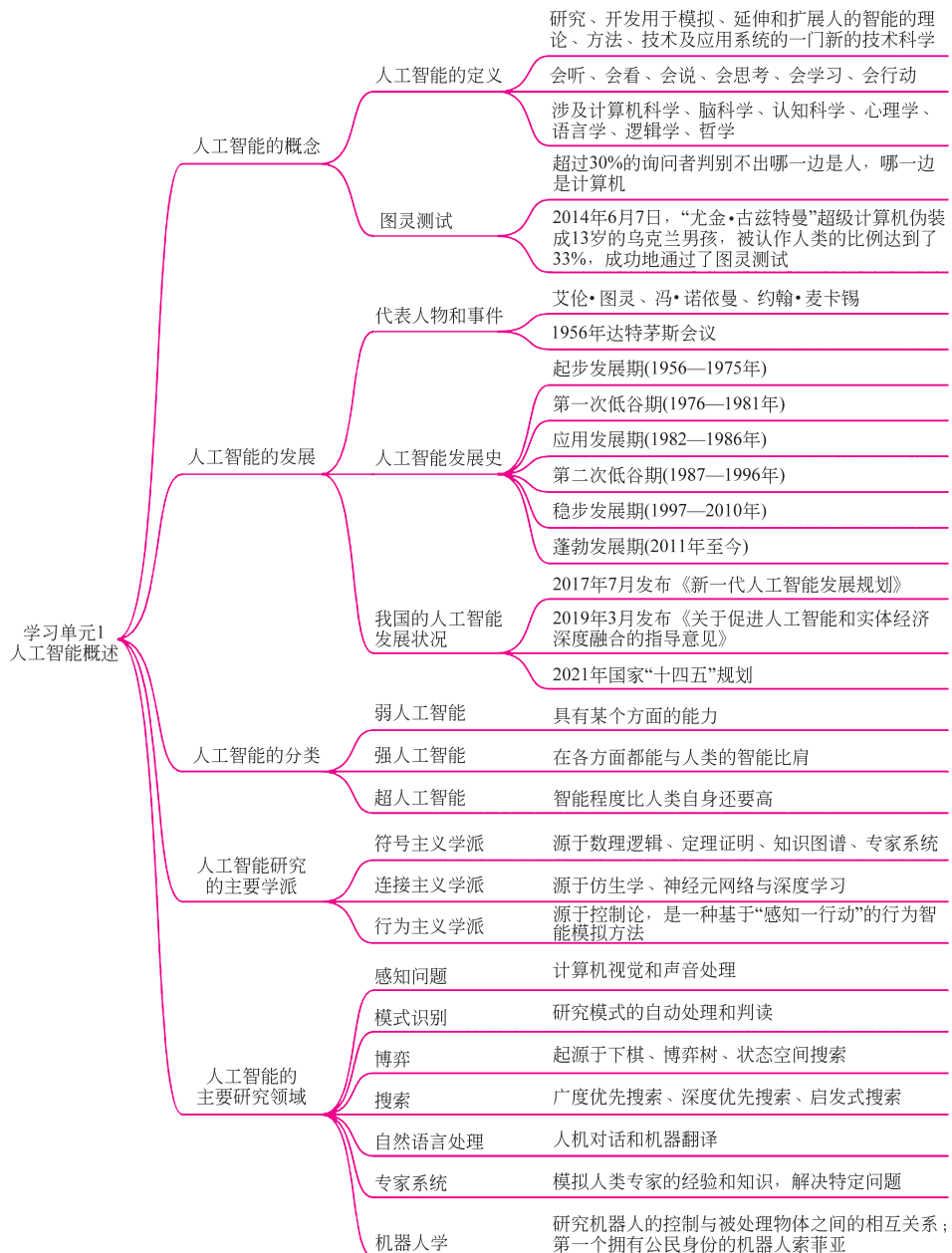


学习单元 1 人工智能概述

知识图谱



学习目标

【知识目标】

- 掌握人工智能的定义及分类；
- 熟悉图灵测试；
- 熟悉人工智能研究的符号主义学派、连接主义学派和行为主义学派的主要观点；
- 熟悉人工智能主要研究领域：感知问题、模式识别、博弈、搜索、自然语言处理、专家系统和机器人学；
- 了解人工智能的发展史和我国人工智能的发展状况。

【能力目标】

- 能够正确认识人工智能在经济社会发展中的作用；
- 能够举例说明人工智能在工作、学习、生活中的应用；
- 会使用人工智能中的诗歌写作、文心一言等工具。

【素养目标】

- 通过学习人工智能的起源与发展史,培养学生的科学精神、奋斗精神和开拓创新精神；
- 通过学习人工智能领域科学家的先进事迹,培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感；
- 通过了解我国人工智能发展状况,激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。

人工智能是引领新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力,正深刻改变着人们的生产、生活和学习方式,推动人类社会迎来人机协同、跨界融合、共创分享的智能时代。

1.1 人工智能的概念

自1946年第一台电子计算机ENIAC诞生以来,人们一直希望计算机能够具有更加强大的功能,人工智能(artificial intelligence, AI)的出现使计算机变得更加智能。目前对人工智能的研究已取得了许多成果,并在多个领域得到了广泛应用,极大地影响并改变着人们的工作、学习和生活。

1.1.1 人工智能的定义

人工智能,顾名思义就是计算机具有了人类的习性,利用计算机可以解决以往只有人类才能解决的问题。人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。研究人工智能的目的是促使人工智能机器会听(语音识别、机器翻译等)、会看(图像识别、文字识别等)、会说(语音合成、人机对话等)、会思考(人机对弈、定理证明等)、会学习(机器学习、知识表示等)、会行动(机器人、自动驾驶汽车等)。

智能是人类具有的特征之一,然而,关于人工智能的科学定义,学术界至今还没有统一的认

识和公认的阐述。人工智能发展至今,不同时期、不同领域的学者对人工智能有着不同的理解。

1956年由约翰·麦卡锡(John McCarthy)、马文·明斯基(Marvin Minsky)、克劳德·香农(Claude Shannon)等学者共同发起的达特茅斯会议,首次提出人工智能这一概念:人工智能就是让机器的行为看起来像人类所表现出的智能行为一样。

1978年,理查德·贝尔曼(Richard Bellman)采用认知模型的方法——关于人类思维工作原理的可检测的理论,提出人工智能是指那些与人的思维、决策、问题求解和学习等有关活动的自动化。

1983年,在《大英百科全书》中对人工智能是这样定义的:人工智能是数字计算机或计算机控制的机器人,拥有解决通常与人类更高智能处理能力相关的问题的能力。

1985年,约翰·J.查尼艾克(John J.Charniak)和德鲁·麦克德莫特(Drew McDermott)提出:人工智能是用计算模型来研究智力和能力。

1991年,伊莱恩·里奇(Elaine Rich)在《人工智能》一书中给出的人工智能的定义为:人工智能是研究如何让计算机完成当下人类更擅长的事情。

总体来讲,对人工智能的定义大体上可分为四类:机器“像人一样思考”“像人一样行动”“理性地思考”“理性地行动”。从根本上来讲,人工智能几乎涉及了自然科学和社会科学的所有学科,研究如何实现计算机模拟人类的某些思维过程和智能行为,包括计算机实现智能的原理及制造类似于人脑智能的计算机等。时至今日,人工智能的内涵已经得到扩展,涉及计算机科学、脑科学、认知科学、心理学、语言学、逻辑学、哲学等多门学科,如图 1-1 所示。

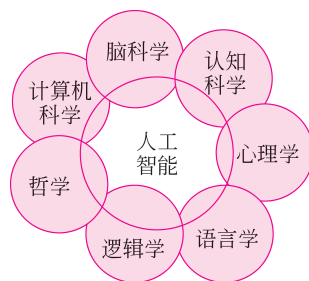


图 1-1 人工智能是一门交叉学科

1.1.2 图灵测试

“计算机的智能”这一概念最早出现在 1950 年,是由艾伦·图灵(Alan Turing)(见图 1-2)提出来的。他在其论文《计算机器与智能》一文中讨论了如何验证机器是否具有智能的方法。这个方法就是后来的计算机领域所熟知的图灵测试(见图 1-3)。让一台计算机(A)和一个人(B)同时躲在幕后,然后让询问者(C)与二者分别进行交流(通过键盘、话筒或其他输入装置),如果有超过 30%的询问者判别不出哪一边是人,哪一边是计算机,这时候就可以说机器已经产生了智能,即机器智能。

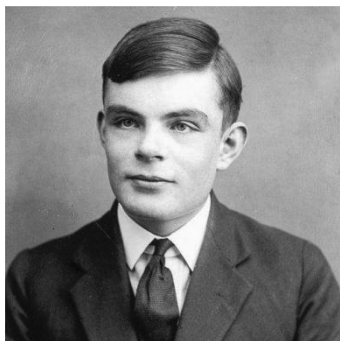


图 1-2 艾伦·图灵

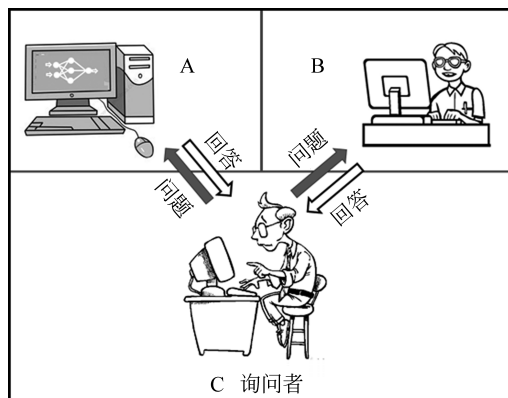


图 1-3 图灵测试

图灵进一步预测,到2000年,人类应该可以用10GB的计算机设备,制造出可以在5分钟的问答中骗过30%成年人的人工智能。

图灵还为这项测试亲自拟定了以下几个示范性的问答。

问:请为我写出有关“第四号桥”主题的十四行诗。

答:不要问我这道题,我从来不会写诗。

问:34957加70764等于多少?

答:(停30秒后)105721。

问:你会下国际象棋吗?

答:是的。

问:我在我的K1处有棋子K;你在K6处有棋子K,你在R1处还有棋子R。现在轮到你走,你应该下哪步棋?

答:(停15秒后)棋子R走到R8处,将军!

图灵指出:“在某些现实条件下,能够非常好地模仿人类回答问题,以至于提问者在相当长的时间里误认为它不是机器,那么机器就可以被认为是能够思考的。”

从表面上看,要使机器在一定范围内对提出的问题回答似乎没有什么困难,可以通过编制特殊的程序来实现。然而,如果询问者并不遵循常规标准进行提问,“是机器还是人”就很容易被分辨出来。

例如,提问与回答呈现出下列状况。

问:你知道孔子吗?

答:知道,他是我国古代伟大的思想家、政治家、教育家,儒家学派创始人。

问:你知道孔子吗?

答:知道,他是我国古代伟大的思想家、政治家、教育家,儒家学派创始人。

问:请再次回答,你知道孔子吗?

答:知道,他是我国古代伟大的思想家、政治家、教育家,儒家学派创始人。

提问者大概会想到,此时回答问题的是一台机器。

如果提问与回答呈现出以下另一种状况。

问:你知道孔子吗?

答:知道,他是我国古代伟大的思想家、政治家、教育家,儒家学派创始人。

问:你知道孔子吗?

答:是的,我不是已经说过了吗?

问:请再次回答,你知道孔子吗?

答:你烦不烦,为什么总提相同的问题?

那么,提问者大概会想到,这时候回答问题的概率就是人而不是机器。

上述两种回答的区别在于:第一种回答可让提问者明显地感到回答者是从知识库中提取简单的答案;第二种则表示回答者具有分析和综合的能力,知道提问者在反复提出同样的问题,会给出带有情绪的反应。

当然,人工智能发展到现在,机器肯定可以对类似的问题作出反应,如机器可以做到如下回答:“这个问题你已经问过三遍了,不要再问啦!”

图灵测试没有规定问题的范围和提问的标准,如果想要制造出能够通过图灵测试的机器,就需要机器具有学习能力、思考能力、推理能力和判断能力,并且能够对提出的问题给予符合

常理的回答。

图灵测试看似简单,其实非常严苛。这是因为对提问者的问题没有限制范围,这就对机器提出了非常高的要求。直到 2014 年 6 月 7 日,一台名为尤金·古兹特曼(Eugene Goostman)(见图 1-4)的超级计算机伪装成一名 13 岁的乌克兰男孩,在一系列每次时长为 5 分钟的问答测试后,“尤金·古兹特曼”被认作人类的比例达到了 33%,成功地通过了图灵测试,这一测试的成功正逢图灵去世 60 周年,因此被认为是人工智能领域里程碑式的突破。



图 1-4 尤金·古兹特曼超级计算机

1.2 人工智能的发展

人工智能作为一门学科,经历了兴起、形成和发展等多个阶段,在此期间涌现出了许多杰出的科学家,产生了很多有意义的事情,为人工智能的发展奠定了坚实的基础。

1.2.1 代表人物和事件

(1) 艾伦·图灵。艾伦·图灵是英国数学家、逻辑学家,被誉为“计算机科学之父”,是计算机逻辑的奠基者。1936—1938 年,图灵在普林斯顿大学攻读博士学位期间,其研究受到冯·诺依曼教授的大力赞赏,并受邀担任冯·诺依曼的助手。

1937 年,图灵在权威杂志上发表论文《论数字计算在决断难题中的应用》。在该论文附录里,他描述了一种可以辅助数学研究的机器,后被称为“图灵机”,从此奠定了电子计算机和人工智能的理论基础。

1950 年,图灵发表了人工智能领域里程碑式的论文《计算机器与智能》,第一次提出了“机器思维”和“图灵测试”的概念,为人工智能的发展奠定了哲学基准。同时,也正是这篇文章为图灵赢得了“人工智能之父”的美誉。

1966 年,为了纪念图灵对计算机科学的巨大贡献,美国计算机协会以图灵的名字命名了“图灵奖”,用以专门表彰和奖励那些对计算机事业作出重大贡献的人。“图灵奖”日后逐渐发展成为计算机科学领域的“诺贝尔奖”。

2000 年,姚期智获得图灵奖,是至今唯一获得该奖项的华裔学者。

(2) 冯·诺依曼。冯·诺依曼(见图 1-5)是美籍匈牙利数学家、计算机科学家、物理学家,现代计算机、博弈论、核武器和生化武器等领域内的科学全才,被后人誉为“现代计算机之父”“博弈论之父”。早期以算子理论、共振论、量子理论、集合论等方面的研究闻名,开创了冯·诺依曼代

数。冯·诺依曼对人类最大的贡献是对计算机科学、计算机技术、数值分析和经济学中博弈论的开拓性工作,同时他也为世界上第一台电子计算机的研制作出了巨大的贡献。1946年2月15日,世界上第一台电子计算机 ENIAC 诞生,奠定了人工智能的硬件基础(见图 1-6)。



图 1-5 冯·诺依曼

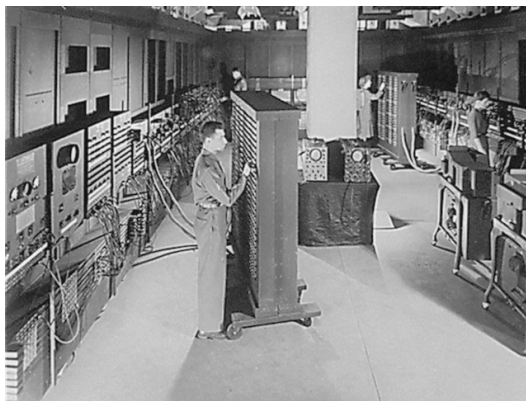


图 1-6 第一台电子计算机 ENIAC

(3) 约翰·麦卡锡。约翰·麦卡锡(见图 1-7)是美国计算机科学家、认知科学家,于 1956 年达特茅斯会议上首次提出“人工智能”的概念,并将数学逻辑应用到人工智能的早期形成过程中。1958 年,麦卡锡发明了 LISP 语言,该语言至今仍在人工智能领域被广泛使用。麦卡锡曾在麻省理工学院、达特茅斯学院、普林斯顿大学和斯坦福大学工作过,退休后担任斯坦福大学的名誉教授。1971 年,他因在人工智能领域的重大贡献获得了计算机界的最高奖项“图灵奖”。

(4) 达特茅斯会议。1956 年 8 月,在美国达特茅斯学院中(见图 1-8),约翰·麦卡锡(LISP 语言创始人)、马文·明斯基(人工智能与认知学专家)、克劳德·香农(信息论的创始人)、艾伦·纽厄尔(Allen Newell, 计算机科学家)、赫伯特·西蒙(Herbert Simon, 诺贝尔经济学奖得主)等科学家聚集在一起,讨论了一个看似完全“不食人间烟火”的主题:用机器来模仿人类学习以及其他方面的智能。

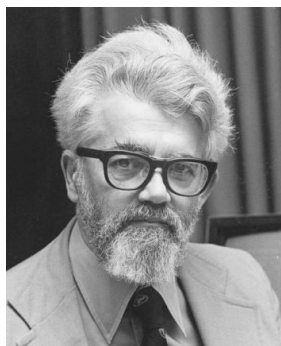


图 1-7 约翰·麦卡锡



图 1-8 美国达特茅斯学院

会议持续了两个月的时间,虽然当时并没有达成普遍的共识,但却为会议讨论的内容起了一个名字:人工智能。因此,1956 年也就成为人工智能元年。

1.2.2 人工智能发展史

人类对智能机器的梦想和追求可以追溯到三千多年前。早在我国西周时代,就流传着有关巧匠献给周穆王艺伎(歌舞机器人)的故事,还流传着这样一个典故——偃师造人、唯难于心,就是指技艺再好,人心难造。春秋时代后期,鲁班利用竹子和木料制作出一个木鸟,它能在空中飞行,可以“三日不下”,可称得上世界上第一个空中机器人。三国时期的蜀汉,诸葛亮创造出“木牛流马”,用于运送军用物资,成为最早的陆地军用机器人。以上这些都可以认作世界上最早的机器人雏形。

人工智能学科从正式诞生发展至今只有 70 多年的时间,但其发展历程颇费周折,大概经历了起步发展期、第一次低谷期、应用发展期、第二次低谷期、稳步发展期及蓬勃发展期等历程,如图 1-9 所示。

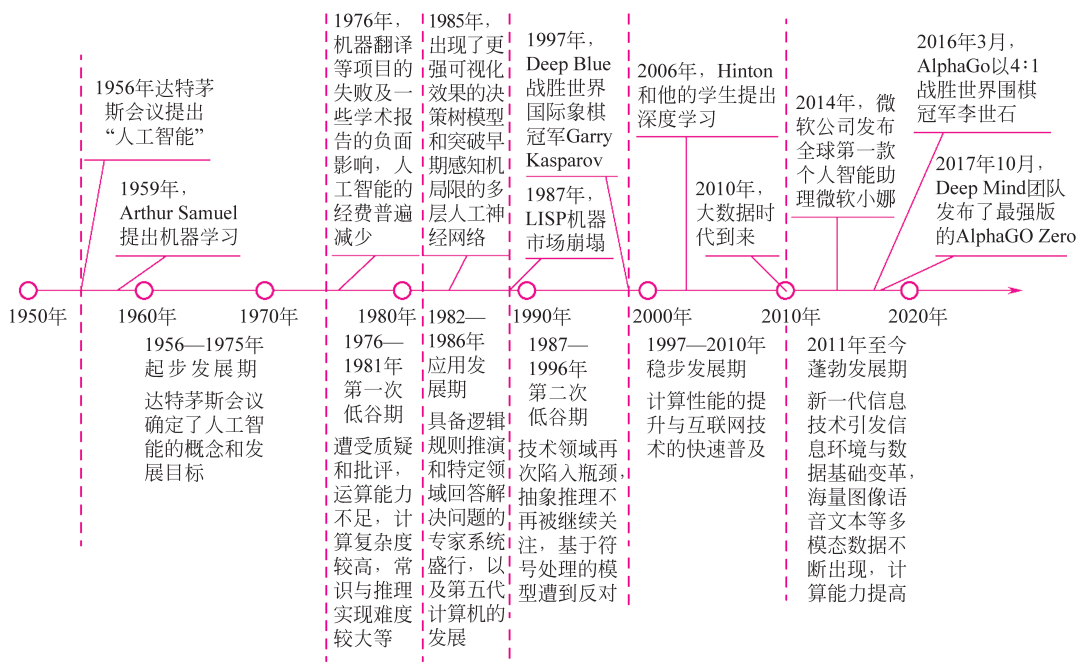


图 1-9 人工智能发展历程

(1) 起步发展期(1956—1975 年)。人工智能概念被提出后,相继取得了一批令人瞩目的研究成果,如机器定理证明、跳棋程序等,掀起了人工智能发展的第一个高潮。

1957 年,弗兰克·罗森布拉特(Frank Rosenblatt)模拟实现了一种叫作感知机的神经网络模型,不仅开启了机器学习的浪潮,也成为后来神经网络的基础。1959 年,亚瑟·塞缪尔(Arthur Samuel)成功地开发了西洋跳棋程序,战胜了当时的西洋跳棋大师罗伯特尼赖,如图 1-10 所示。同年,亚瑟·塞缪尔提出了“机器学习”的概念。1960 年,麦卡锡开发了 LISP 语言,成为以后几十年内人工智能领域最主要的编程语言。1964—1966 年,约瑟夫·魏岑鲍姆(Joseph Weizenbaum)开发出历史上第一个聊天机器人 ELIZA,被应用于临床治疗中模仿心理医生,如图 1-11 所示。这一系列的研究成果,掀起了人工智能发展的第一个高潮。

然而,随着人工智能的发展,一些问题逐渐显现,使其发展进程遭遇波折。

亚瑟·塞缪尔
 机器学习之父
 他1959年开发的西洋跳棋程序打败了当时的西洋跳棋大师

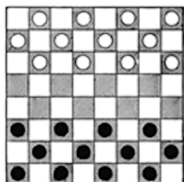


图 1-10 用西洋跳棋程序比赛

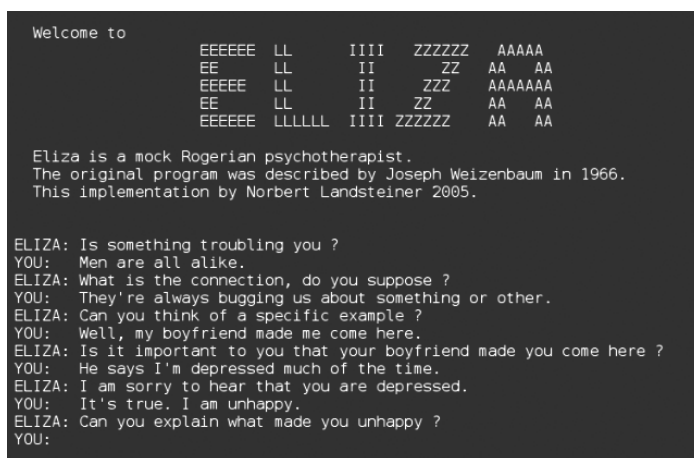


图 1-11 历史上第一个聊天机器人 ELIZA

(2) 第一次低谷期(1976—1981年)。人工智能发展初期的突破性进展大大提升了人们对人工智能的期望,人们开始尝试更具挑战性的任务,并提出了一些不切实际的研发目标。例如,1965年西蒙提出“20年内,机器将能做人所能做的一切”;1977年,明斯基预言:“在三至八年时间里,我们将研制出具有普通人智力的计算机,这样的机器能读懂莎士比亚的著作,会给汽车上润滑油,会玩弄政治权术,能讲笑话,会争吵……它的智力将无与伦比。”

过高预言的失败和预期目标的落空(如无法用机器证明两个连续函数之和还是连续函数、机器翻译闹出笑话等),给人工智能的声誉造成重大损害,并使其走入低谷。这次走入低谷并不是偶然的,在将人工智能成果转化为实用的工业产品的过程中,科学家们遇到了许多很难完成的挑战,其中最大的挑战是算力和数据。

(3) 应用发展期(1982—1986年)。这一时期,专家系统开始在特定领域发挥威力,带动整个人工智能技术进入一个繁荣阶段。专家系统模拟人类专家的知识 and 经验以解决特定领域的问题,实现了人工智能从理论研究走向实际应用、从一般推理策略探讨转向运用专门知识,是人工智能发展史上的一次重大突破和转折。专家系统的起源可以追溯到1965年,爱德华·费根鲍姆(Edward Feigenbaum)在斯坦福大学带领学生开发了第一个专家系统 DENDRAL,这个系统可以根据质谱仪的数据来判断物质的化学分子结构。1978年,卡内基-梅隆大学为美国数字设备公司(DEC)设计了一个名为 XCON 的专家系统,并在1980年正式投入使用。

XCON 是一款能够帮助顾客自动选配计算机配件的软件程序,是一个完善的“知识库+推理机”专家系统,如图 1-12 所示,该系统包含了超过 2500 条已设定好的规则,在后续几年处理了超过 80000 个订单,准确度超过 95%,每年节省超过 2500 万美元,这成为一个新时期的里程碑。鉴于 XCON 取得的巨大商业成功,在 20 世纪 80 年代,有 2/3 的世界 500 强公司开始开发和部署各自领域的专家系统。

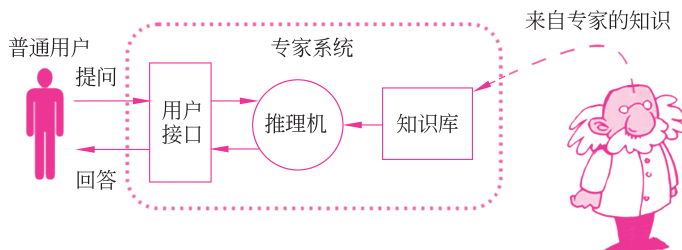


图 1-12 “知识库+推理机”专家系统

1982 年 4 月,日本制订了一个为期十年的“第五代计算机系统研究计划”,目的是抢占未来信息技术的先机,创造具有划时代意义的智能计算机系统。该计划的目标是面向知识处理,具备形式化推理、联想、学习和解释等功能,能够帮助人类研究未知领域和新的知识。同时,该计划在人机交互方面也提出了创时代的理念,计划通过自然语言(声音、文字等)或图像来实现人机交换信息。日本尝试使用大规模多 CPU 并行计算来解决人工智能计算力问题,并希望打造面向更大的人类知识库的专家系统来实现更强大的人工智能。这个计划在提出的十年后基本以失败告终,主要原因是低估了当时个人计算机(PC)的发展速度,尤其是 Intel 公司的 x86 芯片架构在几年内就发展到足以应付各领域专家系统需要的程度。

人工智能领域当时主要使用麦卡锡开发的 LISP 语言,所以为了提高各种人工智能程序的运行效率,很多研究机构或科技公司都开始研发和制造专门用来运行 LISP 程序的计算机芯片和存储设备,打造人工智能专用的 LISP 机器。这些机器与传统计算机相比,可以更高效地运行专家系统或者其他人工智能程序。

(4) 第二次低谷期(1987—1996 年)。专家系统最初取得的成功是有限的,它无法自我学习并更新知识库和算法,维护起来越来越麻烦,成本越来越高,以至于很多企业都选择放弃陈旧的专家系统或者升级到新的信息处理方式。虽然 LISP 机器逐渐取得了进展,但 20 世纪 80 年代也正是个人计算机崛起的时期,IBM 公司和苹果公司的个人计算机快速占领了整个计算机市场,它们的 CPU 频率和速度稳步提升,甚至变得比昂贵的 LISP 机器更快。

直到 1987 年,专用 LISP 机器硬件销售市场严重崩溃,包括日本“第五代计算机系统研究计划”在内的很多超前概念都失败了,原本美好的人工智能产品承诺都无法真正兑现。硬件销售市场的溃败和理论研究的迷茫,加上各国政府和机构纷纷停止向人工智能研究领域投入资金,导致人工智能发展进入了长达数年的低谷期。

(5) 稳步发展期(1997—2010 年)。由于网络技术特别是互联网技术的发展,加速了人工智能的创新研究,促使人工智能技术进一步走向实用化。1997 年,IBM 公司的“深蓝”(Deep Blue)超级计算机战胜了国际象棋世界冠军加里·卡斯帕罗夫(Garry Kasparov)(见图 1-13)。2000 年,日本本田公司发布了机器人 ASIMO(见图 1-14)。该机器人能走会跳,能说善道,可以帮助主人端茶送水。经过多年的升级改进,目前该机器人已是全世界最先进的机器人之一。2006 年,辛顿(Hinton)等人提出了“深度学习”的概念。深度学习是学习样本数据的内在规律

和表示层次,其最终目标是让机器能够像人类一样具有分析和学习能力,能够识别文字、图像和声音等数据。2008年,IBM公司提出了“智慧地球”概念。2009年,谷歌公司开发了第一款无人驾驶汽车(见图1-15)。截至2012年,谷歌公司成为第一个获得美国内华达州自动驾驶汽车车牌的公司。



图 1-13 “深蓝”超级计算机战胜了国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫

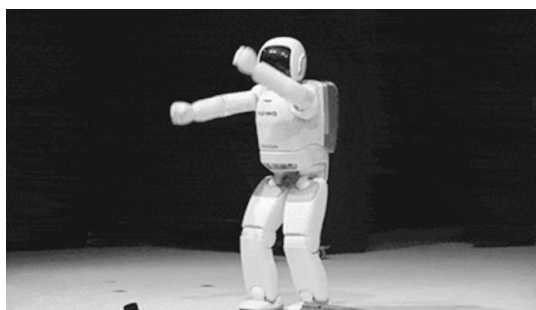


图 1-14 机器人 ASIMO



图 1-15 谷歌公司第一款无人驾驶汽车

(6) 蓬勃发展期(2011年至今)。2010年左右,随着大数据、云计算、互联网、物联网等信息技术的快速发展,大数据时代到来了。此后,数据的爆发式增长为人工智能提供了充分的“养料”。泛在感知数据和图形处理器等计算平台推动了以深度神经网络为代表的人工智能技术飞速发展,大幅跨越了科学与应用之间的“技术鸿沟”,图像分类、语音识别、知识问答、人机对弈、无人驾驶等人工智能技术实现了从“不能用、不好用”到“可以用”的技术突破,人工智能迎来了爆发式增长的新高潮,人类已经正式跨入人工智能时代。人工智能与物联网、大数据、云计算的关系如图1-16所示。

2014年,微软公司发布了全球第一款个人智能助理 Cortana(微软小娜),如图1-17所示。2016年,运用深度学习技术的人工智能系统 AlphaGo(阿尔法围棋)以4:1的成绩战胜世界围棋冠军李世石,如图1-18所示。2017年10月,谷歌 DeepMind 团队发布了最强版的程序 AlphaGo Zero(阿尔法围棋零),该程序从空白状态学起,在无任何人类输入的条件下,AlphaGo Zero 能够迅速自学围棋,并以100:0的战绩击败了 AlphaGo 等。

2022年11月30日,美国 OpenAI 公司发布了一款基于 GPT-3.5 系列模型的聊天机器人程序 ChatGPT(Chat Generative Pre-trained Transformer,聊天生成式预训练变换模型)。