

人工智能

Artificial Intelligence
A Systems Approach

ARTIFICIAL
INTELLIGENCE
A Systems Approach

M. Tim Jones



[美] M. Tim Jones 著

黄厚宽 尹传环 董兴业 等译



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

国外计算机科学教材系列

人工智能

Artificial Intelligence: A Systems Approach

[美] M. Tim Jones 著

黄厚宽 尹传环 董兴业 等译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书包含当前人工智能 (AI) 研究的主要内容, 尤其强调实际应用, 涉及数据挖掘等许多最新应用领域。全书共 13 章, 分别讲述了人工智能的历史、盲目搜索、启发式搜索、人工智能与游戏、知识表示、机器学习、演化计算、神经网络、机器人学与人工智能、智能 Agent、仿生和混合模型及人工智能语言。本书给出了算法的较详细实现, 与现有的以理论基础为核心的大多数经典人工智能著作相比, 本书有自身的鲜明特色, 且内容与国内人工智能课程的教学内容吻合, 尤其有利于培养学生解决人工智能实际问题的能力。

本书适合高等学校计算机、自动化等信息学科的本科生和研究生阅读, 也适合广大人工智能爱好者自学使用, 本书也能为人工智能研究人员了解各种算法的设计思路 and 具体实现框架提供参考。

Authorized translation from the English language edition, entitled Artificial Intelligence: A Systems Approach, 978-0-7637-7337-3 by M. Tim Jones.

ORIGINAL ENGLISH LANGUAGE EDITION PUBLISHED BY

Jones and Bartlett Publishers, Inc.

40 Tall Pine Drive

Sudbury, MA 01776

COPYRIGHT 2009

ALL RIGHTS RESERVED

本书中文简体字版专有出版权由 Jones and Bartlett Publishers, Inc. 授予电子工业出版社。
未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2009-1743

图书在版编目 (CIP) 数据

人工智能 / (美) 琼斯 (Jones, M. T.) 著; 黄厚宽等译. ~ 北京: 电子工业出版社, 2010.7

(国外计算机科学教材系列)

书名原文: Artificial Intelligence: A Systems Approach

ISBN 978-7-121-11279-9

I. ①人… II. ①琼… ②黄… III. ①人工智能 - 高等学校 - 教材 IV. ①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 129217 号

策划编辑: 马 岚

责任编辑: 马 岚 特约编辑: 梁卫红

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订: 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: 22.75 字数: 582 千字

印 次: 2010 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

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

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

出版说明

21世纪初的5至10年是我国国民经济和社会发展的关键时期,也是信息产业快速发展的关键时期。在我国加入WTO后的今天,培养一支适应国际化竞争的一流IT人才队伍是我国高等教育的重要任务之一。信息科学和技术方面人才的优劣与多寡,是我国面对国际竞争时成败的关键因素。

当前,正值我国高等教育特别是信息科学领域的教育调整、变革的重大时期,为使我国教育体制与国际化接轨,有条件的高等院校正在为某些信息学科和技术课程使用国外优秀教材和优秀原版教材,以使我国在计算机教学上尽快赶上国际先进水平。

电子工业出版社秉承多年来引进国外优秀图书的经验,翻译出版了“国外计算机科学教材系列”丛书,这套教材覆盖学科范围广、领域宽、层次多,既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择和自由组合使用。这些教材涉及的学科方向包括网络与通信、操作系统、计算机组织与结构、算法与数据结构、数据库与信息处理、编程语言、图形图像与多媒体、软件工程等。同时,我们也适当引进了一些优秀英文原版教材,本着翻译版本和英文原版并重的原则,对重点图书既提供英文原版又提供相应的翻译版本。

在图书选题上,我们大都选择国外著名出版公司出版的高校教材,如Pearson Education培生教育出版集团、麦格劳-希尔教育出版集团、麻省理工学院出版社、剑桥大学出版社等。撰写教材的许多作者都是蜚声世界的教授、学者,如道格拉斯·科默(Douglas E. Comer)、威廉·斯托林斯(William Stallings)、哈维·戴特尔(Harvey M. Deitel)、尤利斯·布莱克(Uyless Black)等。

为确保教材的选题质量和翻译质量,我们约请了清华大学、北京大学、北京航空航天大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、西安交通大学、国防科学技术大学、解放军理工大学等著名高校的教授和骨干教师参与了本系列教材的选题、翻译和审校工作。他们中既有讲授同类教材的骨干教师、博士,也有积累了几十年教学经验的老教授和博士生导师。

在该系列教材的选题、翻译和编辑加工过程中,为提高教材质量,我们做了大量细致的工作,包括对所选教材进行全面论证;选择编辑时力求达到专业对口;对排版、印制质量进行严格把关。对于英文教材中出现的错误,我们通过与作者联络和网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订。

此外,我们还将与国外著名出版公司合作,提供一些教材的教学支持资料,希望能为授课老师提供帮助。今后,我们将继续加强与各高校教师的密切联系,为广大师生引进更多的国外优秀教材和参考书,为我国计算机科学教学体系与国际教学体系的接轨做出努力。

电子工业出版社

教材出版委员会

主 任	杨芙清	北京大学教授 中国科学院院士 北京大学信息与工程学部主任 北京大学软件工程研究所所长
委 员	王 珊	中国人民大学信息学院院长、教授
	胡道元	清华大学计算机科学与技术系教授 国际信息处理联合会通信系统中国代表
	钟玉琢	清华大学计算机科学与技术系教授、博士生导师 清华大学深圳研究生院信息学部主任
	谢希仁	中国人民解放军理工大学教授 全军网络技术研究中心主任、博士生导师
	尤晋元	上海交通大学计算机科学与工程系教授 上海分布计算技术中心主任
	施伯乐	上海国际数据库研究中心主任、复旦大学教授 中国计算机学会常务理事、上海市计算机学会理事长
	邹 鹏	国防科学技术大学计算机学院教授、博士生导师 教育部计算机基础课程教学指导委员会副主任委员
	张昆藏	青岛大学信息工程学院教授

译者序

从“人工智能”这个术语诞生到今天,已经过去了50多年。在这半个多世纪的岁月中,人工智能经历了从诞生、发展、停滞、重兴到目前的实用化共五个阶段。这种经历相当于完成了一个轮回,也使人工智能不再是“看上去很美”,而变成“用起来很好”。

智能是人类所特有的区别于一般生物的主要特征。智能的定义有多种形式,可以解释为“智力的能力、传授的或获得的知识”,也可以理解为“感知、学习、理解、知道的能力,即思维的能力”。而本书中则将智能定义为“在给定一个输入集和各种可能行动的条件下制定正确决策的能力”,这也正是本书的重点——在“输入-输出”框架下介绍和解释各种算法。人工智能就是用计算机模拟人的智能,因此又称为机器智能。研究人工智能的主要目的包括制造智能机器并探索人类智能本质。通过对人工智能的深入研究,可以辅助、部分代替甚至拓宽人类的智能,使计算机更好地造福于人类。

信息化建设于20世纪90年代末开始进入我国各行各业,成为近十几年来计算机服务社会的主要手段。经过多年的发展,人们逐渐发现,仅仅发展信息化远远不够,人们获得的大量信息无法为决策服务。人工智能的本质就是使计算机模拟人类的计算、思维及决策,因此,信息化向智能化发展是理论与实际需求相结合的必然趋势。

在信息化向智能化发展的过程中,作为人才培养基地的高等院校在各种相关专业开设人工智能课程已是大势所趋。在美国,由ACM和IEEE Computer Society共同制定的Computer Science Curriculum 2008(计算机科学教程2008,简称CS2008)是Computing Curriculum 2001(简称CC2001)的暂时修订版。从CS2008可以看出,人工智能课程除了包括CC2001中已经囊括的人工智能基本问题、搜索和约束满足、知识表示和推理、高级搜索、高级推理、Agent、自然语言处理、机器学习、规划和机器人之外,还将感知器单独列为一个子类,其内容主要是感知器、成像、图像和目标检测等理论与技术,这意味着加强了人工智能算法在应用中的作用。同时,为了培养更多的专门的智能化服务人员,人工智能学科在教育方面也得到了蓬勃发展,自从2004年教育部批准设置“智能科学与技术”本科专业以来,我国已经先后有十几所高校设置了“智能科学与技术”本科专业。这表明社会的发展需要人工智能的发展,而人工智能的发展离不开教育,也就离不开大量的人工智能教材和参考书。

近年来,国外陆续出版了多种新的人工智能相关书籍(其中绝大多数已经引进和翻译出版),国内也先后出现了一些详细介绍人工智能的书籍。但这些书籍大部分着重介绍的是人工智能理论的发展及各种算法的原理,鲜有详细介绍各种人工智能算法具体实现的书籍。而本书正是立足于人工智能程序设计,为读者提供各种算法的原理和具体实现,因而成为帮助读者快速掌握人工智能算法实现的不可多得的一本好书。

本书包含了当前人工智能研究的主要内容,尤其强调实际应用,涉及数据挖掘等许多最新的应用领域。书中对于所介绍的算法都有较详细的实现,而且举例较多,从而使读者能更直观地感受算法的效果。本书包含索引部分,提供了人工智能领域的大部分专业术语的中英文对照

及这些术语在书中的位置,便于读者根据术语查找相关内容。本书配套的教学资源可从华信教育资源网(www.hxedu.com.cn) 下载(或发邮件至 malan@phei.com.cn 索取), 其中包含了30多个用C语言编写的源程序,都是书籍中算法的具体实现。因此,本书与现有的以理论基础为核心的大多数经典人工智能著作相比,具有自身的鲜明特色。从教材的角度来看,本书内容也与国内人工智能教学内容相吻合,而尤其有利于培养学生解决人工智能实际问题的能力。总之,本书适合作为高等院校广大学生学习人工智能的教材,也适合作为科研院所、企业中人工智能开发人员实现人工智能算法的参考书。

本书的翻译由北京交通大学人工智能研究所的黄厚宽教授负责。黄厚宽翻译第1章,万怀宇翻译第2章和第3章,董兴业翻译第4章,冯奇翻译第5章和第6章,武志峰翻译第7章,汪廷华翻译第8章和第9章,贺利坚翻译第10章和第11章,陈萍和董兴业翻译第12章,杨蓓翻译第13章,尹传环翻译索引。黄厚宽和尹传环审校了全部译稿。

对书中的专业名词和术语尽我们所知地采用了规范的或常见的译法。读者如发现不恰当的译法或翻译中其他不当之处,还望给予批评指正。

目 录

第 1 章	人工智能的历史	1
1.1	什么是智能	1
1.2	探索机械智能	1
1.3	早期时代 (20 世纪 50 年代初)	2
1.4	人工智能领域的出现	3
1.5	人工智能的冬天	5
1.6	人工智能的重兴	6
1.7	人工智能交叉学科的研究进展	8
1.8	系统方法	9
1.9	全书内容概述	10
1.10	本章小结	11
	参考文献	12
	相关资料	12
	练习	12
第 2 章	盲目搜索	13
2.1	搜索与人工智能	13
2.2	搜索分类	13
2.3	通用状态空间搜索	13
2.4	树、图及其表示法	17
2.5	盲目搜索	19
2.6	改进	31
2.7	算法优点	31
2.8	本章小结	31
2.9	算法小结	32
	参考文献	32
	练习	32
第 3 章	启发式搜索	34
3.1	启发式搜索	34
3.2	最佳优先搜索 (BEST-FS)	34
3.3	A* 搜索	39
3.4	爬山搜索	45
3.5	模拟退火 (SA)	46

3.6	禁忌搜索	53
3.7	约束满足问题 (CSP)	57
3.8	约束满足算法	58
3.9	本章小结	60
3.10	算法总结	60
	参考文献	60
	相关资料	60
	练习	61
第 4 章	人工智能与游戏	62
4.1	双人游戏	62
4.2	极小极大算法	64
4.3	经典游戏中的人工智能	74
4.4	视频游戏中的人工智能	84
4.5	本章小结	95
	参考文献	96
	相关资料	96
	练习	97
第 5 章	知识表示	98
5.1	简介	98
5.2	知识的类型	98
5.3	知识的作用	98
5.4	语义网络	99
5.5	框架	99
5.6	命题逻辑	101
5.7	一阶逻辑 (谓词逻辑)	104
5.8	语义 Web	112
5.9	计算化知识发现	113
5.10	本体	114
5.11	知识通信	115
5.12	常识	115
5.13	本章小结	115
	参考文献	116
	相关资料	116
	练习	116
第 6 章	机器学习	117
6.1	机器学习算法	117
6.2	本章小结	131

参考文献	132
练习	132
第 7 章 演化计算	133
7.1 演化计算简史	133
7.2 生物学动机	135
7.3 遗传算法 (GA)	136
7.4 遗传程序设计 (GP)	145
7.5 演化策略 (ES)	150
7.6 差异演化 (DE)	155
7.7 粒子群优化 (PSO)	161
7.8 演化硬件	166
7.9 本章小结	167
参考文献	167
相关资料	168
练习	168
第 8 章 神经网络 I	170
8.1 神经网络简史	170
8.2 生物学动因	171
8.3 神经网络的基本原理	171
8.4 感知器	176
8.5 最小均方学习	179
8.6 反向传播学习	181
8.7 概率神经网络	188
8.8 其他神经网络结构	192
8.9 构建神经网络的技巧	194
8.10 本章小结	196
参考文献	196
练习	196
第 9 章 神经网络 II	198
9.1 无监督学习	198
9.2 Hebb 学习	199
9.3 简单竞争学习	203
9.4 k 均值聚类	208
9.5 自适应谐振理论 (ART)	214
9.6 Hopfield 自联想模型	220
9.7 本章小结	224
参考文献	224
练习	224

第 10 章 机器人学和人工智能 226

10.1 机器人学简介 226

10.2 Braitenberg 车 229

10.3 自然感知和控制 230

10.4 用传感器感知 231

10.5 用效应器实现动作 231

10.6 机器人控制系统 232

10.7 简单的控制体系结构 232

10.8 行为规划 235

10.9 群组或分布式机器人 237

10.10 机器人程序设计语言 237

10.11 机器人仿真器 237

10.12 本章小结 237

参考文献 238

相关资料 238

练习 238

第 11 章 智能 Agent 239

11.1 Agent 的结构 239

11.2 Agent 属性和人工智能 240

11.3 Agent 环境 242

11.4 Agent 分类 243

11.5 Agent 体系结构 250

11.6 Agent 语言 261

11.7 Agent 通信 263

11.8 本章小结 265

参考文献 265

相关资料 266

练习 267

第 12 章 仿生和混合的模型 268

12.1 元胞自动机 268

12.2 自主计算系统 272

12.3 人工生命 275

12.4 模糊系统 280

12.5 演化神经网络 285

12.6 蚁群优化 290

12.7 情感计算 295

相关资料 296

第 13 章 人工智能语言 297

13.1 语言分类 297

13.2 人工智能语言 302

13.3 其他语言 327

13.4 本章小结 328

参考文献 328

相关资料 328

练习 328

索引 330

第1章 人工智能的历史

人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 的历史本身就是十分有趣的, 它像是一系列充满了激动与期盼、发现及失望的当代戏剧性场景。从早期 (及后来) 人们对人工智能研究的过于乐观, 到一般公众对未知事物的恐惧, 人工智能的历史本身就很值得研究。第1章探讨人工智能喧嚣的历史, 然后对本书的每一章进行概括性介绍。

1.1 什么是智能

要建立被认为是智能的软件, 最好从智能的定义开始。智能可以简单地定义为一组思维特性, 这些特性包括规划和解决问题的能力, 以及一般意义上的推理能力。还可以更简单地将智能定义为: 在给定一个输入集和各种可能行动的条件下制定正确决策的能力。

智能的这个简单定义 (制定正确决策) 不仅可以应用到人, 而且还可以应用到表现出理性行为的动物。然而, 人类表现出的智能比动物复杂得多。例如, 人有用语言进行交流的能力, 而某些动物也有; 人能够解决问题, 而某些动物也可以。它们之间的差别在于, 人体现了智能的许多方面 (例如, 交流、解决问题、学习及适应等), 而动物一般只体现少量的几个智能特征, 并且通常是在一个比人低得多的层次上。

我们对应用到计算机系统的人工智能也可以进行同样的类比。例如, 可以建立一个应用程序, 使其下一盘世界级的国际象棋, 但是这个程序对玩西洋跳棋游戏却一无所知, 也不知道怎样沏出一杯好茶。一个数据挖掘应用程序可以帮助识别诈骗, 但是它却不能在一个复杂的环境中导航。从这个角度来说, 最复杂的智能应用程序在某种程度上可以认为是智能的, 但它甚至缺乏最简单的智能, 而从最低智能的动物身上都能看到这种智能。



知名作家 Isaac Asimov 曾经写过他在军队中接受能力倾向测试的经历。在军队中, 他所得分数高于测试标准。然而他意识到的是, 在那些与他有共同学术倾向的人所设计的测试中, 他可能得分较高。他认为, 如果测试是由涉及汽车修理的人设计的, 他得分将很低。问题在于测试是围绕一个技能核心进行的, 某一项测试得分低不见得说明缺少智能。

1.2 探索机械智能

人类历史上留下了很多创建智能机器的故事。公元前800年, 古希腊史诗《伊利亚特》描述了有翅膀的塔罗斯, 他是赫菲斯托斯 (火与锻冶之神) 锻造的守护克里特岛的一个铜质机器人。对塔罗斯的内部运转情况没有介绍, 只知道他是铜制的, 全身充满了灵液 (在神的脉络中流动的液体) 或一个希腊神的血液。另一个较近的例子是英国女作家 Mary Shelley 于1818年创作的小说《弗兰肯斯坦》, 书中同名主角 (一位科学家) 从古时的人再造出了新的生命。在1921年, Karel Capek 的戏剧《Rossum通用机器人》出现了通过机器人实现廉价劳动力的想法。

然而人工智能非机器人形式的最有趣的应用之一, 是 Arthur C. Clark 在他的小说《2001太空漫游》中介绍的 HAL 9000。HAL 是一个有感知的智能机器, 它在“发现”号宇宙飞船飞

往木星的途中占领了飞船。HAL 没有物理的形式，它并不操纵飞船的各个系统，而是通过一个摄像机网络来监视飞船上的人，并且用一种标准的人类语言和他们通话。HAL 的故事引出了当代的一种程序设计。软件精确地做那些由人告诉它要做的事情，而当它试图集中注意于一个单独的重要目标时，也可能做出不正确的决策。HAL 显然不是按照 Isaac Asimov 的机器人三大定律创建的。

1.3 早期时代（20 世纪 50 年代初）

虽然在 20 世纪 50 年代初还没有出现“人工智能”这个术语，但 20 世纪 50 年代仍被认为是人工智能的早期年代。那时早期的计算机系统正在建造，并且建造智能机器的想法也在开始形成。

1.3.1 阿兰·图灵

1950 年，阿兰·图灵提出机器能否思考的问题。在此前不久，图灵提出了他的通用抽象机 [称为图灵机 (Turing Machine)] 的概念，这种机器很简单，并能够求解任何一个数学问题 (尽管具有某种复杂性)。基于这种思想，图灵认为，如果一台计算机对问题的回答和人的回答没有区别，那么就可以认为这台计算机是一台会思考的机器。这个实验称为图灵测试 (Turing Test)。

在图灵测试中，如果机器能够愚弄人，使人认为它也是人，那么它就通过了智能测试。实现图灵测试的一种方法是通过一个键盘与其他 Agent 进行通信，问题通过书面文字对等地提出，回答由终端提供回来。这种测试给出了一个确定机器是否具有智能的方法。就上述任务而论，这个智能的对等者 (机器) 不仅必须拥有进行智能会话所需的知识，而且还必须能够分析和理解自然语言以及产生自然语言的回答。回答问题可能和推理技巧 (例如问题求解) 有关，因此模仿人是一门绝技。

在此期间图灵的一个重要认识是，我们需要从小的智能开始，而后使它长大，而不是指望它突然出现。图灵提出了一种称为孩童机 (Child Machine) 的机器，首先创建一个具有少量智能的 Agent，然后使它接受教育。不要妄想创建一台成人智能机，我们可以首先创建一台孩童智能机，然后使之接受知识。从小的、低层次的智能开始的思想与启发式思考者随后提出的想法是一致的。人类大脑较为复杂并且人们尚未充分认识它，为何不从孩童的大脑 (甚至是更小的组织器官) 开始并沿着我们的方法发展呢？这样就无须试图去模拟更复杂的大脑。图灵称此为空白表单 (blank sheet)：一个孩童就像一个装满了空白表单的笔记本，但他也是存储知识的一种机制。

阿兰·图灵英年早逝，但是他仍然被视为人工智能领域的奠基者 (虽然这个伟大的人物已经故去了 60 年)。

1.3.2 人工智能、问题求解及游戏

人工智能早期的一些应用集中在游戏及通用问题求解领域中。在那时，创建一台智能机器主要基于这样的信念：如果一台机器能做人类做的一些事情 (或者发现它们是难以完成的)，那么这台机器就应该是智能的。



1950年, Claude Shannon提出, 国际象棋游戏从根本上说是一个搜索问题。实际上他是正确的, 但是在国际象棋搜索空间中进行蛮力搜索是不实际的。启发式搜索和一系列开局库及残局库提供了一种更快、更有效的行棋方法。Shannon的一篇关于计算机国际象棋的研讨会论文提出了Shannon数, 即 10^{120} , 它表示国际象棋中搜索树搜索复杂度的下界[Shannon 1950]。

第一个为计算机编写的人工智能程序是逻辑理论家 (Logic Theorist), 该程序是由 Allen Newell, Herbert Simon和J. C. Shaw在1956年为了找到等式的证明而开发的[Newell 1956]。这个程序最独特之处在于它能够为一个给定的等式找到比当前已知的证明更好的证明。1957年, Simon和Newell在此基础上开发了通用问题求解器 (General Problem Solver, GPS)。通用问题求解器使用手段-目的分析方法求解问题, 但其通常对游戏问题比较受限。

早期的人工智能研究者相信, 如果一台计算机能够解决他们认为的复杂问题 (类似于复杂的数学问题), 他们就能够构建智能机器。类似地, 游戏为制定智能决策的算法和技术提供了一个有意思的测试环境。

20世纪50年代早期, 英国牛津大学的研究者开发出了两个复杂游戏的对弈程序。Christopher Strachey开发了一个运行在Ferranti Mark I上的西洋跳棋对弈程序。到1952年, 他的程序已能够完成合理的对弈。Dietrich Prinz则开发了另一个运行在Ferranti Mark I上的程序, 这个程序能够下国际象棋 (两步杀变种)。该程序能够搜索上千种走法, 但是在这台早期的计算机上, 由于需要大量时间而导致行棋非常慢。

1952年, Arthur Samuel提高了人工智能程序的标准。他的西洋跳棋对弈程序运行在IBM 701上, 能够学习和推广。这个学习型西洋跳棋程序非常特别, 因为Samuel可以让一个程序与它的副本程序进行对弈, 从而互相从对手身上学习。结果将产生一个能够击败自身的创造者的程序。1962年, Samuel的西洋跳棋程序击败了曾经的美国康涅狄格州的西洋跳棋冠军。



Samuel的程序及与其副本程序进行对弈的方法是计算适者生存和称为演化计算 (evolutionary computation) 领域的第一个例子。

1.4 人工智能领域的出现

直到20世纪50年代中期, 人工智能开始形成一个研究领域。此时, 重点关注的是强人工智能 (Strong AI)。强人工智能关注能够模拟思维的人工智能, 其成果是一个具有类人智能、自我意识和知觉的睿智实体。

1.4.1 Dartmouth人工智能夏季研究计划

1956年, 在Dartmouth大学召开的为期数月的Dartmouth人工智能会议云集了众多人工智能领域相关的研究者: John McCarthy (Dartmouth学院), Marvin Minsky (哈佛大学), Nathaniel Rochester (IBM) 和 Claude Shannon (贝尔电话实验室) 以及其他在计算机、自然语言处理 (Natural Language Processing, NLP) 及神经网络方面的研究者。人工智能的夏季研究计划开始了:

我们提出开展一项为期两个月并由10个人参与的人工智能研究, 这项研究在新罕布什尔州汉诺威的Dartmouth学院于1956年的夏季展开。这个研究的推进基于一个假设, 即学习的每一个方面或智能的其他特征原则上能够被精确地描述出来, 从而能

够制造一台机器来模拟智能。我们将研究如何使机器使用语言,形成抽象和概念,解决各种人类尚无法解决的问题,并自我完善。我们认为,如果精心选择一些科学家在整个夏季共同研究,那么在这些问题上就能够取得显著的成就。

此后,许多人工智能的会议在全世界范围内陆续召开,这些会议涉及人工智能领域的各个方面。2006年,在Dartmouth学院举办了“Dartmouth Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years”(Dartmouth人工智能会议:下一个50年)会议(非正式表示为AI@50)。这次会议参与者众多(甚至还有几位参加了第一次召开的Dartmouth会议),在会议上分析了人工智能的发展和它及其他相关研究领域面临的挑战。

1.4.2 人工智能的建立工具

除了引入人工智能这个术语和召集人工智能领域的主要研究者出席1956年的Dartmouth会议之外,John McCarthy还设计了第一个人工智能程序设计语言。McCarthy在他的论文“Recursive Functions of Symbolic Expressions and their Computation by Machine, Part I”(符号表达式的递归函数及机械计算:第一部分)中首次提出了LISP语言。第一个LISP编译器是由Tim Hart和Mike Levin在麻省理工学院于1962年使用LISP语言为IBM 704实现的。

LISP编译器引入了许多高级特性,例如增量编译[LISP 2007]。LISP还开创了许多计算机科学领域的先进概念,这些概念现在人们已经耳熟能详了,例如树(数据结构)、动态类型、面向对象程序设计及编译器自主执行等。

许多早期的人工智能系统都采用了LISP语言,这充分说明它作为一种人工智能语言是非常有用的。还有一个名为SHRDLU的系统提供了一个处理桌面世界对象的自然语言接口,该程序能够理解关于桌面世界的查询,推理这个世界中事物的状态,规划动作并且完成少许初步学习。SHRDLU是由麻省理工学院人工智能实验室的Terry Winograd在一台PDP-6计算机上设计并实现的。

LISP及其衍生语言现在依然被广泛使用。第13章将介绍包括LISP在内的各种人工智能语言。

1.4.3 强人工智能

早期的人工智能主要关注的是强人工智能。那时,能够求解数学或逻辑问题或者能够参与对话被视为智能,而像在变化的环境中自由行走(我们每天必做之事)这样的活动并不被视为智能。

1966年,麻省理工学院的Joseph Weizenbaum开发了一个程序Eliza,它能够笨拙地模仿心理学家并能与病人进行有趣的对话。Eliza的设计按照今天的标准来看是很简单的,但其模式匹配的能力使其能够对病人的陈述做出合适的回应,在许多人看来这种能力是真实的。这个特性使Weizenbaum十分困惑,由于这个程序缺乏同情心,使得后来Weizenbaum成为了一个人工智能的批评者。

1.4.4 受限的应用软件

虽然许多早期人工智能关注的是强人工智能,但还是有众多的解决实际问题的应用软件。其中的一个例子是1965年在斯坦福大学出现的Dendral项目。研制Dendral的目的是帮助有机

化学家理解未知的有机分子的组织。Dendral 通过输入质谱分析图和一个化学知识库而工作，它是第一个知名的专家系统。

与 Dendral 同一时代的另一个受限的应用软件是 Macsyma，它是由麻省理工学院的 Carl Engelman, William Martin 和 Joel Moses 共同研制的一个计算机代数系统。Macsyma 是用 MacLisp (麻省理工学院所开发的 LISP 语言的一种变体) 编写的。这个早期的数学专家系统演示了如何通过符号推理求解积分问题。在 Macsyma 中演示的思想最终推动了商业化数学应用软件的出现。

1.4.5 自底向上方法的出现

早期人工智能关注于自顶向下的求解方法，这种方法试图模拟人脑的高层次概念(规划、推理及语言理解等)。但自底向上方法在 20 世纪 60 年代开始获得人们的偏爱，该方法主要对低层次概念(例如神经元)进行建模并在一个更低的层次上进行学习。1949 年，Donald Hebb 提出了当神经元之间同时反复激励时如何合作的规则。通过持续刺激，一个神经元对另一个神经元的激活作用将会增强，从而导致两者之间的强关联(一种因果关联)。

1957 年，Cornell 航空实验室的 Frank Rosenblatt 构造了感知器，它是一个简单的能够使用无监督学习算法将数据分成两类的线性分类器。感知器引发了人们对神经网络结构的巨大兴趣，然而这种改变并没有走远。



Hebb 学习、感知器和一些更高级的神经网络结构及其学习算法将在第 8 章和第 9 章中讨论。

1.5 人工智能的冬天

20 世纪 70 年代以前，人工智能引起了人们的巨大兴趣，同时一些研究团体也对其大肆宣传。研究人员开发出了许多有趣的系统，但这些系统远没有达到业界某些人所预言的程度。此外，虽然像神经网络之类的新技术拓展了这个研究领域，提供了分类和学习的新途径，然而神经网络的研究热潮却在 1969 年由于一本名为 *Perceptrons* 的著作的出版而停滞了。这本书由两位强人工智能(或自顶向下)的极力倡导者 Marvin Minsky 和 Seymour Papert 所著。他们论证了单层感知器的学习能力有限，特别是当面对线性不可分问题(例如 XOR 问题)时。这导致了神经网络及更广意义上的人工智能领域研究经费的锐减。后来的研究发现，多层网络可以解决线性不可分问题，然而对于人工智能所遭到的重创而言，这个发现显得太晚了。

为人工智能建造的硬件，例如 LISP 机器，也同样受到了研究兴趣减少的影响。虽然机器让步于更一般化的系统(不必用 LISP 编程)，但函数式语言(例如 LISP)继续得到了人们的关注。当时流行的编辑器(例如 EMACS)仍然支持一个巨大的用户群基于 LISP 进行 Shell 编程。

1.5.1 面向结果的应用软件

虽然在 20 世纪 70 年代人们对人工智能研究的关注以及对其投入的研究经费都减少了，但它仍在继续发展着，不过研究领域更集中了。某些应用软件显示了良好的发展前景，例如专家系统就是那个时期的一个关键研究成果。