



1

第1章 拥抱人工智能



近年来，随着计算机技术的迅猛发展和日益广泛的应用，人类智力活动能不能由计算机来实现的问题自然地被提出。几十年来，人们一向把计算机当作只能极快地、准确地进行数值运算的机器。但是，当今世界要解决的问题并不完全是数值计算，像语言的理解和翻译、图形和声音的识别、决策管理等都不属于数值计算的范畴，特别是医疗诊断之类的系统，要有专门、特有的经验和知识的医师才能作出正确的判断。这就要求计算机从“数据处理”扩展到“知识处理”的范畴。计算机能力范畴的转化是导致人工智能（artificial intelligence, AI）快速发展的重要因素。

人工智能作为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。这是因为多年来它获得了迅速的发展，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门独立的学科，无论是在理论上还是在工程上都已自成体系。



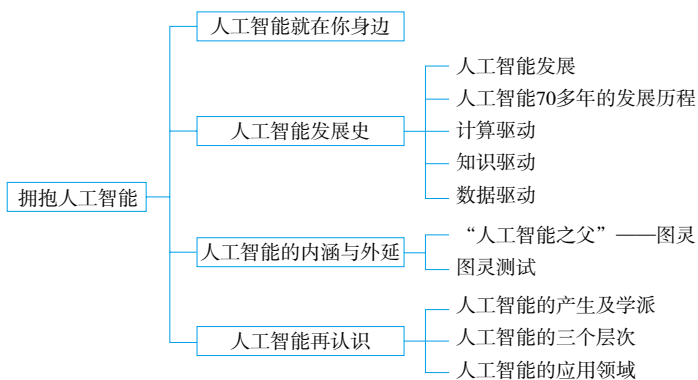
学习目标

1. 了解人工智能的定义。
2. 了解人工智能的起源与发展。
3. 了解人工智能的研究与应用领域。
4. 了解人工智能的产生及学派。

重点与难点

1. 人工智能的定义。
2. 人工智能的各种认知观。
3. 人工智能的发展史。

知识导图



1.1 人工智能就在你身边

“人工智能”这个词拆开来看就是“人工”和“智能”，分开理解对我们来说是没有任何难度的，但是当把它们组合在一起的时候，就是一个可以改变世界的技术。究其本质，可以给它一个精简而又准确的定义，从人工制作的系统所表现出的智能，也就是机器

智能。这里的智能其实就是像人一样的思维过程和智能行为。当然这是一个层面的理解，就人工智能的发展现状而言，也可以将其定义为研究这样的智能能否实现，以及如何实现的科学领域。人工智能是模拟实现人的抽象思维 and 智能行为的技术，即通过利用计算机软件模拟人类特有的大脑抽象思维能力和智能行为，如学习、思考、判断、推理、证明、求解等，以完成原本需要人的智力才可胜任的工作。人类的自然智能伴随着人类活动无时不在、无处不在。人类的许多活动，如解题、下棋、猜谜、写作、编制计划和编程，甚至驾车、骑车等，都需要智能。如果机器能够完成这些任务的一部分，那么就可以认为机器已经具有某种程度的“人工智能”。

什么是人的智能？什么是人工智能？人的智能与人工智能有什么区别和联系？这些都是广大科技工作者十分感兴趣且值得深入探讨的问题。人工智能的出现不是偶然的。从思维基础上讲，它是人们长期以来探索研制能够进行计算、推理和其他思维活动的智能机器的必然结果；从理论上讲，它是信息论、控制论、系统工程论、计算机科学、心理学、神经学、认知科学、数学和哲学等多学科相互渗透的结果；从物质和技术基础上讲，它是电子计算机和电子技术得到广泛应用的结果，如图 1-1 所示。

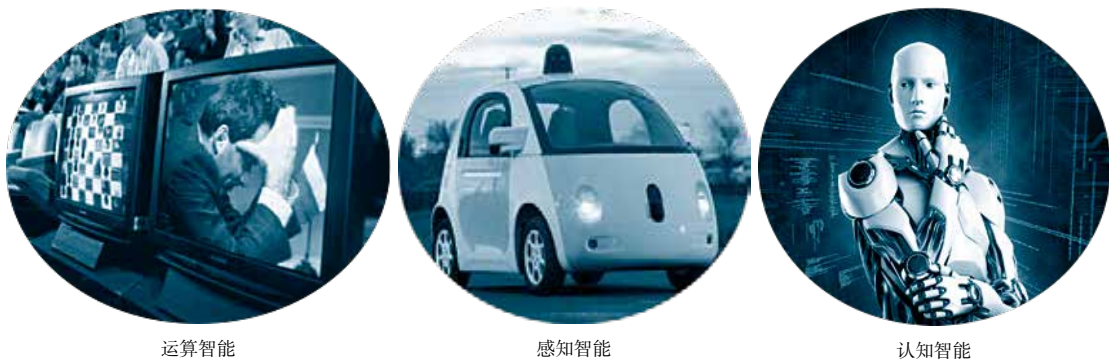


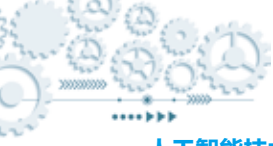
图 1-1 人工智能

人工智能不是自然的，而是人造的。要确定人工智能的优点和缺点，首先必须理解和定义智能。智能是什么？智能的定义可能比人工的定义更难以捉摸。

什么是信息？信息、物质及能量构成整个宇宙。信息是物质和能量运动的形式，是以物质和能量为载体的客观存在。人们不能直接认识物质和能量，而是通过物质和能量的信息来认识它们。

罗伯特·斯腾伯格（Robert Sternberg）就人类意识这个主题给出了以下定义：“智能是个人从经验中学习、理性思考、记忆重要信息，以及应付日常生活需求的认知能力。”

人的认识过程为：信息经过感觉输入神经系统，再经过大脑思维变为认识。



那么，什么是认识？认识就是用符号去整理研究对象，并确定其联系。由认识可以继续探讨什么是知识和智力。

知识是人们对于可重复信息之间的联系的认识，是被认识了的信息和信息之间的联系，是信息经过加工整理、解释、挑选和改造而形成的。

人们接受和建立知识的能力往往被看作智力。关于智力，科学家们有不同的定义，以下是几位科学家对智力的定义。

威廉·詹姆斯（William James）认为：智力是指个体有意识地以思维活动来适应新情况的一种潜力，是个体对生活中新问题和新条件的心理上的一般适应能力。

刘易斯·特曼（Lewis Terman）认为：智力是抽象思维的能力。

巴迪特·伯金汉（Burdette Buckingham）认为：智力是学习的能力。

乔治·斯托达德（George Stoddard）认为：智力是从事艰难、复杂、抽象、敏捷和创造性的活动以及集中能力和保持情绪的稳定能力。

让·皮亚杰（Jean Piaget）认为：智力的本质就是适应，使个体与环境取得平衡。

乔伊·吉尔福特（Joy Guilford）认为：智力是对信息进行处理的能力。

简言之，智力可被看作个体的各种认识能力的综合，特别强调解决新问题的能力，抽象思维、学习能力，对环境的适应能力。

有了知识和智力的定义后，一般将智能定义为“智能 = 知识集 + 智力”。所以智能主要指运用知识解决问题的能力，推理、学习和联想是智能的重要因素。

至于人工智能，字面上的意义是智能的人工制品。它是研究如何将人的智能转化为机器智能，或者用机器来模拟或实现人的智能。像许多新兴学科一样，人工智能至今尚无统一的定义。下面是几位人工智能方面的著名科学家对人工智能给出的定义。

1978年，帕特里克·温斯顿（Patrick Winston）认为：“人工智能是研究使计算机更灵活有用、了解使人工智能的实现成为可能的原理。因此，人工智能研究结果不仅是使计算机模拟智能，而且是了解如何帮助人们的生活学习变得更有智能。”

1981年，阿弗朗·巴尔（Avron Barr）和爱德华·费根鲍姆（Edward Feigenbaum）认为：“人工智能是计算机科学的一个分支，它关心的是设计智能计算机系统，该系统具有通常与人的行为相联系的智能特征，如了解语言、学习、推理、问题求解等。”

1983年，伊莱恩·瑞奇（Elaine Rich）认为：“人工智能是研究怎样让计算机模拟人脑从事推理、规划、设计、思考、学习等思维活动，解决至今认为需要由专家才能处理的复杂问题。”

1987年，迈克尔·R. 吉特恩（Michael R. Genesereth）和尼尔斯·J. 尼尔森（Nils J. Nilsson）认为：“人工智能是研究智能行为的科学。它的最终目的是建立关于自然智能实体行为的理论和指导创造具有智能行为的人工制品。”

吉特恩和尼尔森关于人工智能的定义引出了科学人工智能和工程人工智能的概念。关

于科学人工智能，它的目的是发展概念和词汇，以帮助了解人和其他动物的智能行为。关于工程人工智能，它研究的是建立智能机器的概念、理论和实践，举例如下。

- (1) 专家系统：在专门的领域（医疗、探矿、财务等领域）内的咨询服务系统。
- (2) 自然语言处理（natural language processing, NLP）：在有限范围内的问题回答系统。
- (3) 程序验证系统：通过定理证明途径验证程序的正确性。
- (4) 智能机器人：人工智能研究计算机视觉（computer vision, CV）和智能机。

以上是人工智能的一些比较权威的定义。人工智能还有一个比较模糊的定义，那就是“如果某个问题在计算机上没有解决，那么这个问题就是人工智能问题”，因为一旦解决了某个问题，也就有了解决这个问题的模型或算法，因而也就划分到某个学科或某个学科的分支中。从某种意义上讲，人工智能永远是一个深奥而永无止境的追求目标。

1.2 人工智能发展史

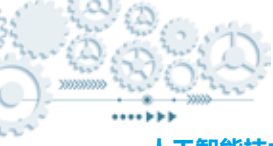
人工智能一词最初在 1956 年美国的达特茅斯大学举办的一场长达两个月的研讨会中被提出。从那以后，人工智能作为新鲜事物进入人们的视野中，研究人员不断探索发展了众多相关的理论和技术，人工智能的概念也随之扩展。在任何领域，都是“万事开头难”，当出现第一个引路人后，后面的发展就会是不可估量的，人工智能也是如此。当时的与会专家怎么也不会想到，当时所提出的人工智能会在今天得到如此蓬勃的发展。我们一起站在巨人的肩膀来回顾几十年来人工智能的发展。

1.2.1 人工智能发展

人工智能的第一次高峰：在 1956 年的会议之后，人工智能迎来了它的第一段幸福时光。在这段长达 10 余年的时间里，计算机被广泛应用于数学和自然语言领域，用来解决代数、几何和英语问题。这让很多研究学者树立了机器向人工智能发展的信心。甚至在当时，有很多学者认为：“20 年内，机器将能完成人能做到的一切。”

人工智能的第一次低谷：20 世纪 70 年代，人工智能进入一段痛苦而艰难的岁月。科研人员在人工智能的研究中对项目难度预估不足，不仅导致与美国国防高级研究计划署的合作计划失败，还让人工智能的前景蒙上了一层阴影。与此同时，社会舆论的压力也开始慢慢压向人工智能这边，导致很多研究经费被转移到其他项目上。

在当时，人工智能面临的技术瓶颈主要是三个方面：①计算机性能不足，导致早期很多程序无法在人工智能领域得到应用。②问题的复杂性，早期人工智能程序主要解决特定



的问题，因为特定的问题对象少、复杂性低，可一旦问题变得复杂，程序马上就不堪重负了。③数据量严重缺失，在当时不可能找到足够大的数据库来支撑程序进行深度学习，这很容易导致机器无法读取足够量的数据进行智能化。

因此，人工智能项目停滞不前，但却让一些人有机可乘，1973年，詹姆斯·莱特希尔（James Lighthill）针对英国人工智能研究状况发表了报告，批评了人工智能在实现“宏伟目标”上的失败。由此，人工智能遭遇了长达6年的科研深渊。

人工智能的崛起：1980年，卡内基·梅隆大学为数字设备公司设计了一套名为XCON的“专家系统”。这是一种采用人工智能程序的系统，可以简单地理解为“知识库+推理机”的组合，XCON是一套具有完整专业知识和经验的计算机智能系统。这套系统在1986年之前能为公司每年节省超过4 000美元经费。有了这种商业模式后，衍生出像Symbolics、Lisp Machines等和IntelliCorp、Aion等硬件、软件公司。在这个时期，仅“专家系统”产业的价值就高达5亿美元。

人工智能的第二次低谷：不幸的是，命运的车轮再一次碾过人工智能，让其回到原点。仅仅在维持了7年之后，这个曾经轰动一时的人工智能系统就宣告结束历史进程。到1987年，苹果公司和IBM（国际商业机器公司）生产的台式机性能都超过了Symbolics等厂商生产的通用计算机。从此，“专家系统”风光不再。

人工智能再次崛起：20世纪90年代中期开始，随着人工智能技术尤其是神经网络技术的逐步发展，以及人们对人工智能开始抱有客观理性的认知，人工智能技术进入平稳发展时期。1997年5月11日，IBM的计算机系统“深蓝”（DeepBlue）战胜了国际象棋世界冠军加里·卡斯帕罗夫（Garry Kasparov），又一次在公众领域引发了现象级的人工智能话题讨论。这是人工智能发展的一个重要里程。

2006年，杰弗里·辛顿（Geoffrey Hinton）在神经网络的深度学习领域取得突破，人们又一次看到机器赶超人类的希望。

1.2.2 人工智能 70 多年的发展历程

时至今日，人工智能发展日新月异，人工智能已经走出实验室，通过智能客服、智能医生、智能家电等服务场景在诸多行业进行深入而广泛的应用。可以说，人工智能正在全面进入我们的日常生活，属于未来的力量正席卷而来。让我们来回顾一下人工智能走过的曲折发展的70多年历程中的一些关键事件。

1946年，ENIAC诞生。它最初是为美军作战研制，每秒能完成5 000次加法、400次乘法等运算。ENIAC为人工智能的研究提供了物质基础。

1950年，艾伦·图灵（Alan Turing）提出图灵测试。如果计算机能在5分钟内回答由人类测试者提出的一系列问题，且其超过30%的回答让测试者误认为是人类所答，则通过

测试。图灵测试提出了认为机器具备人工智能的标准。

1956年，人工智能的概念首次被提出。在美国达特茅斯大学举行的一场为期两个月的讨论会上，人工智能的概念首次被提出。

1959年，工业机器人诞生。美国发明家乔治·德沃尔（George Devol）与约瑟夫·英格伯格（Joseph Engelberger）发明了工业机器人，该机器人借助计算机读取示教存储程序和信

息，发出指令控制一台多自由度的机械。它对外界环境没有感知。

1964年，聊天机器人诞生。美国麻省理工学院人工智能实验室的约瑟夫·魏岑鲍姆（Joseph Weizenbaum）教授开发了ELIZA聊天机器人，实现了计算机与人通过文本来交流，这是人工智能研究的一个重要方面。不过，它只是用符合语法的方式将问题复述一遍。

1965年，“专家系统”首次亮相。美国科学家费根鲍姆等研制出化学分析专家系统程序DENDRAL。它能够分析实验数据来判断未知化合物的分子结构。

1968年，人工智能机器人诞生。美国斯坦福研究所研发的机器人Shakey，能够自主感知、分析环境、规划行为并执行任务，可以根据人的指令发现并抓取积木。这种机器人拥有类似人的感觉，如触觉、听觉等。

1970年，能够分析语义、理解语言的系统诞生。美国斯坦福大学计算机教授特里·维诺格拉德（Terry Winograd）开发的人机对话系统SHRDLU，能分析指令，如理解语义、解释不明确的句子并通过虚拟方块操作来完成任务。由于它能够正确理解语言，因此被视为人工智能研究的一次巨大成功。

1976年，“专家系统”被广泛使用。美国斯坦福大学的爱德华·肖特里夫（Edward Shortliffe）等发布的医疗咨询系统MYCIN，可用于对传染性血液病患的诊断。这一时期还陆续研制出了用于生产制造、财务会计、金融等各领域的专家系统。

1980年，“专家系统”商业化。美国卡内基·梅隆大学为数字设备公司制造出XCON专家系统，帮助公司每年节约超过4 000万美元的费用，特别是在决策方面能提供有价值的内容。

1981年，第五代计算机项目研发。日本率先拨款支持，目标是制造出能够与人对话、翻译语言、解释图像，并能像人一样推理的机器。随后，英、美等国也开始为人工智能和信息技术领域的研究提供大量资金。

1984年，大百科全书（Cyc）项目启动。Cyc项目试图将人类拥有的所有一般性知识都输入计算机，建立一个巨型数据库，并在此基础上实现知识推理，它的目标是让人工智能的应用能够以类似人类推理的方式工作，成为人工智能领域的一个全新研发方向。

1997年，“深蓝”战胜国际象棋世界冠军。IBM的“深蓝”战胜了国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫。它的运算速度为每秒2亿步棋，并存有70万份大师对弈的棋局数据，可搜寻并估计随后的12步棋。

2011年，IBM开发的人工智能程序“沃森”（Watson）参加了一档智力问答节目并战



胜了两位人类冠军。沃森存储了 2 亿页数据，能够将与问题相关的关键词从看似相关的答案中抽取出来。这一人工智能程序已被 IBM 广泛应用于医疗诊断领域。

2016—2017 年，AlphaGo 战胜围棋冠军。AlphaGo 具有自我学习能力，它能够收集围棋对弈数据和名人棋谱，学习并模仿人类下棋。

2017 年，深度学习大热。AlphaGoZero（第四代 AlphaGo）在无任何数据输入的情况下，开始自学围棋 3 天后便以 100 : 0 横扫了第二版本的“旧狗”，学习 40 天后，它又战胜了在人类高手看来不可企及的第三个版本“大师”。

2018 年，AlphaZero 崛起。AlphaZero 在多种棋类游戏中击败人类冠军，引发了深度强化学习的热潮。同时，机器学习开始在医学图像分析和疾病诊断中取得突破。特斯拉、Waymo 等公司不断改进自动驾驶技术。

2019 年，OpenAI 发布了 GPT-2，这是一种强大的自然语言处理模型。同时，研究人员开始探索量子计算与人工智能融合如何用于加速机器学习算法。

2020 年，OpenAI 发布了 GPT-3（Generative Pre-trained Transformer 3），这是一种更大规模的自然语言处理模型，引起广泛关注。同时，人工智能在应对 COVID-19（新型冠状病毒）感染中发挥了关键作用，包括疫情预测、疫苗研发和药物筛选。

2021 年，被誉为全球最快的人工智能工作负载超级计算机——Perlmutter 宣布开启。这台超级计算机拥有 6 144 个英伟达 A100 张量核心图形处理器，将负责拼接有史以来最大的可见宇宙 3D（三维）地图。在 2021 北京智源大会开幕式上，悟道 2.0 发布。它在模型规模上呈爆发级增长，达到 1.75 万亿参数，创下全球最大预训练模型纪录。

2022 年，OpenAI 发布了 GPT-3.5。在 2022 百度世界大会上，百度重磅发布了第六代量产无人车——Apollo RT6。基于自动驾驶技术的重大突破，Apollo RT6 不但具备城市复杂道路的无人驾驶能力，而且成本仅为 25 万元。它的量产落地，将加速无人车规模化部署，重新定义汽车和未来出行方式。量子计算技术取得重大突破，有望加速机器学习算法的训练。

2023 年，OpenAI 发布了 GPT-4.0。GPT-4.0 由 8 个混合模型组成，每个模型参数为 2 200 亿。2023 年 3 月 16 日，百度发布文心一言，打响国内大语言模型发布的第一枪，作为对标 ChatGPT 的大语言模型，它可以帮助用户更好地写作和编辑文本内容，同时还支持图片生成。2023 年 4 月 7 日，阿里云宣布自研大模型“通义千问”开启企业邀测。华为盘古大模型、腾讯混元大模型蓄势待发。

人工智能发展的三个重要时期如图 1-2 所示。

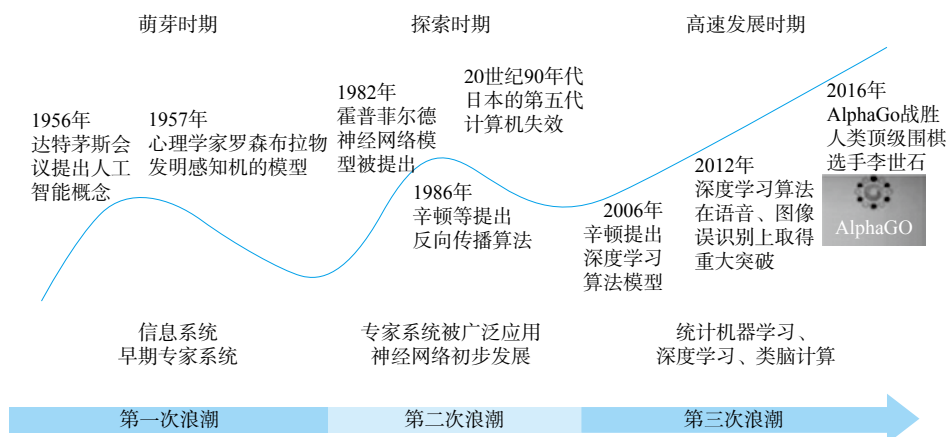


图 1-2 人工智能发展的三个重要时期

1.2.3 计算驱动

1. 20 世纪 50 年代，人工智能的兴起和被冷落

在首次提出人工智能的概念之后，一些重要的理论结果也层出不穷。但是，由于消化方法的推理能力有限，机器翻译技术也不够成熟，两者的共同作用导致了最终的失败。人工智能技术逐渐进入它的瓶颈期。思考这一阶段的发展可以发现，人工智能的被冷落源于人们对问题求解方法的迫切关注，而忽略了知识本身的重要性。做任何事一定要有良好的理论基础，否则就会形成“基础不牢，地动山摇”的被动局面。

2. 20 世纪六七十年代，专家系统带来的新高潮

1968 年，美国斯坦福大学研制成功了一种帮助化学家判断某待测物质分子结构的专家系统——DENDRAL 系统。1976 年，斯坦福大学的研究人员耗时五六年开发了一种使用人工智能的早期模拟决策系统，用来进行严重感染时的感染源诊断，以及抗生素给药。从那时起还开发了许多著名的“专家系统”，如 PROSPECTOR 探矿系统、Hearsay-II 语音理解系统等。后续“专家系统”的研究和开发使人工智能得以实际应用。值得一提的是，为了更好地发展人工智能，在各国科学家的号召下于 1969 年召开了国际人工智能联合会议，这也标志着人工智能新高潮的出现。

2010 年以后，随着 GPU（图形处理单元）芯片的普及，计算机的运算能力迈入新阶段。而随着 FPGA（现场可编程门阵列）和 ASIC（专用集成电路）芯片的发展，2020 年以后，计算机的运算能力又迈入新的层级，能达到每秒进行百亿亿次的计算。计算机的发展如图 1-3 所示。

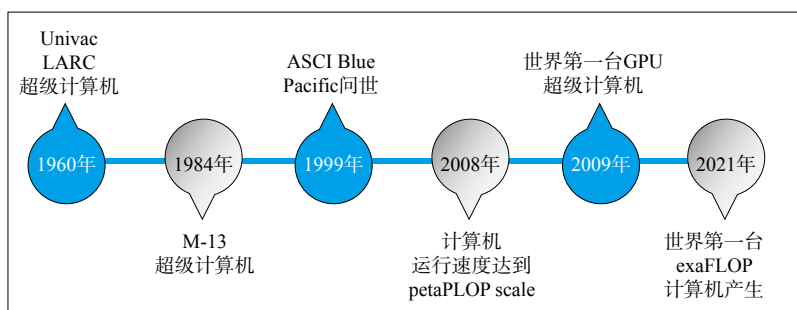


图 1-3 计算机的发展

1.2.4 知识驱动

1. 20 世纪 80 年代，神经网络的快速发展

1982 年，日本开始实施第五代计算机发展计划，计划的实施将逻辑推理提升到与数值运算相同的速度，尽管该计划没有达到令人满意的效果，但它的发展引来了一股热情，使得越来越多的专家学者将目光转向人工智能的研究。1987 年，在美国举行的神经网络的第一次国际会议宣布建立一个新的学科——神经网络。从那时起，世界上许多国家都加大了对神经网络的投资，给神经网络的迅猛发展带来了前所未有的机遇。

2. 20 世纪 90 年代后，人工智能的网络化发展

由于以互联网技术为核心的网络技术的飞速发展，人工智能的研究内容也发生了巨大的变化。以单个智能实体为起点，逐步成为基于网络环境的分布式人工智能巨大的转变，为基于同一目标的分布式问题的探索提供了更有效的求解方法，还扩展到对多个智能主体的多目标问题的求解方法，使人工智能技术朝着实践的方向不断发展。除此之外，霍普菲尔德多层神经网络模型为人工神经网络（artificial neural network, ANN）研究与应用提供了更多的可能，人工智能技术逐步走进人们的生产生活中，带来了更加便捷高效的生活方式。

计算能力的提升和数据规模的增长，使得深度学习、强化学习算法发展起来。这些算法被广泛应用到计算机视觉、语音识别、自然语言处理等领域并取得丰硕的成果。技术适用的领域大大拓展，从而使越来越多的复杂和动态的场景的需求得到了满足。

1.2.5 数据驱动

随着社会的发展和科技的进步，人工智能技术已经日趋完善。同时，这项技术也已在诸多领域得到应用和拓展。尤其在近几年，深度学习、大数据、并行计算共同推动人工

智能技术实现跨越式发展。在智能控制领域、机器人学习领域、语言和图像理解领域、遗传编程领域、法学信息系统，以及智能接口领域、数据挖掘领域、主体及多主体系统领域等，人工智能与生活融合。在此阶段，大量结构化、可靠的数据被采集、清洗和积累，甚至变现。例如，在大量数据的基础上，可以精确地描绘用户画像、制订个性化的营销方案、提高成单率、缩短达到预设目标的时间、提升社会运行效率。

1.3 人工智能的内涵与外延

1.3.1 “人工智能之父”——图灵

图灵（图 1-4）于 1912 年出生于英国，擅长数理逻辑学和计算理论。图灵以其独立思考的特点贯穿一生，以参加第二次世界大战期间英国的密码破译工作而添加了神秘的色彩，以在“思维机器”方向的图灵机和图灵测试等成果而著称。人们将图灵称为“人工智能之父”“计算机科学之父”，可以说与约翰·冯·诺依曼（John von Neumann）在计算机领域的声望并驾齐驱，计算机科学界仍以图灵奖（图 1-5）为至高荣誉之一。大家现在使用的智能手机、计算机都可以说是一种图灵机，即通过对输入进行计算得到输出的机器，图灵最早给出了这种机器形式化的定义和理论证明，并提出了图灵测试这一伟大的思想实验。



图 1-4 图灵



图 1-5 图灵奖

1.3.2 图灵测试

图灵测试是指测试者与被测试者（一个人和一台机器）在隔开的情况下，通过一些装置（如键盘）向被测试者随意提问。进行多次测试后，如果机器让平均每个参与者作出超过 30% 的误判，那么这台机器就通过了测试，并被认为具有人类智能。

图灵测试则发表于图灵的另一篇重磅论文《计算机与智能》（*Computing Machinery and Intelligence*）中，也正是这篇论文奠定了图灵作为“人工智能之父”的地位，这篇论文着重回答一个问题：机器能思考吗？

图灵巧妙地避开思维、意识等哲学上的探讨，重新设计了一个试验来考量这个问题，图灵将其称为模仿游戏，这就是图灵测试，在很长一段时间内，这一测试都是较为公认的人工智能判断标准。如图 1-6、图 1-7 所示。



图 1-6 图灵测试



图 1-7 智能客服

在这一点上，图灵测试与人工智能研究的最终目标也是一致的，只不过现有的人工智能水平离这一目标还相去甚远。事实上，“综合模拟人类的智力活动”正是人工智能区别于其他计算机科学分支的地方。我们通过比较人工智能软件与传统软件来说明这一点。首先从最广义的角度看，传统软件也应属于人工智能的范畴，实际上很多早期的计算机科学家，如图灵，就是以人工智能为动力展开对计算机科学的研究。“计算”本来就是诸多人类智能活动中的一种。一个从未接触过计算机的人也许很难说清“从一个数列中找出所有素数”和“从一张照片中找出一只狗”哪个更有资格代表“智能”（前者属于传统软件范畴，后者属于传统人工智能范畴）。另外，传统软件并不代表人工智能的全部内涵。粗略

地讲，我们可以认为传统软件对应了这样一类“计算问题”，它们的共同特点是，问题本身是用一个算法（或非构造性的数学描述）来描述的，对它们的研究主要关注在如何找到更好的算法上。而我们称之为“人工智能问题”的问题可以理解为另一类“计算问题”，它们的共同特点是无法用算法或从数学上对问题进行精确定义，这些问题的“正确答案”从本质上取决于我们在面对这类问题时如何反应。对于人工智能问题，我们可以基于数学模型或计算模型来设计算法，但问题的本质并不是数学的。

通用人工智能（general artificial intelligence）基于弱人工智能假设，以全面模拟人类的所有智力行为为目标。注意到图灵测试作为一个充分条件，是不可能在通用人工智能真正实现之前得到解决的。另外，可以说现有每一个人工智能分支的成功都是通过图灵测试的必要条件，而它们中的大部分还没有达到“人类水平”。这是因为我们不可能穷尽人类智能行为，必须依赖有限个具有通用性的模型和算法来实现通用智能。目前，人们仍然只能基于一些简单初等的模型来设计学习、推理和规划算法。这些人工智能分支的研究都默认基于针对自己领域问题的弱人工智能假设，而支撑这些子领域研究的动力往往是其巨大的社会实用价值。它们固然已经在很多具体应用领域成绩斐然，但看起来离图灵测试所要求的水平仍然相差甚远。

1.4 人工智能再认识

1.4.1 人工智能的产生及学派

人工智能可以追溯到阿隆佐·丘奇（Alonzo Church）、图灵和其他一些学者关于计算本质的思想萌芽。早在 20 世纪 30 年代，他们就开始探索形式推理概念与即将发明的计算机之间的联系，建立起关于计算和符号处理的理论。而且，在计算机产生之前，丘奇和图灵就已发现数值计算并不是计算的主要方面，它仅仅是解释机器内部状态的一种方法。图灵不仅创造了一个简单的非数字计算模型，而且直接证明了计算机可能以某种被认为是智能的方式进行工作，这就是人工智能的思想萌芽。

人工智能作为一门学科而出现的突出标志是：1956 年夏，在美国达特茅斯大学由当时美国年轻的数学家约翰·麦卡锡（John McCarthy）、马文·明斯基（Marvin Minsky）、艾伦·纽厄尔（Allen Newell）、赫伯特·西蒙（Herbert Simon）、克劳德·香农（Claude Shannon）、亚瑟·塞缪尔（Arthur Samuel）和特伦查德·摩尔（Trenchard More）等数学、心理学、神经学、信息论、计算机科学方面的学者，举行了一个长达两个月的研讨会。会上麦卡锡提出了“artificial intelligence”一词，而后纽厄尔和西蒙提出了物理符号系统假

设,从而创建了人工智能这一学科。主张系统符号假设的学派形成了人工智能研究的主要学派,即符号主义(symbolicism)学派。目前,人工智能主要有以下三个学派。

1. 符号主义学派

符号主义又称逻辑主义(logicism)、心理学派(psychologism)或计算机学派(computerism),该学派认为人工智能源于数理逻辑。数理逻辑在19世纪获得迅速发展,到20世纪30年代开始被用于描述智能行为。计算机产生以后,又在计算机上实现了逻辑演绎系统,其代表成果为启发式程序LT(逻辑理论家),人们使用它证明38个数学定理,从而表明人类可利用计算机模拟人类的智能活动。符号主义的主要理论基础是物理符号系统假设。符号主义将符号系统定义为三部分:一组符号,对应于客观世界的某些物理模型;一组结构,它由以某种方式相关联的符号的实例构成;一组过程,它作用于符号结构上而产生另一些符号结构,这些作用包括创建、修改和消除等。

在这个定义下,一个物理符号系统就是能够逐步生成一组符号的产生器。在物理符号的假设下,符号主义认为:人的认知是符号,人的认知过程是符号操作过程。符号主义还认为,人就是一个物理符号系统,计算机也是一个物理符号系统,因此,能够用计算机来模拟人的智能行为,即可用计算机的符号操作来模拟人的认知过程。这实质上就是认为,人的思维是可操作的。符号主义的基本信念是: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。符号主义就是在这种假设之下,建立起基于知识的人类智能和机器智能的核心理论体系。符号主义曾长期一枝独秀,经历了从启发式算法到“专家系统”,再到知识工程理论与技术的发展道路,为人工智能作出了重要的贡献。

符号主义学派认为认知就是通过对有意义的表示符号进行推导计算,并将学习视为逆向演绎,主张用显式的公理和逻辑体系搭建人工智能系统。如用决策树模型输入业务特征预测天气(图1-8)。

2. 联结主义学派

联结主义(connectionism)又称仿生学派(bionicsism)或生理学派(physiologism),是基于生物进化论的人工智能学派,其主要理论基础为神经网络及神经网络间的连接机制与学习算法。联结主义认为人工智能源于仿生学,特别是对人脑模型的研究,认为人的思维单元是神经元,而不是符号处理过程,人脑不同于计算机,并提出联结主义的大脑工作模式,用于否定基于符号操作的计算机工作模式。

如果说符号主义是从宏观上模拟人的思维

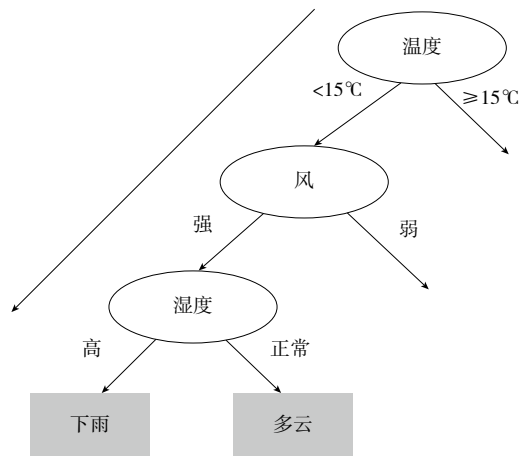


图1-8 符号主义学派

过程,那么联结主义则试图从微观上发挥人类的认知功能,以探索认知过程的微观结构。联结主义从人脑模式出发,建议在网络层次上模拟人的认知过程。所以,联结主义本质上是用人脑的并行分布处理模式来表现认知过程。联结主义主张利用数学模型来研究人类认知的方法,用神经元的联结机制实现人工智能,如用神经网络模型输入雷达图像数据预测天气。

3. 行为主义学派

行为主义 (actionism) 又称进化主义 (evolutionism) 或控制论学派 (cybernetics), 其原理为控制论及“感知—动作”型控制系统。行为主义提出智能行为的“感知—动作”模式,认为:智能取决于感知和行动,人工智能可以像人类智能一样逐步进化(所以称为进化主义),智能行为只能在现实世界中与周围环境交互作用而表现出来。

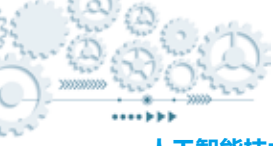
行为主义是控制论向人工智能领域的渗透,它的理论基础是控制论,它把神经系统的工作原理与信息论联系起来,着重研究模拟人在控制过程中的智能行为和作用,如自寻优、自适应、自校正、自镇定、自学习和自组织等控制论系统,并进行控制论动物的研究。这一学派的代表首推美国人工智能专家罗德尼·布鲁克斯 (Rodney Brooks)。1991年8月,在悉尼召开的第12届国际人工智能联合会议上,布鲁克斯作为大会“计算机与思维”奖的得主,通过讨论人工智能、计算机、控制论、机器人等问题的发展情况,并以他在麻省理工学院多年进行人造动物机器的研究与实践和他所提出的“假设计算机体系结构”研究为基础,发表了“没有推理的智能”一文,对传统的人工智能提出了批评和挑战。

以布鲁克斯为代表的行为主义学派否定智能行为来源于逻辑推理及其启发式的思想,认为对人工智能的研究不应把精力放在知识表示和编制推理规则上,而应着重研究在复杂环境下对行为的控制。这种思想对人工智能主流派传统的符号主义思想是一次冲击和挑战。行为主义学派的代表作首推布鲁克斯等研制的六足行走机器人,它是一个基于“感知—动作”模式的模拟昆虫行为的控制系统。

联结主义的兴起标志着神经生理学和非线性科学向人工智能的渗透,这主要表现为人工神经网络研究的兴起,ANN可以被看作一种具有学习和自组织能力的智能机器或系统。ANN作为模拟人的智能和形象思维能力的一条重要途径,对人工智能研究工作者有着极大的吸引力。近年来,出现了一些新型的ANN模型和一些强有力的学习算法,大大推动了有关ANN理论和应用的研究。联结主义具有代表性的工作有:约翰·霍普菲尔德 (John Hopfield) 教授在1982年和1984年的两篇论文中提出用硬件模拟神经网络;大卫·鲁姆哈特 (David Rumelhart) 教授在1986年提出多层网络中的反向传播 (back propagation, BP) 算法。

4. 人工智能的关键技术及应用

(1) 边缘的人工智能。结合无处不在的通信连接(如5G)和智能传感器(如物联网),机器学习应用将迅速向“物理边缘”移动,即我们所熟悉的物理世界。在接下来的几年



里，我们将会看到智能手机在我们的日常生活中的广泛应用，如辅助驾驶、工业自动化、监控和自然语言处理。

(2) 非易失性存储器产品、接口和应用。未来几年，NVMe (NVM Express, 非易失性存储器主机控制器接口规范) 固态硬盘将取代 SATA (串行高级技术附件) 和 SAS [串行连接 SCSI (小型计算机系统接口)] 固态硬盘。5 年内，基于结构的 NVMe (NVME-oF) 将成为主流网络存储协议。NVMe 支持与非门分层技术和编程功能，这些技术和功能提高了耐用性，支持计算存储，并允许更多类似内存的数据访问。

(3) 数字双胞胎技术。数字双胞胎技术在制造业中的应用变为现实，也已成为复杂系统操作中的广泛工具，目前认知数字双胞胎处于试验和实验的早期阶段。

(4) 人工智能和关键系统。人工智能将越来越多地部署在影响人们健康、安全和福利的系统中。尽管面临技术挑战和公众担忧，但这些系统将改善全球数亿人的生活质量。

(5) 实用无人机技术。实用无人机技术将改变物流行业，进而改变整个现代社会。

(6) 添加剂智能制造。新的流程、材料、硬件、软件和工作流程正在将 3D 打印带入制造领域，尤其是大规模定制领域。更坚固耐用的材料、更精细的分辨率、新的整理技术、工厂级管理软件以及许多其他进步正在增加医疗保健、鞋类和汽车等行业对 3D 打印的运用。随着其他行业发现大规模定制的好处以及使用传统方法生产不容易或负担不起的零件的机会，这一趋势将继续下去。

(7) 机器人的认知技能。人类居住环境中的机器人需要通过增强对其所处环境的理解等能力来适应新的任务。大规模模拟、深度强化学习和计算机视觉方面的突破，将共同为机器人带来基本水平的认知能力，这将导致机器人应用在未来几年中的显著改进。

(8) 人工智能在网络安全中的应用。人工智能和机器学习可以帮助检测网络安全威胁，并向安全分析师提供建议。人工智能可以将响应时间从数百小时缩短到几秒钟，并将分析师的效率从每天一两个事件提升到数千个事件。全球范围内的行业、学术界和政府之间的合作，将推动人工智能、移动通信应用于网络安全。

(9) 人工智能对社会安全性和法律相关影响。人工智能对保持社会平衡至关重要，一方面是保持技术的社会效益；另一方面是防止这些新技术被不当用于社会控制和剥夺自由。

(10) 对抗式机器学习。随着移动电话被整合到其他系统中，对移动电话的恶意攻击频率将会上升。因此，研究对抗式机器学习和旨在检测机器学习系统操作的对策将至关重要。同样，对移动通信系统的易错性和可操作性的认识将为决策和法律范式提供信息。

(11) 智能系统的可靠性和安全性挑战。保证高度自治的智能系统 (如智能城市、自主车辆和自主机器人) 所需的高可靠性和安全性，将是今后实现更智能世界所面临的主要技术挑战之一。

(12) 量子计算机。如果量子计算机注定要成功，它们将通过提高相关性和通用性来实现。目前，量子计算机已经显示出计算优势，预计在今后变得更加引人注目。

1.4.2 人工智能的三个层次

1970年产生了第一次人工智能产业浪潮，通过第一代的人工智能神经网络算法证明了《数学原理》这本书中的绝大部分数学原理。1984年，人工智能的第二次产业浪潮产生，当时霍普菲尔德网络被推出来，人工智能的神经网络具备了历史记忆的功能。人工智能的第三次大潮已经切实到来，人工智能已经不再是一个概念，而是可以进入行业的技术：从大家津津乐道的机器人领域，到社会生活的方方面面，人工智能正在切实地影响人们的生活，让社会生活更智慧、更便捷（图1-9）。



图 1-9 人工智能的实现目标

经过多年的人工智能研究，人工智能的主要发展方向有以下三种。

（1）运算智能，即快速计算和记忆存储能力。人工智能所涉及的各项技术的发展是不均衡的。现阶段，计算机具有比较优势的是运算能力和存储能力。1996年，IBM的“深蓝”战胜了当时的国际象棋冠军，从此，人类在这样的强运算型的比赛方面就很难战胜机器了。

（2）感知智能，即视觉、听觉、触觉等感知能力。人和动物都具备这种能力，能够通过各种感知智能与自然界进行交互。自动驾驶汽车，就是通过激光雷达等感知设备和人工智能算法，实现这样的感知智能的。机器在感知世界方面，比人类还有优势。人类都是被动感知的，但是机器可以主动感知，如激光雷达、微波雷达和红外雷达。不管是感知机器人，还是自动驾驶汽车，因为充分利用了深度神经网络（Deep Neural Network，DNN）和大数据的成果，在感知智能方面都已越来越接近于人类。

（3）认知智能，通俗地讲是“能理解、会思考”。人类有语言，才有概念，才有推理，所以概念、意识、观念等都是人类认知智能的表现。



在人工智能的时代中，不同的行业会有不同的特点。显然人工智能不能做一切事情，也不能代替所有人，经过分析把人工智能的行业应用分成三种主要的类型。

(1) 信息完全输入的状况。在这种状况下，机器得到输入，就可以充分准确地得到相应的输出。像以科大讯飞听见为代表的实时语音转写，采用人脸识别、图像识别等技术，“输入”即可以得到“输出”，在这一领域机器将来完全可以替代人工。

(2) 仅有输入还不够，还需要知识积累，需要思维判断的工作。这一领域是人和机器耦合的，如陪伴机器人班尼不能代替父母陪伴孩子，但它可以回答孩子的问题，教孩子知识，让父母在忙碌的时候不会担心孩子感到孤独，并且帮助父母与孩子实时交流，了解孩子。机器无法完全替代人工，而是辅助人进行工作。

(3) 没有信息输入，而是主要靠创意、靠想象力的工作。今天的机器可以作图、作曲、写诗，但都是编码生成的工艺，真正的创意如今的机器还很难做到。机器能够替代大量的传统体力劳动，从而将人类释放到无比美好和广阔的创意空间中去，这是人工智能发展的趋势之一。我们认为，需要创意和想象力的工作是机器无法取代的。

未来的世界应该是由顶级专家和顶级管理者协同管理人与机器的联合体的一个大未来，这就是我们认为的人机协同的机制。人类今天的工作会越来越地由后台的学习系统不断地学习到机器中，由机器来代替人类；而人类将投身于想象更大的未来，去做更有创意的事情。在这样的机制下，人类智慧大爆炸时代正在到来。

未来 10 年将会是人工智能发展的关键阶段，在这一行业中，中国现在少有地兼具核心技术能力和产业基础条件：在国家层面，2014 年科技部“863 计划”启动“基于大数据的类人智能关键技术与系统”项目；在企业层面，以科大讯飞为代表的中国自主创新企业已经找到人工智能发展的必由之路——以语音和语言为入口介入认知智能。因此，未来中国在人工智能行业和人工智能产业上必将大有可为。

数百年前的万户，不会想到现在 NASA（美国航空航天局）已经成功地将人类送出地球、远航太空。无论人们是否承认，科技进步的速度，总是超乎最前卫的理想主义者的想象。如今，我们已经站在了人工智能的大路前。随着技术的发展，人工智能未来将在智能硬件、车联网、机器人、自动客服、教育等方面发挥越来越显著的作用。

1.4.3 人工智能的应用领域

人工智能技术应用的细分领域有深度学习、计算机视觉、语音识别、自然语言处理、智能机器人、引擎推荐等。人工智能的应用如图 1-10 所示。

1. 深度学习

深度学习作为人工智能领域的一个应用分支，不管是从市面上公司的数量还是从投资人投资喜好的角度来说，都是一个重要的应用领域。说到深度学习，大家第一个想到的肯定是

AlphaGo，它通过一次又一次地学习、更新算法，最终在人机大战中打败围棋大师李世石。百度的机器人“小度”多次参加最强大脑的“人机大战”，并取得胜利，亦是深度学习的结果。

2. 计算机视觉

计算机视觉是指计算机从图像中识别出物体、场景和活动的能力。计算机视觉有着广泛的细分应用，其中包括：医疗成像分析被用来进行疾病的预测、诊断和治疗；人脸识别被一些自助服务用来自动识别照片里的人物；在安防及监控领域，也有很多的应用。

3. 语音识别

语音识别技术最通俗易懂的讲法就是语音转化为文字，并对其进行识别、认知和处理。语音识别的主要应用包括医疗听写、语音书写、计算机系统声控、电话客服等。

4. 自然语言处理

像计算机视觉技术一样，自然语言处理将各种有助于实现目标的技术进行融合，实现人机间自然语言通信。

5. 智能机器人

智能机器人在生活中随处可见，如扫地机器人、陪伴机器人等，这些机器人不管是和人语音聊天，还是自主定位导航行走、安防监控等，都离不开人工智能技术的支持。

6. 引擎推荐

大家有没有这样的体验，那就是网站会根据你之前浏览过的页面、搜索过的关键字推送给你一些相关的网站内容，这其实就是引擎推荐技术的一种表现。

除上述应用之外，人工智能技术肯定会朝着越来越多的分支领域发展，在医疗、教育、金融、衣食住行等涉及人类生活的各个方面都会有所渗透。当然，人工智能的迅速发展必然会带来一些问题，如有人鼓吹人工智能万能，也有人说人工智能会对人类造成威胁，或者受市场利益和趋势的驱动，涌现大量与人工智能沾边的公司，但却没有实际应用场景，过分吹嘘概念。



图 1-10 人工智能的应用

思考与训练

一、简答题

1. 什么是人工智能？人工智能的研究目标是什么？
2. 人工智能的典型应用有哪些？



3. 人工智能发展经历了哪几个重要的阶段?
4. 试论述人工智能的三个学派各自的特点。
5. 人工智能有哪些重要的研究领域?

二、选择题

1. 根据机器智能水平由低到高, () 是正确的。
A. 计算智能、感知智能、认知智能 B. 计算智能、感应智能、认知智能
C. 机器智能、感知智能、认知智能 D. 机器智能、感应智能、认知智能
2. 人工智能发展有三大流派, 下列属于行为主义观点的包括 ()。
A. 行为主义又叫心理学派、计算机主义
B. 行为主义又叫进化主义、仿生学派
C. 行为主义立足于逻辑运算和符号操作, 把一些高级智能活动涉及的过程进行规则化、符号化的描述, 变成一个形式系统, 让机器进行推理解释
D. 基本思想是一个智能主体的智能来自它跟环境的交互, 与其他智能主体之间的交互可提升它们的智能
3. () 不是人工智能学派。
A. 符号主义 B. 认知主义 C. 联结主义 D. 行为主义
4. 神经网络由 () 演化而来。
A. 符号主义 B. 认知主义 C. 联结主义 D. 行为主义
5. 人工智能发展的第一个高潮是由 () 的。
A. 计算驱动 B. 数据驱动 C. 知识驱动 D. 常识驱动
6. 人工智能发展的第二个高潮是由 () 的。
A. 计算驱动 B. 数据驱动 C. 知识驱动 D. 常识驱动
7. 人工智能发展的第三个高潮是由 () 的。
A. 计算驱动 B. 数据驱动 C. 知识驱动 D. 常识驱动
8. 控制论学派属于 ()。
A. 符号主义 B. 认知主义 C. 联结主义 D. 行为主义

