

人工情感

原理及其应用

The principle and application of artificial emotion

• 魏 斌 陈 寒 张 妍 黄素蓉 © 编著 •

人工情感是指以心理学、人工智能、脑科学、认知科学、信息科学等学科为理论基础，利用信息科学的手段对人类情感过程进行模拟、识别和理解，使机器能够产生类人情感，并与人类进行自然和谐的人机交互的研究领域。本书详细地介绍了人工情感的相关理论及其应用，总结了国内外相关领域的研究成果，给出了具体详尽的应用实例。本书的研究内容具有典型的交叉性，涉及心理学、认知科学、人工智能、计算机科学等多个学科领域。全书共分成5章。第一章概述了人工智能的内涵、相关研究内容及发展简史，以及作为人工智能的人工情感的内涵、理论基础、研究内容及发展历程；第二章主要介绍了人工情感的研究领域及其成果；第三章、第四章、第五章分别阐述了人工情感技术在人脸表情识别、仿人面部表情机器人、服务型情感机器人3个领域的应用。



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

教育部人文社科青年项目“基于人工情感的面孔表情识别模式”
(课题编号: 13YJCZH193)研究成果

绵阳师范学院教材建设项目“实验心理学前沿——人工智能及其应用”
(课题编号: ZBJC1501)成果

人工情感

原理及其应用

The principle and application of artificial emotion

• 魏 斌 陈 寒 张 妍 黄素蓉 © 编著 •

人工情感是指以心理学、人工智能、脑科学、认知科学、信息科学等学科为理论基础，利用信息科学的手段对人类情感过程进行模拟、识别和理解，使机器能够产生类人情感，并与人类进行自然和谐的人机交互的研究领域。本书详细地介绍了人工情感的相关理论及其应用，总结了国内外相关领域的研究成果，给出了具体详尽的应用实例。本书的研究内容具有典型的交叉性，涉及心理学、认知科学、人工智能、计算机科学等多个学科领域。全书共分成5章。第一章概述了人工智能的内涵、相关研究内容及发展简史，以及作为人工智能的人工情感的内涵、理论基础、研究内容及发展历程。第二章主要介绍了人工情感的研究领域及其成果。第三章、第四章、第五章分别阐述了人工情感技术在人脸表情识别、仿人面部表情机器人、服务型情感机器人3个领域的应用。



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 提 要

人工情感是指以心理学、人工智能、脑科学、认知科学、信息科学等学科为理论基础,利用信息科学的手段对人类情感过程进行模拟、识别和理解,使机器能够产生类人情感,并与人类进行自然和谐的人机交互的研究领域。本书详细地介绍了人工情感的相关理论及其应用,总结了国内外相关领域的研究成果,给出了具体详尽的应用实例。

本书的研究内容具有典型的交叉性,涉及心理学、认知科学、人工智能、计算机科学等多个学科领域。全书共分成5章。第一章概述了人工智能的内涵、相关研究内容及发展简史,以及作为人工智能的人工情感的内涵、理论基础、研究内容及发展历程;第二章主要介绍了人工情感的研究领域及其成果;第三章、第四章、第五章分别阐述了人工情感技术在人脸表情识别、仿人面部表情机器人、服务型情感机器人3个领域的应用。

图书在版编目(CIP)数据

人工情感原理及其应用/魏斌等编著. —武汉:华中科技大学出版社,2017.1
ISBN 978-7-5680-2131-9

I. ①人… II. ①魏… III. ①人工智能-研究 IV. ①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 195672 号

人工情感原理及其应用

Rengong Qinggan Yuanli ji qi Yingyong

魏斌 陈寒 张妍 黄素蓉 编著

策划编辑:周小方

责任编辑:李文星

封面设计:原色设计

责任校对:李 琴

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:11.5 插页:2

字 数:239千字

版 次:2017年1月第1版第1次印刷

定 价:39.80元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究



2005年,国务院发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》,强调“以人为中心”的信息技术发展需要,这也表明了新世纪科学发展的特征是对人的研究、对人与自然和谐相处的研究。在这其中,情感能力是人类智能的重要标志,它在人的感知、推理、决策、计划、创造以及社交等诸多活动中起着不可或缺的作用。随着智能科学、心理学、脑科学、信息科学的蓬勃发展,以及人们物质文化生活需求的日益增长,越来越多的科研工作者投入到情感计算、人工情感、机器人、虚拟现实等多学科交叉研究的领域,因此,迫切需要有一本关于人工情感相关知识的参考书。针对这种需求,作者编写了这本书,期望为广大从事人工情感相关研究的科研人员提供一本比较全面的参考书。

本书在介绍人工智能的基础上引入人工情感,并详细介绍了人工情感的内涵、理论基础、研究内容,回顾了人工情感的研究历程并阐述了其发展的难点。此外,深入详尽地介绍了最新的人工智能技术的应用领域。

本书的学术思想较为先进,内容新颖,材料丰富,理论与实际应用紧密联系,结构基本合理,从基础理论与技术向应用方法逐步深入,具有一定的理论价值和实际应用意义。读者既可以从中把握本领域的前沿进展,也可以选择需要的研究方向进行深入学习。

本书的出版得到了华中科技大学出版社的大力支持,在此表示诚挚的感谢。由于作者的水平有限,书中难免有缺陷或疏漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

2016年3月



第一章 概述	/1
第一节 人工智能	/1
一、人工智能的内涵	/1
二、人工智能的研究内容	/3
三、人工智能的发展简史	/5
四、人工智能研究的主要学派	/10
五、人工智能发展的预测与展望	/23
第二节 人工情感	/25
一、人工情感的内涵	/25
二、人工情感的理论基础	/27
三、人工情感研究的内容	/28
四、人工情感及其研究的发展历程	/29
五、人工情感的发展难点及展望	/35
第二章 人工情感的研究	/39
第一节 人工情感研究的目的和意义	/39
一、研究目的	/39
二、研究意义	/41
三、实现人工情感的必然	/43
第二节 人工情感的研究领域及其成果	/46
一、情感识别	/47
二、情感计算	/55



三、情感表达 /66

四、人工情感机理 /69

第三章 人工情感的应用——人脸表情识别 /70

第一节 人脸表情识别概述 /70

一、人脸表情识别研究的发展 /70

二、人脸表情识别的研究范式 /80

第二节 人脸表情识别的研究领域 /85

一、自我面孔识别 /85

二、自闭症儿童的面孔识别 /89

三、微表情 /95

第三节 人脸表情识别的应用——面部表情识别 /100

一、表情机器人设计与实现 /100

二、面孔识别技术的商业应用 /103

三、面部微表情在审讯中的应用 /104

四、运用面部微表情解决“奥赛罗错误” /105

第四节 人脸表情识别的应用——姿态语言识别 /107

一、情感机器人在姿态语言方面的研究现状 /107

二、情感机器人在姿态语言方面的研究应用 /108

三、情感机器人在机械手方面的研究现状 /114

四、情感机器人在手语方面的研究 /117

第五节 人脸表情识别的应用——语音合成识别 /121

一、语音合成玩具 Tom 猫 /121

二、研究语音合成的意义 /121

三、语音研究技术 /122

四、国内外智能机器人语音技术发展现状 /123

五、语音合成方法 /124

第四章 人工情感的应用——仿人面部表情机器人 /126

第一节 概述 /126

一、面部表情机器人的研究现状 /126

二、面部表情机器人的研究意义 /126

三、面部表情机器人的分类 /127

第二节 仿人面部表情机器人的研究现状 /127

第三节 仿人面部表情机器人的研究成果 /128

第五章 人工情感的应用——服务型情感机器人	/141
第一节 情感机器人在生活中的应用	/142
一、家用服务机器人	/142
二、服务机器人在助老助残中的应用	/143
三、服务机器人在家庭保健与护理中的应用	/145
四、人工情感在娱乐项目中的应用	/150
五、情感机器人在玩具方面的应用	/152
第二节 情感机器人在医疗领域的应用	/154
一、情感机器人在孤独症社交治疗中的应用	/154
二、情感机器人在助行康复中的应用	/159
第三节 情感机器人在教育方面的应用	/164
一、教育机器人在国外的应用现状	/164
二、教育机器人在国内的应用现状	/165
三、教育机器人:爱乐优机器人	/165
参考文献	/167
后记	/177

第一章

概述

第一节 人工智能

一、人工智能的内涵

人工智能(Artificial Intelligence, AI)是指用人工的方法和技术,模仿、延伸和扩展人的智能,实现机器的智能化。从广义的角度来看,情感是一种特殊的认知,意志又是一种特殊的情感,广义的人工智能包括狭义人工智能、人工情感与人工意志三个方面。

人工智能,也称机器智能,人工智能是研究使计算机来模拟人的某些思维过程和智能行为(如学习、推理、思考、规划等)的学科,主要包括计算机实现智能的原理、制造类似于人脑智能的计算机,使计算机能实现更高层次的应用。^①美国斯坦福大学人工智能研究中心的尼尔逊(Nilson)教授这样定义人工智能:“人工智能是关于知识的学科——怎样表示知识以及怎样获得知识并使用知识的学科。”^②美国麻省理工大学的 Winston 教授认为:“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智能的工作。”^③除此之外,还有很多关于人工智能的定义,至今尚未统一,但这些说法均反映了人工智能学科的基本思想和基本内容,由此可以将人工智能概括为研究人类智能活动的规律,构造具有一定智能行

① 徐陶冶,姜学军.浅谈基于专家系统的人工智能在教育领域中的应用[J].科技信息,2011(11):55.

② 贾同兴.人工智能与情报检索[M].北京:北京图书馆出版社,1997:15-103.

③ 胡勤.人工智能概述[J].电脑知识与技术,2010(13).



为的人工系统。^①

从计算机应用系统角度来看,人工智能是研究如何制造出智能机器或智能系统,实现模拟人类智能活动的能力,以延伸人类智能的科学。人工智能作为一门研究和模仿人的智能的学科,最早的萌芽可追溯到20世纪20年代图灵(Turing)等人的研究,他们在计算机出现之前,就预见将来会有一种能够思维的机器。1956年的Dartmouth专题研讨会上,Marvin Minsky的神经网络模拟器、John McCarthy的搜索法以及Herbert Simon和Allen Newell的“逻辑理论家”分别讨论如何穿过迷宫、如何搜索推理和如何证明数学定理。在该研讨会上,John McCarthy首次提出“人工智能”这一交叉学科的名称,并逐渐形成一门涉及心理学、认知科学、思维科学、信息科学、系统科学和生物科学等多学科的综合性技术学科,目前已在知识处理、模式识别、自然语言处理、博弈、自动定理证明、自动程序设计、专家系统、知识库、智能机器人等多个领域取得举世瞩目的成果,并形成了多元化的发展方向。

人工智能的定义可以分为两部分,即“人工”和“智能”。“人工”比较好理解,争议性也不大。有时我们会考虑什么是人力所能制造的,或者人自身的智能程度有没有高到可以创造人工智能的地步,等等。但总的来说,“人工系统”就是通常意义下的人工系统。关于什么是“智能”,就问题多多了。这涉及其他诸如意识(consciousness)、自我(self)、思维(mind)包括无意识的思维(unconscious mind)等问题。人唯一了解的智能是人本身的智能,这是普遍认同的观点。但是我们对自身智能的理解非常有限,对构成人的智能的必要元素也了解有限,所以就很难定义什么是“人工”制造的“智能”了。因此,人工智能的研究往往涉及对人的智能本身的研究。其他关于动物或其他人造系统的智能也普遍被认为是人工智能相关的研究课题。因此人工智能也就是研究如何应用计算机的软硬件来模拟人类某些智能行为的基本理论、方法和技术。^②

人工智能是计算机学科的一个分支,20世纪70年代以来被称为世界三大尖端技术(空间技术、能源技术、人工智能)之一,也被认为是21世纪三大尖端技术(基因工程、纳米科学、人工智能)之一。近年来,人工智能获得了迅速的发展,在很多学科领域都获得了广泛应用,并取得了丰硕的成果。人工智能已逐步成为一个独立的分支,无论在理论和实践上都已自成一个系统。^③

可以说人工智能几乎包含自然科学和社会科学的所有学科,其已远远超出了计算机科学的范畴,人工智能与思维科学的关系是实践和理论的关系,人工智能处于思维科学的技术应用层次,是它的一个应用分支。从思维观点看,人工智能不仅限于逻辑思维,还要考虑形象思维、灵感思维才能促进人工智能的突破性

① 许万增,王行刚,等. 人工智能对人类社会的影响[M]. 北京:科学出版社,1996:21-73.

② 邹蕾,张先锋. 人工智能及其发展应用[J]. 信息网络安全,2012(2):11-13.

③ 李红霞. 人工智能的发展综述[J]. 甘肃科技纵横,2007,36(5):17-18.

发展,数学常被认为是多门学科的基础科学,数学也进入语言、思维领域,人工智能学科也必须借用数学工具,数学不仅在标准逻辑、模糊数学等领域发挥作用,数学进入人工智能学科,它们将互相促进而更快地发展^①。

二、人工智能的研究内容^{②③}

随着 AI 技术的发展,现代几乎各种技术的发展都涉及人工智能技术,可以说人工智能已经广泛应用于许多领域,其典型的应用包括以下几点。

1. 符号计算

计算机最主要的用途之一就是科学计算,科学计算可分为两类:一类是纯数值的计算,例如求函数的值;另一类是符号计算,又称代数运算,这是一种智能化的计算,处理的是符号。符号可以代表整数、有理数、实数和复数,也可以代表多项式、函数、集合等。随着计算机的普及和人工智能的发展,相继出现了多种功能齐全的计算机代数系统软件,其中 Mathematic 和 Maple 是它们的代表。由于它们都是用 C 语言写成的,所以可以在绝大多数计算机上使用。^④

2. 模式识别

模式识别就是通过计算机用数学技术方法来研究模式的自动处理和判读。这里,我们把环境与客体统称为“模式”。用计算机实现模式(文字、声音、人物、物体等)的自动识别,是开发智能机器的一个关键的突破口,也为人类认识自身智能提供线索。计算机识别的显著特点是速度快、准确性和效率高。识别过程与人类的学习过程相似。以“语音识别”为例,语音识别就是让计算机能听懂人说的话。一个重要的例子就是七国(英国、日本、意大利、韩国、法国、德国、中国)语言口语自动翻译系统。该系统实现后,人们出国预订旅馆、购买机票、在餐馆对话和兑换外币时,只要利用电话网络和国际互联网,就可用手机、电话等通话。^⑤

3. 机器翻译

机器翻译是利用计算机把一种自然语言转变成另一种自然语言的过程,用以完成这一过程的软件系统叫做机器翻译系统。目前,国内的机器翻译软件不下百种,根据这些软件的翻译特点,大致可以分为三大类:词典翻译类、汉化翻译类和专业翻译类。词典翻译类软件的代表是“金山词霸”,它堪称是多快好省的电子词典,它可以迅速查询英文单词或词组的词义并提供单词发音,为用户了解

① 韦淋元. 人工智能发展的困境和出路[D]. 桂林:广西师范大学,2009.

② 胡国华,袁树杰. 人工智能研究现状与展望[J]. 淮南师范学院学报,2006,8(3):22-24.

③ 裴贺蕊. 基于认知机制的城市交通区域服务水平评价研究[D]. 北京:北京交通大学,2010.

④ 田金萍. 人工智能发展综述[J]. 科技广场,2007(1):230-232.

⑤ 田金萍. 人工智能发展综述[J]. 科技广场,2007(1):230-232.



单词或词组含义提供了极大便利。汉化翻译软件的典型代表是“东方快车 2000”，它首先提出了“智能汉化”的概念，使翻译软件的辅助翻译功能更加明显。^①

4. 机器学习

机器学习是机器具有智能的重要标志，同时也是机器获取知识的根本途径。有人认为，一个计算机系统如果不具备学习功能，就不能称其为智能系统。机器学习主要研究如何使计算机能够模拟或实现人类的学习功能。机器学习是一个难度较大的研究领域，它与认知科学、神经心理学、逻辑学等学科都有着密切的联系，并对人工智能的其他分支，如专家系统、自然语言理解、自动推理、智能机器人、计算机视觉、计算机听觉等方面，也会起到重要的推动作用。^②

5. 问题求解

人工智能的第一大成就是下棋程序，在下棋程序中应用的某些技术，今天的计算机程序已达到能够下各种方盘棋和国际象棋的锦标赛水平。但是，尚未具有人类棋手具有但尚不能明确表达的能力，如国际象棋大师洞察棋局的能力。此外，还涉及问题的原概念，这在人工智能中称为问题表示的选择。人们常能找到某种思考问题的方法，使求解变得容易从而解决该问题。到目前为止，人工智能程序已知道如何考虑它们要解决的问题，即搜索解答空间，寻找较优解答。^③

6. 逻辑推理与定理证明

逻辑推理是人工智能研究中最持久的领域之一，其中特别重要的是找到一些方法，只把注意力集中在一个大型的数据库中的有关事实上，留意可信的证明，并在出现新信息时适时修正这些证明。医疗诊断和信息检索都可以和定理证明问题一样加以形式化。因此，在人工智能方法的研究中，定理证明是一个极其重要的论题。^④

7. 自然语言处理

自然语言处理是人工智能技术应用于实际领域的典型范例，经过多年艰苦努力，这一领域已获得了大量令人瞩目的成果。目前该领域的主要课题是：计算机系统如何以主题和对话情境为基础，生成和理解自然语言。这是一个极其复杂的编码和解码问题。^⑤

8. 分布式人工智能

分布式人工智能在 20 世纪 70 年代后期出现，是人工智能研究的一个重要分支。分布式人工智能系统一般由多个 agent(智能体)组成，每一个 agent 又是

① 田金萍. 人工智能发展综述[J]. 科技广场, 2007(1): 230-232.

② 杨状元, 林建中. 人工智能的现状 & 今后发展趋势展望[J]. 科技信息, 2009(4): 184-185.

③ 杨状元, 林建中. 人工智能的现状 & 今后发展趋势展望[J]. 科技信息, 2009(4): 184-185.

④ 杨状元, 林建中. 人工智能的现状 & 今后发展趋势展望[J]. 科技信息, 2009(4): 184-185.

⑤ 杨状元, 林建中. 人工智能的现状 & 今后发展趋势展望[J]. 科技信息, 2009(4): 184-185.

一个半自治系统,agent 之间以及 agent 与环境之间进行并发活动,并通过交互来完成问题求解。^①

9. 计算机视觉

计算机视觉是一门用计算机实现或模拟人类视觉功能的新兴学科,其主要研究目标是使计算机具有通过二维图像认知三维环境信息的能力,这种能力不仅包括对三维环境中物体形状、位置、姿态、运动等几何信息的感知,而且包括对这些信息的描述、存储、识别与理解。目前,计算机视觉已在人类社会的许多领域得到成功应用。例如,在图像、图形识别方面有指纹识别、染色体识字符识别等;在航天与军事方面有卫星图像处理、飞行器跟踪、成像精确制导、景物识别、目标检测等;在医学方面有图像的脏器重建、医学图像分析等;在工业方面有各种监测系统和生产过程监控系统等。^②

10. 智能信息检索技术

信息获取和精化技术已成为当代计算机科学与技术研究中迫切需要研究的课题,将人工智能技术应用于这一领域的研究是人工智能走向广泛实际应用的契机与突破口。^③

11. 专家系统

专家系统是目前人工智能中最活跃、最有成效的一个研究领域,它是一种具有特定领域内大量知识与经验的程序系统。近年来,在“专家系统”或“知识工程”的研究中已出现了成功和有效应用人工智能技术的趋势。人类专家由于具有丰富的知识,所以才能具备有效解决问题的能力。那么计算机程序如果能体现和应用这些知识,也应该能解决人类专家所解决的问题,而且能帮助人类专家发现推理过程中出现的差错,现在这一点已被证实。如在矿物勘测、化学分析、规划和医学诊断方面,专家系统已经达到了人类专家的水平。^④

三、人工智能的发展简史

人工智能从诞生至今已有近 60 年的历史,其发展大致可分为以下几个阶段。

1. 萌芽阶段(1956 年之前)

自古以来,人类就力图根据认识水平和当时的技术条件,用机器来代替人的部分脑力劳动,以提高征服自然的能力。公元 850 年,古希腊就有制造机器人帮助人们劳动的神话传说。在我国公元前 900 多年,也有歌舞机器人传说的记载,这说明古代人就有人工智能的幻想。随着历史的发展,到 12 世纪末至 13 世纪初,西班牙的神学家和逻辑学家 Romen Luee 试图制造能解决各种问题的通用逻

① 杨状元,林建中.人工智能的现状 & 今后发展趋势展望[J].科技信息,2009(4):184-185.

② 杨状元,林建中.人工智能的现状 & 今后发展趋势展望[J].科技信息,2009(4):184-185.

③ 杨状元,林建中.人工智能的现状 & 今后发展趋势展望[J].科技信息,2009(4):184-185.

④ 杨状元,林建中.人工智能的现状 & 今后发展趋势展望[J].科技信息,2009(4):184-185.



辑机。17 世纪,法国物理学家和数学家巴斯卡尔制成了世界上第一台会演算的机械加法器并获得实际应用。随后,德国数学家和哲学家莱布尼茨在这台加法器的基础上发展并制成了进行全部四则运算的计算器。他还提出了逻辑机的设计思想,即通过符号体系,对对象的特征进行推理,这种“万能符号”和“推理计算”的思想是现代化“思考”机器的萌芽,因而他曾被后人誉为数理逻辑的第一个奠基人。19 世纪,英国数学家和力学家 C. Babbage 致力于差分机和分析机的研究,虽因条件限制未能完全实现,但其设计思想不愧为当时人工智能的最高成就。^①

进入 20 世纪后,人工智能相继出现若干开创性的工作。1936 年,年仅 24 岁的英国数学家图灵在他的一篇论文中,提出了著名的图灵机模型。1945 年,他进一步论述了电子数字计算机设计思想。1950 年,他又在《机器能思考吗?》一文中提出了机器能够思考的论述,可以说这些都是图灵为人工智能所做的杰出贡献。1938 年,德国青年工程师 Zuse 研制成了第一台累计数字计算机 Z-1,后来又进行了改进。到 1945 年,他又发明了 Plankalkül 程序语言。1946 年,美国科学家莫奇利等人制成了世界上第一台电子数字计算机 ENIAC。还有同一时代美国数学家维纳控制论的创立,美国数学家香农信息论的创立,英国生物学家 W. R. Ashby 所设计的脑等,这一切都为人工智能学科的诞生做了理论和实验工具上的巨大贡献。^②

2. 诞生及第一个兴旺阶段(1956 年至 1966 年)

1956 年夏,在美国达特茅斯学院(Dartmouth College)大学举办的“恳谈会”上,第一次正式使用了人工智能(AI)这一术语,从而开创了人工智能的研究方向和学科,并有了 AI 的第一个发展期(兴旺期)。从此,在美国开始形成了以人工智能为研究目标的几个研究组:如纽维尔和西蒙的 Carnegie-RAND 协作组;塞缪尔和格伦特的 IBM 公司工程课题研究组;明斯基和麦卡锡的 MIT 研究组等,这一时期人工智能的研究工作主要在下述几个方面。1957 年纽维尔和西蒙等人的心理学小组编制出一个称为逻辑理论机(The Logic Theory Machine)的数学定理证明程序,当时该程序证明了 B. A. W. Russell 和 A. N. Whitehead 的《数学原理》一书第二章中的 38 个定理(1963 年修订的程序在大机器上终于证完了该章中全部 52 个定理)。后来他们又揭示了人在解题时的思维过程大致可归结为三个阶段:①先想出大致的解题计划;②根据记忆中的公理、定理和推理规则组织解题过程;③进行方法和目的分析,修正解题计划。这种思维活动不仅解数学题时如此,解决其他问题时也大致如此。基于这一思想,他们于 1960 年又编制了能解十种类型不同课题的通用问题求解程序 GPS(General Problem Solving)。另外,他们还发明了编程的表处理技术和 NSS 国际象棋机。和这些工作有联系

① 朱祝武. 人工智能发展综述[J]. 中国西部科技, 2011, 10(17): 8-10.

② 韦淋元. 人工智能发展的困境和出路[D]. 桂林: 广西师范大学, 2009.

的纽维尔关于自适应象棋机的论文和西蒙关于问题求解和决策过程中合理选择和环境影响的行为理论的论文,也是当时信息处理研究方面的巨大成就。后来他们的学生还做了许多工作,如人的口语学习和记忆的 EPAM 模型、早期自然语言理解程序 SAD-SAM 等。此外,他们还对启发式求解方法进行了探讨。1956 年塞缪尔研究的具有自学习、自组织、自适应能力的西洋跳棋程序是 IBM (国际商业机器公司)小组有影响力的工作,这个程序可以像一个优秀棋手那样,向前看几步来下棋。它还能学习棋谱,在分析大约 175000 个不同棋局后,可猜测出书上所有推荐的走步,准确率达 48%,这是机器模拟人类学习过程卓有成效的探索。1959 年这个程序曾战胜设计者本人,1962 年还击败了美国一个州的跳棋大师。在 MIT(麻省理工学院)小组,1959 年麦卡锡发明的表(符号)处理语言 LISP,成为人工智能程序设计的主要语言,至今仍被广泛采用。1958 年麦卡锡建立的行动计划咨询系统以及 1960 年明斯基的论文《走向人工智能的步骤》,对人工智能的发展都起到了积极的作用。此外,1956 年 N. Chomsky 的语法体系,1958 年 Selfridge 等人的模式识别系统程序等,都对人工智能的研究产生有益的影响。这些早期成果,充分表明人工智能作为一门新兴学科正在茁壮成长。^①

3. 萧条波折期(1967 年至 70 年代初期)

当人们进行了比较深入的工作后,发现人工智能研究碰到的困难比原来想象的要多得多。例如:1965 年发明的消解法(归结原理)曾给人们带来了希望,可很快人们就发现了消解法的能力也有限,证明“连续函数之和仍连续”是微积分中的简单事实,可是用消解法(归结法)来证明时,推了十万步(归结出几十万个子句)尚无结果;Samuel 的下棋程序当了州冠军之后没能进一步当上全国冠军,更不要说世界冠军。

1965 年世界冠军 Helmann 与 Samuel 的程序对弈了四局获得全胜,仅有的一个和局是世界冠军“匆忙地同时和几个人对弈”的结果;已过去的十年,计算机并未证明出重要的人还未证明出的定理;最糟糕的还是机器翻译,最初采用的主要办法是依靠一部词典的词到词的简单映射方法,结果没有成功;从神经生理学角度研究 AI 的人发现他们遇到了几乎是不可逾越的困难,以电子线路模拟神经元及人脑都没有成功。这一切都说明:由于 20 世纪 50 年代的盲目乐观和期望值过高,没有充分估计困难,没有抓到科学本质。因此,60 年代中期至 70 年代初期 AI 受到了各种责难,进入了萧条波折期。尽管社会压力很大,却没能动摇 AI 研究先驱们的信念,他们认真总结经验教训。以斯坦福大学的年轻教授 Feigenbaum 为代表的先驱们认为,万能的逻辑推理体系根本不可能存在。总之,在萧条波折期,很多国家的 AI 研究人员并没有灰心,而是扎扎实实地工作,不仅是加强基础理论研究,而且在专家系统、自然语言理解、机器人、计算机视觉等方面做出了很有成效的工作。这个时期出现的代表性成果有:ELIEA(1968 年

^① 韦淋元. 人工智能发展的困境和出路[D]. 桂林:广西师范大学,2009.



J. Weizenbaum 在美国麻省理工学院设计的基于“模式匹配”的自然语言系统); DENDRAL(1970 年斯坦福大学计算机科学系 E. A. Feigenbaum 和化学家 C. Djerassi 以及 J. Leberberg 等人研制出的世界上第一个专家系统); MACSMA(麻省理工学院的 C. Engleman、W. Martin 和 J. Moses 研制成的基于知识的数学专家系统); MYCIN(E. H. Shortliffe 等人于 1972 年至 1974 年研制、1976 年发表的医疗专家系统); LUNAR(1972 年 W. Woods 研制成功的基于知识的自然语言理解系统); SHRDLU(1972 年麻省理工学院的 T. Winograd 研制成功的在“积木世界”中进行英语对话的自然语言理解系统); STUDENT(1968 年美国麻省理工学院的博士生 D. Bobrow 完成的一个基于模式匹配的自然语言理解系统); MARGIE(由 R. Schank 及其学生们在美国斯坦福大学的人工智能实验室里建立的一个英语分析、理解和推理系统); EARSAY-1(卡内基-梅隆大学的 L. D. Erman 等人 1973 年设计的自然语言理解系统)。还有, 1973 年 R. C. Schank 提出的概念从属理论; 1974 年 Minsky 提出表示知识的另一种方法框架理论, 又称画面理论; 1970 年由英国爱丁堡大学的 R. Kowalski 首先提出以逻辑为基础的程序设计语言 Prolog, 1972 年由法国马赛大学的 A. Colmerauer 及其研究小组实现了第一个 Prolog 系统。Prolog 和 LISP 一样被称为面向 AI 的语言, 成为继 LISP 语言之后的最主要的一种人工智能语言。^①

4. 第二个兴旺期(70 年代中期到 80 年代末)

1977 年第五届国际人工智能联合会会议上, Feigenbaum 教授在一篇题为《人工智能的艺术: 知识工程课题及实例研究》的特约文章中系统地阐述了专家系统的思想并提出“知识工程”的概念。至此, 人工智能的研究又有了新的转折点, 即从获取智能的基于能力的策略, 变成了基于知识的方法研究。知识作为智能的基础开始受到重视, 知识工程的方法很快渗透到 AI 的各个领域, 促使 AI 从实验室研究走向实际应用。

由于理论研究(例如各种表示方法的研究)和计算机软硬件的飞速发展, 各种专家系统、自然语言处理系统等 AI 实用系统开始商业化并进入市场, 而且取得了较大的经济效益和社会效益, 展示了人工智能应用的广阔前景。例如, AI 系统用作 VAX 计算机的组装, 每年为 DEC 公司节约 2000 万美元; 斯坦福大学国际研究所(SRI)的 R. O. Duda 等人于 1976 年开始研制的用于地质勘探的专家系统 PROSPECTOR 在 1982 年预测了华盛顿州的一个勘探地段的钼矿位置, 其开采价值超过了一亿美元。总之, 随着智能机器人和第五代计算机研制计划的产生, 人工智能研究从萧条期转入第二个兴旺期并进入黄金时代。

但是在兴旺发展中也不是事事顺心, 例如, 日本的第五代机计划未能达到预期效果而不了了之。80 年代中后期, 人们想研究通用的智能机器或专家系统的设想或计划开始遇到危机, 存在几个问题: 一是智能系统的实时性以及环境的

^① 韦淋元. 人工智能发展的困境和出路[D]. 桂林: 广西师范大学, 2009.

交互性不尽如人意,感知问题要解决很不容易,声音、图像、文字信息等多媒体信息处理也是个问题,而要模拟人的直觉、顿悟、灵感等智能就更难了;二是人工智能问题在规模扩大后有了新问题,例如专家系统走向一般化时出现了问题,问题不在于存储量和检索速度,而在于专家系统的专用领域有质的变化,目标判断(属于哪个领域的问题)要求更高层的知识、常识、推理知识、通用概念和理论等;三是推理问题,常识的形式化问题没有解决,常用的一阶谓词推理与常识推理有较大差别。

于是人工智能研究人员开始做“顶天立地”的工作。“顶天”是指研究和解决AI的一系列关键技术问题,例如常识性知识表示、非单调推理、不确定推理、机器学习、分布式人工智能、智能机器体系结构等基础性研究,以期取得突破性进展。“立地”是指研究人工智能的实际应用,特别是专家系统、自然语言理解、计算机视觉、智能机器人、机器翻译系统都朝着实用化迈进。以人工智能为主要技术的知识工程、知识产业日益发展。^①

5. 平稳发展期(20世纪90年代至今)

由于网络技术特别是国际互联网的技术发展,人工智能开始由单个智能主体研究转向基于网络环境下的分布式人工智能研究。不仅研究基于同一目标的分布式问题求解,而且研究多个智能主体的多目标问题求解,使人工智能面向实际应用。

1993年起,我国把智能控制和智能自动化等项目列入国家科技攀登计划。进入21世纪后,有更多的人工智能与智能系统研究获得各种基金计划支持,我国也先后成立中国人工智能学会、中国计算机学会人工智能和模式识别专业委员会和中国自动化学会模式识别与机器智能专业委员会等学术团体,开展这方面的学术交流。此外,国家还着手兴建了若干个与人工智能研究有关的国家重点实验室,这些都将促进我国人工智能的研究,为这一学科的发展做出贡献。近年来,人工智能在很多方面取得了新的进展,尤其是随着因特网的普及和应用,对人工智能的需求变得越来越迫切,也给人工智能的研究提供了新的广阔的舞台。^②

目前,中国的科技工作者已在人工智能领域取得许多具有国际领先水平的创造性成果。在人工智能理论研究方面,国内学者除沿袭国外三大人工智能学派理论之外,具有代表性的还有:我国人工智能学科的主要奠基人、中国人工智能学会的主要创始人之一涂序彦提出的广义人工智能(GAI),北京邮电大学钟义信教授提出的机制主义理论;北京师范大学教授刘晓力倡导的以“认知是算法不可完成的”理念为基础的研究纲领等。现在,我国已有数以万计的科技人员和

① 韦淋元. 人工智能发展的困境和出路[D]. 桂林:广西师范大学,2009.

② 丁小军. 小型生态系统的人工生命个体模型与人工智能模型研究[D]. 长沙:中南大学,2008.



大学师生从事不同层次的人工智能研究与学习。人工智能研究已在我国深入开展,必将为促进其他学科的发展和我国的现代化建设做出新的重大贡献。^①

四、人工智能研究的主要学派

人工智能的研究和传统计算机程序设计在很多方面有所不同。从研究对象上看,人工智能系统是以符号表示知识,并以知识为主要研究对象,而传统的程序是以数值为研究对象,这说明了知识在人工智能中的重要性。知识是一切智能系统的基础,任何智能系统的活动过程都是一个获取知识和运用知识的过程。^②由于人们对人工智能本质的不同理解和认识,形成了人工智能研究的多种路径。不同的研究路径有不同的研究方法和学术观点,并形成了不同的研究学派。目前,在人工智能界的主要研究学派有符号主义、联结主义和行为主义等学派。^③

(一) 符号主义学派

1. 符号学派的理论

符号主义又称逻辑主义、心理学派或计算机学派,其理论基础是物理符号系统假设和有限合理性原理。符号主义学派认为,人认知的基本元素是符号,认知过程即符号操作过程。同时,人可以被看成是一个物理符号系统,计算机也是一个物理符号系统,因此,我们就能够用计算机来模拟人的智能行为,即用计算机的符号操作来模拟人的认知过程。它还认为,知识是信息的一种形式,是构成智能的基础,人工智能的核心问题是知识表示、知识推理和知识运用。知识可用符号表示,也可用符号进行推理,因而有可能建立起基于知识的人工智能系统。这个学派的主要代表人物有纽维尔、肖·西蒙和威尔森等。^④

所谓符号,就是模式,任何一种模式,只要它能够和其他模式相区别,它就是一个符号。例如:不同的英文字母就是符号。物理符号系统的基本任务就是对符号进行比较,辨认相同的符号和区分不同的符号。符号主义的重要性之一就是它指出了这种物理符号系统由什么构成并不重要,这一假设完全是中性的。一个智能实体能处理符号,它可以由蛋白质、机械运动、半导体或其他材料构成,如人的神经系统等。计算机具有符号处理的推算能力,这种能力本身就蕴含着演绎推理的能力,因此可以通过运行相应的程序来体现出某种基于逻辑思维的智能行为,故计算机可以被看作是一种理想的物理符号系统。物理符号系统假设实际上也肯定了一个观点——计算机能够具有人的智能。^⑤

① 韦淋元. 人工智能发展的困境和出路[D]. 桂林:广西师范大学,2009.

② 崔鑫,黄政新. 人工智能研究纲领的困境与走向[J]. 南京航空航天大学学报(社会科学版),2011,13(3):11-13.

③ 韦淋元. 人工智能发展的困境和出路[D]. 桂林:广西师范大学,2009.

④ 孙晔,吴飞扬. 人工智能的研究现状及发展趋势[J]. 价值工程,2013,32(28):5-7.

⑤ 曾向阳. 行为主义的哲学困境透视[J]. 自然辩证法通讯,1999(4):6-12.