

巍巍交大 百年书香
www.jiaodapress.com.cn
bookinfo@sjtu.edu.cn



策划编辑 高 锐
责任编辑 胡思佳
封面设计 张瑞阳

人工智能
(基础版)

人工智能 (基础版)

主 编 李立功 刘 淼

主编 李立功 刘 淼

人工智能
(基础版)

免费提供

*** 精品教学资料包

服务热线: 400-615-1233
www.huatengzy.com



扫描二维码
关注上海交通大学出版社
官方微信

ISBN 978-7-313-27127-3



9 787313 271273 >

定价: 42.00元

上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



人工智能

(基础版)

主 编 李立功 刘 淼

副主编 潘 磊 苏 敏 文丽丽



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书共分8个模块,内容涵盖了人工智能研究的多个领域和相关技术,包括认识人工智能、知识学习、机器学习、搜索策略、自然语言的理解、计算机视觉、专家系统、智能机器人。本书内容反映了人工智能发展的最新理论和技术成果。全书语言简明,结构合理,内容贴近实际,易于学生理解。

本书适合作为高等职业教育人工智能基础课程的教材,也可供对人工智能基础感兴趣的读者学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能:基础版 / 李立功,刘淼主编. — 上海:
上海交通大学出版社, 2022. 11(2024. 5)
ISBN 978-7-313-27127-3

I. ①人… II. ①李… ②刘… III. ①人工智能—高等职业教育—教材 IV. ①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 134724 号

人工智能(基础版)

RENGONG ZHINENG(JICHU BAN)

主 编:李立功 刘 淼

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

印 制:三河市骏杰印刷有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

字 数:290 千字

版 次:2022 年 11 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-27127-3

定 价:42.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:12.75

印 次:2024 年 5 月第 2 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如您发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0316-3662258

前言

PREFACE

人工智能(artificial intelligence, AI)作为一门前沿和交叉学科,已经走过了 60 多年的发展历程,其间有辉煌也有暗淡,但智能化始终是计算机科学、信息科学研究的目标和发展趋势,现在人工智能正处于更加深入的蓬勃发展阶段。

人工智能涉及的子领域和从事研究的学者范围非常广泛。当今,人工智能发展一日千里,研究成果和文献更是不计其数。为了让读者能够了解人工智能发展的现状,掌握人工智能研究的热点及基本原理和方法,对人工智能有个基本认识,编者编写了本书。

如今,我国大力发展 5G、大数据、云计算和人工智能等新技术,在高职教育领域,以人工智能为核心的跨学科专业如雨后春笋,如人工智能技术应用、智能控制技术、智能机器人技术、工业机器人技术等。本书旨在在全面讲述人工智能知识的基础上,培养学生通过人工智能解决问题的意识和思维方式,将人工智能应用到生活和学习中。

本书共分 8 个模块,内容涵盖了人工智能研究的多个领域和相关技术,包括认识人工智能、知识学习、机器学习、搜索策略、自然语言的理解、计算机视觉、专家系统、智能机器人,力求反映人工智能发展的最新理论和技术成果。全书语言简明,结构合理,内容贴近实际,易于学生理解。

本书由天津铁道职业技术学院李立功和刘淼担任主编,天津工业职业学院潘磊、天津铁道职业技术学院苏敏和天津交通职业学院文丽丽担任副主编。具体编写分工如下:模块 1 由李立功编写,模块 2、模块 3 和模块 6 由刘淼编写,模块 4 由文丽丽编写,模块 5 由苏敏编写,模块 7 和模块 8 由潘磊编写。

在编写本书的过程中,编者参阅了大量的相关资料,在此向相关作者表示诚挚的感谢。

由于人工智能技术发展日新月异,加之编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

目录

CONTENTS

模块 1 认识人工智能	1
1.1 人工智能概述	1
1.1.1 人脑与计算机大战	1
1.1.2 人工智能学派	2
1.1.3 人工智能的层次结构	5
1.2 人工智能的发展	6
1.3 人工智能的研究领域	11
1.3.1 问题求解与博弈	11
1.3.2 机器学习	11
1.3.3 模式识别	12
1.3.4 自然语言处理	12
1.3.5 智能机器人	13
1.3.6 专家系统领域	14
1.3.7 人工神经网络	15
1.4 人工智能的应用领域	15
模块 2 知识学习	24
2.1 与机器对话	24
2.1.1 知识的概念	25
2.1.2 知识的特征和知识表示分类	26
2.2 正确表示知识	27
2.2.1 产生式表示法	27
2.2.2 语义网络法	29
2.2.3 框架表示法	33
2.2.4 逻辑表示法	35
2.2.5 脚本表示法	38

模块3	机器学习	43
3.1	认识机器学习	43
3.1.1	机器学习的定义	43
3.1.2	机器学习的基本模型	44
3.1.3	机器学习与人类思考的类比	45
3.1.4	机器学习的分类	45
3.2	机器学习方法	47
3.2.1	决策树学习	47
3.2.2	贝叶斯算法	49
3.2.3	聚类算法	51
3.2.4	迁移学习	55
3.3	深度学习与神经网络	58
3.4	机器学习的应用	60
模块4	搜索策略	65
4.1	搜索策略的基本概念	65
4.1.1	认识 AI 中的搜索	66
4.1.2	状态空间表示法	66
4.1.3	与或树	67
4.2	状态空间的搜索策略	68
4.2.1	状态空间的一般搜索过程	68
4.2.2	广度(宽度)优先搜索	70
4.2.3	深度优先搜索	71
4.2.4	启发式搜索	73
4.3	与或树的搜索策略	75
4.4	博弈树的搜索策略	76
模块5	自然语言的理解	82
5.1	认识自然语言处理	82
5.1.1	从 Siri 到微软小娜	82
5.1.2	处理的主要范畴	86
5.1.3	自然语言处理的实际问题	89
5.1.4	自然语言处理的研究难点	91
5.2	自然语言处理技术	91
5.2.1	自然语言处理基础技术	91
5.2.2	自然语言处理应用技术	93

5.3 自然语言处理的应用	97
5.3.1 智能翻译系统	97
5.3.2 智能语音交互系统	98
模块 6 计算机视觉	102
6.1 认识计算机视觉	102
6.1.1 人脸识别简介	102
6.1.2 图像识别的研究现状	108
6.2 计算机视觉的技术原理	110
6.2.1 计算机视觉的模拟过程	110
6.2.2 图像识别中的浅层学习方法	112
6.2.3 图像识别中的深层学习方法	113
6.3 计算机视觉的应用	114
模块 7 专家系统	120
7.1 专家系统简介	120
7.1.1 专家系统的定义和特点	120
7.1.2 专家系统的类型和应用领域	121
7.1.3 专家系统的发展	124
7.2 专家系统的结构和工作原理	125
7.2.1 专家系统的结构	125
7.2.2 专家系统的工作原理	127
7.3 专家系统的开发过程	132
7.3.1 知识获取和知识工程	132
7.3.2 专家系统的设计	133
7.3.3 专家系统的评价	136
7.4 专家系统的应用	138
7.4.1 动物识别专家系统	138
7.4.2 MYCIN 专家系统	140
模块 8 智能机器人	149
8.1 认识智能机器人	149
8.1.1 机器人概述	149
8.1.2 机器人的发展	151
8.2 常见的机器人	153
8.2.1 生产能手——工业机器人	153
8.2.2 生活助手——服务机器人	157

8.2.3 快乐天使——娱乐机器人	159
8.2.4 战争骄子——军用机器人	166
8.3 机器人控制技术	174
8.3.1 机器人控制系统的特点和方式	174
8.3.2 机器人控制系统的主要功能、结构和工作原理	175
8.3.3 机器人的传感器	178
8.4 机器人的未来	186
8.4.1 人机竞争——未来机器人会抢你的饭碗	186
8.4.2 未来的机器人更懂你	188
参考文献	195

认识人工智能

本模块主要讲述人工智能学派之争和层次结构,通过介绍阿尔法围棋(AlphaGo)与职业围棋选手的世纪大战,剖析人工智能的概念;还介绍人工智能的发展史,大胆预测人工智能的未来方向;最后介绍人工智能的研究领域和应用领域。

通过本模块的学习,读者应达到以下学习目标:

- (1)了解人工智能的产生和当今应用的领域;
- (2)了解人工智能的定义、学派和层次结构;
- (3)了解人工智能研究的领域。

1.1 人工智能概述

1.1.1 人脑与计算机大战

2016年1月27日,国际顶尖期刊《自然》封面文章报道,谷歌(Google)公司开发的名阿尔法(AlphaGo)围棋的人工智能机器人,在没有任何让子的情况下,以5:0完胜欧洲围棋冠军、职业二段选手樊麾。在围棋人工智能领域,实现了一次史无前例的突破。

2016年3月9日到15日,AlphaGo挑战世界围棋冠军李世石的围棋人机大战五番棋在韩国首都首尔举行。比赛采用中国围棋规则,最终AlphaGo以4:1的总比分取得了胜利。

2016年12月29日晚到2017年1月4日晚,AlphaGo在弈城围棋网和野狐围棋网以Master为注册名,依次对战数十位人类顶尖围棋高手,取得60:0的辉煌战绩。

2017年5月23日到27日,在中国乌镇围棋峰会上,AlphaGo Zero以3:0的总比分战胜世界围棋冠军柯洁。在这次围棋峰会期间,AlphaGo还战胜了由陈耀烨、唐韦星、周睿羊、时越、聿昱廷五位世界冠军组成的围棋团队。

AlphaGo是第一个击败人类职业围棋选手、第一个战胜世界围棋冠军的人工智能机器

人。AlphaGo 用到了很多新技术,如神经网络、深度学习、蒙特卡洛树搜索(Monte Carlo tree search, MCTS)等,使其实力有了实质性的飞跃。

“黑暗森林”围棋软件的开发者田渊栋在网上发表分析文章说,AlphaGo 系统主要由策略网络(policy network)、快速走子(fast rollout)、价值网络(value network)和蒙特卡洛树搜索(MCTS)四个部分组成。策略网络是给定当前局面,预测并采样下一步的走棋;快速走子的目标和策略网络相同,但在适当牺牲走棋质量的条件下,速度要比策略网络快 1 000 倍;价值网络是给定当前局面,估计是白胜概率大还是黑胜概率大;蒙特卡洛树搜索是一种做出最优决策的方法,把以上四部分连起来就形成了一个完整的系统。

AlphaGo 的能力与以往版本不同,它不再需要数百万张人类围棋专家的棋谱,而是使用了全新的强化学习方法。系统一开始甚至并不知道什么是围棋,只是从单一神经网络开始,通过神经网络强大的搜索算法进行自我对弈。随着自我博弈的增加,神经网络逐渐调整,提升预测下一步的能力,最终赢得比赛。更为厉害的是,随着训练的深入,AlphaGo 团队发现,AlphaGo 还独立发现了游戏规则,并走出了新策略,为围棋这项古老游戏带来了新的见解。

AlphaGo 是通过两个不同神经网络“大脑”合作来改进棋艺的。这些“大脑”是多层神经网络,与 Google 图片搜索引擎识别图片在结构上是相似的。它们从多层启发式二维过滤器开始,去处理围棋棋盘的定位,就像图片分类器网络处理图片一样。经过过滤,13 个完全连接的神经网络层产生对局面的判断,这些层能够进行分类和逻辑推理。

在柯洁与 AlphaGo 的围棋人机大战三番棋结束后,AlphaGo 团队宣布 AlphaGo 将不再参加围棋比赛。AlphaGo 将进一步探索医疗领域,利用人工智能技术攻克现代医学中的种种难题。在现有医疗资源的情形下,人工智能的深度学习已经展现出了潜力,可以为医生提供辅助工具。实际上,对付人类棋手从来不是 AlphaGo 的目的,开发公司只是通过围棋来试探它的功力,而研发这一人工智能的最终目的是推动社会变革、改变人类命运。据悉,他们正积极与英国医疗机构和电力能源部门合作,以提高看病效率和能源效率。

1.1.2 人工智能学派

人工智能在发展过程中产生了很多学派,如符号主义、连接主义和行为主义。这些学派相辅相成,共同推进了人工智能的发展。

1. 符号主义

符号主义(逻辑主义、心理学派、计算机学派)认为人工智能源于数理逻辑。数理逻辑从 19 世纪末得以迅速发展,到 20 世纪 30 年代开始用于描述智能行为。计算机出现后,又在计算机上实现了逻辑演绎系统。其有代表性的成果为启发式程序 LT 逻辑理论家,它证明了 38 条数学定理,表明了可以应用计算机研究人的思维过程,模拟人类智能活动。符号主义如图 1-1 所示。

符号主义源于数理逻辑,其基本思想是:认为人的认知基元是符号,认知过程即符号操作过程;认为人是一个物理符号系统,计算机也是一个物理符号系统,因此,能用计算机来模拟人的智能行为。

符号主义认为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和知识推理。学派代表有纽厄尔、西蒙、爱德华·费根鲍姆等。

正是这些符号主义者,在 1956 年首先采用“人工智能”这个术语。后来发展了启发式算法—专家系统—知识工程理论与技术,并在 20 世纪 80 年代取得很大发展。符号主义曾长期一枝独秀,为人工智能的发展做出重要贡献,尤其是专家系统的成功开发与应用,为人工智能走向工程应用和实现理论联系实际具有特别重要的意义。在人工智能的其他学派出现之后,符号主义仍然是人工智能的主流派别。

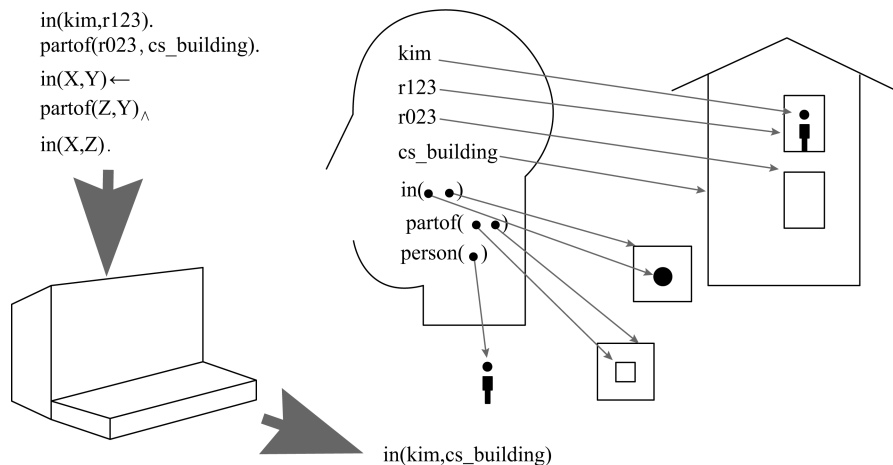


图 1-1 符号主义

2. 连接主义

连接主义认为人工智能源于仿生学,特别是对人脑模型的研究。它的代表性成果是 1943 年由生理学家麦卡洛克(McCulloch)和数理逻辑学家皮茨(Pitts)创立的脑模型,即 MP 模型,开创了用电子装置模仿人脑结构和功能的新途径。它从神经元开始,进而研究神经网络模型和脑模型,开辟了人工智能的又一发展道路。

20 世纪 60—70 年代,连接主义尤其是对以感知机(perceptron)为代表的脑模型的研究出现过热潮,但是由于受到当时的理论模型、生物原型和技术条件的限制,脑模型研究在 20 世纪 70 年代后期至 80 年代初期落入低潮。直到 Hopfield 教授在 1982 年和 1984 年发表了两篇重要论文,提出用硬件模拟神经网络后,连接主义才重新抬头。

1986 年,鲁梅尔哈特(Rumelhart)等人提出多层网络中的反向传播(BP)算法。此后,连接主义势头大振,从模型到算法,从理论分析到工程实现,为神经网络计算机走向市场打下基础。现在,对人工神经网络(ANN)的研究热情仍然较高,但研究成果没有像预想的那样好。连接主义如图 1-2 所示。

连接主义的原理依据为神经网络及神经网络间的连接机制与学习算法。连接主义认为思维基本是神经元,而不是符号处理过程。人脑不同于计算机,并提出连接主义的大脑工作模式,用于取代符号操作的计算机工作模式。

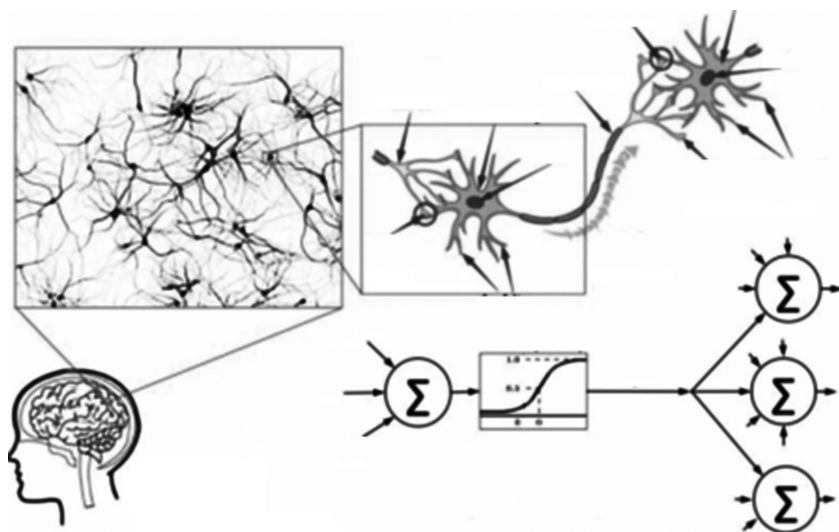


图 1-2 连接主义

3. 行为主义

行为主义(进化主义、控制论学派)认为人工智能源于控制论。控制论思想早在 20 世纪 40—50 年代就成为时代思潮的重要部分,影响了早期的人工智能工作者。维纳(Wiener)和麦卡洛克等人提出的控制论和自组织系统以及钱学森等人提出的工程控制论和生物控制论,影响了许多领域。控制论把神经系统的工作原理与信息理论、控制理论、逻辑以及计算机联系起来。早期的研究重点是模拟人在控制过程中的智能行为和作用,如对自寻优、自适应、自镇定、自组织和自学习等控制论系统的研究,并进行“控制论动物”的研制。

到 20 世纪 60—70 年代,控制论系统的研究取得一定进展,为智能控制和智能机器人的发展奠定了基础,并在 20 世纪 80 年代诞生了智能控制和智能机器人系统。行为主义是 20 世纪末才以人工智能新学派的面孔出现的。

行为主义的原理是控制论及感知-动作型控制系统。行为主义认为智能取决于感知和行动,提出智能行为的感知-动作模式。智能不需要知识、不需要表示、不需要推理;人工智能可以像人类智能一样逐步进化;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。

人工智能三大学派的优势和劣势对比如表 1-1 所示。

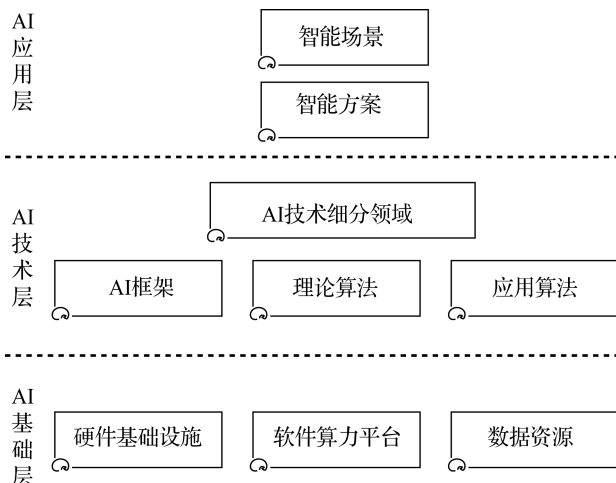
表 1-1 人工智能三大学派的对比分析

人工智能三大学派	知识表达	黑箱	特征学习	可解释性	是否需要大样本	计算复杂性	组合爆炸	环境启动	过拟合问题
符号主义	强	否	无	强	否	高	多	否	无
连接主义	弱	是	有	弱	是	高	少	否	有
行为主义	强	否	无	强	否	一般	一般	是	无

1.1.3 人工智能的层次结构

人工智能正在发展得无处不在,大多数人都在使用,如 Baidu 搜索、淘宝的推送以及各种新闻资讯的推送,苹果 Siri 每周处理 20 亿个自然语言请求,Android 手机上 20% 的请求是由语音识别的。现阶段,神经网络芯片、深度学习算法、大数据及云计算,四个催化剂使人工智能开始迅速发展。

人工智能的层次结构分为基础层、技术层和应用层,如图 1-3 所示。



人工智能产业
图谱

图 1-3 人工智能的层次结构

1. 基础层

基础层包括硬件基础设施、软件算力平台和数据资源,主要提供对数据或计算能力的支持,基础层部分技术已经走向成熟,但未来仍有很大的发展空间。

芯片方面主要以 NVIDIA 的 GPU 为主,不过更加适合深度学习的 FPGA 正在逐步崛起,其参与者现阶段主要是科技巨头和垂直领域公司,如 Intel、Microsoft、Xilinx 等。当然,各家公司尤其是科技巨头已开始研发人工智能专用芯片,但距离大规模商用还有一定距离。

在算法方面,深度学习的兴起不仅使机器学习迎来了新的发展浪潮,更成为人工智能开始迅速发展的催化剂之一。目前,虽然深度学习市场集中度较低,但由于深度学习算法公司在商业化项目落地方面的经验不足,未来将更可能被科技巨头收购,因此行业集中度有望持续提高。现阶段科技巨头更多的是选择收购优秀的深度学习公司来加速自己在深度学习领域的布局,如 Google 收购 DeepMind、Intel 收购 Mobileye、Nervana 等。

2. 技术层

技术层是进行关键技术的研究和相关应用,主要包括计算机视觉和语言及自然语言的处理。语音识别及图像识别技术已经比较成熟,识别准确率均已超过了人类极限,2017 年全球市场规模达到 112.4 亿美元,但动态识别及认知计算仍有较大的发展空间。科技巨头将语音识别技术作为其人工智能生态圈的重要技术;语音识别巨头基于语音识别技术开始外延扩张,打造其人工智能生态圈;图像识别和人脸识别技术相对成熟,但动态识别和认知

计算仍有较大发展空间。尤其是认知计算,非结构化数据为认知计算提供发展机遇的同时,也对机器学习算法提出了更高的要求。

3. 应用层

目前,人工智能技术已经在医疗、零售、金融、制造业等众多领域有了阶段性进展。未来随着政策的不断出台、资本的持续投入和技术的日益成熟,人工智能将有望迎来更多的落地应用。

据统计,2019年中国的人工智能企业数量就已经超过4 000家,位列全球第二。而我国的人工智能产业在数据和应用层方面的发展处于全球领先的位置。

2019年,北京旷视科技有限公司发布了以AI为基础的“加强版”城市物联网解决方案,从最初的单点布局发展至城市全景生态,正式升级为全栈解决方案打造者。全栈则意味着生态闭环已经形成,通过AI算法赋能云端、边缘端以及各类终端设备,旷视科技推出的协同、互联、全场景的解决方案,比原有的单点式布局操作更简单,效率更高,并且已经形成了全流程AI平台。

在2019年云栖大会的阿里云智能视频云分论坛上,阿里云首次对外发布了视频云V5技术。视联网,即通过技术在视频中创建以内容作为信息入口和服务入口的互联网新形态,核心产品为VideoAI视频智能系统和VideoOS开源操作系统。其中,VideoAI作为视联网整个生态的底层引擎,支撑视联网多维度发展,极链科技独创全序列采样,对视频内的场景、物体、人脸、品牌、表情、动作、地标、事件8大维度进行数据结构化,32轨迹流同时追踪,通过复合推荐算法将元素信息升级为情景信息,直接赋能各种商业化场景。

2019年,科大讯飞发布联合生态合作伙伴打造的家电行业专用语音芯片CSK400X系列。据介绍,CSK400X系列算力达到128 GOPS/s,通过深度神经网络算法解决家居中的噪声问题,支持200个唤醒词作为命令词。在语音识别方面,该芯片上植入了全栈语音能力,涵盖降噪、回声消除、语音分离、本地和云端语音识别、本地和云端语音合成,以及在线全双工交互能力。在应用方面,这款芯片应用于对家电智能模组的专门制定,功能丰富、效果领先、高性价比的定制化方案,能够让家电在很低的成本下集成和使用这些高水平的语音能力。

近些年,我国政府高度重视人工智能领域的技术进步与产业发展,国务院在《新一代人工智能发展规划》中提出了“到2030年,使中国成为世界主要人工智能创新中心”,人工智能市场前景广阔,预计到2025年人工智能应用市场总值将达1 270亿美元。算力、算法、数据和应用场景被称为人工智能行业发展过程中的四大要素,应用层则是技术商业化的集中体现。



我国人工智能
行业相关政策

1.2 人工智能的发展

1. 掣制硬件,人工智能的过去

人工智能的研究可以追溯到亚里士多德(三段论),莱布尼茨(把形式逻辑符号化,使得人们可以对思维进行运算和推理,奠定了数理逻辑的基础)、布尔(布尔代数)、弗雷格、罗素、哥德尔等人在数理逻辑方面的工作,McCulloch和Pitts的人工神经元模型,以及图灵的智

能计算等。

机器会思考吗？阿兰·图灵在 1950 年发表的论文《计算机器与智能》中第一行就提到这个问题。图灵被称为计算机科学之父，也是人工智能科学之父。二战期间，他的团队在 1943 年研制成功了被称为“巨人”的机器，用于破解德军的密码电报，这一贡献让二战提前两年结束，挽救了数千万人的生命。

阿兰·图灵对后世最大的理论贡献之一就是图灵机。如图 1-4 所示，盒子在带有符号的轨道上行进，读取轨道当前符号，然后根据盒子中的程序对当前符号和盒子中的数字进行计算，得到新的数字并记录到盒子中，盒子就会根据这个数字前进或后退，到达新的轨道位置后再次读取轨道上的符号进行计算，以此类推。

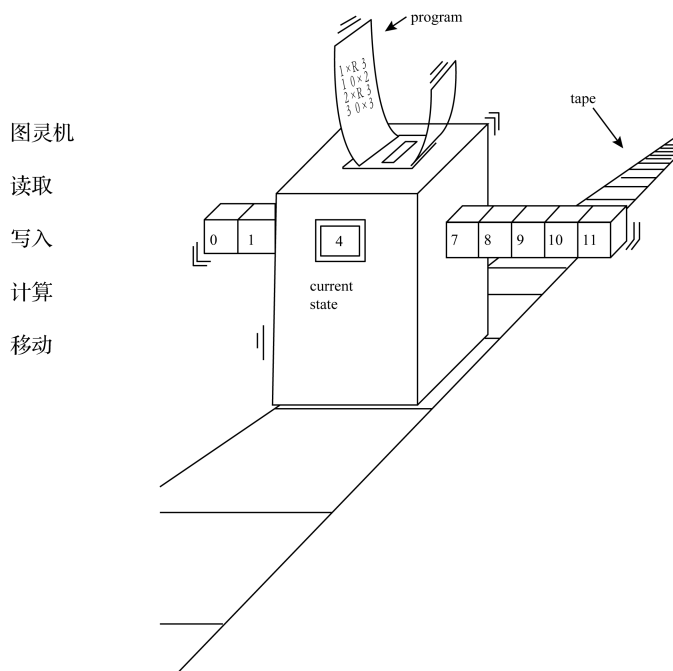


图 1-4 图灵机模型

简单地说，图灵机和平时玩的大富翁游戏差不多，区别在于大富翁游戏每次前进或后退是人们根据纸上的规则进行判断的，而图灵机的盒子可以自己进行判断，就仿佛具有智能的生物一样，可以自己不停地走下去，直到轨道上某个符号代表停止。

图灵机至今仍然是计算机软件程序的最基本架构，也是机器智能的开端。

阿兰·图灵的另一个伟大理论贡献是图灵测试，至今仍然被当作人工智能水平的重要测试标准之一。图灵测试是指人们通过设备和另外一个人聊天，可以是文字形式也可以是语音。如果 30% 的人认为是在和一个真人聊天，而对方实际是个机器，这个机器就通过了图灵测试，它就是具有智能的。以现在的计算机人工智能技术来说，30% 的比例定得有些低，近年来很多人工智能对话程序已经能够通过图灵测试。但在当时受制于硬件设备，没有机器能够通过这样的测试，图灵测试也仅是作为一个预言出现。图灵预言，在 20 世纪末，一定会有计算机通过“图灵测试”，如图 1-5 所示。

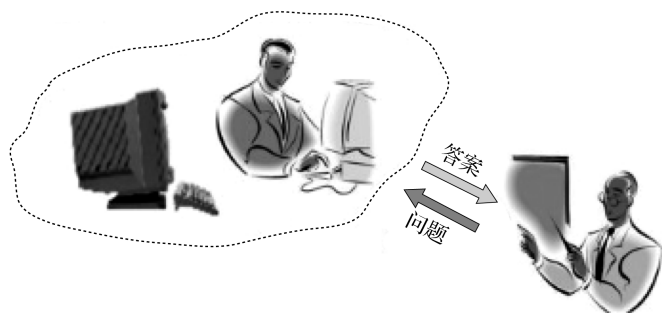


图 1-5 图灵测试

1956年8月,在美国达特茅斯学院中,约翰·麦卡锡(John McCarthy,LISP语言创始人)、马文·明斯基(Marvin Minsky,人工智能与认知学专家)、克劳德·香农(Claude Shannon,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)等科学家聚在一起,讨论着一个主题:用机器来模仿人类学习及其他方面的智能。

会议足足开了两个月的时间,虽然大家没有达成普遍的共识,但是为会议讨论的内容起了一个名字——人工智能。因此,1956年成为人工智能元年。图1-6所示为达特茅斯会议照片。会议提出,学习或智能的任何特性都能够被精确地加以描述,使得机器可以对其进行模拟。



图 1-6 达特茅斯会议照片

达特茅斯会议之后是大发现的时代。对很多人来讲,这一阶段开发出来的程序堪称神奇:计算机可以解决代数应用题,证明几何定理,学习和使用英语。大量成功的AI程序和研究方向不断涌现,研究学者认为具有完全智能的机器将在20年内出现并给出了如下预言:

(1)1958年,西蒙、纽厄尔:10年之内,数字计算机将成为国际象棋世界冠军,将发现并证明一个重要的数学推理。

(2)1965 年,西蒙:20 年内,机器将能完成人能做到的一切工作。

(3)1967 年,明斯基:一代之内,创造人工智能的问题将获得实质上的解决。

(4)1970 年,明斯基:在 3~8 年的时间里,我们将得到一台具有人类平均智能的机器。

然而那个年代虽然提出了一系列领先性的想法和一些具备人工智能特质的软件与算法,但是受制于硬件发展水平,运算速度、传感器、执行器等人工智能核心硬件并没有发展,特别是运算器、存储器的制约,导致真正的人工智能产品并没有面世。

2. 突破阈值,人工智能的现在

时至今日,人工智能的发展已经突破了一定的“阈值”。与前几次的热潮相比,这一次的人工智能来得更“实在”,这种“实在”体现在不同垂直领域的性能提升和效率优化。计算机视觉、语音识别、自然语言处理(natural language processing)的准确率都已不再停留在“过家家”的水平,应用场景也不再只是一个新奇的“玩具”,而是逐渐在真实的商业界扮演起重要的支持角色,它影响着人类生活的方方面面,如图 1-7 所示。

(1)人工智能对自然科学的影响。在需要使用数学计算机工具解决问题的学科,AI 带来的帮助不言而喻。更重要的是,AI 反过来有助于人类最终认识自身智能的形成。

(2)人工智能对经济的影响。专家系统更深入各行各业,带来巨大的宏观效益。AI 也促进了计算机工业和网络工业的发展,但同时带来了劳务就业问题。由于 AI 在科技和工程中的应用,能够代替人类进行各种技术工作和脑力劳动,会造成社会结构的剧烈变化。

(3)人工智能对社会的影响。AI 也为人类文化生活提供了新的模式。现有的游戏将逐步发展为更高智能的交互式文化娱乐手段,今天,人工智能应用已经深入各大游戏制造商的开发中。

伴随着人工智能和智能机器人的发展,不得不讨论的是,人工智能本身就是超前研究,需要用未来的眼光开展现代科研,因此很可能触及伦理底线。作为科学研究可能涉及的敏感问题,需要针对可能产生的冲突及早预防,而不是等到问题、矛盾到了不可解决的地步才去想办法化解。

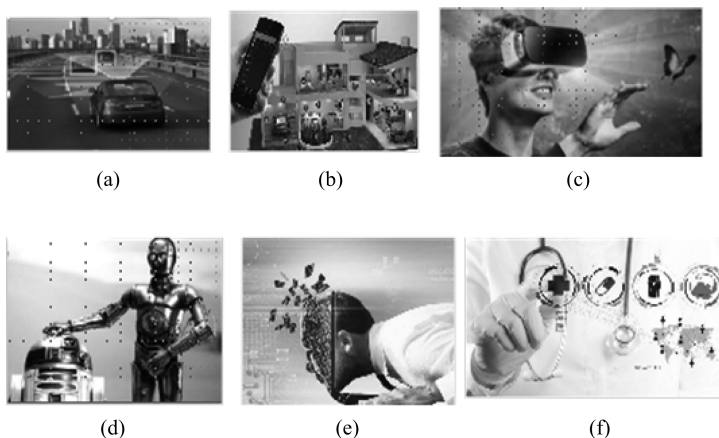


图 1-7 AI 的应用场景

(a)无人驾驶 (b)智能家居 (c)虚拟现实 (d)智能机器人 (e)智能投顾 (f)智能医疗

3. 黄金时代,人工智能的未来

2018年,在世界互联网大会上,百度公司创始人、董事长兼 CEO 李彦宏说,互联网时代和人工智能时代是两个不同的时代,过去 20 年人类社会走在互联网时代,但是未来 30~50 年应该是人类进入人工智能的时代。

人工智能是新一轮科技革命及产业革命重要的着力点,人工智能的发展对国家经济结构的转型升级有着重要的意义。虽然人工智能已经发展了 60 多年,涉及许多领域,但就目前的情况而言,人工智能发展过程中还有许多问题亟待解决,未来还有很长的路要走。

人工智能已经发展了很长时间,它在未来的发展问题是该学科有关研究人员讨论的重点,从现阶段的发展情况来看,未来人工智能可能会朝着以下几个方向发展:

(1)更好地为人类服务。人工智能本质上是模拟人的意识、思维的信息过程。虽然未来的机器人能够像人类一样思考,但总体而言,并不能完全与人类的思维保持一致,人工智能主要还是以为人类服务为主。例如,北京明洋盛世网络科技有限公司自主研发的云应 AI 智能语音机器人,专为电销、客服而生,它就是通过大脑神经算法,模拟真人给客户打电话介绍并推销自己的产品,主动将意向客户分类后方便后期跟进,云应 AI 机器人最大的特点就是,它可以不休息,不会因客户态度而影响心情和销售,可以快速地筛选出意向客户,帮助企业提高效率、节省人工成本,让电销公司不再为招人难、留人难、培训难、人员销售话术水平参差不齐而发愁。在这种情况下,人类需要树立终身学习的思想,不断充实自己,以免过分依赖人工智能。

(2)与人类平等。一旦人工智能具有人类的基本特征,它们拥有自己的感情,人类就不能将其作为自己的所属物,肆意地要求人工智能为自己提供各种服务,否则,必然会掀起一场关于人权的争论。在这种情况下,人类可能会与人工智能处于平等地位,从物种进化理论而言,“物竞天择,适者生存”,这也就意味着人类中学习能力较弱、对环境适应性较差者在未来的演化过程中会被大自然淘汰。与人类相比,人工智能的学习能力非常强,人类受到各种因素的影响,存在着许多消极心理,如懒惰、依赖性强等,在这种情况下,人类比较容易被人工智能淘汰,人类在发展过程中需要付出更多的努力,不断挖掘自身的潜力,才能够维持与人工智能的平等地位。

(3)毁灭人类。任何科学技术的发展都具有一定的风险,人工智能发展过程中可能会出现无法预测的质变,导致人工智能拥有与人类完全一致的思维方式,超过人类的智慧,易出现违反人类道德但与逻辑相符的情况。这必然会对人类的发展带来严重的危机。现阶段,许多科幻电影中已经出现了这样的剧情,面对高智慧型的人工智能,人类完全处于下风,最终可能会导致人类灭绝。例如,电影《终结者》《机械公敌》中智能机器人试图取代人类;VR(虚拟现实)游戏系统赋予游戏的主机 AI 系统,过于智能化的系统可能将人类困在 VR 世界中无法返回现实。除此之外,还有一种可能,即人类依赖于人工智能的便利,产生严重的依赖心理,最终许多基本的生产能力丧失,导致人类毁灭。

人工智能属于全世界科研发展的前沿技术,与信息技术、计算机技术、精密制造技术、互联网技术密切相关,对各行业、各领域的发展都有一定的影响,在人工智能发展过程中要认真、深刻地研究其未来的发展方向。

1.3 人工智能的研究领域

人工智能涉及的研究非常多,也在各个领域取得了丰硕的成果。本节从几个主要研究领域进行介绍,使读者对人工智能这门学科有一个总体认识。

1.3.1 问题求解与博弈

人工智能最早的应用实践是求解难题(problem solving)和下棋程序。下棋是一种博弈(game playing)问题。博弈问题还包括打牌、游戏和战争等竞争性智能活动,即使己方获胜,敌方失败。问题求解和博弈都是指通过搜索的方法寻找目标解的一个合适操作序列,并满足问题的各种约束。它们面对的大多是良结构问题。但是这些良结构问题一般有巨大的搜索空间,导致虽然在理论上可以用穷举法找到最优解,但是由于现实时空约束而不可能得到最优解。简而言之,其核心研究就是搜索技术。

人工智能中的搜索系统一般由全局数据库、算子集和控制策略三部分组成。

(1)全局数据库包含与具体任务有关的信息,用来反映问题的当前状态、约束条件及预期目标。所采用的数据结构因问题而异,可以是逻辑公式、图、特性表,也可以是数组、矩阵等一切具有陈述性的断言结构。状态分量的选择应该满足独立性、必要性和充分性。各个分量不同的取值组合对应着不同的状态,但并不是所有的状态都是求解所需要的。问题本身所具有的约束条件可以帮助除去那些非法的状态和不可能出现的状态,而保留在数据库中的是问题的初始状态、目标状态和中间状态。

(2)算子集,也就是操作规则集,用来对数据库进行操作运算。数据库中的知识是叙述性知识,而操作规则是过程性知识。算子一般由条件和动作两部分构成。条件给定了适用算子的先决条件,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)控制策略用来决定下一步选用哪一个算子并在何处应用。控制策略一般从算子集中选择最有希望导致目标状态或最优解的算子,施加到当前状态上,否则,可能会引起组合爆炸、降低求解效率甚至求解失败。

搜索技术的难点在于寻找合理、有效的启发式。本书将在模块4中详细介绍各种搜索策略。

1.3.2 机器学习

学习是人类和某些高级动物所具有的重要智能行为,学习能够使人们不断地吸收新的知识,总结经验,改正错误,提高解决问题的能力。因此,知识是智能的基础,要使计算机具有智能,就必须使它具有知识。通常有两种方法使计算机具有知识:一种是人们把有关知识归纳、整理在一起,并用计算机可接受、处理的方式输入计算机中,这就是编程;另外一种则是使计算机自身具有学习能力,它可以直接向书本学习,也可以在实践中不断总结经验、吸取教训,实现自身的不断完善,这就是人工智能。后一种方式通常称为机器学习(machine learning, ML)。

机器学习的研究是根据生理学、认知科学等对人的学习机理的理解,建立人类学习过程的计算模型,发展各种学习理论和学习方法,开发通用的学习算法,建立面向任务的、具有一

定应用的学习系统。1980 年在美国卡内基梅隆大学召开第一届机器学习研讨会以来,机器学习的研究工作取得了快速发展,成为人工智能学科的中心课题之一。

经过几十年的发展,机器学习已经形成了许多学习方法,如监督学习、非监督学习、机械学习、发现学习、类比学习、事例学习、遗传学习等。

目前,机器学习领域的研究工作主要围绕以下几个方面进行:

- (1) 面向任务的研究,研究和分析改进一组预定任务的执行性能的学习系统。
- (2) 认知模型的研究,研究人类学习过程并进行计算机模拟。
- (3) 理论性分析的研究,从理论上探索各种可能的学习方法和独立于应用领域的算法。

1.3.3 模式识别

机器感知是机器智能的一个重要环节,是机器获取外部信息的基本途径。模式识别(pattern recognition)是指用计算机对表征事物或现象的各种形式的信息进行分析和处理,以对它们进行描述、辨认、分类和解释的过程。模式分抽象和具体两种形式。抽象模式包括概念思想、意识等,对其的识别属于心理、认知及哲学等学科的研究范畴。这里研究的模式指的是具体模式,即指文字、符号、图形图像、语言声音及传感器信息等。

因此,这里所说的模式识别是狭义的模式识别,它是人和生物的感知能力在计算机上的模拟与扩展。图 1-8 所示为模式识别的一般过程,其中,虚线下部是学习训练过程,虚线上部是识别过程。

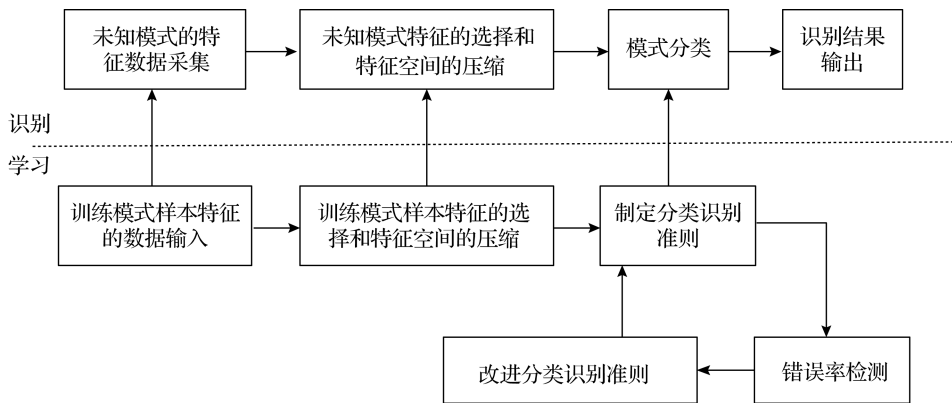


图 1-8 模式识别的一般过程

经过多年的研究,模式识别已发展成为一门独立的学科,其应用也十分广泛,成为当代高科技研究的重要领域之一。模式识别在诸如信息、遥感、医学影像、安全、军事等方面都取得了成功的应用,对科学技术的发展产生了深远的影响,中国科学院院士宋健曾说:“以人工智能和模式识别为带头的这门新学科,将为人类迈进智能化时期做出奠基性贡献。”

1.3.4 自然语言处理

自然语言处理是人工智能中一个看似简单,但实际上十分困难的研究课题。它一方面是语言信息处理的一个分支,另一方面又是人工智能的核心领域之一。自然语言处理主要研究人类如何使用本民族所熟悉的语言(如汉语、英语、法语等)同计算机进行信息交流,探

讨人类自身的语言能力和思维活动本质的技术。这在当前新技术革命浪潮中占有十分重要的地位。研究第五代计算机的主要目标之一,就是要使计算机具有理解和运用自然语言的功能。

用自然语言与计算机进行通信,这是人们长期以来所追求的目标。要实现人机之间的自然语言通信,意味着要使计算机既能理解自然语言文本的意义,又能以自然语言文本来表达给定的意图、思想等。前者称为自然语言理解,后者称为自然语言生成。因此,自然语言处理大体包括自然语言理解和自然语言生成两个部分。历史上对自然语言理解研究得比较多,而对自然语言生成研究得较少,但这种状态近年来已有所改变,尤其是在机器翻译领域,新研制出来的智能翻译软件基本上达到了人类专业翻译的水平。

具体来讲,自然语言处理要达到以下三个目标:

(1)计算机能正确理解人们用自然语言输入的信息,并能正确回答输入信息中的有关问题。

(2)对输入的信息,计算机能产生相应的摘要,能用不同词语复述所输入信息的内容。

(3)计算机能把用某种自然语言表示的信息自动地翻译为另一种自然语言。

1.3.5 智能机器人

智能机器人(intelligent robots)是指能够模拟人类行为的、可再编程序的多功能操作装置。智能机器人是人工智能中视觉感知系统、问题求解系统、计划产生系统等领域中技术的综合应用成果。因此,它可被当作人工智能理论、方法、技术的试验场地,同时,对智能机器人的研究又极大地推动了人工智能研究的发展。

自 20 世纪 60 年代初研制出尤尼梅特和沃沙特兰这两种机器人以来,机器人的研究已经从低级到高级经历了三代的发展历程。

第一代机器人是程序控制机器人,它完全按照事先装入机器人存储器中的程序安排的步骤进行工作,并不具有智能,通常以工业中的机械臂的形式存在。

第二代机器人的主要标志是自身配备有相应的感觉传感器,它可以对传感器采集到的信息进行一定的处理,并具有简单的判断功能,能随着环境的变化而改变自己的行为,故称为自适应机器人。

第三代机器人是智能机器人,它具有感知环境的能力,能从外部环境中获取有关的信息,具有思维能力,能对感知到的信息进行处理,以控制自己的行为;具有作用于环境的行为能力,能通过传动机构执行思维机构下达的相应命令。

具体来讲,智能机器人应该具有以下两方面的功能:

(1)模式识别。给机器人配备视觉、听觉及触觉传感器,使其能够识别外界环境中的各种信息,从而实现信息的输入。

(2)运动协调推理。机器人的运动协调推理功能是依赖于感觉驱动的。感觉是机器人接受外界的刺激,而运动则是机器人的行动。这两者之间的关系在本质上构成了一个标准的产生式系统。

总之,智能机器人的研制不但涵盖所有的人工智能技术,而且涉及其他众多学科和领域,其能力和水平已经成为人工智能技术水平甚至人类科学技术



智能机器人的应用

综合水平的代表和体现。

1.3.6 专家系统领域

专家系统(expert system)是人工智能领域中的一个重要分支。专家系统是一类具有专门知识的计算机智能软件系统。该系统对人类专家求解问题的过程进行建模,对知识进行合理表示,然后运用推理技术来模拟通常由人类专家才能解决的问题,达到具有与专家同等解决能力的水平。目前,专家系统在各个领域已经得到广泛应用,如医疗诊断专家系统、故障诊断专家系统、资源勘探专家系统、贷款损失评估专家系统、农业专家系统和教学专家系统等。

专家系统把知识与系统中的其他部分分离开来,其强调的是知识而不是方法。专家系统必须包含领域专家的大量知识,拥有类似人类专家思维的推理能力,并能用这些知识来解决实际问题。因此,专家系统是一种基于知识的系统(knowledge based system)。基于知识的系统设计方法以知识库和推理机为中心而展开。在这一点上,专家系统不同于通常的问题求解系统。

专家系统通常由知识库、推理机、综合数据库、解释器、人机交互界面和知识获取等部分构成。

(1)知识库用来存放专家提供的知识。知识库是专家系统质量是否优越的关键,即知识库中知识的质量和数量决定着专家系统的质量水平。一般来说,专家系统中的知识库与专家系统程序是相互独立的,用户可以通过改变、完善知识库中的知识内容来提高专家系统的性能。

(2)推理机针对当前问题的条件或已知信息,反复匹配知识库中的规则,产生新的结论,以得到问题的求解结果。推理方式可以有正向推理、反向推理,也可以将二者混合起来。正向推理方式是用已知条件和结论与前件相匹配从而得到结论。反向推理则先假设一个结论成立,再检查其前件是否满足。推理机实际上模拟了专家解决问题的思维过程。

(3)综合数据库专门用于存储推理过程中所需的原始数据、中间结果和最终结论,往往是作为暂时的存储区。

(4)解释器能够根据用户的提问,对结论、求解过程做出说明,从而使专家系统更具有易用性。

(5)人机交互界面是系统与用户进行交流时的界面。通过该界面,用户可输入基本信息、回答系统提出的相关问题,并输出推理结果及相关的解释等。

(6)知识获取是指采集知识并把知识输入知识库的过程。通过知识获取可以扩充和修改知识库中的内容,也可以实现自动学习功能。不过,目前的专家系统基本上是依赖知识工程师获取和输入知识的,还不能像人一样自主地从原始数据中发现和提取知识,然后自主地扩充和维护知识库。

使用专家系统的基本工作流程为:用户通过人机交互界面向系统提交求解问题和已知条件。推理机根据用户输入的信息和已知条件与结论对知识库中的规则进行匹配,并按照推理模式把生成的中间结论存放在综合数据库中。如果系统得到了最终结论,则推理结束,并将结果输出给用户。如果在现有条件下系统无法进行推理,则会要求用户提交新的已知条件或直接宣告推理失败。最后,系统可根据用户要求对推理结论进行解释。

目前的专家系统研究中主要存在以下问题:知识获取依赖知识工程师,需要大量人工处理。当面对海量信息时,如何提取有效知识,如何自主地获取知识是专家系统研究中公认的瓶颈问题。不确定性知识和常识性知识的表示方法、规则、框架、网络等不同知识形式的统一表示和管理也是一大难题。

1.3.7 人工神经网络

人工神经网络(artificial neural network)简称神经网络(neural network),是以联结主义研究人工智能的方法,以对人脑和自然神经网络的生理研究成果为基础,抽象和模拟人脑的某些机理、机制,实现某方面的功能。美国学者 Hecht Nielsen 对人工神经网络的定义是:人工神经网络是由人工建立的以有向图为拓扑结构的动态系统,它通过对连续或断续的输入进行状态响应而进行信息处理。

人工神经网络是人工智能研究的主要途径之一,也是机器学习中非常重要的一种学习方法。人工神经网络可以不依赖数字计算机模拟,用独立电路实现,极有可能产生一种新的智能系统体系结构。除此之外,人工神经网络还有很多其他方法无法代替的独特优点。

(1)可以任意逼近任何复杂的非线性关系。这从理论上保证了人工神经网络具有强大的计算能力。

(2)具有自适应、自学习和自组织能力。人工神经网络一般直接从原始数据进行学习,将学习结果以网络参数(权值)的形式存储下来。这使得人工神经网络可以通过自己生成未知的非线性关系来处理复杂的问题。也就是说,仅仅根据对数据的观察就能得到解决问题的方法。这一点充分模拟了人类学习和创新的能力。

(3)所有信息都存储于网络内的各神经元,个别神经元失效不会对整个系统造成致命影响。所以人工神经网络有很强的鲁棒性和容错性。这点远非现在的冯·诺伊曼计算机体系结构所能比拟的。

(4)具有并行运算的本质,可以快速解决复杂问题,或者得到优化解。

(5)具有联想存储功能。联想功能是人类思维,尤其是形象思维的重要特征。用人工神经网络能够方便地实现联想功能,在模式识别方面有重要应用。

现在,一般认为人工神经网络比较适用于特征提取、模式分类、联想记忆、低层次感知和自适应控制等很难应用严格解析方法的场合。目前,人工神经网络研究主要集中在以下几个方面:

(1)利用神经生理与认知科学研究人类思维及智能机理。

(2)利用神经基础理论的研究成果,用数理方法探索功能更加完善、性能更加优越的神经数理理论,如神经网络动力学和非线性神经场等。

(3)对人工神经网络的软件模拟和硬件实现的研究。

(4)人工神经网络在各个领域(如模式识别、信号处理、知识工程、专家系统、优化组合和机器人控制等)中应用的研究。

人工神经网络研究一方面向其自身综合性发展,另一方面与其他领域的结合也越来越密切,以便于发展出性能更强的结构,更好地综合各种神经网络的特色,增强神经网络解决问题的能力。

1.4 人工智能的应用领域

1. 人工智能技术在泛安防领域的应用

随着安防从传统的被动防御向主动判断和预警发展,用户面对海量的视频数据,已无法

简单利用人海战术进行检索和分析,需要利用人工智能实时分析视频内容,探测异常信息,进行风险预测。

安防领域涉及的范围较广,小到关系个人、家庭,大到与社区、城市、国家安全息息相关。目前,智能安防类产品主要有四类:人体分析、车辆分析、行为分析和图像分析;在安防领域的应用主要通过图像识别、大数据及视频结构化等技术进行作用;从行业角度来看,主要在公安、交通、楼宇、金融、工业、民用等领域应用较广。

据统计,安防领域视频监控占比近 90%,中心侧份额最大。出入口控制的主要产品(如人脸识别闸机、门禁等)门槛较低,与监控人脸识别具备相通之处,因此绝大部分安防产品与解决方案提供商均涉足这部分业务,其市场较大。图 1-9 所示为 2018 年 AI+安防软硬件细分市场占比图。

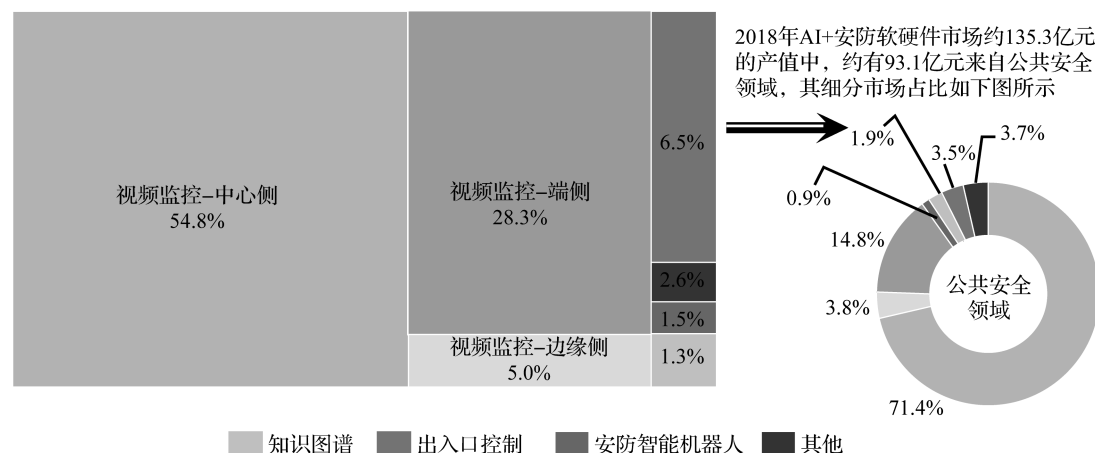


图 1-9 2018 年 AI+安防软硬件细分市场占比

2. 人工智能技术在医疗健康领域的应用

近年来,人工智能技术与医疗健康领域的融合不断加深,随着人工智能领域、语音交互、计算机视觉和认知计算等技术的逐渐成熟,人工智能的应用场景越发丰富,人工智能技术也逐渐成为影响医疗行业发展、提升医疗服务水平的重要因素。其应用技术主要包括:语音录入病历、医疗影像辅助诊断、药物研发、医疗机器人、个人健康大数据的智能分析等。

2011 年,IBM 公司发布了一款名为 Watson(沃森)的超级医生助手,这是一套具有人工智能技术的超级计算机系统,这部计算机拥有大规模并行的 2 880 个处理器核芯,装载了 15 TB 的数据库,这些数据包括病人的临床表现、实验室检查、治疗方案等,它能够为医生提供很好的疾病诊断及治疗决策支持。Watson 的工作过程实际上是一个完整的大数据分析过程,是医疗健康大数据的成功应用,也是一个医疗数据的分析过程,包括自然语言理解、找到证据并进行判断三个主要环节和能力。

2012 年,Watson 通过了相当于美国执业医师资格评定标准的考试。之后,它在美国 MSKCC(斯隆-凯特琳癌症中心)接受了 4 年多的医学训练,成为拥有世界顶级肿瘤学专业知识和肿瘤治疗知识的认知平台。目前,Watson 已收录了肿瘤学研究领域的 42 种医学期刊、临床试验的 60 多万条医疗证据和 200 万页文本资料。它每秒钟能处理超过 500 GB 的

数据,相当于几秒之内就可以筛选数十年癌症治疗历史中的 150 万份患者记录,包括病历和患者治疗结果。通过对病人全息视图的分析解读,可以提供精确、详细的治疗方案,并辅以严肃的临床证据、用药以及不良反应等大数据,是一个典型的医疗辅助工具。2015 年,IBM 收购了 Merge Technologies, Watson 又具备了识别影像资料的能力。这次收购同时为 Watson 带来了 30 亿张影像片子,这大大地充实了它的知识库。

医疗健康是个慢行业,中国 AI 医学影像的商业化于 2019 年起步,到 2022 年市场规模达到 9.7 亿元,在已定级医院中总付费渗透率达 5%,在三级医院和二级医院的总付费渗透率达到 8%,期间若产品功能取得突破性进展则有更大发展空间。此前,AI 医学影像基本采用三甲医院试用合作的模式,2019 年后逐步推进产品收费。随着分级诊疗的推进和市场对 AI 认知的提升,2020 年年底至 2021 年部分产品获得 CFDA 三类医疗器械认证,同年二级医院客户数量首次超过三级医院。目前主要有以下三种收费模式:

(1)将 AI 医学影像嵌入云 HIS 或云 PACS 中,打包售卖,由于现阶段 AI 产品商业化存在产品功能还未完全直击客户痛点的情况,医院客户较多使用的是免费 AI,与云服务结合可将 AI 作为收费模块。

(2)将 AI 作为服务单独提供,其优势在于相较于云服务,软件开发形式更符合医院采购习惯。

(3)与影像设备厂商合作提供具有 AI 功能的医疗影像设备,收取一定分成,这种形式较难提供完整的拍片-阅片智能解决方案,需要重新申报 CFDA 审批认证,目前落地较少。

目前市场中主要有 AI 企业、医疗信息化厂商、科技巨头、医疗影像设备厂商等几类厂商。如图 1-10 所示是 2019—2022 年中国 AI 医学影像市场规模。

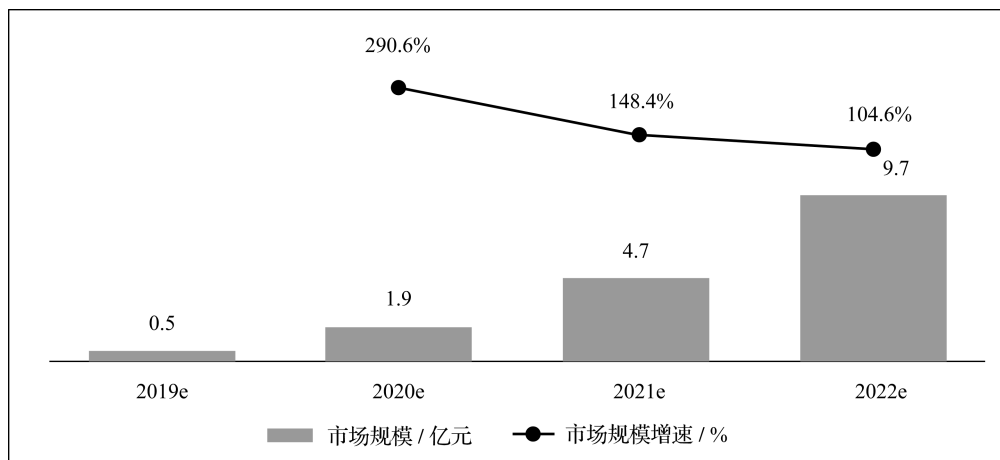


图 1-10 2019—2022 年中国 AI 医学影像市场规模

3. 人工智能技术在教育领域的应用

经过多年的发展,随着用户对在线教育的接受度不断提升、在线付费意识逐渐养成以及线上学习体验和效果的提升等因素影响,中国在线教育的市场规模与用户数量已进入初步成熟阶段。据统计,2018 年中国在线教育市场规模达 2 517.6 亿元,付费用户数量超过 1.35

亿人,人工智能技术进入教育领域后,市场上涌现出大量专注于“AI+教育”的新型教育机构,在线教育企业也在已有业务线基础上引入人工智能技术以提升教学效率、拓展商业模式。艾瑞认为,目前在线教育中与人工智能技术相关的业务规模已超过 120 亿元,在 AI 技术不断发展及教育领域 AI 落地成熟度持续提升的背景下,2022 年与人工智能技术相关的在线教育业务规模超过了 700 亿元。

图 1-11 所示为 2018—2022 年中国在线教育及 AI 相关业务规模情况。

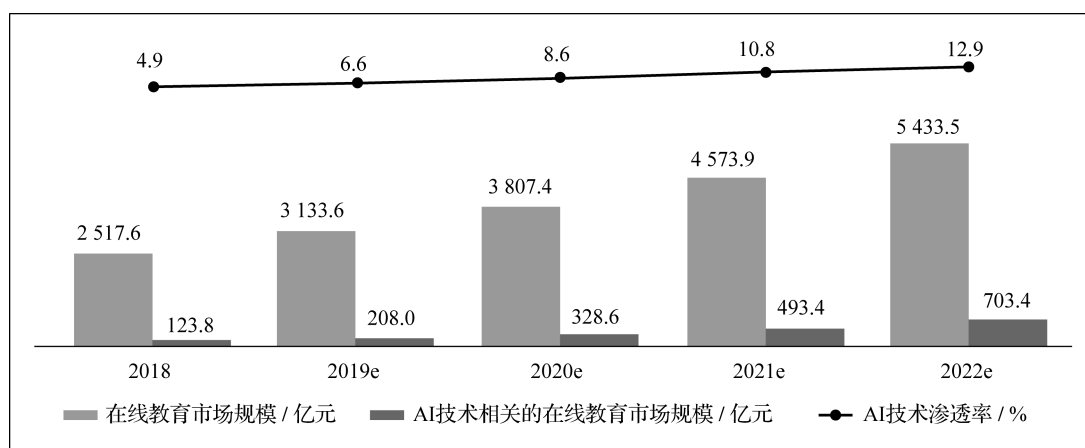


图 1-11 2018—2022 年中国在线教育市场规模及 AI 相关业务规模情况

4. 人工智能技术在数字营销领域的应用

AI 的引入弥补了传统数字化营销的不足,随着营销产业的不断发展,传统的营销模式渐显不足,在用户时间碎片化的前提下,广告 ROI 效果不理想、目标用户不清晰等问题被不断放大,同时病毒式的投放方式以及单一的内容形式也必然会让用户产生审美疲劳,降低对广告的体验和兴趣,媒资与流量管理的效率亟待提升。人工智能针对上述问题,通过技术与营销环节相结合,在提供更加充实的用户特征以及创意内容的同时,对投放的策略和形式进行优化,提升引流、集客、转化效果,图 1-12 所示为 AI+数字营销的核心价值。

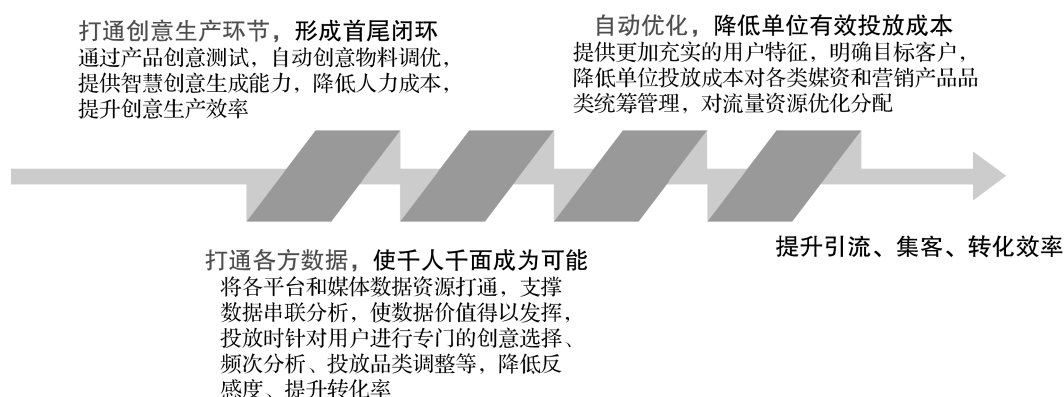


图 1-12 AI+数字营销的核心价值

5. 人工智能技术在城市交通领域的应用

近年来,随着机动车数量快速增长,交通拥挤、交通管理、事故救援等问题已成为城市发展中的重要难题,智慧交通作为智慧城市的重要组成部分,交通智能化成为重点突破的对象。智慧交通系统的运用可以有效地提高交通效率、缓解城市交通压力、降低交通事故率,从而使智慧城市的建设更加完整与全面。

随着计算机的普及和互联网技术的高速发展,人工智能技术逐渐得到了广泛的关注和应用,这些人工智能技术在给人们的出行带来诸多便利的同时,也对城市交通的发展产生了深远影响。

2016 年,应用人工智能技术的交通大脑出现,使交通管控系统正式步入智能化时代。交通大脑实质是囊括数据采集平台、数据分析平台、数据建模平台和决策平台的 PaaS 云服务。图 1-13 所示为交通大脑应用流程图。通过对城市交通场景中众多传感器采集的数据信息进行关联性处理,建立数据库,由机器学习对信号灯管控、车流诱导等问题进行建模,联动信号灯控制系统和手机地图软件等,输出最佳解决办法。

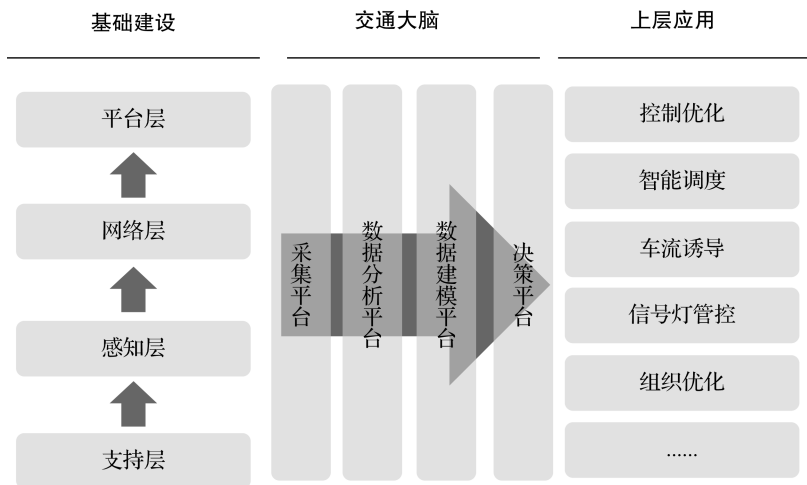


图 1-13 交通大脑应用流程图

AI小百科

图灵与人工智能

图灵大概是第一个对智能做出深刻思考的智者。他 1936 年的文章“可计算的数”奠定了计算机科学的理论和实践基础,也把相关的哲学思考推进了一大步,哲学家蒙克(Ray Monk)把他列为有史以来最伟大的十位哲学家之一。图灵 1950 年在哲学杂志《心》(Mind)上发表的文章《计算机器与智能》是传世之作,“人工智能”这个词组的出现和达特茅斯会议有关。英国学术圈在 1956 之前和之后的很长一段时间一直在用“机器智能”的说法,这和图灵 1950 年的文章有关。一般认为,这篇文章是这个学科的源头。但后来发现图灵 1948 年在英国国家物理实验室(NPL)写过一个内部报告,题为“智能机器”,其中提到了“肉体智能”(embodied intelligence)和“无肉体智能”(disembodied intelligence)的区分。机器人学家布

鲁克斯(Rodney Brooks)认为图灵 1948 年的报告比图灵 1950 年的文章更加重要,它从某种意义上预示了后来符号派和统计派之争。

图 1-14 所示为阿兰·图灵(1912—1954)的照片,他于 1912 年 6 月 23 日出生在伦敦帕丁顿的疗养院。图灵是一位英国数学家,他是计算机科学史上杰出的人物;他对人工智能的贡献在于著名的为测试人工智能开发的图灵测试,他试图解决人工智能中有争议的问题,如“计算机是否有智能”,由此制定了这个测试。在理论计算机科学中,有一门课程是研究图灵机的计算模型。图灵机是一个捕捉计算本质的数学模型。它的设计旨在回答这个问题:函数可计算意味着什么?读者应该理解,在第一台数字计算机出现的七八年前,图灵就在本质上讨论了使用算法来解决特定问题的概念。

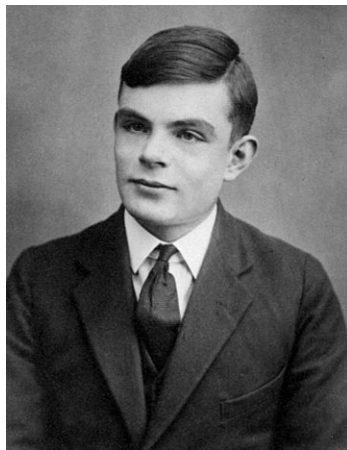


图 1-14 阿兰·图灵

1940—1944 年,德国飞机在英国丢下了近 20 万吨炸弹:在伦敦外的布莱奇利公园,图灵带领一队数学家破解德国密码——恩尼格玛密码(Enigma code)。他们最终用恩尼格玛密码机破解了密码。这个设备破译了发送到德国船只和飞机的所有军事命令的密码。图灵小组的成功在盟军的胜利中发挥了巨大的作用。

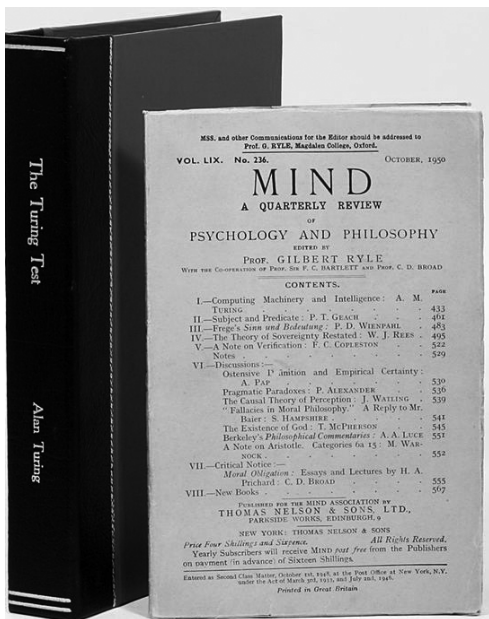


图 1-15 图灵的论文

图灵发明了存储程序概念,这是所有现代计算机的基础。1935 年之前,他就已经描述了一台具有无限存储空间的抽象计算机器。它有一个读取头(扫描器),来回移动于存储空间,读取存储在存储空间中的程序指定的符号。这一概念称为通用图灵机(Universal Turing Machine)。

图灵很早就对如何组织神经系统促进大脑功能提出了自己的见解:Craig Webster 在其文章中阐释了图灵的论文《计算机器与智能》(最终于 1950 年发表在《心》上),如图 1-15 所示,将图灵 B 型网络作为无组织的机器进行了介绍,这个 B 型网络在人类婴儿的大脑皮层中可以发现。这种有远见的观察提醒了人们智能体的世界观。

图灵论述了两种类型的无组织机器,它们被称为类型 A 和类型 B。类型 A 机器由 NAND 门组成,其中每个节点(node)具有用 0 或 1 表示的两种状态、两种输入和任何数目的输出。每个 A 型网络

都以特定的方式与另外 3 个 A 型节点相交,产生组成 B 型节点的二进制脉冲。图灵已经认识到培训的可能性以及自我刺激反馈循环的需要,他还认为需要一个“遗传搜索”来训练 B 型网络,这样就可发现令人满意的值(或模式)。

在布莱奇利公园,图灵经常与唐纳德·米基(他的同事和追随者)讨论机器如何从经验

中学习和解决新问题的概念。后来,这被称为启发法问题求解和机器学习。

图灵很早就对用国际象棋游戏作为人工智能测试平台的问题求解方法有了深刻的认识。虽然他那个时代的计算机器还不足以开发出强大的国际象棋程序,但是他意识到了国际象棋所提出的挑战。前面提到,其论文《计算机器与智能》为此后所有的国际象棋程序奠定了基础,使得在20世纪90年代发展出了可以与世界冠军竞争的大师级机器。



拓展阅读

中国人工智能未来可期

从1956年人工智能这个概念被首次提出以来,人工智能的发展几经沉浮。随着核心算法的突破、计算能力的迅速提高以及海量互联网数据的支撑,人工智能终于在21世纪的第二个十年里迎来质的飞跃,成为全球瞩目的科技焦点。第四次工业革命正在来临,而人工智能已经从科幻逐步走入现实。对于中国而言,人工智能的发展是一个历史性的战略机遇,对缓解未来人口老龄化压力、应对可持续发展挑战以及促进经济结构转型升级至关重要。

党的十八大以来,习近平总书记审视国内外人工智能发展形势,做出果断决策,“要加快创新驱动发展战略的顶层设计,对重大任务要有路线图和时间表”。并多次强调,“科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑,必须摆在国家发展全局的核心位置”。在习近平总书记统筹部署、科学规划下,我国迅速绘制人工智能的战略路线图和时间表,在2015年、2016年、2017年,党和国家先后提出《中国制造2025》、发布《“十三五”国家科技创新规划》、颁布《新一代人工智能发展规划》、绘制“制造强国——人工智能为主要方向——三步走战略”人工智能战略路线图,并制定了于2020年实现人工智能理论及技术和应用与世界先进水平同步,2025年、2030年人工智能理论及技术和应用达到世界领先水平,2030年实现我国成为世界主要人工智能创新中心,跻身经济强国的战略目标的时间表。与此同时,与人工智能发展规划配套的另外一张“加快建设世界重要人才中心和创新高地”的战略路线图和时间表也正在绘出:2025年到2035年10年间,我国要沿着“科技创新主力军队伍建设取得重要进展——适应高质量发展的人才制度体系基本形成——国家战略科技力量和高水平人才队伍位居世界前列,加快建设世界重要人才中心和创新高地”战略路线图及时间表进行战略布局。整个战略规划统筹部署、脉络清晰,兼顾宏观与微观、阶段与整体,遵循科技的发展规律,在当前我国正处于政治稳定、经济繁荣、创新活跃的时期,迸发出强劲的动力,也正不断收获丰硕的成果:基础研究和应用基础研究实现重大突破,国家重大需求的战略高技术研究取得重要成果,应用研究正在引领产业向中高端迈进,为加快建设世界重要人才中心和创新高地创造了有利条件。

问题导向是人工智能发展重点突破、全面深入的着力点,全面落实习近平总书记人工智能发展重要论述就是要针对人工智能发展的现实问题、民众关心的问题及专业领域的具体问题与实践解决。

第一,“技术卡脖子”是人工智能发展中的突出问题。针对中国在人工智能关键技术、芯片制造、架构设计、底层平台方面还面临着被发达国家“卡脖子”的问题,习近平总书记强调应以主攻关键核心技术为导向,发挥新型举国体制优势,集合产学研多方优势,补足短板,建

立体系,确保核心技术掌握在自己手里。针对人工智能人才创新领域存在的高端人才不足的现况,习近平总书记强调一方面要建立健全自主培养的人才体制机制,另一方面要“聚天下英才而用之”。习近平总书记提出可以在北京、上海、粤港澳大湾区建设高水平人才高地,在高层次人才集中的中心城市建设吸引和集聚人才的平台,发起国际大科学计划,为人才提供国际一流的创新平台,加快形成战略支点和严阵格局。

第二,注重民生是人工智能应用关注的重点问题。发展人工智能要坚持以人民为中心的原则。习近平总书记关于人工智能的论述贯彻了这一原则,他认为,人民的需要是科技进步和创新的最根本动力,在人工智能应用的过程中要坚持人本主义,以改善民生为目标,研发灵活多样、有利于人可持续发展进步的智能设备,以人民群众的需求为出发点,从人民群众生产、生活、学习端入手,变革社会服务方式,提升社会服务方式智能化水平。为了使人工智能更好地服务人民,要进一步推进人工智能在医疗、教育、家居等领域的研究,提升人民生活幸福感、舒适感。疫情防控期间,人工智能与社会治理深度融合体现了我们党治理方法的创新,成为国家和社会与人民之间沟通的重要桥梁和纽带。

第三,聚焦产业,促进人工智能与实体经济深度融合。实体经济是习总书记忧心记挂的大事,科技生产力的作用发挥与实体经济深度融合,利用人工智能促进经济的快速发展,是习总书记论述的重要着眼点。中国是个实体经济大国,但不是实体经济强国。在十九大报告中,习近平总书记再次提出“实体经济水平有待提高”的论断。当前,我国正在进行供给侧结构性改革,习近平总书记认为,人工智能对实体经济意义重大,他指出,“一次次科技和产业革命,带来一次次生产力提升,创造着难以想象的供给能力”,而“人工智能+实体生产”能够对实体经济带来颠覆性创新,“供给侧一旦实现了成功的颠覆性创新,市场就会以波澜壮阔的交易生成进行回应”。因此习近平总书记认为,在信息时代,既要强调科技和经济的紧密结合,建立以“企业为主体、市场为导向、产学研深度融合”的技术体系,还要“推动互联网、大数据、人工智能和实体经济的深度融合”,推动实体经济向数字化、网络化、信息化和智能化方向发展。

第四,推进人工智能与各行业的深度融合,增强民众的获得感。习近平总书记强调,要“推动互联网、大数据、人工智能等同各行业深度融合”。人工智能作为效率工具不是要取代人,而是帮助人们从“单重复任务”“频度较高”“大量需求发生”“不跨越领域”等特点的劳动中解放出来,提升人们的劳动效率,为人们获得更多财富、增加更多自由创造条件。在社会领域,人工智能满足社会治安、交通、城管、水务、街道等管理需求;在农业生产领域,从农业生产的数据分析、决策,到生产、消费过程的无人数控,农业机器人都能精准执行;在工业领域,生产资源在人工智能技术下优化配置,个性定制;在服务业领域,旅游、物流、体育文化等多样化实现人工技术服务平台等。总之,人工智能正实现与各行各业深度融合,以“平台开放”为开端,以“服务人民”为终端,极大增强了民众的获得感与幸福感。

人工智能企业各类技术平台是发展人工智能的基础设施建设者与提供者。截至2020年年底,中国人工智能相关企业数量达到6425家,同比增长25.37%,企业数量位居全球第二。这些企业站在人工智能技术发展的前沿,能敏感捕捉技术信息,能联合研学机构将科学研究转化为人工智能的应用成果,满足社会需要,是社会主义现代化建设的中坚力量。习近平总书记强调,应该鼓励和支持企业成为研发主体、创新主体、产业主体,鼓励企业参与国际

竞争,拓展海外发展空间。

习近平总书记关于人工智能发展的重要论述是以马克思主义唯物史观基本原理为指导,结合我国经济社会发展现实需要,审视新科技革命形势而进行积极应对的战略规划,具有鲜明的科学性、前瞻性和实践性,为我国科学技术发展提供了方向上的重要指导。习近平总书记关于人工智能发展的重要论述将激发起全社会对科学技术创造力和人工智能巨大作用的高度重视,是我国在新科技革命潮流中抓住机遇、赢得主动的理论准备和实践方案;习近平总书记关于人工智能发展的重要论述作为马克思主义中国化的新时代的最新成果之一,将成为科技强国和实现中华民族伟大复兴的重大理论指引,人工智能在中国未来可期。



思考与练习

1. 人工智能的概念是什么?
2. 简述人工智能的层次结构。
3. 简述人工智能的三大学派及其对比。
4. 人工智能可以应用到哪些工程领域?