



RENGONG ZHINENG HEXIN JISHU JI YINGYONG YANJIU

人工智能核心技术及应用研究

陈向东 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

人工智能核心技术及应用研究

陈向东 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

·北京·

内 容 提 要

人工智能作为新一代信息技术的标志,是信息技术发展和信息社会需求到达一定阶段的产物。本书紧扣当代人工智能核心技术,并对其应用进行了分析研究。

本书内容涵盖了人工智能的起源、机器学习、神经网络、深度学习、专家系统、推荐系统、自然语言处理、智能图像处理、智能机器人。

本书可供从事人工智能研究领域的工程技术人员和科研人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能核心技术及应用研究/陈向东著. —北京:
中国水利水电出版社, 2019. 8

ISBN 978-7-5170-7921-7

I. 人… II. ①陈… III. ①人工智能—研究 IV.
①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 180664 号

| | |
|------|--|
| 书 名 | 人工智能核心技术及应用研究 RENGONG ZHINENG HEXIN JISHU JI YINGYONG YANJIU |
| 作 者 | 陈向东 著 |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:sales@waterpub.com.cn 电话:(010)68367658(营销中心) |
| 经 售 | 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点 |
| 排 版 | 北京亚吉飞数码科技有限公司 |
| 印 刷 | 三河市华晨印务有限公司 |
| 规 格 | 170mm×240mm 16开本 12.25印张 220千字 |
| 版 次 | 2019年10月第1版 2019年10月第1次印刷 |
| 印 数 | 0001—2000册 |
| 定 价 | 78.00元 |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

自人类文明进入信息时代以来,世界走向以信息产业为主导的新经济发展时期,越来越多地依靠信息资源的开发来精确调控物质资源和能量资源的使用。人工智能作为新一代信息技术的标志,是信息技术发展和信息社会需求到达一定阶段的产物。人工智能是用人工的方法和技术,研制智能机器或智能系统,来模仿、延伸和扩展人的智能。在政府积极引导和企业战略布局等推动下,人工智能产业从无到有,规模快速壮大,创新能力显著增强,服务能力大幅提升,应用范畴不断拓展,并为各种新兴领域的发展提供了基础支撑。今天的人工智能技术正在彻底改变人类对机器行为的认知,重建人类与机器之间的相互协作关系;正在用史无前例的自动驾驶重构我们头脑中的出行地图和人类生活图景;也正在机器翻译、机器写作、机器绘画等人文和艺术领域进行大胆的尝试……

人工智能这一领域天然游走于科技与人文之间,既需要数学、统计学、数理逻辑、计算机科学、神经科学等的贡献,也需要哲学、心理学、认知科学、法学、社会学等的参与。可见,它是一门新思想、新理论、新技术、新成就不断涌现的新兴领域。中国、美国、欧盟、联合国等国家或国际组织的人工智能战略或政策文件都特别强调人工智能领域的跨学科研究和人文视角。

随着信息技术的发展和社会对智能的巨大需求,人工智能受到越来越多人的重视。在此形势下,对人工智能人才的需求也极为迫切。据国家工信部统计预测,未来几年将是我国人工智能产业人才需求相对集中的阶段,尤其是能将人工智能与应用领域高效融合的跨界型人才极为紧缺。为加速新一代信息技术人才培养,满足人工智能方面的人才需求,提供经济高质量发展人才支撑,作者写作了本书。

全书共9章。第1章为人工智能概论,介绍了人工智能的产生与发展、研究与应用领域、发展展望;第2章讨论了机器学习,说明了几种机器学习的方法;第3章阐述神经网络的基本原理并介绍了几种典型方法;第4章分析了深度学习的过程、主流模型及其在图像中的应用,并对深度学习的前沿——增强学习与迁移学习加以介绍;第5章着重介绍了专家系统的结构与工作原理、设计与开发、评价,并探讨了几种新型专家系统;第6章讨论了有关推荐系统的内容,包括推荐系统的算法、混合推荐系统、基于深度学习

的推荐模型等;第7章为自然语言处理,介绍了语法分析、句法分析、语义分析、语料库、机器翻译、语音识别、问答系统等;第8章为智能图像处理,对生物特征识别、生物特征识别中的图像处理、多模态生物特征识别中的信息融合进行研究;第9章探究了智能机器人中的机器人视觉、感知、规划、控制,并预测了智能机器人未来的发展趋势。

本书结构安排合理,内容深入浅出,在紧扣当代人工智能核心技术的同时,对其应用也进行了分析研究。本书有利于快速掌握人工智能的基本知识、建立系统认识、树立整体和全局观念,并且熟悉和了解核心技术原理,为进一步开展科研工作奠定必要和扎实的基础。希望本书为从事相关研究的工作者提供一个有效的知识平台。

在撰写本书的过程中,作者得到了同行业内许多专家学者的指导和帮助,在此表示真诚的感谢;同时还参考了国内外大量的著作及文献,并在书后列出了主要的参考书籍名录,谨此表示深深的谢意,如有疏漏,敬请包涵。由于作者水平有限,加之人工智能是当今最热门的学科之一,各种新理论、新技术、新方法不断涌现,已有理论也在不断更新,书中难免有疏漏和不足之处,真诚希望有关专家和读者批评指正。

作 者

2019年2月

目 录

前言

| | |
|-------------------------|----|
| 第 1 章 人工智能概论 | 1 |
| 1.1 人工智能的产生与发展 | 1 |
| 1.2 人工智能的研究与应用领域 | 2 |
| 1.3 人工智能的发展展望 | 8 |
| 第 2 章 机器学习 | 9 |
| 2.1 概述 | 9 |
| 2.2 机械学习 | 10 |
| 2.3 归纳学习 | 11 |
| 2.4 类比学习 | 14 |
| 2.5 解释学习 | 17 |
| 2.6 决策树学习 | 19 |
| 2.7 知识发现与数据挖掘 | 20 |
| 第 3 章 神经网络 | 23 |
| 3.1 概述 | 23 |
| 3.2 BP 神经网络 | 30 |
| 3.3 RBF 神经网络 | 35 |
| 3.4 Hopfield 神经网络 | 37 |
| 3.5 模糊神经网络 | 46 |
| 第 4 章 深度学习 | 52 |
| 4.1 概述 | 52 |
| 4.2 深度学习的过程 | 56 |
| 4.3 深度学习的主流模型 | 61 |
| 4.4 深度学习在图像中的应用 | 68 |
| 4.5 深度学习前沿发展——增强学习与迁移学习 | 74 |

| | |
|---------------------------|-----|
| 第 5 章 专家系统 | 79 |
| 5.1 概述 | 79 |
| 5.2 专家系统的结构与工作原理 | 80 |
| 5.3 专家系统的设计与开发 | 81 |
| 5.4 专家系统的评价 | 87 |
| 5.5 新型专家系统 | 89 |
| | |
| 第 6 章 推荐系统 | 90 |
| 6.1 概述 | 90 |
| 6.2 推荐系统的算法 | 90 |
| 6.3 混合推荐系统 | 96 |
| 6.4 基于深度学习的推荐模型 | 100 |
| | |
| 第 7 章 自然语言处理 | 105 |
| 7.1 概述 | 105 |
| 7.2 语法分析 | 108 |
| 7.3 句法分析 | 109 |
| 7.4 语义分析 | 120 |
| 7.5 机器翻译 | 122 |
| 7.6 语音识别 | 127 |
| 7.7 问答系统 | 134 |
| | |
| 第 8 章 智能图像处理 | 137 |
| 8.1 生物特征识别 | 137 |
| 8.2 生物特征识别中的图像处理 | 143 |
| 8.3 多模态生物特征识别中的信息融合 | 152 |
| | |
| 第 9 章 智能机器人 | 164 |
| 9.1 概述 | 164 |
| 9.2 机器人感知 | 165 |
| 9.3 机器人规划 | 169 |
| 9.4 机器人控制 | 181 |
| 9.5 智能机器人发展趋势 | 183 |
| | |
| 参考文献 | 186 |

第 1 章 人工智能概论

自 1956 年人工智能的概念被第一次提及,人工智能发展至今的 60 多年时间里所取得的极大发展不容忽视,它引起了众多学科和不同专业背景的学者们日益重视,逐步成为一门广泛的交叉和前沿科学。近些年来,随着现代计算机的不断发展及其在软、硬件实现方面取得的长足进步,人工智能正在被应用到越来越广泛的领域中。目前来看,虽然人工智能在发展的过程中存在许多困难和挑战,但随着研究的不断深入,这些困难和挑战终将被战胜,并将推动人工智能继续向前发展。

1.1 人工智能的产生与发展

随着人类和社会的进一步发展,人们思考并制造能帮助和代替人类完成脑力劳动的智能机器成为历史的必然,人工智能正是这一必然的直接产物。人工智能是用机器模拟、延伸和扩展人类的智能。它是一门在多学科的基础上发展起来的综合性极强的边缘学科。

人工智能这个术语自 1956 年正式提出,其产生与发展大经历了以下阶段:

第一阶段:人工智能的孕育期(1956 年以前)。人类很早就有用机器代替脑力劳动的幻想。我国早在公元前 900 多年就有歌舞机器人流传的记载,古希腊到公元前 850 年也有制造机器人帮助人们劳动的神话传说。世界上很多国家的著名科学家创立了数理逻辑、自动机理论、控制论和信息论等,这些都为人工智能的产生奠定了重要的基础。

第二阶段:人工智能的形成期(1956—1970 年)。人工智能是在 10 位来自美国在数学、神经学、心理学、信息科学和计算机科学方面有着杰出贡献的科学家的一次学术研讨会中诞生的,他们讨论了用机器模拟人类智能的有关问题,正式采用了“AI(artificial intelligence)”这一术语,人工智能就是在这个时候诞生的。自此以后,人工智能在多个领域取得了重大突破,诸多科学家取得了一系列研究成果。人工智能作为一门独立学科得到了国际学术界的认可。

第三阶段:人工智能的低潮时期(1966—1973年)。一些人工智能专家被连续取得的成就冲昏了头脑,过于乐观。但随后人工智能在博弈、定理证明、问题求解、机器翻译、神经生理学等诸多不同领域遇到了各种各样的问题,开始受到社会各界的怀疑甚至是批评。甚至一些地方的人工智能研究经费被削减,机构被解散,全世界范围内的人工智能研究都跌入低谷。

第四阶段:基于知识的系统的发展时期(1969—1988年)。一大批人工智能学者没有退缩,面对困难和挫折他们仍潜心研究,在反思中认真总结前一阶段研究工作的经验教训,开辟出一条以知识为中心、面向应用开发的新道路。专家系统(expert system, ES)能利用储备的大量专门知识解决特定领域中的问题,使人工智能不只是停留在理论研究阶段。这期间出现了很多有名的专家系统,如化学专家系统 DENDRAL、用于细菌感染患者的诊断和治疗的 MYCIN 专家系统、地质勘探专家系统 PROSPECTOR、数学专家系统 MACSYMA、用于青光眼诊断和治疗的专家系统 CASNET 等。不但如此,与专家系统同时发展的重要领域还有计算机视觉和机器人,自然语言理解与机器翻译等;知识表示、不精确推理、人工智能语言等方面也取得了重大突破。但专家系统也存在一些问题,为此需要走综合集成发展的道路。

第五阶段:综合集成期(20世纪80年代末至今)。多技术、多方法的综合集成与多学科、多领域的综合应用是这一阶段专家系统的发展方向。

1.2 人工智能的研究与应用领域

1.2.1 人工智能的研究领域

1.2.1.1 机器思维

机器思维主要模拟人类的思维功能,能对通过感知得来的外部信息及机器内部的各种工作信息进行有目的的处理。机器智能主要是通过机器思维实现的,机器思维是人工智能研究中最重要、最关键的部分。在人工智能中,与机器思维有关的研究主要包括推理、搜索、规划等。

(1) 推理。推理是人工智能中的基本问题之一。推理是指按照某种策略,从已知事实出发,利用知识推出所需结论的过程。根据所用知识的确定性,机器推理可分为确定性推理和不确定性推理两大类。

确定性推理是指推理所使用的知识和推出的结论都是可以精确表示的,其真值要么为真,要么为假。确定性推理的理论基础是一阶经典逻辑,包括一阶命题逻辑和一阶谓词逻辑。其主要推理方法包括,直接运用一阶逻辑中的推理规则进行的自然演绎推理,基于鲁滨逊归结原理的归结演绎推理和基于产生式规则的产生式推理。由于现实世界中的大多数问题是不能精确描述的,因此确定性推理能解决的问题很有限,更多的问题应该采用不确定性推理方法。

不确定性推理是指推理所使用的知识和推出的结论可以是不确定的。不确定性推理的理论基础是非经典逻辑和概率理论等。非经典逻辑泛指除一阶经典逻辑外的其他各种逻辑,如多值逻辑、模糊逻辑、模态逻辑、概率逻辑等。针对不同的不确定性的起因,人们提出了不同的理论和推理方法。在人工智能中,最常用的有代表性的不确定性理论和推理方法包括:基于可信度的确定性理论,基于贝叶斯公式的主观贝叶斯方法,基于概率的证据理论和基于模糊逻辑的可能性理论等。

(2) 搜索。搜索也是人工智能中的最基本问题之一。搜索是指为了达到某一目标,不断寻找推理线路,以引导和控制推理,使问题得以解决的过程。

人工智能的最早应用实践就是问题求解。该领域最有名的例子就是下棋程序。问题求解是指通过搜索的方法寻找目标解的一个合适的操作序列,并同时满足问题的各种约束。在解决该结构问题时,通常有巨大的搜索空间,理论上可以用穷举法找到最优解,但是实践时由于时空约束而无法得到最优解。因此,问题求解的核心就是搜索技术。

一般搜索系统包括3部分:

①全局数据库。全局数据库中含有与具体任务相关的信息,这些信息可以用来反映问题的当前状态、约束条件和预期目标。可以根据具体问题采用逻辑公式、数组、矩阵等不同的数据结构。

②算子集。也称操作规则集,用来对数据库进行操作运算。算子一般包括条件和动作两部分。条件给出了适用于算子的先决条件,动作表述了适用算子之后的结果,即引起状态中某些分量的变化。

③控制策略。该策略可以决定下一步选用哪一个算子以及在何处应用。控制策略通常选择算子集中最有可能导致目标状态或者最优解的算子运用到当前状态上,不然可能会引起组合爆炸等问题。

搜索技术的最大难点在于寻找合理有效的启发式规则。

(3) 规划。规划是一种重要的问题求解技术,是从某个特定问题状态出发,寻找并建立一个操作序列,直到求得目标状态为止的一个行动过程的

描述。

比较完整的规划系统是斯坦福研究所问题求解系统 (Stanford research institute problem solver, STRIPS), 它是一种基于状态空间和 F 规则的规划系统。F 规则是指以正向推理使用的规则。整个 STRIPS 系统由 3 部分组成, 如图 1.1 所示。

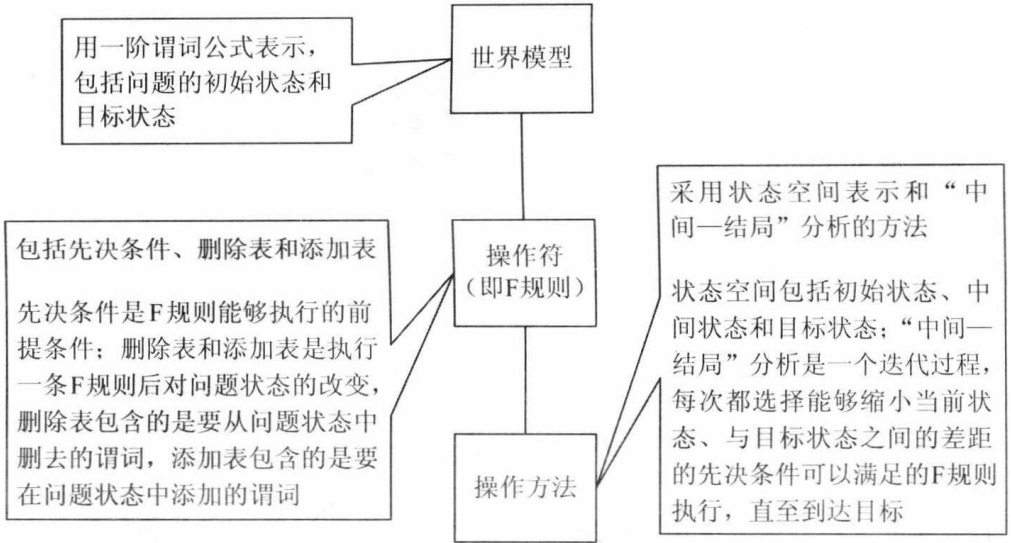


图 1.1 整个 STRIPS 系统的三个部分

1.2.1.2 机器学习

计算机有智能的前提是要有知识。如果是通过单纯输入的方式使计算机具有知识, 不能保证知识及时地更新, 特别是计算机不能适应环境的变化。为了使计算机具有真正的智能, 必须使计算机具有获得新知识、学习新技巧并在实践中不断完善、改进的能力, 实现自我完善。

(1) 什么是机器学习。机器学习 (machine learning) 就是研究计算机怎样模拟或实现人类的学习行为, 以获取新的知识或技能, 重新组织已有的知识结构使之不断改善自身的性能。计算机通过书本、与人谈话、对环境的观察等方式进行学习, 并在实践中实现自我完善。只有让计算机系统具有类似人的学习能力, 才有可能实现人类水平的人工智能。

机器学习是一个难度较大的研究领域, 它与脑科学、神经心理学、计算机视觉、计算机听觉等都有密切联系, 依赖于这些学科的共同发展。经过近些年的研究, 机器学习在深度学习的研究方面取得了长足的进步, 但并未从根本上解决问题。

(2) 知识发现和数据挖掘。随着计算机网络的飞速发展, 计算机处理

的信息量越来越大。数据库中包含的大量信息无法得到充分的利用,造成信息浪费,甚至变成大量的数据垃圾。因此,人们开始考虑以数据库作为新的知识源。数据挖掘(data mining,DM)和知识发现(knowledge discovery,KD)是 20 世纪 90 年代初期崛起的一个活跃的研究领域。

知识发现是从数据库中发现知识的全过程,而数据挖掘则是这个全过程中一个特定的、关键的步骤。数据挖掘的目的是从数据库中找出有意义的模式。这些模式可以是一组规则、聚类、决策树、依赖网络或以其他方式表示的知识。

知识获取是人工智能的关键问题之一。因此,知识发现和数据挖掘成为当前人工智能的一个研究热点。这是一个富有挑战性并具有广阔应用前景的研究课题。

1.2.1.3 机器感知

所谓机器感知就是使机器(计算机)具有类似于人的感知能力。

(1) 机器视觉。人们已经给计算机系统装上电视输入装置以便能够“看见”周围的东西。视觉是一种感知问题,在人工智能中研究的感知过程通常包含一组操作。

(2) 模式识别。人工智能所研究的模式识别是指用计算机代替人类或帮助人类感知模式,是对人类感知外界功能的模拟,研究的是计算机模式识别系统,也就是使一个计算机系统具有模拟人类通过感官接受外界信息、识别和理解周围环境的感知能力。至今,在模式识别领域,神经网络方法已经成功地用于手写字符的识别、汽车牌照的识别、指纹识别、语音识别等方面。

(3) 自然语言处理。自然语言处理(natural language processing)一直是人工智能的一个重要领域,主要研究实现人与机器之间进行自然语言有效交流的各种理论和方法,主要包括自然语言理解、机器翻译及自然语言生成等。自然语言是人类进行信息交流的主要媒介,但由于它的多义性和不确定性,使得人类与计算机系统之间的交流主要依靠那种受到严格限制的非自然语言。要真正实现人机之间的直接自然语言交流,还有待于自然语言处理研究的突破性进展。

自然语言理解可分为声音语言理解和书面语言理解两大类。其中,声音语言的理解过程包括语音分析、词法分析、句法分析、语义分析和语用分析 5 个阶段;书面语言的理解过程除不需要语音分析外,其他 4 个阶段与声音语言理解相同。自然语言理解的主要困难在语用分析阶段,原因是它涉及上下文知识,需要考虑语境对语意的影响。

机器翻译是指用机器把一种语言翻译成另一种语言。它是不同民族和

国家之间交流的重要基础,在政治、经济、文化交往中起着非常重要的作用。自然语言生成是指让机器具有像人那样的自然语言表达和写作功能。在自然语言处理方面,尽管目前已取得了很大的进展,如机器翻译、自然语言生成等,但离计算机完全理解人类自然语言的目标还有一定距离。实际上,自然语言处理的研究不仅对智能人机接口有着重要的实际意义,还对不确定性人工智能的研究具有重大的理论价值。

1.2.1.4 机器行为

机器行为作为计算机作用于外界环境的主要途径,也是机器智能的主要组成部分。下面主要介绍智能控制、智能制造。

(1) 智能控制。智能控制是一类无须或者尽可能少的人的干预就能够独立完成任务的自动控制。目前,常用的智能控制方法主要包括模糊控制、神经网络控制、分层递阶智能控制、专家控制和学习控制等。智能控制涉及的领域很多,目前主要有以下6个方面:智能机器人规划与控制、智能过程规划、智能过程控制、专家控制系统、语音控制以及智能仪器。

1998年10月24日,宇宙飞船“深空一号”发射升空,其目的是测试12项高风险技术。飞行的成功使其使命延长,“深空一号”最终在2001年12月18日退役。该软件就是称为远程代理的一个人工智能系统,它能够规划和控制宇宙飞船的活动。

(2) 智能制造。智能制造是指以计算机为核心,集成有关技术,以取代、延伸与强化有关专门人才在制造中的相关智能活动所形成、发展乃至创新的制造。智能制造中采用的技术称为智能制造技术,是指在制造系统和制造过程中的各环节,通过计算机来模拟人类专家的制造智能活动,并与制造环境中人的智能进行柔性集成与交互的各种制造技术的总称。智能制造技术主要包括机器智能的实现技术、人工智能与机器智能的融合技术、多智能源的集成技术。

在实际智能制造模式下,智能制造系统一般为分布式协同求解系统,其本质特征表现为智能单元的“自主性”和系统整体的“自组织能力”。近年来,智能代理技术被广泛应用于网络环境下的智能制造系统开发。

1.2.1.5 计算智能

计算智能主要借鉴仿生学的思想,应属于智能学习部分,目前还没有一个统一的定义,美国科学家贝兹德克(Bezdek)认为不具有计算适应性、计算容错力、接近人的计算速度和近似人的误差率这几个特性,就不能称之为计算智能,其涉及的主要领域有模糊计算、神经计算、进化计算、免疫计算等。

1.2.1.6 分布式人工智能

分布式人工智能(distributed artificial intelligence, DAI)的研究目前有两个主要方向:分布式问题求解、多代理系统。分布式问题求解主要研究如何在多个合作者之间进行任务划分和问题求解。多代理系统主要研究如何在一群自主的代理之间进行智能行为的协调,是由多个自主代理组成的一个分布式系统。在这种系统中,每个代理都可以自主运行和自主交互,即当一个代理需要与别的代理合作时,就通过相应的通信机制,去寻找可以合作并愿意合作的代理,以共同解决问题。

1.2.1.7 智能系统

智能系统可以泛指各种具有智能特征和功能的软硬件系统。从这种意义上讲,前面讨论的研究内容几乎都能以智能系统的形式来出现,如智能控制系统、智能检索系统等。此外还有专家系统和智能决策支持系统等。

1.2.1.8 人工心理和人工情感

在人类神经系统中,智能并不是一个孤立现象,它往往与心理和情感联系在一起。心理学的研究表明,心理和情感会影响人的认知,即影响人的思维,因此在研究人类智能的同时,也应该开展对人工心理和人工情感的研究。

人工心理就是利用信息科学的手段,对人的心理活动(重点是人的情感、意志、性格、创造)进行更全面的人工机器(计算机、模型算法)模拟,其目的在于从心理学广义层次上研究情感、情绪与认知,以及动机和情绪的人工机器实现问题。

人工情感是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,并与人类自然、和谐地进行人机交互的研究领域。目前,人工情感研究的两个主要领域是情感计算和感性工程学。

人工心理和人工情感应用前景广阔,如人性化的产品设计和市场开发,以及人性化的电子化教育等。

1.2.2 人工智能的典型应用

人工智能的应用领域十分广泛,只要有人涉足甚至只要人想涉足的地方,都会有人工智能的用武之地,如智能机器人、智能教育、智能医疗、智能

农业、智能金融、智能交通、智能健康、智能商务、智慧城市、智能家居、智能制造、智能政务、智慧法庭、智能公安等。

例如,智能机器人是一种自动化的机器,具有相当发达的“大脑”,具备一些与人或生物相似的智能能力,是一种具有高度灵活性的自动化机器。机器人世界杯足球赛是当前引人注目的比赛,有利于推动机器人的研究和开发。有人预言由机器人组成的足球队将在 2050 年世界杯足球赛中打败专业足球队。当然,目前研制的这些机器人,仍然只具有部分智能,它们与真正意义的生命智能还相距甚远,机器人视觉和自然语言交流是其中的两个主要难点。

1.3 人工智能的发展展望

目前人工智能的理论体系还没有完全形成。人工智能的研究途径主要有以符号处理为核心的方法、以网络连接为主的连接机制方法,以及以感知和动作为主的行为主义方法等,这些方法的集成和综合已经成为当今人工智能研究的一个趋势。

1.3.1 多学科交叉研究

从人工智能的起源便知,它是一门多学科交叉科学,在今后同样也是,其与信息科学、生物学、数学、心理学等学科的交叉研究也将是今后工作中所不可避免的。

1.3.2 智能应用和智能产业

进入 21 世纪,互联网的普及和大数据的兴起又一次将人工智能推向新的高峰。基于大数据、信息空间的知识自动化将开拓人类向人工世界进军,深度开发大数据和智力资源,深化农业和工业的智能革命。脑科学、认知科学和人工智能等学科交叉研究的智能科学将指引类脑计算的发展,实现人类水平的人工智能。

第2章 机器学习

机器学习是继专家系统之后人工智能应用的又一重要领域,也是人工智能研究的核心课题之一。机器学习一直受到人工智能及认知心理学家们的普遍关注。但机器学习一直被公认为是设计和建造高性能专家系统的“瓶颈”,如果在这一研究领域中有突破,将成为人工智能发展史上的一个里程碑。

2.1 概述

什么叫机器学习?至今,还没有统一的定义,也很难给出一个公认的和准确的定义。简单地按照字面理解,机器学习的目的是让机器能像人一样具有学习能力。机器学习领域奠基人之一、美国工程院院士 Mitchell 教授认为机器学习是计算机科学和统计学的交叉,同时是人工智能和数据科学的核心。他在撰写的经典教材 *Machine Learning* 中所给出的机器学习经典定义为“利用经验来改善计算机系统自身的性能”。一般而言,经验对应于历史数据(如互联网数据、科学实验数据等),计算机系统对应于机器学习模型(如决策树、支持向量机等),而性能则是模型对新数据的处理能力(如分类和预测性能等),如图 2.1 所示。通俗来说,经验和数据是燃料,性能是目标,而机器学习技术则是火箭,是计算机系统通往智能的技术途径。

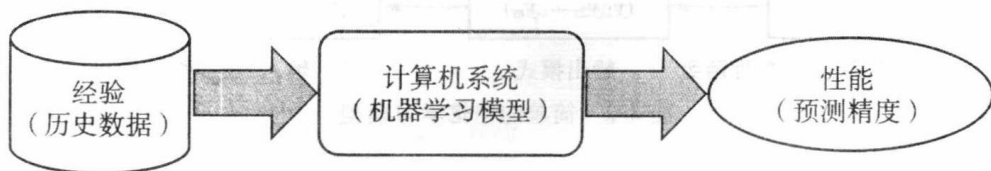


图 2.1 机器学习的含义

更进一步说,机器学习致力于研究如何通过计算的手段,利用经验改善系统自身的性能,其根本任务是数据的智能分析与建模,进而从数据里

面挖掘出有用的价值。随着计算机、通信、传感器等信息技术的飞速发展以及互联网应用的日益普及,人们能够以更加快速、容易、廉价的方式来获取和存储数据资源,使得数字化信息以指数方式迅速增长。但是,数据本身是死的,它不能自动呈现出有用的信息。机器学习技术是从数据当中挖掘出有价值信息的重要手段,它通过对数据建立抽象表示并基于表示进行建模,然后估计模型的参数,从而从数据中挖掘出对人类有价值的信息。

2.2 机械学习

记忆学习(*rote learning*)也称为机械学习,是通过记忆和评价外环境提供的信息来达到学习的目的。在这种学习方法中,学习环节对外部提供的信息不进行任何变换,只进行简单的记忆。记忆学习又是一种最基本的学习过程,原因是任何学习系统都必须记住它们所获取的知识,以便将来使用。

记忆学习的过程是:执行元素每解决一个问题,系统就记住这个问题和它的解,当以后再遇到此类问题时,系统就不必重新进行计算,而可以直接找出原来的解去使用。

如果把执行元素比作一个函数 f ,把由环境得到的输入模式记为 (x_1, x_2, \dots, x_n) ,由该输入模式经 f 计算后得到的输出模式记为 (y_1, y_2, \dots, y_m) ,则机械学习系统是把这一输入 / 输出模式对 $[(x_1, x_2, \dots, x_n), (y_1, y_2, \dots, y_m)]$ 保存在知识库中,以后需要计算 $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 时,就可以直接从存储器中把 (y_1, y_2, \dots, y_m) 检索出来,而不需要重新进行计算。简单的记忆学习模型如图 2.2 所示。

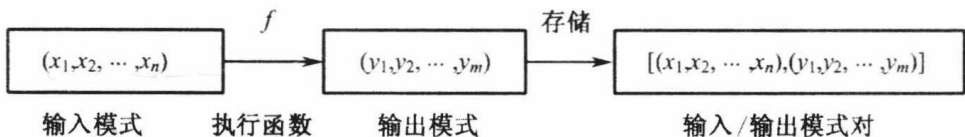


图 2.2 简单的记忆学习模型

以医生看病问题为例,医生经过长期的医疗实践,会从大量的病例中归结出许多诊断经验。其中,每条经验相当于一个输入/输出模式对。这样,医生遇到病人,就可以直接利用已经归纳出来的诊断经验,而不必每遇到一个病人都去重新归纳经验。