

大学生公共基础课创新型精品教材

人工智能基础

人工智能基础

主 编 郭 昀 李怀阳

RENGONG
ZHINENG
JICHU



主
编
郭
昀
李
怀
阳

中国
教育
出版
传媒
集团

陈
文
出
版
社



中国教育出版传媒集团



陈文出版社

图书在版编目(CIP)数据

人工智能基础 / 郭聃, 李怀阳主编. -- 北京: 语文出版社, 2025. 2. -- ISBN 978-7-5187-2196-2

I. TP18

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 202594K7X1 号

责任编辑 王国龙
装帧设计 江林春
出版  语文出版社
地址 北京市东城区朝阳门内南小街51号 100010
电子信箱 ywebsywp@163.com
印刷装订 定州启航印刷有限公司
发行 语文出版社 新华书店经销
规格 880 mm × 1280 mm
开本 A4
印张 13.5
字数 345千字
版次 2025年2月第1版
印次 2025年2月第1次印刷 印数15,000册
定价 46.00元

 010-65253954(咨询) 010-65251033(购书) 010-65250075(印装质量)

目 录

项目一 初识人工智能..... 1

项目导读 1

任务一 智慧引领——初探人工智能..... 2

任务二 与时俱进——熟知人工智能发展历程..... 8

任务三 各领风骚——认识人工智能三大学派..... 18

任务四 人才强国——展望人工智能的发展前景..... 23

拓展赋能 29

提升训练 30

项目二 人工智能应用..... 31

项目导读 31

任务一 精益求精——探索智能制造..... 32

任务二 救死扶伤——助力智慧医疗..... 42

任务三 安居乐业——体验智能家居..... 53

任务四 点石成金——掌握智能金融..... 57

任务五 井然有序——参与智能交通..... 70

任务六 精耕细作——实践智慧农业..... 84

任务七 因材施教——享受智能教育..... 98

拓展赋能 105

提升训练 106

项目三 新一代人工智能生态..... 107

项目导读 107

任务一 万物互联——体验物联网..... 108

任务二 云端漫步——遨游云计算..... 113

任务三 浩如烟海——探秘大数据..... 117

任务四 环环相扣——解锁区块链..... 123

拓展赋能 128

提升训练 128

项目四 大模型实践..... 130

项目导读 130

任务一 包罗万象——探究大模型..... 131

任务二 滔滔不绝——畅谈语言大模型..... 137

任务三 五彩斑斓——融合多模态大模型..... 146

任务四 固若金汤——筑牢大模型的安全..... 153

拓展赋能 161

提升训练 162

项目五 人工智能伦理..... 163

项目导读 163

任务一 遵纪守法——践行人工智能设计的伦理准则..... 164

任务二 明辨是非——剖析人工智能伦理问题..... 167

任务三 未雨绸缪——开展伦理风险评估..... 170

任务四 智防远虑——应对人工智能的信任危机与安全..... 175

任务五 坚如磐石——探索可信人工智能..... 180

拓展赋能 189

提升训练 190

项目六 机器学习..... 191

项目导读 191

任务一 千变万化——解析机器学习模型..... 192

任务二 去伪存真——做好数据准备..... 195

任务三 灵活多变——应用机器学习成果..... 198

拓展赋能 206

提升训练 206

参考文献..... 208



智能时代

项目一

初识人工智能

项目导读

当前，在全球范围内掀起了一阵人工智能技术研发风潮，凭借其超强的计算能力和卓越的智能化的系统功能，人工智能在人类生活中扮演着日益重要的角色。受这种发展趋势影响世界各国纷纷加大对新型人工智能技术的研发力度。本项目从初识人工智能出发，逐步深入学习人工智能的历史、人工智能的三大学派以及人工智能的发展前景，全方位展示人工智能的现状，预测未来发展趋势，从而进一步加深人们对人工智能的理解和认识。

● 素养目标

1. 通过了解我国人工智能领域的成就，树立民族自豪感和爱国情怀。
2. 在探讨人工智能的过程中，养成科技伦理素养和责任意识。

● 知识目标

1. 掌握人工智能的基本概念，包括定义、概念的提出等。
2. 熟悉人工智能的发展历程，了解其关键里程碑和技术突破点。
3. 理解并区分人工智能的三大主要学派及其相关理论。

● 能力目标

1. 能熟练使用人工智能技术进行语音识别。
2. 能利用智能翻译技术传播优秀文化。
3. 会熟练使用智能手机人脸识别技术进行图片处理。
4. 会熟练使用人工智能写作工具进行文档智能写作。
5. 具备分析人工智能的发展趋势及潜在的社会伦理、法律问题的能力。



任务一 智慧引领——初探人工智能

任务导入

在日常生活中，人们每天都需要处理大量的工作信息和个人事务，时间管理变得愈发重要。近年来，随着互联网技术和智能硬件设备的不断发展，人工智能已经成为一项能够提升工作效率的重要技术。鉴于此，小博决定深入了解人工智能，学会并运用智能手机的手机语音助手，通过语音指令添加、查看和管理日常活动安排。

任务目标

- ◆ 理解人工智能概念的起源与发展，并阐述智能的不同层次。
- ◆ 掌握人工智能的主要能力及分类，并分析其独特特征。
- ◆ 能够掌握智能手机语音助手，通过它快速处理工作信息，提高效率。
- ◆ 能够利用语音助手添加个人行程安排。

前导知识

一、人工智能概念的提出

1956 年的夏天，一群充满活力的年轻科学家在美国达特茅斯学院举办了一场为期数月的夏季研讨会，而这场研讨会正是人工智能概念的首次被正式提出并公开讨论的标志事件。参与此次历史性聚会的科学家们，被后世尊称为人工智能的先驱与创立者。他们中的不少人，凭借在计算机科学与技术领域的杰出贡献，陆续荣获了该领域的最高奖项——图灵奖。

回溯到 1955 年 8 月，麦卡锡、明斯基、香农和罗切斯特四位学者联名给美国洛克菲勒基金会提交了一份项目申请书，其申请的内容就是举办人工智能夏季研讨会，在这个申请书中首次提出了人工智能这一术语。该项目申请书的初步设想是召集 10 位科学家，开展持续两个月的研讨活动。这份 19 页的详尽申请文档，汇总了每位参与者所提议的研究领域及具体内容。此申请书的终极目的是争取到美国洛克菲勒基金会的资金援助。当时，28 岁的麦卡锡任达特茅斯学院数学系助理教授，是达特茅斯会议的东道主。麦卡锡在 1971 年获得了图灵奖。28 岁的明斯基任哈佛大学数学和神经学初级研究员，在 1969 年获得了图灵奖。39 岁的香农任贝尔实验室数学研究员，于 1948 年创立了信息论，被誉为信息论及数字通信时代的奠基人。36 岁的罗切斯特任 IBM 公司信息研究经理，是 IBM 公司第一代通用计算机——IBM 701 的主设计师，他在 1984 年获得了电气与电子工程师学会计算机先驱奖。



在这份项目申请书中列举了人工智能领域值得关注的以下七个问题。

- (1) Automatic Computers (自动计算机)。
- (2) How Can a Computer be Programmed to Use a Language (编程语言)。
- (3) Neuron Nets (神经网络)。
- (4) Theory of the Size of a Calculation (计算规模理论)。
- (5) Self-improvement (自我学习与提高)。
- (6) Abstractions (抽象, 包括归纳与演绎等)。
- (7) Randomness and Creativity (随机性和创造力)。

达特茅斯会议的核心成果在于,它不仅推动了人工智能成为一个独立的学科领域,而且首次对人工智能进行了精准而全面的界定。正如项目申请书中所述:这次研讨会的主题建立在一项假设的基础上,即原则上学习的每个方面或智能的任何特征都能被精确地描述到用机器模拟的程度。这可以视作科学家为人工智能下的第一次定义。

而人工智能比较通俗易懂的定义则是: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型技术科学。

人工智能的研究目的是促使智能机器具备以下能力。

- (1) 听(语音识别、机器翻译等)。
- (2) 看(图像识别、文字识别等)。
- (3) 说(语音合成、人机对话等)。
- (4) 思考(人机对弈、定理证明等)。
- (5) 学习(机器学习、知识表示等)。
- (6) 行动(机器人、自动驾驶汽车等)。

人类历经数千年的智慧结晶孕育出了辉煌的文化,其中中华文化尤为卓越,涵盖了诸如博弈(各类棋艺)、医疗、诗词创作、戏曲、绘画等众多领域。人工智能的研究范畴自然也涵盖了在这些领域内模拟与实现人类智能的相关任务。迄今为止,人工智能已在某些领域,如国际象棋、围棋等方面取得了显著成就,甚至超越了人类的水平。

二、智能的层次

智能实际上具有清晰的层次结构,每一层都建立在前一层的基础之上,形成了递进的关系。具体而言,智能可以归纳为以下三个核心层次。

(一) 计算智能

计算智能,又称为运算智能,它是一种利用计算科学与技术模拟人的智能结构和行为的方式。该智能以数据为基础,通过计算手段建立功能上的联系(模型),进行问题求解,以实现对智能的模拟和认识。计算智能着重强调通过计算的方法来实现生物内在的智能行为,为那些传统数学和建模方法难以解决的推理过程复杂或充满随机性的现实问题提供了新的解决方案。

1997年,国际商业机器公司(IBM)深蓝超级计算机(DeepBlue)战胜了国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫,如图1-1所示;2008年IBM提出“智慧地球”的概念,这些都是这一时期的标志



性事件，成为人工智能发展历程中上的一个重大里程碑。



图 1-1 “深蓝”与国际象棋大师对决

2016 年 3 月，由谷歌旗下 DeepMind 公司研发的“阿尔法围棋”（AlphaGo）与围棋世界冠军、职业九段棋手李世石进行围棋人机大战，如图 1-2 所示，并以 4 : 1 的总比分获胜。这一成就凸显了计算智能在特定领域内已然实现了对人类智能的超越。



图 1-2 AlphaGo 与李世石的围棋人机大战

（二）感知智能

人类和高等动物都具有丰富的感觉器官，能通过视觉、听觉、味觉、触觉、嗅觉感受外界的刺激，从而获取环境信息。智能机器同样可以通过各种传感器、摄像头、雷达等设备获取环境信息，这些设备对智能机器有着必不可少的重要作用。其中，传感器技术从根本上决定着智能机器环境感知技术的发展。目前，主流的智能机器传感器包括视觉传感器、听觉传感器、触觉传感器等，各种传感器也被称为“万物之眼”。

当前，人工智能已经展现出了出色的环境感知能力，且这一能力在多个领域得到了应用，如安防领域中的智能图像识别、人机交流时的语义理解，以及红外雷达技术的运用等。特别是在汽车行业中，通过集成各种雷达、相机等感知设备，并结合先进的人工智能算法，已经实现了智能自动驾驶，这一领域成为人工智能技术应用的热门领域。



（三）认知智能

认知智能，通俗地讲就是“能理解、会思考”。人类凭借拥有的语言，得以形成各种概念，进行逻辑推理，而这些概念、意识、观念等正是人类认知智能的体现。理解是思考的基础，而当前的智能机器尚未构建起自身的语言体系，因此在认知智能的层面，它们与人类智能相比还存在较大的差距。

尽管当前全面实现认知智能仍面临挑战，但科研人员正通过研发尖端的大脑探测技术，从结构层面深入剖析大脑，进而运用工程技术打造出仿照大脑神经网络基本单元与架构的模拟大脑。随后，通过环境刺激与交互式训练，使这一模拟大脑达到类人智能水平，即类脑计算。这一工程技术难题有望在未来几十年内获得突破，与理解大脑这一科学问题的遥远前景形成了鲜明对比。

关于智能的概念，我国战国时期的思想家、文学家、政治家荀子在《荀子·正名》中曾有所论述：“知之在人者谓之知。知有所合谓之智。智所以能之在人者谓之能。能有所合谓之能。”这个论述中包含了知觉、智慧、本能和智能等概念，与上述智能的层次体系大致相对应。这也充分体现了中华优秀传统文化中蕴含的大智慧。

三、人工智能能力及分类

（一）人工智能的能力

1. 认识和理解外界环境的能力

认识和理解外界环境的能力，即个体通过视觉、听觉、触觉等多种感官渠道，去接收并解析包括文字、图像、声音、语言等在内的各种外界信息的过程。

2. 提出概念、建立方法，进行演绎和归纳推理并做出决策的能力

提出概念、建立方法，进行演绎和归纳推理并做出决策的能力，即通过模拟人类大脑的生理运作与心理机制，以及信息处理的全过程，将直观的感性认知提炼并转化为系统的理性知识。同时，它还能够具备对事物运行的内在规律进行深入分析、准确判断以及合理推理，进而做出决策的能力。

3. 学习的能力

学习的能力是指通过接受教育、参与训练以及持续的学习过程，不断充实和提升自身知识储备与技能水平的能力。

4. 自适应能力

自适应能力即对不断变化的外界环境条件（如干扰、刺激等外界作用）能合理地做出正确反应的能力。

（二）人工智能分类

根据人工智能的能力及智能化程度，可以将其划分为以下三类。



1. 弱人工智能

弱人工智能，又被称为人工狭义智能，其特点在于不具备自我意识，而是专注于执行单一、特定的任务。比如，智能图像识别、语音识别以及翻译等功能，都是仅在各自专长领域内表现出色的弱人工智能应用。

2. 强人工智能

强人工智能，也称人工广义智能，是人工智能研究领域的核心目标，旨在赋予机器处理任何问题的能力。它不仅具备高度的抽象思维能力，能够深入理解复杂理念，还擅长进行深度思考、制订计划及解决各种难题，还具备快速学习和从经验中不断积累知识的能力。

3. 超人工智能

超人工智能，又称人工超级智能，是一种假设中的智能实体，其智能水平远超人类大脑。这种智能体将突破人类思维维度的限制，其观察和思考的领域，往往是人类大脑可能无法企及的。随着这种更高智能的形成，人工智能或许会逐渐形成一个独立的社会体系。

四、人工智能的特征

人工智能与以往互联网行业中涌现的新技术，如大数据、云计算等，以及各种细分领域的新兴商业模式，如新媒体营销、跨境电商、全渠道新零售等有着显著的不同。虽然它们都带来了颠覆与变革，但人工智能所处的维度更高。具体来讲，新技术和模式主要侧重于改造传统行业，着重于应用层面的创新；而人工智能带来的变革更为根本，它直接改变和重塑的是整个社会结构。

人工智能，作为 21 世纪最具革命性的技术力量，其独特而鲜明的特征，奠定了这一领域无限可能的基础。从深度学习到机器学习，从自然语言处理到计算机视觉，每一项技术的突破都是对智能边界的拓展，每一次应用的落地都是对人类生活方式的重塑。这种重塑体现在全新交互方式、自我进化和去节点化三个方面。

（一）全新交互方式

从互联网到移动互联网，从个人计算机到智能手机，过去几十年，人机交互在方式上的变化并不快，更新换代的周期很长。从最早的机器打孔到 DOS 系统的命令操作，再从个人计算机的键盘鼠标交互到智能手机的全触控使用，虽然操作方式并不完全相同，但基本依靠双手输入信息。

而人工智能带来的是一场在人机交互领域的真正革命，它彻底解放了人类的双手，使语音交互、图像识别和自然语言理解等技术成为全新的沟通媒介和互动窗口。每一次交互方式的重大革新，都会颠覆现有的产业形态，催生出全新的产业领域。

（二）自我进化

人工智能是在深厚技术积淀基础上进行的创新，它具备自我进化的特性，在过去十年的互联网发展中，其智能化水平持续提升。与互联网的进步不同，人工智能被赋予了更高层次的机器



学习能力，拥有了语音、图像等领域的识别、理解和交互能力，这可以视为多年技术积累后的重大突破。无论是对单个用户还是对整个行业，这种变化所产生的影响和意义都极为深刻。

人工智能依托于互联网海量数据的积累以及数据挖掘、自然语言处理、语音交互、图像识别、深度学习、用户建模等方面的技术积淀，这些技术为人工智能的迅猛发展提供了成长养料。在同样的发展期内，人工智能的应用和成长速度是指数级别的，远远超过了过去互联网技术的线性成长速度。

（三）去节点化

去节点化，即“所说即所得”，人工智能将使用门槛降到了零。就如同刚刚降生的新生儿，最早学会的就是说话，而不是读书、写字。人工智能以对话为主要的交互方式，更像是身体器官的自然延伸，而不像使用计算机、手机时，还得依赖双手、眼睛和脑力，这一改变使其使用门槛极低，让用户获取服务变得更加简单便捷，真正实现了“所说即所得”。正如华为手机的触控体验给智能手机产业带来的革命一样，人工智能以对话为主的看似“傻瓜式”的改变，预计也会引发一场颠覆式革命。

传统互联网环境下，人们获取信息和服务的方式依赖于操作和交互逻辑，以及各个节点之间的有机串联。无论是门户网站的导航模式，还是搜索引擎的即搜即得模式，用户都需要经过一系列操作步骤，才能最终获取自己所需信息或服务。例如，在传统互联网环境下，预订机票，用户需要打开网页或应用，进行查找、比价、选择和支付等步骤。而人工智能则可以通过用户简单发出“购买机票”的指令，自动完成这些所有中间过程，最终顺利实现机票购买行为。

“去节点化”具备低门槛、便捷性、高效性等优势，提升了用户使用友好度，使人工智能可以服务更广泛的人群。不管是一年级的小学生，还是七八十岁的老年人，都能在人工智能的帮助下轻松获取生活服务。

“去节点化”改变的是信息、应用和服务的组织，匹配方式。人工智能直接将过去显性、透明且有用户参与的行为过程进行了浓缩整合，如数据处理、逻辑判断及交互表达的动作都在后台的“黑匣子”里发生，且都实现了电子化、数字化、“云化”。

任务实现——手机语音助手

下面以华为手机语音助手小艺为例，小博将讲解使用手机语音助手的操作步骤。

步骤一 打开个人智能手机。

步骤二 唤醒语音助手。对智能手机说“小艺，小艺”。

步骤三 向语音助手添加明日日程安排。例如，“明日上午 9:00—10:00 开视频会议”（图 1-3）。

步骤四 查看和管理日常行程和活动安排（图 1-4）。为确保行程添加完成，以及对行程的调整优化，可以在日历表中对日常行程和活动进行查看和管理。

步骤五 日程安排设定完成后，再设定日期，智能手机将会自动弹出提示行程安排的消息。



图 1-3 语音助手添加日程安排



图 1-4 查看日常行程和活动安排

思考与探索

人工智能涵盖了哪些关键技术和应用领域？

任务二 与时俱进——熟知人工智能发展历程

任务导入

在国际交流、文化传播以及个人发展等方面，智能翻译在语言、图像等方面的都显得尤为重要，它能使信息在不同语言环境下可以准确地传递与高效沟通。随着国内外人工智能技术历经的不断发展与变革新，人工智能也在国际教育领域彰显出强大的优势。鉴于此，小博决定深入了解人工智能的发展历程，并运用在线翻译软件对诗词进行翻译。

任务目标

- ◆ 了解人工智能的起源及其初期发展阶段的特点与成就。



◆ 掌握人工智能第二个繁荣期、复苏期以及第三个繁荣期的主要进展、技术突破和应用领域。

◆ 引入并优化在线智能翻译技术，提升国际教育沟通效率。

◆ 利用智能翻译技术，推动中华诗词文化的全球传播与分享。



人工智能的起源
与初步发展

前导知识

一、人工智能的产生

在人工智能概念被正式提出之前，数位重要的科学家已经为这一领域的发展奠定了基础。

（一）库尔特·哥德尔

库尔特·哥德尔是美籍奥地利裔数学家、逻辑学家和哲学家。哥德尔真正地奠定了现代计算机的理论基础，提出了人类的全部认知可以归纳为无数条定理，这些定理都可以用数学模型来表示，并进行逻辑推理。

（二）约翰·冯·诺依曼

约翰·冯·诺依曼，是美籍匈牙利裔数学家、计算机科学家、物理学家，被称为现代计算机之父。冯·诺依曼设计了经典的冯·诺依曼结构。该结构将程序和数据存储在一起，整个计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备组成，程序命令按顺序执行。1946年2月14日，世界上第一台采用冯·诺依曼结构的通用电子计算机——电子数字积分计算机，在美国宾夕法尼亚大学研制成功。

（三）阿兰·图灵

英国科学家阿兰·图灵，前文提到的图灵奖就是以他的名字命名的。他被称为“计算机科学之父”，同时也是“人工智能之父”。第二次世界大战期间，图灵的团队在1943年研发了密码破译机“图灵甜点”，成功破解了德军的密码电报码。当时，一台“图灵甜点”每天可以破译3000条电报密文，英国曾拥有210台这种外形如同书架一样的密码破译机。

小贴士

1937年，正在美国普林斯顿大学攻读博士学位的图灵发表了论文《论可计算数及其在判定问题中的应用》。在这篇论文中，图灵对哥德尔在1931年关于证明和计算限制的研究结果进行了重新阐述，他用图灵机的简单设备取代了哥德尔基于通用算术构造的形式语言（图1-5）。图灵机为现代计算机的发展奠定了基础。

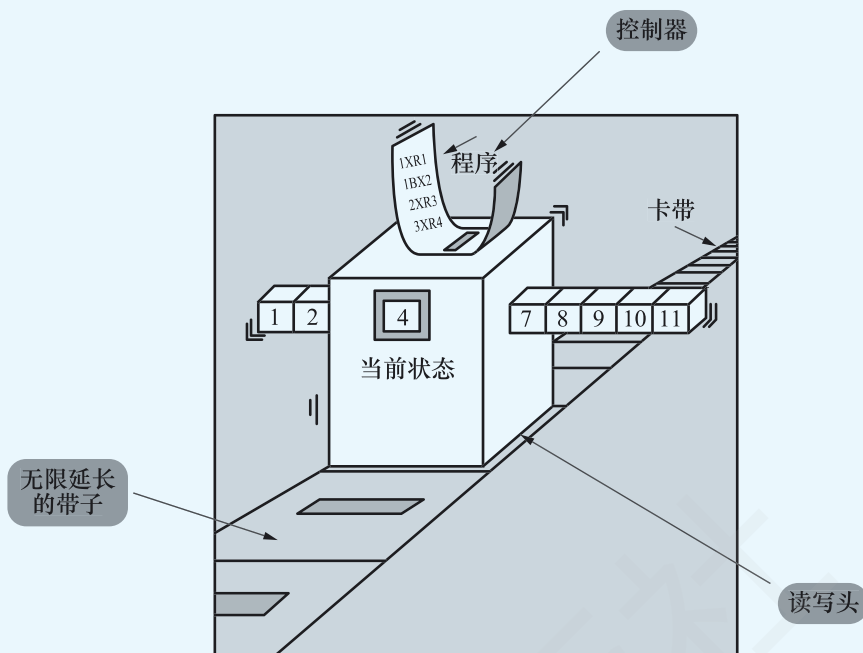


图 1-5 图灵机（1937 年）

在 1950 年，图灵发表了一篇题为《计算机与智能》的论文，文章开篇就抛出了一个经典问题：机器是否具备思考的能力？实际上，早在 1949 年，图灵已就任于英国曼彻斯特大学计算机实验室副主任一职，主导了世界上最早的真正计算机——曼彻斯特一号的软件开发工作。也正是在这段时期，图灵深入进行了一系列抽象研究，并最终发表了这篇具有里程碑意义的论文。在此论文中，图灵创造性地提出了图灵测试，如图 1-6 所示，即如果一台机器能够通过电传设备与人类进行对话，且其机器身份无法被识别，那么这台机器便被认为拥有了智能。

在图灵测试里，提问者会同时向一个人类回答者和一个机器回答者提出一系列问题。经过一段时间的交互问答后，提问者需尝试分辨出哪些回答是来自人类，哪些则是机器的自动回复。根据图灵的预测，到 2000 年时，如果在一系列问答后，有超过 30% 的提问者无法准确区分回答者的身份（无法确定是人还是机器），那么这台机器便被视为通过了测试，并认定其具备了与人类相当的智能水平。因此，使计算机成功通过图灵测试，成为所有人工智能领域科学家所追求的最高目标。

自图灵在 1950 年的论文中提出了“机器会思考吗？”这个经典问题之后，1956 年的达特茅斯会议正式提出了人工智能这个概念。从 1956 年至今，人工智能已经走过了 60 多年的历程。在这 60 多年间，人工智能的发展不是一帆风顺的，其间经历了三个繁荣期以及两个低谷期。

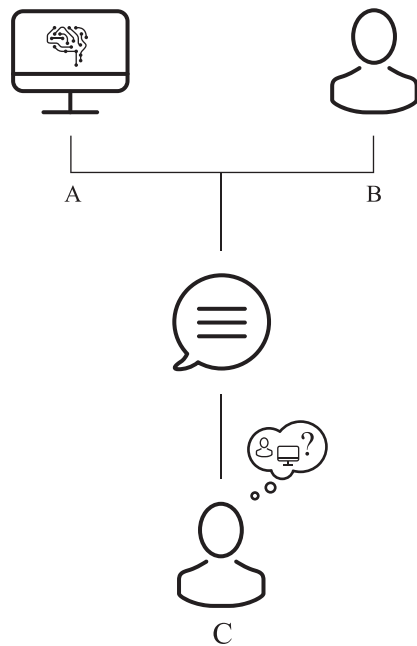


图 1-6 图灵测试（1950 年）



二、第一个繁荣期

时间在 1956—1976 年的第一个繁荣期，人工智能领域兴起了符号主义，也称为逻辑主义的浪潮。这一时期的研究人员主要依赖于符号主义的研究范式。受限于当时的计算技术水平，他们选择将人类的知识编码为符号，并通过逻辑推理和演算来进行研究，这种方法在当时被认为是最具可行性的途径。

符号主义的核心方法之一就是西蒙和纽厄尔推崇的自动定理证明方法。这两位科学家都参与了 1956 年的达特茅斯会议，并在 1975 年共同获得了图灵奖，这也是图灵奖首次同时授予两位学者。另外，西蒙还在 1978 年荣获了诺贝尔经济学奖，且在 1994 年当选为中国科学院外籍院士。

西蒙和纽厄尔在人工智能领域做出的最基本的贡献是提出了“物理符号系统假说”，由此成为人工智能中影响最大的符号主义学派的创始人和代表人物，而这一学说激励着人们对人工智能进行伟大的探索。

1955 年，西蒙和纽厄尔以及另一位著名学者肖 (John Cliff Shaw) 一起成功研发了世界上最早的启发式程序——逻辑理论家 (Logic Theorist, LT)。随后，他们利用 LT 成功验证了数学经典著作《数学原理》第二章中的 38 个定理，占该章总共 52 个定理的相当一部分。这一成就赢得了广泛赞誉，被视为计算机探索人类智能活动的初步里程碑，同时也是图灵关于机器智能可能性的首个实际验证。

在机器定理证明方面，研究人员取得了如下的成就。

(1) 1958 年，美籍华人科学家王浩在 IBM 704 计算机上仅用时数分钟就证明了《数学原理》中有关命题演算部分的全部 220 条定理。

(2) 1963 年，LT 程序独立证明了《数学原理》第 2 章中的全部 52 个定理，而且定理 2.85 的证明甚至比原作者罗素和怀特海的证明更加巧妙，令人赞叹。

(3) 1976 年，美国数学家阿佩尔和德国数学家哈肯利用计算机辅助方法证明了四色定理，该定理从未被常规手段证明过。

在这个符号主义盛行的繁荣期，一些技术也开始萌芽，为人工智能后续的发展奠定了基础。

首先是机器学习技术的萌芽。1952 年，IBM 公司的塞缪尔设计了一款可以学习的跳棋程序。该程序能够自主观察棋子的移动路径，进而自动化、智能化地构建新模型，并不断提升其下棋技艺。在与该程序进行的多轮对弈中，塞缪尔发现，随着时间的推移，程序的棋艺水平显著提高。这一发现打破了以往“机器无法超越人类，无法像人类一样进行编程和学习”的传统观念。塞缪尔也因此被誉为“机器学习之父”。

在这个时期，人工神经网络技术也在孕育之中。神经元（就是神经细胞）的结构早在 1904 年已被生物学家发现，如图 1-7 所示。1943 年，麦卡洛克 (Warren McCulloch) 和皮茨 (Walter Pitts) 共同提出了 M-P 神经元模型，如图 1-8 所示，一般认为这是人工神经网络的开山成果。

1958 年，美国康奈尔航空实验室的研究心理学家罗森布拉特提出了感知机，采用数学函数对神经元模型进行了抽象和表达，并在 1960 年基于硬件结构搭建了一个人工神经网络——Mark



I 感知机。为了纪念罗森布拉特在人工神经网络方面的首创性工作，美国电气与电子工程师协会于 2004 年设立了 IEEE 弗兰克·罗森布拉特奖。

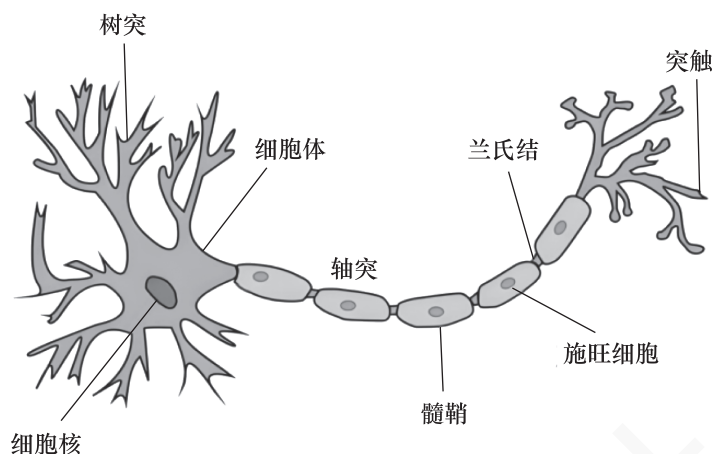


图 1-7 神经元的结构（1904 年）

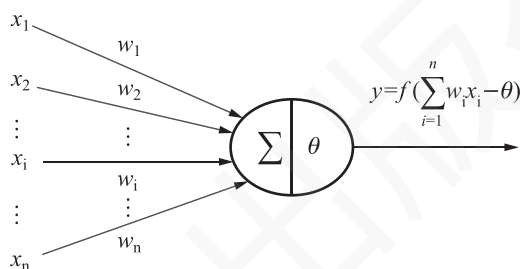


图 1-8 M-P 神经元模型（1943 年）

在罗森布拉特提出感知机之后，明斯基和派珀特于 1969 年合作出版了一部著作，其名称就是《感知机》(Perceptron)，对感知机进行了批判，并指出感知机不能解决最基本的异或 (XOR) 问题。异或作为计算机科学中的一个基本问题，它的定义是：若两个值相同，则异或结果为假；反之，则为真。这意味着异或运算可以有效地用于判断两个值是否相等。尽管异或问题在直观上看似相对简单，然而当时的感知机却无法处理这一任务。同时，受限于计算机性能的不足，明斯基对多层神经网络的发展持悲观态度。这些因素共同作用，导致随后关于感知机和人工神经网络的研究陷入了停滞阶段。

在 20 世纪 70 年代之前的这段时期，研究人员对于人工智能的发展速度做出了过于乐观的预言。

此时，由于计算机的计算能力有限，加之人工智能领域中众多问题具有较高计算复杂度，同时实现常识推理亦面临巨大挑战，因此，尽管投入了大量研究经费，却未能取得令人满意的研究成果。

自 1976 年起，因机器翻译等项目的挫败以及莱特希尔报告所带来的不利影响，人工智能领域的研究经费遭受了大幅度的削减，这直接导致了广为人知的“人工智能寒冬”时期。这一低谷期大致持续了六年，即从 1976 年至 1982 年。在此期间，IT 行业的焦点转向了个人计算机。



三、第二个繁荣期

在 1982 年至 1987 年期间，人工智能领域迎来了第二次快速发展的高峰阶段。这一时期，多层人工神经网络技术应运而生，为人工智能领域注入了新的活力。此外，科学家们还成功研发出了逻辑规则推演系统及能够针对特定行业问题提供有效解决方案的专家系统，这些技术成果在实际应用中获得了广泛的应用和推广。

美国斯坦福大学教授费根鲍姆率先提出了专家系统的概念，他被称为“专家系统之父”。费根鲍姆于 1994 年获得图灵奖，获奖贡献在于做出了设计与构建大规模人工智能系统的先驱性的贡献，以及展现了人工智能技术在实际应用中的重要性和潜在的商业影响力。

费根鲍姆与同校的化学家布坎南、莱德伯格和杰拉西等人合作，在 1965 年研制成功了世界上第一个专家系统——DENDRAL。该专家系统的输入是化合物质谱仪的数据，输出则是与该质谱仪数据相对应物质的化学结构。费根鲍姆的研究团队捕获化学家的化学分析知识，并把知识提炼成规则。

专家系统 DENDRAL 的成功，使人工智能的研究从以推理算法为主转变为以知识为主。专家系统的观点逐渐被人们接受，许多专家系统也相继研发成功，其中较具代表性的有医药专家系统 MYCIN（1975 年）、探矿专家系统 Prospector（1976 年）等。

在 20 世纪 80 年代，专家系统的开发趋于商品化，并创造了巨大的经济效益。例如，探矿专家系统 Prospector 发现了人们未能发现的钼矿脉，由此产生了大约一百万美元的经济效益。DEC 公司与卡内基梅隆大学合作开发的 XCON 专家系统，被用于辅助 DEC 公司计算机系统的配置设计。XCON 专家系统每年为 DEC 公司节省了数百万美元。

1977 年，费根鲍姆在第 5 届国际人工智能联合会议上创新性地提出了“知识工程”概念。他认为，知识工程利用人工智能原理和方法，为需要专家知识的难题提供解决方案。而正确运用专家知识的获取、表达和推理，是设计知识系统的重要技术挑战。知识工程专注于研究知识，提炼智能系统中的共性问题，作为核心内容，为开发各类智能系统提供一般方法和基本工具，进而成为一门具有方法论意义的科学。

1985 年，美国认知心理学家鲁姆哈特和他的学生，有着“深度学习之父”之称的辛顿以及威廉姆斯采用 BP 算法对多层感知机进行了训练并获得成功。多层感知机是一个多层的人工神经网络，它除了包含必要的输入层和输出层之外，还包含一到多个隐含层，如图 1-9 所示。

BP（Back Propagation）算法是指反向传播算法。正向传播是指信号从输入层进入人工神经网络，最后在输出层获得一个特定的输出信息。而 BP 算法的核心思想是采用误差反向传播算法，也就是从输出层反向传播到输入层，根据人工神经网络的输出值和真实输出值之间的误差逐层训练人工神经网络中的参数。

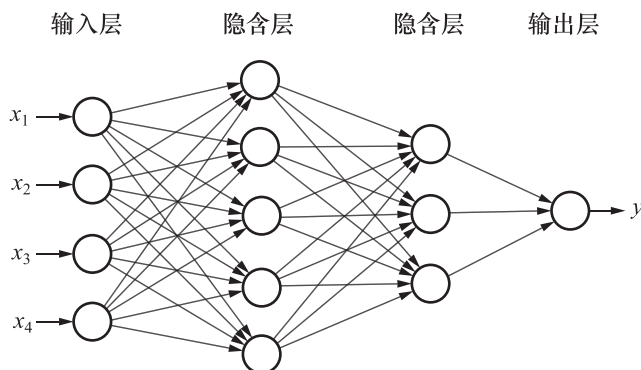


图 1-9 多层感知机（1985 年）



1987—1993 年，人工智能陷入了第二个低谷期。工业界对专家系统的夸大宣传引发了泡沫，导致该系统未能实现预期成效。与此同时，人工神经网络的再次兴起也因其自身限制而未能产生显著影响。20 世纪 80 年代末，针对人工智能研究的资金支持开始减少，美国国防部高级研究计划署当时的领导层认为人工智能并非即将引领科技潮流的领域，因此他们更倾向于资助那些看似更易取得成果的科研项目。

从 1987 年开始，由美国 Apple 公司和 IBM 公司生产的个人计算机性能不断提升。这些计算机没有使用人工智能技术，但其性能上却超过了价格昂贵的人工智能计算机——LISP 机。人工智能硬件的市场急剧萎缩，科研经费也随之被削减。在这一时期，“人工智能”这个词好像成了病菌，许多研究人员不得不采用其他称谓来掩饰其研究项目，以维持资金支持的获取。不过，在这一时期，众多与人工智能紧密相连的领域，诸如机器学习和模式识别，却迎来了迅速的发展。

四、复苏期

1997—2010 年，随着机器学习技术的迅猛发展，以及“深蓝”成功战胜国际象棋世界冠军，标志着人工智能基本度过了寒冬，进入了复苏期。以机器学习为代表的经验主义方法复兴，取代了符号主义的主导地位。同时，机器学习方法与状态空间搜索方法配合，成为人工智能领域中解决复杂问题的主流方法之一。1997 年，IBM 公司的“深蓝”击败国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫，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座重要里程碑。

在这一阶段，越来越多的人工智能研究人员开始借助数学工具来辅助解决各类问题。人们普遍意识到，人工智能所面临的挑战已经跨越了学科界限，成为数学、经济学、运筹学等多个领域共同关注的议题。得益于数学工具的辅助，人工智能逐渐发展成为一门更为严谨和系统的学科。

从 20 世纪 90 年代开始，人工智能的研究受到了概率论和统计学的影响。美国计算机科学家和哲学家珀尔（Judea Pearl）在 1988 年出版的《智能系统中的概率推理》中，首次将概率论和决策论引入人工智能的研究，贝叶斯网络是其中的一项重要成果。2011 年，珀尔因其通过概率和因果推理的算法研发在人工智能领域取得的杰出贡献而获得图灵奖。

基于统计的机器学习发展迅速，支持向量机就是其中的代表性技术之一。1963 年，苏联统计学家、数学家万普尼克在解决模式识别问题时提出了支持向量方法，其中起决定性作用的样本为支持向量。1971 年，美国科学家乔治·基梅尔多夫构建了基于支持向量构建核空间的方法。1995 年，万普尼克及其团队正式提出了统计学习理论，他也因此被誉为“统计学习理论之父”。万普尼克所创立的这套机器学习理论，采用了独特的统计方法，显著区别于归纳学习等传统机器学习方法。基于这一理论发展而来的支持向量机，不仅为机器学习的理论研究注入了新的活力，而且在众多应用领域中都展现出了巨大的价值。由于拥有坚实的理论基础，并且其模型训练相对简便，因此它迅速崛起，成为应用最为广泛的机器学习技术之一。

随着 20 世纪 90 年代互联网时代的来临和计算机性能的快速提升，人工智能逐渐渗透到各个行业中。虽然人们对“人工智能”一词还是心存顾虑，但是它确实已经开始在工业界发挥作用。

五、第三个繁荣期

在经过了 21 世纪第一个 10 年的酝酿与积累之后，人工智能领域终于掀起了第三次发展高



潮。在此期间，大数据技术、计算能力的显著提升以及机器学习技术的飞速进步，共同推动了人工智能的快速发展，并使其在国民经济中的多个实际问题得到了有效应用。尤为值得一提的是，从2012年至2016年，全球范围内对人工智能行业的投资热情高涨，融资总额达到了约220亿美元。

目前，人工智能的第三次浪潮中起核心作用的是深度学习技术，也就是深层的人工神经网络技术。与此对应，一般把之前的人工神经网络，包括多层感知机称为浅层的人工神经网络。近年来，深度学习方法一直是计算机视觉、语音识别、自然语言处理和机器人技术以及其他应用领域取得惊人突破的主要原因。辛顿和他的学生2006年在《Science》期刊上发表了论文“使用神经网络对数据进行降维”（*Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks*），这篇论文正式揭开了深度学习的序幕，掀起了深度学习在学术界和工业界的浪潮。

2019年3月27日，ACM宣布，深度学习领域的3位科学家本吉奥、杨立昆和辛顿因“在概念和工程方面使深度神经网络成为计算的关键组成部分的突破”荣获2018年的图灵奖。ACM发布公告指出，尽管人工神经网络早在20世纪80年代就被引入，旨在辅助计算机识别模式及模仿人类智能，但直至21世纪初，杨立昆、辛顿和本吉奥仍坚定不移地推崇这一技术。尽管他们试图重燃人工智能界对人工神经网络的热情之初遭遇了质疑，然而，他们的理念却激发了显著的技术飞跃，如今，他们的方法已经成为该领域的主流范式。ACM主席潘凯克说：“人工智能现在是在所有科学领域中成长最快的领域之一，也是社会上谈论最多的话题之一。人工智能的发展和人们对它的兴趣，在很大程度上要归功于这三人获得的深度学习最新进展。这些技术正被数十亿人使用。任何口袋里都有智能手机的人都能实实在在体验到自然语言处理和计算机视觉方面的进步，而这在十年前是不可能的。除了我们每天使用的产品，深度学习的新进展也为科学家们提供了研究医学、天文学、材料科学的强大新工具。”

深度学习首先取得突破性成就的领域是计算机视觉。

杨立昆在1988年首次提出了卷积神经网络，并用于手写数字识别。1998年，杨立昆与Yoshua Bengio等人合作发表了论文，提出了采用卷积神经网络的LeNet-5模型，并使用了MNIST数据集，如图1-10所示。

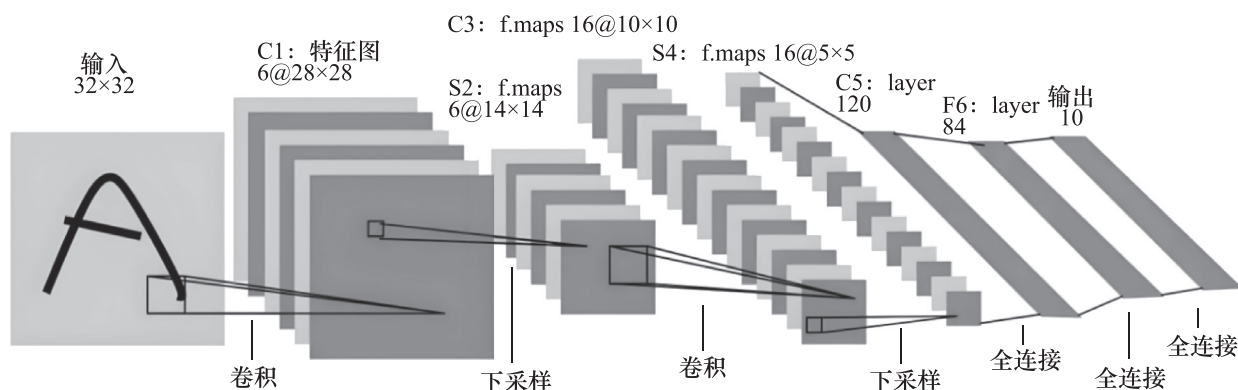


图 1-10 LeNet-5 模型（1998 年）

MNIST 是机器学习领域中非常经典的一个数据集，由 6 万个训练样本和 1 万个测试样本组

成，每个样本都是一张 28 像素 $\times$ 28 像素的灰度手写数字图片。LeNet-5 共有 5 层（不包括输入层和池化层），具体包含 2 个卷积层和 3 个全连接层。在 MNIST 数据集上，LeNet-5 模型可以达到大约 99.2% 的正确率。LeNet-5 模型推出之后，当时美国大多数银行就使用它识别支票上的手写数字，它是早期卷积神经网络中最有代表性的实验系统之一。

深度学习在公众视野中引起广泛关注，是在 2012 年举办的大规模图形识别挑战赛之后。该挑战赛是众多基于 ImageNet 数据集的竞赛之一。ImageNet 作为计算机视觉领域内极具声望的数据集，不仅极大地推动了计算机视觉技术的发展，也成为引领深度学习热潮的关键因素之一。这一重要数据集的缔造者是斯坦福大学的李飞飞教授。到了 2016 年，ImageNet 已经囊括了超过 1500 万张经过人工精细标注的图片，每张图片都附带有类别标签，这些标签详细描述了图片中的内容，涵盖了超过 2.2 万个不同的类别。

在 2012 年的 ILSVRC 挑战赛中，克里泽夫斯基、莎士科尔和辛顿打造了一个“大型的深度卷积神经网络”，也就是现在众所周知的 AlexNet，赢得了 ILSVRC 挑战赛的冠军。这是 ILSVRC 竞赛史上第一次有模型表现如此出色。AlexNet 的 top-5 识别错误率是 16%，而第二名则为 26%。AlexNet 由 5 个卷积层、3 个全连接层和最终分类器构成，包含 65 万个神经元，需要学习 6 000 万个参数，其网络结构如图 1-11 所示。

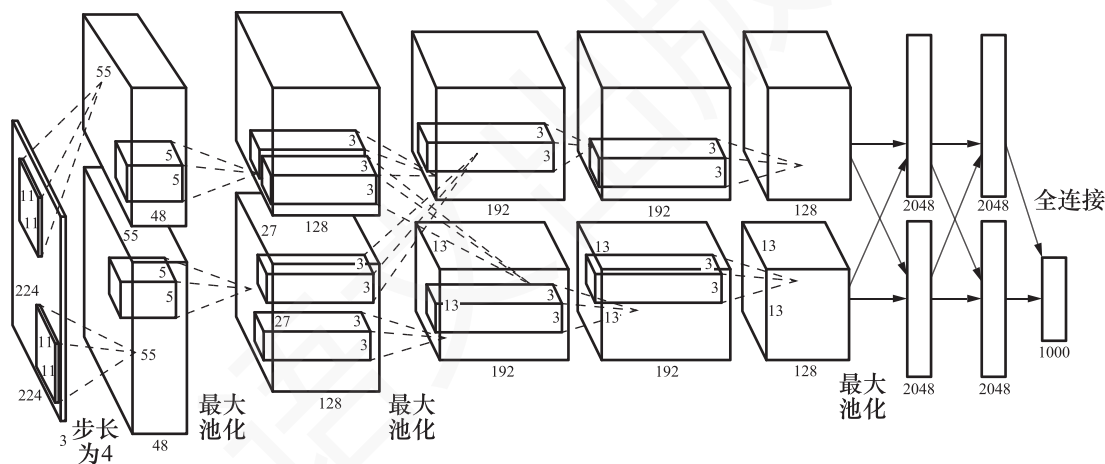


图 1-11 AlexNet 网络结构 (2012 年)

在 2013 至 2017 年间举办的 ILSVRC 挑战赛中，各大公司与研究机构纷纷亮出各自的深度学习模型，致使模型预测的错误率实现了显著下降。值得注意的是，即便是人类也无法做到百分之百的准确识别，人类的 top-5 识别错误率大致维持在 5%。而到了 2015 年，深度学习模型的错误率已经低于人类水平，这标志着在基于 ImageNet 数据集的 ILSVRC 挑战赛上，机器智能首次超越了人类智能的界限。

2017 年 7 月 26 日，在“超越 ILSVRC”的研讨会上，组织者宣布 ILSVRC 挑战赛将于 2017 年正式结束，此后将专注于目前尚未解决的问题及未来发展方向。ILSVRC 挑战赛始于 2010 年，终于 2017 年。目前，计算机视觉的竞赛主要基于微软公司 COCO 和其他一些数据集进行。

以上是深度学习在计算机视觉领域中的突破性成果。

深度学习作为人工智能第三次浪潮的引领者，依托于深层的人工神经网络，网络的层次越



深，每一层所包含的神经元数量便越多，这导致整个模型需要训练的参数数量极为庞大，进而引发连锁反应：不仅需要更大规模的训练数据来支撑，同时也对计算平台提出了更高要求，必须提供更为强大的算力以满足深度学习的需求。因此，目前的人工智能技术包含了算法、算力和数据3个要素。其中，算法主要包括深度学习（深度人工神经网络），算力是指超级计算机和智能芯片，数据是指大数据。为了训练复杂的深度人工神经网络模型，采用深度学习技术的公司从使用CPU到GPU、FPGA和ASIC，并进而研发和使用专用的人工智能芯片。

当前的深度学习技术对训练数据量有着较高的需求。在面对庞大数据集时，传统的人工智能算法往往难以进一步提升其性能，而深度学习模型则能持续展现出效果的提升，这正是深度学习能够攻克诸如人脸识别、语音识别等众多人工智能难题的关键所在。然而，值得注意的是，并非所有问题都能获得如此庞大的数据量支持，因此，数据稀缺的领域在应用深度学习时便受到了限制。

为进一步加大深度学习等前沿技术的研究与应用，世界上很多公司乃至国家都开始重视人工智能技术。我国为抢先抓住人工智能发展的重大战略机遇，构筑人工智能发展的先发优势，加快建设创新型国家和世界科技强国，国务院发布了《新一代人工智能发展规划》，于2017年7月8日印发并实施。在该发展规划中，我国将人工智能上升为国家战略，力争在2030年达到世界领先水平。

任务实现——在线智能翻译

下面小博将以“有道翻译”官网为例，对诗词进行翻译。

步骤一 打开“有道翻译”官方网站。

步骤二 输入诗词。例如，“黑发不知勤学早，白首方悔读书迟”，如图1-12所示。



图 1-12 输入古诗词

步骤三 翻译诗词，如图1-13所示。



黑发不知勤学早，白首方悔读书迟。
#AI翻译

Those who do not study diligently when they are young will regret it when they are old and gray.

🔊 发音 📄 复制 🗑️ 语气润色 🔄 继续翻译 📄 论文去重 📄 继续扩写 ...

表达更口语化 >

更符合学术场景 >

图 1-13 翻译诗词

思考与探索

人工智能的发展经历了哪些重要阶段？

任务三 各领风骚——认识人工智能三大学派

任务导入

传统的解锁方式，如密码、指纹或钥匙等，往往需要用户进行额外的记忆或携带物品，给生活带来了不便。随着科技水平的不断进步，便捷、安全的设备正被用户所需要。人工智能的三大学派中解决的诸如人脸识别、语音识别等难题，为解锁智能手机到验证身份提供理论与实践依据。小博深知保护个人数据安全与便捷解锁的重要性，决定深入学习人工智能的三大学派相关知识，并应用智能手机进行人脸识别。

任务目标

- ◆ 了解人工智能领域的三大学派的基本原理、技术特点、应用领域以及它们各自在人工智能发展中的历史地位和作用。
- ◆ 能够学会录入面部信息，减少输入密码或解锁图案的烦琐，提高工作效率。
- ◆ 能够掌握智能手机人脸识别技术，确保在处理敏感信息时保护个人数据安全。

前置知识

在人工智能发展的 60 余年里，不同的科学家对人工智能有着不同的认识和理解，在进行研究工作中采用了不同的方法论，取得了卓越的成果，进而形成了人工智能的三大学派。



一、符号主义学派

符号主义学派，从模拟人的心智入手，强调知识的表示和自动推理，除此之外还有专家系统和知识图谱等著名成果。符号主义学派是人工智能发展初期的主流学派。

符号主义认为人工智能源于数理逻辑，因此符号主义也称为逻辑主义。自 19 世纪末起，数理逻辑经历了快速发展，并在 20 世纪 30 年代被应用于描绘智能行为。随着计算机技术的诞生，逻辑演绎系统得以在计算机平台实现。其中，西蒙和纽厄尔共同研发的启发式程序 LT，作为这一时期的标志性成就，成功证明了 38 条数学定理。这一成就不仅证明了计算机可以用于研究人类的思维过程，还展示了模拟人类智能活动的可能性。正是在这样的背景下，1956 年“人工智能”这一术语被首次提出。

符号主义主要基于下列理念。

- (1) 认知的基元是符号。
- (2) 认知过程就是符号运算过程。
- (3) 智能的基础是知识，核心是知识表示与知识推理。
- (4) 知识可用符号表示，也可使用符号进行推理。

在启发式算法之后，符号主义学派又研究出了专家系统，并进一步总结为知识工程的理论与技术，在 20 世纪 80 年代取得很大的发展。进入 21 世纪以后，又涌现出了知识图谱这一应用广泛的技术。目前符号主义仍然活跃在人工智能领域。

符号主义学派的开创性工作是自动定理证明。1958 年，美籍华人科学家、洛克菲勒大学教授王浩用“王氏算法”在普通的 IBM 704 计算机上用时数分钟就证明了《数学原理》中谓词演算部分共 220 条定理。1960 年，王浩在《IBM 研究与发展年报》上发表了《迈向数学机械化》的文章，首次提出“数学机械化”一词。

在几何定理自动证明的领域内，我国科学家吴文俊院士取得了令全球瞩目的杰出成就。在深入探究中国数学史的过程中，吴文俊发现中国古代数学中早已孕育了数学机械化的核心理念，与源自古希腊、主要依赖公理化原则构建理论框架的西方数学不同，中国古代数学的传统更加注重通过构造性和算法化的方法来进行证明，这一特色与现代计算机科学的发展路径高度契合。1977 年，吴文俊在《中国科学》上发表《初等几何判定问题与机械化问题》的论文。1984 年，吴文俊的专著《几何定理机器证明的基本原理》由科学出版社出版。为了弘扬中国数学中独特的构造性算法化传统，吴文俊巧妙地将数学领域，尤其是代数几何与计算机科学相融合，从而开创了机器几何定理证明的新方向。吴文俊发明的吴方法完全可以证明所有欧几里得几何的定理，同时被广泛应用于许多数学和工程领域。2001 年 2 月 19 日，吴文俊获得了 2000 年我国首届国家最高科学技术奖。2011 年，中国人工智能学会正式设立了“吴文俊人工智能科学技术奖”，如图 1-14 所示，作为中国智能科学技术的最高奖，用于激励创新、成就未来。

符号主义曾长期占据主导地位，为人工智能技术的发展奠定了坚实基础，其中专家系统的成功研发与实际应用尤为突出，对推动人工智能向工程实践转化及理论与实践相结合起到了至关重要的作用。专家系统作为一种蕴含智能特质的计算机程序，其核心智能体现在能够模拟人类在特定领域内的专家思维模式，以应对复杂问题的挑战。因此，构建专家系统必然需要集成该领域



内专家的大量知识，具备与人类专家相仿的推理能力，并能有效运用这些知识来解决实际问题。



图 1-14 “吴文俊人工智能科学技术奖”获奖证书

第一个专家系统是 1965 年的 DENDRAL。另外，1975 年的医学专家系统 MYCIN、1980 年代的专家系统 XCON 都较有名。从研究方法上讲，专家系统已经不再是 100% 的理性主义，由于采集了人类专家的知识，因此也结合了经验主义的研究思想。

随着时代的进步，人工构建专家系统因其效率低下、成本高昂，逐渐无法满足日益增长的需求，因而逐渐退出了历史舞台。然而，基于知识的人工智能方法却在持续演进与发展。近年来，知识图谱作为研究热点，通用知识图谱通常涵盖数以亿计的知识条目，并依靠自动化技术实现知识的收集与自动推理。相比之下，面向特定垂直领域的知识图谱则更加注重知识的准确性、完整性以及应用价值。基于知识的研究方法依然是人工智能领域中不可或缺的重要组成部分。

二、连接主义学派

连接主义学派，从模拟人脑的结构入手，模拟人脑的技术手段主要就是基于神经元模型的人工神经网络。连接主义学派在发展过程中历经多次起伏，2006 年至今席卷全球的深度学习浪潮就是连接主义学派的巨大成功，目前已经基本解决了诸如人脸识别、语音识别等人工智能领域多年的难题，并投入实际应用，产生了巨大的社会效益和经济效益。可以说，目前是深度学习的时代。

连接主义，亦被称为结构主义，其核心理念在于人工智能的根基应追溯至仿生学，尤其是对人脑运作机制的深入探索。1943 年，生理学家麦卡洛克与数理逻辑学家皮茨携手合作，共同提出了 M-P 神经元模型，这一里程碑式的成就标志着利用电子设备模拟人脑构造与功能的崭新道路。连接主义的研究起点聚焦于神经元，随后逐步拓展至神经网络模型及更为复杂的脑模型研



究，从而为人工智能的发展开辟了新的方向。

20 世纪 60—70 年代，连接主义，尤其是对以感知机为代表的脑模型的研究出现过热潮，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。直到霍普菲尔德教授在 1982 年和 1984 年发表两篇重要论文，提出用硬件模拟人工神经网络以后，连接主义才再度兴起。1986 年，鲁姆哈特等人提出多层人工神经网络中的反向传播 BP 算法。而辛顿于 2006 年在《科学》期刊上发表了《使用神经网络对数据进行降维》论文之后，连接主义学派通过深度神经网络再次站在了人工智能的最前沿，开启了深度学习在学术界和工业界的浪潮。

经典的人工神经网络模型体现在以下几个方面。

(1) 卷积神经网络，杨立昆是“卷积神经网络之父”。他提出了 LeNet-5 模型，用于手写数字和英文字母的识别。

(2) AlexNet，由克里泽夫斯基与辛顿等人提出的模型，获得了 2012 年 ILSVRC 挑战赛的冠军，其 top5 错误率领先第二名 10 个百分点，一举成名。AlexNet 的网络结构模型共包含 8 层，其中前面 5 层为卷积层，后面 3 层为全连接层；有 6000 万个学习参数，65 万个神经元。AlexNet 模型在两个 GPU（显卡）上运行，以完成参数的训练。

(3) GoogLeNet，获得了 2014 年 ILSVRC 挑战赛的冠军。GoogLeNet 的网络结构很复杂，其网络深度达 22 层，但经过巧妙的设计之后，能够包含 500 万个参数，是 AlexNet 参数数量的 1/12。

在计算机视觉领域，卷积神经网络是使用最广泛的深度神经网络。而在自然语言处理等领域，历史上曾经使用了循环神经网络，2017 年至今则主要使用包含了注意力机制的 Transformer 神经网络模型。

三、行为主义学派

行为主义学派，从模拟人的行为入手。行为主义学派的理论基础来自 20 世纪 40—50 年代维纳的控制论，智能机器人是该学派的研究成果，而强化学习是行为主义学派的重大贡献。例如，AlphaGo 的主要算法就是结合了深度人工神经网络的强化学习方法。

行为主义学派认为人工智能的源头是控制论。20 世纪 40—50 年代，控制论思想成为当时的重要思潮，对初期的人工智能研究者产生了显著影响。1947 年，阿什比（William Ross Ashby）提出了自组织系统概念；1948 年，维纳正式提出控制论；1954 年，钱学森则提出了工程控制论和生物控制论。这些理论不仅影响了多个领域，还将神经系统工作原理与信息理论、控制理论、逻辑学及计算机科学紧密结合，为人工智能的发展提供了重要基础。

行为主义学派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，相关控制论系统的研究取得一定进展，播下了智能控制和智能机器人的种子，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，引起诸多关注。这一学派的代



表成果首推布鲁克斯的六足行走机器人，它被看作新一代的“控制论动物”，是一个基于“感知—动作”模式模拟昆虫行为的控制系统。在机器人之外，行为主义学派著名的成果还包括强化学习。

强化学习，亦称增强学习，是机器学习领域的一个重要分支。它让智能体通过试错的方式学习，在与环境的交互中根据获得的奖励来调整行为，旨在使智能体最大化其累积奖励。在强化学习过程中，环境给予的强化信号是对智能体动作优劣的反馈评价，而非直接指导智能体如何执行正确动作。由于外部环境提供的信息有限，强化学习系统需依赖自身的探索和经验来进行学习。通过这种方式，强化学习系统在行动—评价的环境中获得知识，不断改进行动方案以适应环境。强化学习的灵感来源于心理学中的行为主义理论，即有机体如何在环境给予的奖励或惩罚的刺激下，逐步形成对刺激的预期，产生能获得最大利益的习惯性行为，因此，强化学习属于行为主义学派。

强化学习最早可以追溯到巴甫洛夫的条件反射实验，它从动物行为研究和优化控制两个领域独立发展，最终经贝尔曼抽象为马尔可夫决策过程。1980年，伯林打造的计算机战胜双陆棋世界冠军成为标志性事件。1989年，沃特金斯在博士论文“从延迟奖赏中学习”(*Learning from delayed rewards*)中最早提出了Q-learning算法，大大提高了强化学习的实用性和可行性。随后，基于行为的机器人学在布鲁克斯的推动下快速发展，成为人工智能的一个重要发展分支。

在博弈与电子竞技领域，强化学习技术被广泛应用于人工智能系统中。借助这一技术，人工智能在多种电子竞技项目中逐步提升了实战技能，并已开始展现出在某些项目上击败顶尖人类选手的能力。例如，2017年8月，OpenAI公司的机器人在DOTA 2的一对一比赛中战胜了人类顶级职业玩家Dendi。至此，继横扫人类国际象棋大师和围棋大师后，人工智能又将风靡全球的电子竞技游戏DOTA 2攻陷。在2018年，由5个神经网络组成的OpenAI Five已经能够组成5v5团队在DOTA 2中击败人类业余玩家队伍。这次事件被比尔·盖茨称为里程碑，因为在比赛中OpenAI Five展现出了类似于人的长期规划和团队协作能力，也展现了极高的智能决策能力。2019年4月，OpenAI Five以2:0的比分战胜了第八届DOTA 2国际邀请赛冠军队OG，成为首个在电子竞技比赛中击败世界冠军的人工智能系统。在OpenAI组织的OpenAI Five Arena的竞技场中，OpenAI Five的胜率为99.4%。

任务实现——手机人脸识别

以华为手机为例，小博将设置和使用智能手机上的人脸识别功能。

步骤一 打开智能手机，进入“设置”菜单。

步骤二 找到“生物识别与密码”的“人脸识别”选项，进入“人脸识别”选项，选择“开始录入”功能。

步骤三 录入面部信息，如图1-15所示。按照屏幕提示，将面部对准智能手机的摄像头，保持表情自然、眼睛正视屏幕，不要遮盖耳朵和眉毛。智能手机会要求你在不同角度和光照条件下录入面部信息，以提高识别的准确性。

步骤四 设置人脸识别选项。在录入面部信息后，你可以进一步设置人脸识别的相关选项。



例如，自动解锁：开启此功能后，当智能手机被点亮时，会自动进行人脸识别并解锁；支付验证：部分智能手机支持在支付过程中使用人脸识别进行身份验证，以此提高支付的安全性；应用解锁：你可以将人脸识别设置为某些应用的解锁方式，以此保护个人隐私。



图 1-15 录入面部信息



思考与探索

人工智能的三大主要学派是如何影响人工智能发展的？

任务四 人才强国——展望人工智能的发展前景



任务导入

当前，AI 写作正在深刻地改变着内容创作与传播的格局，为提升社会信息化水平、促进知识经济发展所做出的积极贡献。伴随着人工智能技术的不断发展，未来的人工智能还会创造出更多可能，AI 写作应用系统比较丰富，如 ChatGPT、NotionAI、文心一言和讯飞写作等，其应用



领域也逐渐扩大。小博决定进一步了解人工智能的发展前景，并借助 AI 写作，生成所需文本。

任务目标

- ◆ 了解我国人工智能的发展现状，并分析当前存在的挑战与机遇。
- ◆ 能够预测未来人工智能可能带来的变革和影响。
- ◆ 学习并熟练运用 AI 写作工具，以加快创作速度，满足增长的需求和缩短的更新周期。
- ◆ 在利用 AI 技术的同时，能够对文本保持自己的思考，优化语句，确保所需内容富有创意且保持高质量，以在海量信息中突出。

前导知识

一、我国人工智能发展现状

在认识到人工智能在新一轮产业革命中的重大意义和深远影响后，近年来我国与世界各国均对人工智能的发展给予了前所未有的重视。为此，各国相继发布了一系列战略规划，对人工智能技术进行了大量投资，并成立了重要的政府机构和重点实验室。通过政策引导和资金支持，这些国家积极推动人工智能技术和产业快速发展，同时注重人才的培养和吸引，以期在全球人工智能产业的竞争中占据领先地位。

党的二十大报告指出，要“推动战略性新兴产业融合集群发展，构建新一代信息技术、人工智能、生物技术、新能源、新材料、高端装备、绿色环保等一批新的增长引擎”。

推动我国人工智能发展是国家战略的关键一环，为此，我国政府已经制定并实施了一系列重大政策，全方位助力人工智能领域的蓬勃发展。“十四五”规划明确提出，要“推动互联网、大数据，人工智能等同各产业深度融合”。综合来看，我国的人工智能政策主要关注中国制造、创新驱动、物联网、互联网+、大数据和科技研发等方面。

2019 年，中央全面深化改革委员会发布《关于促进人工智能和实体经济深度融合的指导意见》，提出要构建“数据驱动、人机协同、跨界融合、共创分享”的智能经济形态。同年 8 月，科技部印发《国家新一代人工智能创新发展试验区建设工作指引》，有序推动国家新一代人工智能创新发展试验区建设工作。

2020 年，国家发展和改革委员会等部门发布《国家新一代人工智能标准体系建设指南》，提出到 2023 年初步建立人工智能标准体系。2022 年，科技部发布《关于支持建设新一代人工智能示范应用场景的通知》，提出支持一批基础较好的人工智能应用场景，打造形成一批可复制、可推广的标杆型示范应用场景。同年，我国首个虚拟数字人专项政策《北京市促进数字人产业创新发展行动计划（2022—2025 年）》正式颁布，该计划指出，到 2025 年要突破一批关键领域核心技术，在文旅、金融、政务等领域培育 20 个数字人应用标杆项目。

从融资交易规模来看，2009—2021 年我国人工智能领域的融资金额总体呈现波动增长趋势，2021 年，我国人工智能行业总体融资交易额达到 2 187.9 亿元。从细分领域来看，2022 年融资最



多的领域是技术层的计算机视觉与图像处理项目，其次是应用层的智能机器人和智能驾驶项目，如图 1-16。从一级市场融资总额来看，北京、上海、深圳、杭州、成都是人工智能赛道融资额最多的前五城市。

从中国电子信息产业发展研究院发布的 2022 年中国人工智能创新发展指数来看，北京、广东、上海在人工智能领域处于领跑地位。中国互联网协会副秘书长裴玮近日在 2024 中国互联网大会上发布的《中国互联网发展报告(2024)》指出，在人工智能领域，2023 年我国人工智能产业应用进程持续推进，核心产业规模达到 5 784 亿元。截至 2024 年 3



图 1-16 智能驾驶项目

月，我国人工智能企业数量超过 4 500 家，已有 714 个大模型完成生成式人工智能服务备案。领军龙头企业覆盖无人机、语音识别、图像识别、智能机器人、智能汽车、可穿戴设备、虚拟现实等诸多领域，并在智能芯片、开源框架等关键核心技术上取得重大突破。

小贴士

2024 年 11 月 30 日举办的第五届中国互联网基础资源大会上获悉，中国互联网络信息中心(CNNIC)发布的《生成式人工智能应用发展报告(2024)》(以下简称《报告》)显示，截至 2024 年 6 月，中国生成式人工智能产品用户达 2.3 亿人，占整体人口的 16.4%。

中国互联网络信息中心领导介绍，我国生成式人工智能产业蓬勃发展，已初步构建了较为全面的人工智能产业体系，产业规模和产品数量迅速增加。从产业规模来看依据《报告》内容，我国人工智能产业体系核心相关企业超过 4 500 家，产业规模已接近 6 000 亿元，产业链覆盖芯片、算法、数据、平台、应用等上下游关键环节；产品数量上，截至 2024 年 7 月，我国完成备案并上线、能为公众提供服务的生成式人工智能服务大模型已超 190 个。

《报告》统计显示，生成式人工智能发展具有鲜明的区域特征，如北京、上海、广东等发达地区，充分发挥在融资机会、专业人才和政策支持等方面的优势，大力推动当地生成式人工智能产业蓬勃发展。国家互联网信息办公室发布的《生成式人工智能服务已备案信息》显示，截至 2024 年 11 月，北京、上海、广东三地的生成式人工智能备案产品数量占比分别达到 31.1%、27.2% 和 11.7%，已经形成了具有国际竞争力的产业集群。



二、人工智能技术发展趋势

近年来，深度学习在计算机视觉、语音识别和自然语言处理三大领域取得了显著进展，推动了一系列人工智能技术在消费者及企业领域的广泛应用，并逐渐走向成熟。展望未来，人工智能技术有望将以更快的步伐渗透到各个行业，与传统业务模式深度融合，从而大幅提升生产效率。同时，这一技术也将更加紧密地融入人们的日常生活，给人们的生活方式带来前所未有的变革。

（一）技术平台开源化

开源学习框架在人工智能领域的研发中取得了卓越成就，对深度学习领域产生了深远的影响。这些框架为开发人员提供了直接利用成熟深度学习工具的机会，显著减少了重复开发的工作量，提升了研发效率，并且极大地促进了业界之间的紧密合作与深入交流。国内外产业巨头也纷纷意识到通过开源技术建立产业生态，是抢占产业制高点的关键所在。通过技术平台的开源化，可以扩大技术规模，整合技术和应用，有效布局人工智能全产业链。例如，百度等众多国内外知名企业纷纷布局开源人工智能生态，未来将有更多的软硬件企业参与开源生态。

（二）专用智能向通用智能发展

当前，人工智能的发展主要集中在特定领域的专用智能，这导致了其应用具有一定的局限性。然而，随着科技的不断进步，各领域间的界限将会日益模糊，相互融合与影响成为趋势。因此，我们需要一种更为广泛、高度集成且具备强大适应能力的通用智能，以实现从辅助性决策支持到专业性解决方案的全面升级。通用人工智能具备执行一般智慧行为的能力，可以将人工智能与感知、知识、意识和直觉等人类的特征互相连接，降低对领域知识的依赖性、提高处理任务的普适性，这将是人工智能未来的发展方向。未来的人工智能将广泛地涵盖各个领域，消除各领域之间的应用壁垒。

（三）感知智能向认知智能方向迈进

人工智能的发展历程中，普遍被业界接受的观点是其主要经历运算智能、感知智能、认知智能三大阶段。在早期的运算智能阶段，机器展现出了强大的快速计算能力和记忆存储功能。而处于当前大数据时代的人工智能是感知智能，机器具有视觉、听觉、触觉等感知能力。随着类脑科技的发展，人工智能必然向认知智能时代迈进，即让机器能理解、会思考。

三、人工智能产业发展趋势

人工智能产业的升级，核心在于技术突破。数据、算力和算法的共同进步，引领了人工智能的第三次飞跃。当前，该产业正逐步从感知智能迈向认知智能。感知智能中的智能语音、计算机视觉和自然语言处理技术已广泛应用，而认知智能，即让机器像人一样思考和行动这一方面，还需进一步突破，如无人驾驶和全自动机器人仍在研发中，未实现大规模应用。

（一）智能服务呈现线下和线上的无缝结合

分布式计算平台的广泛部署和应用，扩大了线上服务的应用范围。同时，随着人工智能技



术的发展和产品不断涌现，如智能家居、智能机器人、自动驾驶汽车等，为智能服务带来新的渠道或新的传播模式，使线上服务与线下服务的融合进程加快，促进多产业实现升级。

（二）智能化应用场景从单一向多元发展

目前，人工智能的应用领域还多处于专用阶段，如人脸识别、视频监控、语音识别等都主要用于完成具体任务，覆盖范围有限，产业化程度有待提高。随着智能家居、智慧物流等产品的推出，人工智能的应用将进入面向复杂场景，处理复杂问题，进而提高社会生产效率和人们生活质量的新阶段。

（三）人工智能和实体经济深度融合进程将进一步加快

人工智能作为新一代信息技术的核心，凭借其强大的数据处理、分析预测和智能决策能力，为实体经济的转型升级提供了强大的技术支持。通过深度融合，人工智能可以渗透到工业制造业、农业、服务业等各产业领域，推动生产方式的智能化、精细化，提高生产效率和产品质量，降低运营成本，从而增强实体经济的竞争力。

数字经济的快速发展为人工智能与实体经济的融合提供了广阔的空间。数字经济以数据为关键生产要素，以信息技术为创新驱动动力，通过数字化、网络化、智能化等手段，推动实体经济与数字技术的深度融合。这种融合不仅催生了新的商业模式和业态，还促进了产业链、供应链、价值链的深度融合和重构，为实体经济的高质量发展注入了新的活力。

打造具有国际竞争力的数字产业集群，需要人工智能与实体经济的深度合作作为支撑。通过构建开放、协同、创新的数字产业生态，推动人工智能技术与实体经济各领域的深度融合，可以形成一批具有国际竞争力的数字企业和产业集群，提升我国在全球数字经济竞争中的地位和影响力。

四、人工智能的未来发展

人类将会赋予人工智能系统何种程度的决策权，以使其能够代替人类做出选择？事实上，在某些领域，关键决策已经交由人工智能来处理，如银行业已采用计算机系统来筛选具备偿还贷款能力的借款人。

如今，越来越多的抉择由计算机完成，而我们亲身参与管理世界的机会则在减少。过度依赖不能直接掌控的系统存在很大隐患。如果人类过度依赖人工智能系统，一旦某一天系统因为病毒或程序错误而死机，人类社会最终将无法继续运转。

然而，人工智能的创新将为人类发展带来显著的益处。随着人工智能研究的不断深入，科技取得了飞速的发展，使人工智能得以应用于愈发广泛的领域，进而极大提升了人类的生活质量。展望未来，人工智能既充满了无限可能，也伴随着潜在的风险。尤为关键的是，每一代人工智能系统都必须基于充足的信息输入，方能做出明智的决策。

（一）人工智能的复制

计算机擅长处理需要逻辑和运算的任务，它们在这方面已经领先于人类。这意味着在设计



人工智能时代的
未来出行方式



其他计算机时，它们可以发挥非常重要的作用。与人类相比，智能计算机可以更好地完成制造、改良智能计算机的工作。但是否能说，只有将设计和制造人工智能的工作掌握在人类手里，我们才能高枕无忧呢？就目前而言，我们是根据需求来相应地设计新型机器，如果把这项工作交给计算机，它的设计或许会与我们的预期有很大的偏差。计算机在改良模型或机器时的“想法”并不一定总能契合我们的要求。

麻省理工学院已着手利用计算机技术来设计智能机器，他们正努力开发一个设计系统，旨在使机械设计师能够与计算机通过一种类似于人际沟通的“白板”方式进行互动。在这种互动中，设计师可以像与人交流一样绘制草图、交换想法，而计算机则能够提出有见地的问题进行计算分析，并提供改进建议，从而迅速得出优化设计方案。

（二）人工智能创新

尽管在拓宽人工智能应用领域与增强其能力的过程中伴随着不小的风险，但人工智能同样拥有为人类社会带来深远福祉的潜力。它可能帮助我们解决当前面临的诸多难题，并赋予人类一些以往只能憧憬的能力。

在人工智能的研发历程中，延长人类寿命与挽救生命一直是其核心且持久的目标。利用人工智能技术，可以为老年人提供更加个性化的照顾，使他们能够享受更加自主的生活。这不仅能够有效缓解家庭和社会的养老压力，让有养老责任的人能够安心工作，同时也可能为国家医疗费用的降低带来积极影响。

有了人工智能，汽车不仅能够逐渐实现自动驾驶，还有可能减少交通事故的发生。另一个振奋人心的研究范围是人工智能可应用于增强人类的能力。

电子人（Cyborg）可能不再仅是科幻小说中的概念，也许我们真的可以将科学技术运用到人类的身体。如果拥有可以和大脑协同工作、赋予我们超强记忆力，以及能处理复杂数学运算的人工智能设备，生产力会提高多少呢？如果我们能用大脑连接互联网并“下载”技能，如打字或学习语言，世界会变成什么样子呢？如果有人失去了肢体，我们可以创造相应的人工智能来操控机械肢体，做出精细的动作吗？沿着这个方向进行研究，智能外骨骼可以帮助年长者轻松地步入老年生活。

随着机器人变得更加智能，感情更加丰富，它们可以和人类进行无缝对话。这有可能会改变我们的社交活动方式，人们的注意力会从宠物和人际关系转移到人工智能上。从照顾儿童到陪伴老年人，人工智能系统可能重塑我们的家庭观和社交观。

（三）展望

在未来数十年里，人工智能机器有望达到与人类相当的水平，成为能够独立思考、学习、感知及行动的个体。通过精心设计，它们将拥有无限扩展知识的能力，并在效率上实现飞跃。正如生物学和化学的进步既催生了新型药物，也带来了如化学战等危机一样，人工智能领域同样蕴含着无限的潜力与巨大的风险。

随着技术的迅猛发展，人类必须去预测可能面临的挑战。伦理委员会需要思维缜密的成员来编写完善的关于人工智能的伦理规范；政府官员、法官和律师要齐心协力制定人工智能领域的



相关法律；军队领导要严格限定智能系统在战争中的应用……这些人员必须进行跨领域交流，使人工智能技术的益处最大化而危害最小化。人们对人工智能的了解和交流越多，我们就越有可能在前进的过程中做出更加明智的决定。

任务实现——AI 写作

下面小博将以使用“文心一言”智能体为例，写一篇关于人工智能未来趋势的文章。

步骤一 打开“文心一言”官方写作软件。

步骤二 明确写作目的，输入指令。向 AI 工具输入相关的指令和问题，如“请帮我写一篇关于人工智能未来趋势的文章”，如图 1-17 所示。



图 1-17 输入指令

步骤三 生成文本。单击“生成”按钮或执行相应的命令，让 AI 工具开始生成文本。

步骤四 修改和优化文本。根据需要，对生成的文本进行必要的修改和优化。

步骤五 保存和应用文本。将最终满意的文本保存到本地或工具提供的云端存储中。并根据需求，将文本应用到实际场景中。

思考与探索

未来人工智能可能带来哪些变革？我们应如何准备和应对？

拓展赋能

陈杰教授，作为中国人工智能与自动控制领域的顶尖专家，长期深耕智能控制、机器人技术与多智能体协同优化等研究领域，并在复杂系统智能控制方面取得突破性成果，凭



借卓越的科研成果，他荣获国家自然科学二等奖、国家杰出青年科学基金等荣誉。陈杰教授提出的多智能体分布式协同控制理论，成功攻克了大规模动态网络的自主决策难题，广泛应用于无人机编队与智能制造领域。同时，他积极牵头国家重大科技项目，推动 AI 技术在工业机器人、智慧城市等场景中落地应用。不仅如此，他还与华为、航天科技集团等共建联合实验室，进一步促进产学研的深度融合。

2023 年担任哈尔滨工业大学党委书记以来，陈杰教授全力推动学校的“双一流”学科建设，增设智能科学与技术专业，筹建人工智能研究院，实施产学研融合的“卓越工程师培养计划”，通过联合企业设立 AI 创新班。此外，他主导国家重点实验室的升级工作，助力哈尔滨工业大学在 2023 年 QS 工程领域跻身全球前十，并推动学校参与载人航天、探月工程等国家重大项目的智能技术攻关。陈杰教授始终秉持“AI 赋能传统工科”理念引领改革，其团队所研发的多智能体协同技术在国防、救灾等重要领域发挥关键作用，被业界誉为“理论创新与实践应用结合的领军者”。

提升训练

一、填空题

1. 从人工智能的能力及智能化程度，可以将其划分为三类，分别是 _____、强人工智能、_____。
2. 人工智能之父是英国科学家 _____，同时也是 _____ 之父。
3. 人工智能的变革直接改变和重塑的是整个社会结构。这种改变和颠覆体现在 _____、自进化和 _____ 三个方面。
4. 在 _____ 年期间，人工智能领域迎来了第二次快速发展的高峰。
5. _____ 是人工智能发展初期的主流学派，该学派从 _____ 入手，强调知识的表示和自动推理，除此之外还有专家系统和知识图谱等著名成果。

二、简答题

1. 简述人工智能的能力。
2. 人工智能发展第二个繁荣期的标志性事件有哪些？

三、操作题

1. 试着将你下周的课程安排用智能手机语音助手添加到日程安排中。
2. 收集人工智能发展历程“大事件”的相关资料，并试着按照年份的先后制成简易表格。