法	(197)
三、抽取知识的类型和表示	(197)
四、知识发现状态空间	(198)
五、KDD、数据挖掘及其他相关领域之间的关系	(199)
第四节 KDD 系统的基本框架	(199)
一、KDD 系统的特点	(199)
二、KDD 系统的基本框架	(200)

第五节 数据库发现知识的方法	(201)
第六节 KDD 所面临的问题和研究方向	(202)
习题九	(202)
第十章 遗传算法	(203)
第一节 遗传算法的基本概念	(203)
第二节 简单遗传算法	(203)
第三节 图式定理	(209)
第四节 遗传算法应用中的一些基本问题	(210)
一、知识表示(编码)	(210)
二、适应度函数	(211)
三、控制参数和终止判据	(211)
第五节 高级遗传算法(RGA)	(212)
一、改进的选择方法	(212)
二、高级遗传运算和算法	(213)
三、混合遗传算法	(214)
四、并行遗传算法	(215)
第六节 遗传算法(GA)应用举例	(216)
一、GA 在 TSP(旅行商)问题求解中应用	(217)
二、GA 在电网优化规划中的应用	(217)
三、GA 在木材切割优化中的应用	(218)
习题十	(218)
第十一章 专家系统概述	(220)
第一节 专家系统简介	(220)
一、专家系统概念及发展动态	(220)
二、专家系统的特点	(220)
三、专家系统应用举例	(221)
第二节 专家系统的基本结构及工作原理	(223)
第三节 专家系统的开发过程	(225)
第四节 PC 计算机故障诊断指导专家系统(PCDGES)示例	(226)
习题十一	(231)
第十二章 自然语言处理	(232)
第一节 自然语言处理的一般问题	(232)
一、自然语言处理的概念及意义	(232)
二、自然语言处理的发展简史	(232)
三、自然语言处理领域中的几种思想	(234)
四、自然语言处理的层次	(235)
第二节 语法层:形式语法分析	(237)
一、转换生成语法	(237)
二、扩充转移网络	(241)
第三节 语义层:格语法	(242)
第四节 语用层:篇章算法	(243)
一、篇章结构与文本连贯性	(243)

二、框架理论	(244)
三、修辞结构理论	(246)
第五节 自然语言生成	(249)
一、自然语言生成	(249)
二、语言生成系统特点分析	(249)
三、生成系统结构	(250)
四、系统功能语法	(251)
第六节 自然语言处理系统	(254)
习题十二	(254)
第十三章 计算机视觉	(256)
第一节 图像的理解与分析	(256)
一、关于视觉信息的表象框架	(256)
二、边缘距离的计算	(258)
三、表面方向的确定	(260)
第二节 物体形状的描述与计算	(262)
一、物体形状的广义锥体表示	(263)
二、广义锥体描述的计算	(263)
第三节 机器人三维视觉	(264)
一、视觉系统设计	(264)
二、臂控立体摄像机	(265)
三、三维物体识别系统	(265)
习题十三	(266)
第十四章 人工智能语言	(267)
第一节 人工智能语言概述	(267)
第二节 Prolog 语言	(267)
一、Prolog 概述	(267)
二、PDC Prolog 简介	(268)
三、Prolog 的三种基本语句	(269)
四、PDC Prolog 程序的基本结构	(270)
五、Prolog 的基本数据结构	(271)
六、Prolog 的基本工作原理	(273)
七、Prolog 程序应用举例	(274)
第三节 LISP 语言	(289)
一、LISP 语言的数据结构	(290)
二、LISP 语言的程序结构与基本函数	(290)
三、LISP 语言中的递归和循环	(292)
四、LISP 在产生式系统中的应用举例	(292)
第四节 小结	(295)
习题十四	(295)
第十五章 人工神经网络	(297)
第一节 人工神经网络(ANN)概述	(297)
第二节 多层前馈神经网络(BP网络)	(299)

一、单层感知机神经网络	(299)
二、多层感知机神经网络概述	(300)
三、多层感知机神经网络(BP网络)的学习算法——反向传播算法	(301)
四、BP网络设计中的一些问题	(302)
五、多层感知机神经网络应用举例——基于神经网络的水净化控制决策系统(WCCD)	(303)
第三节 HOPFIELD 神经网络	(306)
一、HOPFIELD 神经网络概述	(306)
二、离散型 HOP 网络的基本学习规则	(307)
三、HOP 网络的应用	(309)
第四节 海明(Hamming)神经网络	(312)
第五节 自组织特征映射神经网络(SOM)	(313)
习题十五	(315)
第十六章 融合多种智能技术的智能系统	(317)
第一节 概述	(317)
第二节 ES 与 NN 的结合	(318)
一、ES 与 NN 的结合概述	(318)
二、ES 与 NN 结合的一些方法	(319)
三、ES 与 NN 结合举例	(321)
第三节 GA 与 FZ 的集成	(326)
一、概述	(326)
二、使用 GA 设计 FZ 系统	(326)
三、使用 FZ 控制 GA 系统	(327)
第四节 GA 与 NN 的集成	(328)
第五节 GA 与 ES 的集成	(330)
一、GA 与 ES 的相互辅助	(330)
二、GA 与 ES 的协同	(332)
习题十六	(333)
第十七章 人工智能的发展	(334)
第一节 人工智能的基本问题、主要学派及其观点	(334)
一、人工智能的五大基本问题	(334)
二、人工智能的主要学派	(335)
第二节 人工智能研究的策略	(336)
第三节 人工智能研究的新课题	(337)
参考文献	(339)
后记	(344)

第一章 人工智能概述

从 1946 年美国数学家麦卡锡(J·W·McCarthy)和研究生埃克特(J·D·Eckert)合作,研制成功世界上第一台通用电子数字计算机 ENIAC 以来,计算机作为一门学科得到了迅速发展。其理论研究和实际应用的深度和广度,是其他学科所无法比拟的。可以说,计算机的诞生和发展是本世纪科学技术最伟大的成就之一,对推动科学技术和社会的进步起到了巨大的作用。

探索能够计算、推理和思维的智能机器,是人们多年梦寐以求的理想。由于在理论上控制论、信息论、系统论、计算机科学、神经生理学、心理学、数学和哲学等多学科的发展和互相渗透,在技术上电子数字计算机的出现、发展和广泛的应用,人工智能(Artificial Intelligence, 简称为 AI)的研究应运而生了。人工智能作为一门正在发展的综合性边缘学科,与原子能技术和空间技术一起被称为本世纪的三大科学技术成就。五十多年来,人工智能的理论研究和实际应用均得到迅速的发展。

第一节 人工智能概况

一、什么是人工智能

要想给人工智能作出一个如同数学定义那样严格的科学定义是件困难的事情。直到现在,到底“什么是人工智能?”仍然是学术界争论不休的问题,还没有一个被一致接受的论述。尽管如此,我们还是从不同的角度向读者介绍几种有影响的说法。

斯坦福大学人工智能研究中心的尼尔逊(N·J·Nilsson)教授从处理的对象出发,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使用知识的科学”。麻省理工学院温斯顿(P·H·Winston)教授则认为“人工智能就是研究如何使计算机去做过去只有人才能做的富有智能的工作”。斯坦福大学费根鲍姆(E·A·Feigenbaum)教授从知识工程的角度出发,认为“人工智能是一个知识信息处理系统”。

总之,人工智能是一门综合性的边缘学科。它借助于计算机建造智能系统,完成诸如模式识别、自然语言理解、程序自动设计、定理自动证明、机器人、专家系统等智能活动。它的最终目标是构造智能机。

二、什么是智能

什么是智能?什么样的行为称得上是智能行为?这两个问题如同“什么是人工智能?”一样,至今在学术界仍然没有达到共识。

具有权威性的字典对智能给出如下的定义:

1. 通过适当的行为调整,成功地满足各种新的状况的能力;
2. 以导致所希望目标的方式来理解现有事实间的相互关系。

第一种定义反映了智能的学习能力,第二种定义描述了智能的面向目标、问题求解和理解等几方面的属性。

通常,人们认为智能是在客观世界中解决实际问题的能力,而具备这种能力至少需要下面几个方面的知识。

1. 关于客观世界中的诸多背景知识,包括历史资料和现实状况;
2. 能对所掌握的知识进行分析、选择、归纳和总结的知识;
3. 解决问题所需的策略、决策和预测的知识;
4. 问题本身所包含的专门知识。

如果计算机系统掌握了上述知识,具有一定解决问题的能力之后,就可认为该系统具有智能了。

为现代人工智能产生作出卓越贡献的英国天才数学家图灵(A·M·Turing)1950年提出了著名的图灵试验,对智能标准作了明确的定义。

图灵试验由计算机、被测试的人和主持试验的人组成。计算机和被测试的人分别在两个不同的房间内。测试过程由主持人提出问题,由计算机和被测人分别回答。被测人回答问题时尽可能地表明他是“真正的”人,计算机也尽可能逼真地模仿人的思维方式和思维过程。如果试验主持人听取对问题的回答后,分辨不清哪个是人回答的,哪个是计算机回答的,则可以认为被测试计算机是有智能的。

图灵试验虽然形象描绘了计算机智能和人类智能的模拟关系,但是图灵试验至少有下面三个问题是值得商榷的:

1. 试验主持人提出问题的标准,在试验中没有明确给出。也就是说,试验没有给出应该用什么样的问题进行提问,才能说明机器具有智能。

2. 被测人本身所具有的智力问题,图灵试验也疏忽了。试验中没有说明被测人是正常人还是智力残缺的人;是成年人还是小孩;是受过教育的人还是文盲。

3. 图灵试验仅强调试验的结果,而没有反映智能所具有的思维过程。

李耐特(D·B·Lenat)和费根鲍姆在1991年发表的论文《知识阈值理论》(On the thresholds of knowledge)中明确给出了智能的定义。他们认为智能是在一个巨大的搜索空间中寻找满意解的能力,这个巨大的搜索空间是由知识库所定义的知识空间。

李耐特和费根鲍姆认为智能不能离开知识,有了知识才谈得上智能。另外,他们还认为知识库中需要采取显式方式表示知识,只有显式表示的知识才能在知识库中发挥效力。这一论述区分了智能和本能(条件反射和非条件反射)的差别。他们认为智能活动需要通过对知识进行搜索,寻求满意解来得以实现,它并不是简单的刺激反应过程。

1976年尼尔逊提出了物理符号系统假设。假设指出所有的智能行为都等价于一物理符号系统。此物理符号系统由一个符号集组成,每个符号都是一个物理实体,若干符号可以按某种物理方法关联起来形成一个符号结构。另外,系统还含有一组作用在符号结构上以便生成其他符号结构的过程。

由此可见,尼尔逊的物理符号系统假设所描述的智能就是一个生成某些符号结构的自动机。它包括建立过程、修改过程、复制过程和消除过程等功能。

日本著名人工智能专家渡边慧教授认为:人类智能主要体现在演绎能力和归纳能力。如果

计算机具有这种能力就是有智能了。

目前关于什么是智能,什么是智能活动,仍然处于“各抒己见、众说纷纭”的阶段,人们还不能够准确地揭示其本质。这也许正是人工智能工作者锲而不舍的一个重要原因。

我们认为:如果计算机系统具有学习能力,能够对某领域的有关问题给出正确的结论或者有用的建议,而其中所使用的手段和方法(诸如学习、发现、推理、决策等)与人相似,并且能够解释系统的智能活动过程,那么,可以认为此计算机系统具有智能了。

第二节 人工智能的研究途径

由于对人工智能本质的不同理解,形成了人工智能多种不同的研究途径,主要是符号主义(Symbolism)和联接主义(Connectionism)途径。

以认知心理学派为代表的符号主义认为:人类智能的基本元素是符号,人类的认识过程就是一种符号处理过程,思维就是符号的计算。也就是说,人类的认识和思维都是可以形式化的。人类使用的自然语言本身就是用符号来表示的,人类的许多思维活动如决策、设计、规划、运筹、诊断都可以用自然语言来描述,因而也就可以用符号来表示了。

符号主义的理论基础是物理符号系统假设。许多成功的专家系统、自然语言理解系统都是基于这种观点研制的。

作为通用智能基础的 Soar 系统是符号主义者的杰作,它试图通过提供一个思维模拟的工具,来促进我们对人类智能的认识。Soar 系统的理论基础是智能行为的基础为物理符号系统。Soar 系统的结构是层次结构:记忆层(memory level),决策层(decision level)和目标层(goal level)。

记忆层位于系统的最底层,在这个层发生的活动就是知识的存储,符号的存取,即通过符号引出的知识是可以重新得到的。决策层实现知识的编码,并完成大部分初级操作。目标层的任务是建立目标,并通过决策序列达到目标。

人工智能的另一个研究途径是联接主义,即人工神经网络。联接主义根据对人脑的研究,认为人类智能的基本单元是神经元,人类的认知过程就是网络中大量神经元的整体活动。这种活动不是串行方式,而是以并行分布方式进行的。区别于符号主义,人工神经网络中不存在符号的运算。

人工神经网络的研究可以追溯到 40 年代,1943 年美国心理学家 Mcculloch 和数理逻辑学家 Pittis 在《数学生物物理》杂志上发表了一篇有关神经网络数学模型的文章。该模型被称为 M-P 模型。

1949 年心理学家海勃(D·D·Hebb)提出了突触联接强度可变的假设。假设认为:学习过程最终发生在神经元之间的突触部位,突触的联接强度随突触前后神经元的活动而变化。即若神经元 a 接收另一神经元 b 来的输入,那么当这两个神经元都猛烈活动时,从 a 到 b 的联结权就增大。此假设被称为 Hebb 学习律,它为神经网络的学习算法奠定了基础。

50 年代及 60 年代初期,一群研究人员结合生物学和心理学研究的成果,开发出一批神经网络,开始用电子线路实现,后来较多的是用更灵活的计算机进行模拟。如 1957 年罗圣勃莱特(F·Rosenblatt)的感知机。它第一次将神经网络研究从纯理论付诸于物理实施。1960 年威丘(B·Widrow)提出了自适应线性元件的概念。这是一个连续取值的线性网络,用于自适应系统。

神经网络研究高潮的标志是美国加州工学院的物理学家霍普菲尔特(J·Hopfield)于1982年和1984年发表的两篇文章。文章提出的人工神经网络模型被称为Hopfield神经网络。

1984年黑顿(J·Hinton)等人提出了一种可行的算法,称为玻兹曼(Boltzmann)模型。由于Boltzmann机的结构非常简单,容易硬件化,人们利用模拟电路的噪声来模拟退火,引入一个全局性的随机参数,可以使网络的状态变量从局部极小过渡到全局的稳定点。

1986年拉孟哈特(D·E·Rumelhart)和麦克里兰德(J·L·McClelland)提出了PDP(Paralleled Distributed Processing)理论,试图探讨人类认识过程的微观结构,同时也提出了多层神经网络的误差反传(BP)算法。基于BP算法的多层神经网络是当代应用最为广泛的神经网络之一。

1988年美国加州大学蔡少堂(L·O·Chua)等人提出了细胞神经网络模型。这是一个大规模非线性模拟系统,同时具有细胞自动机的动力特征。此模型用于图像处理取得了良好的效果。

应该指出的是,虽然经过众多科学家坚持不懈的努力,在神经网络研究中取得了大量成果,但是由于神经网络研究的复杂性,目前还是处于基础性的研究阶段,还有待于数学家、物理学家、微电子学家、生物学家、心理学家、控制理论学家和计算机科学家们共同努力,进行更加艰苦卓越的研究工作。

第三节 人工智能的研究目标

人工智能的研究目标可划分为近期目标和远期目标两个阶段。

人工智能近期目标的中心任务是研究如何使计算机去做那些过去只有靠人的智力才能完成的工作。根据这个近期目标,人工智能作为计算机科学的一个重要学科,主要研究依赖于现有计算机去模拟人类某些智力行为的基本理论、基本技术和基本方法。五十多年来,虽然人工智能在理论探讨和实际应用上都取得了不少成果,但是仍有不尽人意之处。尽管在发展的过程中,人工智能受到过重重阻力,而且曾陷于困境,但它仍然在艰难地向前发展着。

探讨智能的基本机理,研究如何利用自动机去模拟人的某些思维过程和智能行为,最终造出智能机器,这可以作为人工智能的远期目标。

这里所说的自动机并非常规的计算机。因为现有常规计算机属冯·诺依曼(J·Von Neumann)体系结构,它的出现并非为人工智能而设计。常规计算机以处理数据世界中的问题为对象,而人工智能所面临的是事实世界和知识世界。智能机器将以事实世界和知识世界的问题求解为目标,面向它本身处理的对象和对象的处理过程而重新构造。人工智能研究的远期目标的实体是智能机器,这种机器能够在现实世界中模拟人类的思维行为,高效率地解决问题。

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 此目标研究人如何进行思维,而不是研究机器如何工作。要尽量深入了解人的记忆、问题求解能力、学习的能力和一般的决策等过程。
2. 有效的自动化 此目标是在需要智能的各种任务上用机器取代人,其结果是要建造执行起来和人一样好的程序。
3. 有效的智能拓展 此目标是建造思维上的弥补物,有助于使我们的思维更富有成效、更快、更深刻、更清晰。
4. 超人的智力 此目标是建造超过人的性能的程序。如果越过这一知识阈值,就可以导