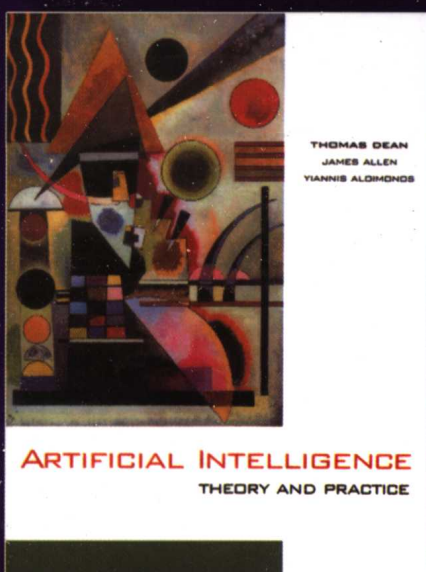


人工智能

——理论与实践

Artificial Intelligence

Theory and Practice



Thomas Dean
[美] James Allen 著
Yiannis Aloimonos

顾国昌 刘海波 仲宇 等译
张汝波 审校

国外计算机科学教材系列

人工智能 ——理论与实践

Artificial Intelligence
Theory and Practice

Thomas Dean

[美] James Allen 著
Yiannis Aloimonos

顾国昌 刘海波 仲 宇 等译

张汝波 审校

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

这是一本阐述人工智能基本理论及其实际应用的教材,由三位资深的人工智能专家精心编著而成。针对机器智能系统开发中涌现出的表达与计算问题,本书介绍了最新的研究成果,并讨论了系统实现中涉及到的实际问题。作者深入探讨了用于解决学习、规划和不确定性问题的传统符号推理技术,例如演绎推理、决策树等,并介绍了神经网络、概率推理等新技术。书中出现的重要算法在每章后面都附有其LISP实现的源代码,以供读者在试验时进行参考。另外,本书还给出了丰富的人工智能应用系统的实例。

本书可作为高等院校计算机、控制、机电、数学等专业人工智能课程的教材,也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学习参考。

Simplified Chinese edition Copyright © 2004 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and Publishing House of Electronics Industry.

Artificial Intelligence: Theory and Practice, ISBN: 0805325476 by Thomas Dean, James Allen, and Yiannis Aloimonos. Copyright © 1995. All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

本书中文简体字翻译版由电子工业出版社和Pearson Education培生教育出版亚洲有限公司合作出版。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。

本书封面贴有Pearson Education培生教育出版集团激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字:01-2003-0358

图书在版编目(CIP)数据

人工智能——理论与实践/(美)迪安(Dean, T.)等著;顾国昌等译.-北京:电子工业出版社,2004.6
(国外计算机科学教材系列)

书名原文:Artificial Intelligence: Theory and Practice

ISBN 7-120-00049-7

I. 人... II. ①迪... ②顾... III. 人工智能-教材 IV. TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第046568号

责任编辑:冯小贝

印刷:北京智力达印刷有限公司

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

经销:各地新华书店

开本:787×1092 1/16 印张:25.25 字数:711千字

印次:2004年6月第1次印刷

定价:39.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,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。质量投诉请发邮件至zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

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 and 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
中国计算机学会多媒体专业委员会主任 |
| | 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

人工智能是由数学家和计算机先驱 John McCarthy 于 1956 年在达特茅斯大学举行的一次信息科学大会上提出的,它是一门综合了计算机科学、生理学、心理学、哲学等学科的交叉学科。

人工智能主要研究用人工的方法和技术来模仿、延伸及扩展人的智能,从而实现机器智能。有人把人工智能分成两大类:一类是符号智能,另一类是计算智能。符号智能以知识为基础,通过推理进行问题求解,即所谓的传统人工智能。计算智能以数据为基础,通过训练建立联系,从而进行问题求解。

人工智能从诞生之日发展到今天,无论在理论研究上还是在应用技术上都取得了举世瞩目的成就,如博弈、自动定理证明、模式识别、自然语言理解、智能知识库系统、专家系统、自动编程、机器人等。人工智能始终处于计算机发展的最前沿。高级计算机语言、计算机界面及文字处理器的存在或多或少都归功于人工智能的研究。人工智能研究得出的理论和其洞察力指引了计算技术未来的发展方向。

智能化是当前新技术、新产品、新产业的重要发展方向、开发策略和显著标志,例如智能控制、智能自动化、智能管理、智能通信、智能 CAD、智能机器人、智能仪表、智能计算机、智能网络、智能优化、智能玩具、智能家电、智能汽车、智能材料、智能软件、智能仿真、智能系统工程、智能商务和智能经济等,这些都是以人工智能技术为依托的,可见人工智能用途之广。可以说,哪里有计算机应用,哪里就有人工智能;哪里需要自动化或半自动化,哪里就在应用人工智能的理论、方法和技术。人工智能将继续改变我们的生活!

本书以表达和搜索为主线,深入浅出地介绍了人工智能基础理论和计算技术,重点介绍了分析和设计人工智能系统的算法和理论工具,涵盖了如演绎推理、博弈树搜索等符号智能技术,神经网络、遗传算法等计算智能技术,以及视觉理解、自然语言理解等综合应用方法。本书覆盖面很广,但又不失重点突出的特色,是学生掌握人工智能基础理论同时开拓人工智能应用视野的一本优秀教材。

参与本书翻译工作的有顾国昌、刘海波、仲宇、付岩、顾鑫、吴静、郑宏琨、王醒策、陈红洲、宋梅萍、刘文捷、沈晶和李健利。最后由张汝波教授对全书进行了审校。由于译水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

前 言

本书向计算机专业本科二、三年级的学生介绍了人工智能 (AI) 的基础理论和计算技术, 其中重点介绍了设计和分析人工智能系统的算法和理论工具, 涵盖了如演绎推理、博弈树搜索、自然语言分析等传统的符号人工智能技术, 以及神经网络、概率推理、机器视觉中应用的一些综合方法。本书覆盖面很广, 但并不试图通盘研究整个领域, 而只是有选择性地在几个主题中进行深入研究。

表达

本书在关于逻辑、搜索、学习等核心章节里集中阐述了表达的重要性。比起大多数入门级的教科书, 本书引入了更多对人工智能的形式化论述, 这在对语法和语义逻辑的关注中以及在关于人工智能算法计算复杂度的资料中都有所体现。最新的计算学习理论成果将作为学习方面的资料, 以阐述从决策树到神经网络的各种技术。

本书给出了一些机器人及软件自动化 (软件机器人) 实例, 可以作为真实世界中人工智能的教学案例, 同时广泛介绍了其他例子以突出人工智能应用的潜力和多样性。关于自然语言处理、规划、不确定性和视觉的章节, 融合了已有方法, 概括了挑战性领域, 为进一步的研究工作描述了技术发展前景。

本书无意通览人工智能技术, 对于诸如物理系统的定性推理和类比推理等主题仅简单提及, 对于其他一些主题本书则比传统的教材给予了更多的重视。书中对学习、规划、概率推理进行了深入的探讨, 以反映它们在本领域中其重要性的提高。关于视觉的章节 (第9章) 所涉及的课题对于说明在智能理解与开发人工系统 (以实用而有趣的方式与世界交互) 中感知的重要性是很关键的。

理论与实践

尽管本书重点在于理论基础, 但每章都阐述了涉及人工智能算法实现的实践问题。为了有助于学生完成计算性实验, 本书自成体系地介绍了 Common LISP 符号编程。书中的许多重要算法都给出了 LISP 源代码, 但如果读者不需要, 完全可以跳过 LISP 语言及实现问题。本书采用精选的 Common LISP 子集编写的代码来教授人工智能算法, 而其他的教材一般都使用人工智能算法来教授 LISP 编程技术。

本书的所有算法都采用伪代码进行描述, 当算法也用 LISP 给出时, 其代码大多放在每章最后的 “LISP 实现” 一节中, 但是偶尔也在章节正文中出现。根据经验, 我们把那些对学生研究基本问题非常重要的代码都放在了正文中。大部分 LISP 代码都归入每章的附录, 教师可以凭经验随意选择他们想要着重讲解的部分。书中的算法描述和相关的 LISP 源代码紧密结合, 易于学生进行实验, 免去了使用两本有着不同观点和计算方法的教材的麻烦。

本书采用 LISP 而不是 Prolog 的原因是, LISP 与一些学生们熟悉的编程语言 (如 Pascal 和 C) 的结构最接近; 但不采用 Pascal 和 C 的原因是, LISP 中有表处理和符号操作例程可用, 从而可以简便地写出重要算法的实现代码。

致学生

前言的内容通常都是指导教师为课程选择教材的,学生一般都直接跳到第1章或是目录来看看书中的主要内容。本书用来教授学生编写计算机程序的理论和实践知识,这些程序能执行有趣而实用的任务。除了绪论中展开的一些内容,本书并不讨论一些哲学难题,而集中介绍对学生编写复杂的(甚至是智能的)计算机程序有用的技术、算法及分析工具。

本书将明确地描述问题,并从计算角度分析问题,如果存在解决方案,则详细给出有效算法。书中还提供了必要的逻辑学、计算机科学和数学知识,使读者能够理解重要的问题,最终拿出自己的解决方案,并提出自己的问题。希望读者能够认为本书中的技术和想法是实用的,无论你从事的职业是工程技术、计算机科学、商务管理,还是任何其他需要依据与复杂多变的世界进行交互的计算过程来考虑问题的领域。

致教师

本书的核心资料都在前5章里,这些章节包含了基本介绍和研究动机,供实践课使用的符号编程、表达与逻辑、搜索以及学习。教师可以在这些核心章节中相当灵活地选择讲授内容并安排课时。

知识点的选取和课时的分配要根据选课学生的具体情况而定。通常,学生在此前的计算机科学、工程技术或数学课程中都较好地学过布尔逻辑,这种情况下,“表达与逻辑”(第3章)这一章尽可一带而过。计算机专业的学生对于搜索问题一般都很熟悉,所以基本的盲目搜索方法(包括深度优先和广度优先搜索)只需蜻蜓点水。作者建议把重头戏放在“学习”(第5章)这部分内容上,这一领域已经很成熟,能够生动地说明表达与搜索的功用,而且学生们一般都对构建学习系统的前景很着迷。

就人工智能而言,表达的地位更为基础,所以在章节顺序上安排在搜索之前。本书侧重于逻辑学,它可以使学生精确地考虑表达问题。教学中,有些时候更宜于在表达前先讲解搜索。例如,为了讲解 LISP 语言,而这又是学生第一次接触 LISP 语言和符号编程,那么就要考虑先介绍“搜索”(第4章)这章,因为搜索过程的一些例子对 LISP 编程问题进行了稍微简单一些的介绍。除了“搜索”一章结尾的判别网络部分之外,表达和搜索的章节的讲解顺序不受限制。

图1描述了本书中一些章节间的依赖和联系。实线表示一章应该在另一章前面讲授,以完全理解所有内容;虚线表示两章间的联系或条件依赖关系,这都是教师要着重讲解的或要考虑到内容。例如,第6章(“高级表达”)的空间表达和机器人导航部分可以用来引出第9章(“图像理解”)并作为该章的预备知识。如果教师需要讲授实现问题或学生需要掌握符号编程方法,那么所有的章节都有条件地依赖于第2章(“符号编程”)。

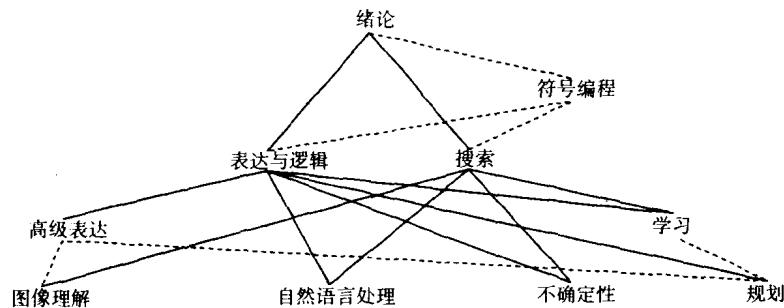


图1 章节间的依赖和联系。实线表示章节间的强依赖,虚线表示章节间的联系或有条件的依赖,供教师参考

作者简介

Thomas Dean 是布朗大学计算机科学系的教授，主要研究领域包括时空推理、规划、机器人学、学习、概率推理。Dean 教授正从事应用于移动机器人和工厂自动化的时态数据库系统的设计与实现工作。他是美国人工智能联合会 (AAAI) 的会士和执委会成员，曾任 1991 年美国人工智能大会程序联合主席。Dean 教授还是 1989~1994 年度美国国家科学基金会杰出青年科学家总统奖 (NSF Presidential Young Investigator Award) 的获得者。

James Allen 是 Rochester 大学计算机科学系的 John H. Dessaurer 教授，AAAI 会士，并且是 1985~1989 年度美国国家科学基金会杰出青年科学家总统奖的获得者。另外，Allen 教授在 1983~1993 年担任 *Computational Linguistics* 的主编。

Yiannis Aloimonos 是 Maryland 大学计算机科学系和高级计算机研究会的副教授，也是自动化研究中心计算机视觉实验室的带头人。他的研究兴趣包括计算机视觉以及感知、推理和行为的集成。Aloimonos 教授是 1990~1995 年度美国国家科学基金会杰出青年科学家总统奖的获得者。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 人工智能实践	2
1.2 人工智能理论	3
1.3 智能的判定与度量	5
1.4 行为计算理论	6
1.5 自动推理	8
1.6 本书结构	10
本章小结	11
背景资料	12
练习	12
第 2 章 符号编程	14
2.1 基于规则的反应系统实例	15
2.2 LISP 简介	16
2.3 LISP 交互方式	18
2.4 LISP 函数	19
2.5 环境、符号与作用域	22
2.6 LISP 函数的更多内容	27
2.7 表处理	28
2.8 迭代结构	35
2.9 程序调试	37
2.10 基于规则的反应系统回顾	39
本章小结	43
背景资料	44
练习	44
第 3 章 表达与逻辑	48
3.1 命题逻辑	49
3.2 $\mathcal{P}$ 语言的形式化系统	52
3.3 $\mathcal{P}$ 语言中的自动定理证明	57
3.4 谓词演算	60

3.5	PC 语言的形式化系统	64
3.6	PC 语言中的自动定理证明	68
3.7	非单调逻辑	76
3.8	演绎检索系统	79
	本章小结	83
	背景资料	84
	练习	85
	LISP 实现: 数据依赖	89
第 4 章	搜索	92
4.1	基本搜索问题	93
4.2	盲目搜索	95
4.3	启发式搜索	101
4.4	最优化与搜索	105
4.5	敌对搜索	112
4.6	判别树的索引	117
	本章小结	119
	背景资料	120
	练习	121
	LISP 实现: 判别树	123
第 5 章	学习	127
5.1	归纳学习问题的分类	127
5.2	归纳推理理论	130
5.3	描述空间	133
5.4	决策树	138
5.5	网络学习方法	143
5.6	梯度导向搜索	145
5.7	感知器	156
5.8	径向基函数	158
5.9	动态环境中的学习	163
	本章小结	170
	背景资料	171
	练习	171
	LISP 实现: 利用 LISP 实现学习算法	175
第 6 章	高级表达	179
6.1	时序推理	179
6.2	情境演算	180

6.3 一阶区间时序逻辑	185
6.4 时序知识管理	188
6.5 知识与信念	190
6.6 空间推理	194
本章小结	199
背景资料	200
练习	200
LISP 实现: 时序推理	202
第 7 章 规划	207
7.1 状态空间搜索	207
7.2 最小约束规划	214
7.3 分层抽象空间规划	222
7.4 自适应规划	226
7.5 不完全信息规划	230
7.6 表达能力更强的动作模型	235
本章小结	239
背景资料	240
练习	241
LISP 实现: 半序规划的精化	243
第 8 章 不确定性	246
8.1 不确定性推理的动机	247
8.2 概率论	248
8.3 概率网	254
8.4 决策论	267
本章小结	272
背景资料	273
练习	273
LISP 实现: 概率网中的推理	274
第 9 章 图像理解	282
9.1 传感器与图像	282
9.2 计算机视觉	284
9.3 人类视觉	286
9.4 视觉 - 恢复问题	288
9.5 图像描述的恢复	301
9.6 由轮廓复原形状	307
9.7 由阴影复原形状	311

9.8 由纹理复原形状	315
9.9 立体法	317
9.10 视觉运动分析	320
9.11 主动视觉	325
9.12 应用	326
本章小结	330
背景资料	331
练习	333
LISP 实现: 多面体景物标记	337
第 10 章 自然语言处理	343
10.1 语言成分	343
10.2 上下文无关文法	345
10.3 上下文无关文法分析	347
10.4 文法特性	352
10.5 基于图的有效句法分析	356
10.6 语义解释	358
10.7 自然语言生成	364
10.8 上下文中的自然语言	366
10.9 量词作用域	371
本章小结	372
背景资料	372
练习	372
LISP 实现: 简单分析器	374
参考文献	379

第1章 绪 论

人工智能 (AI) 就是研究和设计具有智能行为的计算机程序, 使其如同具有智能行为的人或动物一样去执行任务。人工智能程序可以用于航班调度或是工厂控制, 也可以用来执行更普通的任务, 如地板清扫或信件投递。

人们认为很难的一些任务对程序来说易如反掌, 而人们认为理所当然的一些任务对程序来说却难以实现。例如, 人工智能研究人员已经成功编写了控制核电站和解决复杂电子设备故障诊断问题的程序; 但另一方面也已证实, 编写能够可靠识别人脸或清扫房间的程序 (当然清扫时不能惊吓到家中的宠物, 也不能损坏家具) 是非常困难的。

人工智能就是在程序员没有考虑到的情况下能够灵活响应的程序。房间清扫机器人应能区分开锡箔碎片和钻石戒指, 而且如果主人重新摆放家具, 这个机器人也应该能够应付这种新情况; 对同一个人, 即使他戴不同的帽子或剪不同的发型, 人脸识别程序也都应该能够辨认出他。可以通过观察人们如何解决问题和应付新情况来度量人类智能, 评价计算机程序的智能也采用大致相同的办法。

本章给出了人工智能理论与实践的实例, 探讨了程序拥有智能的意义。我们同样描述了一些构建行为理论时涉及的问题, 在这种行为理论中, 计算占有重要地位。下面从智能机器的一个完美应用开始进行讨论。

机器人探测器

火星太空探测让人类对这颗红色行星的概貌有了更进一步的了解。1971 年, 第一个进入火星轨道的探测器返回了一些美丽的照片, 上面有火星环形山和沟壑, 这次探测揭示了火星复杂的峡谷和巨大的火山。有证据显示百万年前火星有流动的水, 而且有很稀薄的大气层。研究人员对火星的表面也进行了研究。其实, 当“海盗号” (Viking) 飞船一踏上火星的表面就发回了照片, 上面有粉色的天空、布满红色沙子和岩石的宽阔地面。研究人员用火星上的土样来寻找生命的细微痕迹, 同时仔细进行地震监测。当然, 这些信息也引出了更多的问题, 火星的表面仍是一个谜。

遗憾的是, 登陆火星的飞船并未设计成能在火星表面行进, 所以只能原地不动, 只收集邻近区域内的数据, 能做的事情并不多。毫无疑问, 更好的火星探测方式是把人类送到火星上, 宇航员可以在火星表面驱车, 进行多个远距离地点的观察并进行试验。宇航员可以对到哪里进行勘探快速做出决策, 并适应规划的改变。

然而, 人类飞向外层空间的耗费是巨大的。宇航员需要活动的空间, 而且到达火星需要几年的时间, 所以需要很多设备来保证宇航员的生存和生活舒适性。再者, 飞船着陆火星也是任重道远, 因为它还要把全体人员送回地球。鉴于这些情况, 近期内对任何行星可能都不会有载人太空行动, 而代之以派出一些机器 (参见图 1.1)。机器可以用很少的补给来进行数年的飞行, 并且不需要返回地球。

机器要探测火星, 就需要一些和宇航员一样的能力。这样的机器或机器人应该能够感知周围环境, 在火星上行进, 对突发事件做出反应, 并决定下一步该怎么办。一些决策可以由地球上的人来做出, 但是通信上的延迟仍然要求机器人能够在关键时刻自主完成任务。机器人探测器需要什么样的能力? 应该赋予机器人什么程度的类人感知和决策能力? 这些都是人工智能所要研究的问题。

人工智能就像物理、化学、生物这些研究领域一样有理论和应用两个方面，但也有一些区别。人工智能研究的是人造机器，而不是自然现象；它研究的范围不受自然的限制，而受想像力和计算机处理能力的限制。一些人工智能理论和应用实例将有助于说明人工智能与其他领域的不同。

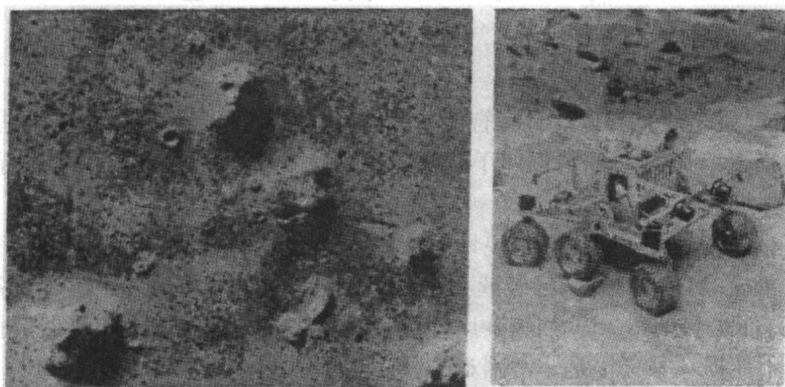


图 1.1 左图是美国航空航天局 (NASA) 的“海盗一号”轨道飞船为“海盗二号”登陆车寻找登陆地点时拍摄的照片，数据从火星传输到地球时有所丢失，所以照片中出现了斑点。右图是 NASA 喷气推进实验室 (Jet Propulsion Laboratory) 的研究人员为火星探测任务设计的移动机器人原型。这两张照片由喷气推进实验室提供

1.1 人工智能实践

人工智能的应用范围非常广泛。人们已经创建了人工智能程序，用于通过预测股市趋势来产生投资策略，诊断病人并给出治疗建议，以及控制工厂中的装配机器人。在人工智能领域工作的很多人都认为自己是制作实用工具的工程师，这些工具就是用于航线规划、汽车制造以及大师级对弈的人工智能系统。火星探测机器人的控制就采用了人工智能系统。

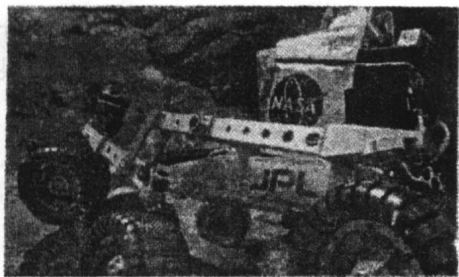
像火星探测机器人这样的机器人怎样感知它周围的环境？它怎样决定采取什么行动？如果给出两种或更多种可能冲突的目标，它又是怎样平衡任务的优先级？一个火星漫游车怎样知道应该停下来以检查预料之外的石英构造成分？更一般地说，如何设计出能适应环境的有足够多功能的系统，同时还要足够严格以便于使用计算机程序进行编码？

人工智能应用

NASA 火星探测行动

NASA 的下一火星行动拟采用基于 Rocky (喷气推进实验室设计的一款机器人) 的漫游车飞船。为了抵御火星的寒冷，Rocky 采用全金属底盘；为了在沙地和岩石上行进，Rocky 采用了特殊的悬浮器。Rocky 设计得轻便小巧 (只有两英尺长)，便于运送。但为了进行岩石分析，它还要装备一个小型计算机、几个摄像机和一个分光计。

即使以光速进行通信，到火星也要 40 分钟，所以漫游车必须能短距离自动驾驶。导航员可以通过 Rocky 上的立体摄像机观察到火星上的地形，然后遥控 Rocky 前进。一旦导航员为 Rocky 选择了路径，火星探测者就会沿着路径行进。如果发现障碍物，Rocky 会试着绕过障碍物；如果在某处受阻，它会向地球请求指示。



© Guy Spangenberg

1.1.1 人工智能系统实例

人工智能是很多其他应用系统的基础。这样的系统有的已经存在,有的将在未来被设计出来。

语言翻译系统 现已有一些人工智能翻译器,人们对它们讲的话将被翻译成外文。最先进的系统可以根据文中所说的内容回答问题并做出有用的总结。

空中交通管制系统 随着空中旅行的普及,机场上空变得越来越拥挤。跟踪数千次的航班、管理人员、维护时刻表,这些对于人来说是非常困难的工作。现在,计算机可以帮助安排飞机的起飞和降落,从而最大限度地确保乘客的安全和减小延误。

监控系统 随着大型写字楼和购物中心的日渐复杂,越来越需要公共设施控制系统。人工智能监控系统可以控制电梯、电力、空调,也可以胜任安保监控、来宾导引等任务。

自动化私人秘书 开发能主动指导用户使用电脑网络的人工智能系统现在已成为可能。它能搜索公告板和过滤用户的信件,这样用户仅需阅读最重要的或最感兴趣的内容。它可以帮助用户发现信息、订购商品或服务以及进行网络寻人。这样的人工智能系统称为softbot,即软件机器人,它是无实体的机器人,是游走于计算机网络的计算机程序。

智能公路 交通拥挤是一个日益严重的问题,但要拓宽道路,那么在农村开销太大,在城市由于空间有限而又不可行。现在正大力研制人工智能系统,通过发布交通预告、引导车辆改道、控制车速车距等办法来优化现有公路的使用。将来人们出行时,汽车将与自动化公路管理器进行协调,然后规划出到达目的地的路线。

危险环境作业机器人 未来几年内,用于有毒废物清理的机器人(尤其在核工业中)会变得越来越重要,在医院的有害生物垃圾处理、井下采矿、水下采矿、水下营救、水下建筑和水下农业等场合也将有重要应用。对于那些虽然不危险但令人乏味的工作,如垃圾收集、庄稼收割等,也可以利用智能机器人来完成。

所有这些程序通常都需要与自然智能相关的技术。自主机器人在新的、未预料的情况下必须能够解决问题并正确地做出反应。语言翻译系统为了回答用不同措辞提出来的问题,必须运用通用的常识性概念;空中交通管制系统必须在限定时间内做出复杂的决策;软件机器人应该通过学习和经验来提高搜索能力以满足用户需求。解决这些技术的实现问题是人工智能的很大一部分研究内容。

1.2 人工智能理论

人工智能不仅仅是一个工程科目,同样也是一个科研主题,研究人员创立人工智能理论(人工智能程序能够做什么)并用数学分析和实验来验证。什么样的自适应结构可以应用于从经验中学习的系统?响应新信息时系统应该怎样改变?学习系统应该接受什么样的训练?人工智能科学家正在研究一般性的计算理论来回答各种各样的问题。

理论是可以通过数学抽象和定理证明来分析验证的,也可以通过开发程序、运行试验、分析结果进行经验性研究,这很像心理学家对接受实验者所做的实验。复杂人工智能系统的行为是很难预测的,研究人员经常惊诧于他们自己构建的人工智能系统的行为。

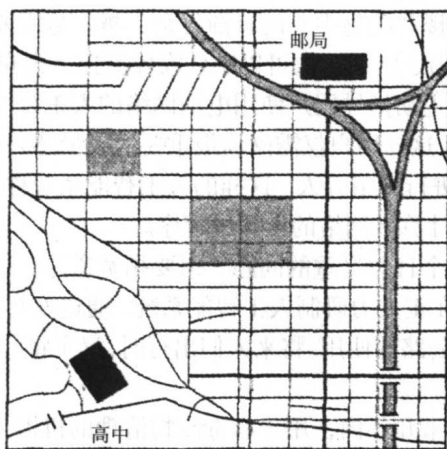
人工智能应用

学习中的理论与实践

Q教授已应邀帮助疯狂快递(Feral Express)昼夜包裹投递公司设计邮件投递机器人。在营业日内,该机器人要在Providence市区(Rhode Island)投递紧急信件。Q教授正在设计为机器人计算投递路线的导航系统。

这个问题有个简单易行的解决方案:机器人读取包裹上的地址,利用城市地图找到从快递公司到达该地址的最短路径,然后沿此路线行进。但是,这个解决方案没有考虑到交通状况的变化、道路施工以及城市静态地图上未标明的其他信息。

Q教授已经开发了一个不断改进寻路策略的学习算法,并考虑到交通灯故障、道路施工和交通拥挤等最新信息。Q教授正试图证明,在一定的假设条件下她的学习算法是最好的。



1.2.1 人工智能理论实例

这里给出的一些实例都是人工智能理论研究取得的重要成果。对它们的描述都进行了一些简化,以避免引入新的术语。这里首先介绍必要的任务背景,后续章节还要提到这些成果。

机器视觉中的运动推断结构 机器视觉主要用于理解包含在数字图像里的信息。研究表明,为了分析图像中捕捉到的物体的结构和运动,需要从一系列图像中提取的信息存在一个上界。(Ullman [1981]指出,给出刚体上四个点的三个不同视图,则物体的结构和运动由这三个视图惟一确定。)

在学习中发现一致的假设 在概念学习中,给出一个目标概念的实例集,要求系统发现与所给实例一致的且能够描述概念的假设。对于一些概念类,可以有效地发现一致假设。(Valiant [1984]指出,对于由简单特征合取式表示的概念,可以在多项式级时间内发现与其实例集一致的假设。)

诊断中的概率推理 在医学诊断中,随机网络用来根据症状推断出病人最可能患的疾病。研究表明,这样的推理演算在计算上是很复杂的。(网络随机模型的精确概率演算是NP完全的[Cooper, 1987],某些近似计算是NP难的[Dagum and Luby, 1993]。)