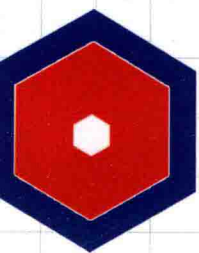
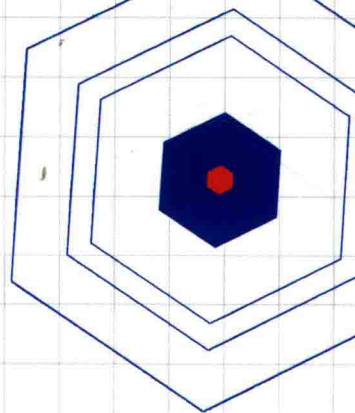


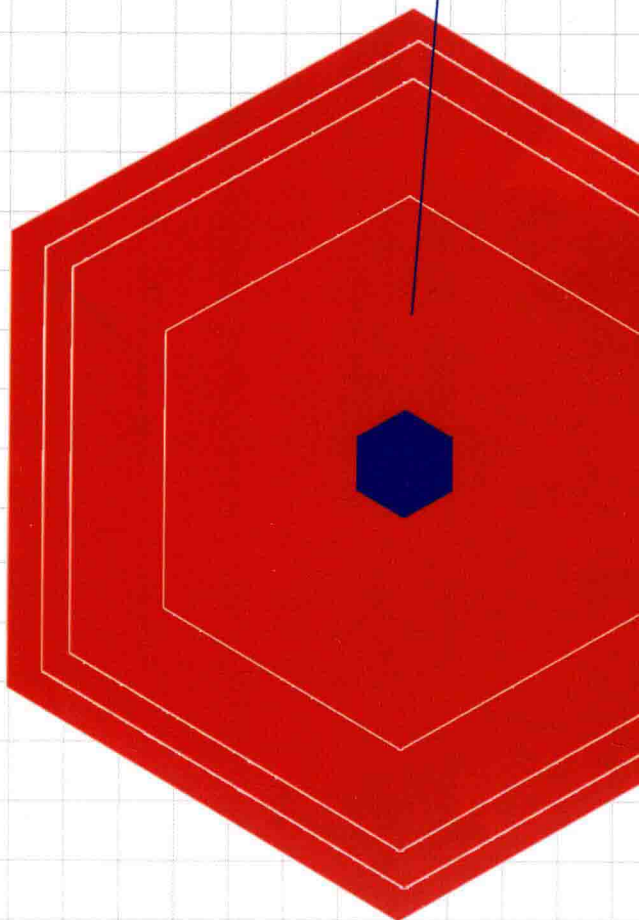
汤晓鸥 陈玉琨 主 编

人工智能基础

(高中版)

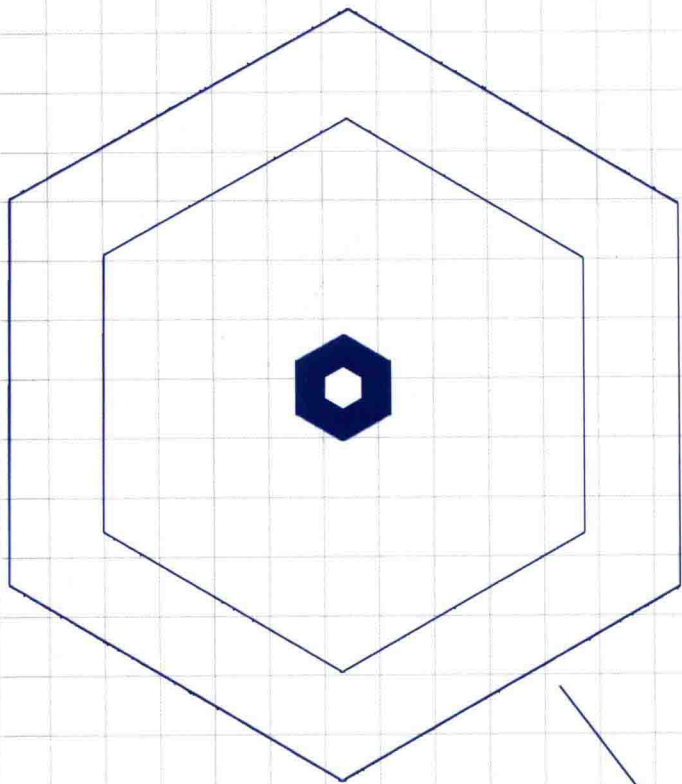


Fundamentals of
Artificial
Intelligence



华东师范大学出版社
全国百佳图书出版单位

17 商务印书馆
The Commercial Press



商汤科技教育
解决方案提供商



《人工智能基础》
购书二维码

ISBN 978-



9 78756

定价：

人工智能基础

(高中版)

汤晓鸥 陈玉琨 主 编



ECNUP

华东师范大学出版社

全国百佳图书出版单位



始于1897

商务印书馆

The Commercial Press

图书在版编目 (CIP) 数据

人工智能基础：高中版 / 汤晓鸥, 陈玉琨主编. —

上海：华东师范大学出版社, 2018

ISBN 978 - 7 - 5675 - 7561 - 5

I. ①人… II. ①汤… ②陈… III. ①人工智能 —

高中 — 教材 IV. ①G634.671

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第050537号

权利保留，侵权必究。

人工智能基础 (高中版)

主 编 汤晓鸥 陈玉琨

责任编辑 龚琬洁 孙 婷

封面设计 李明轩

出版发行 华东师范大学出版社 (上海市中山北路 3663 号 200062)

www.ecnupress.com.cn

商务印书馆 (北京王府井大街 36 号 100710)

www.cp.com.cn

印 刷 山西人民印刷有限责任公司

开 本 889 × 1194 16 开

印 张 11.25

字 数 230 千字

版 次 2018 年 4 月第 1 版

印 次 2019 年 1 月第 9 次

书 号 ISBN 978 - 7 - 5675 - 7561 - 5 / G.11009

定 价 35.00 元

出 版 人 于殿利 王 焰

(如发现本版图书有印订质量问题, 请寄回本社市场部调换或电话 010-82730086 021-62865537 联系)

《人工智能基础》编委会

主 编 汤晓鸥 陈玉琨

执行主编 林达华 田爱丽

编 委

王 焰 冯爱珍 尚海龙 罗锐韧 王陆军

戴 娟 王 健 林 勤 张 鹤 金 彦

邢晓菊 周 丹 李 锋 李治中 邵 典

王若晖 颜思捷 沈岩涛 王鑫涛 余 可

史少帅 乔 宇 陈 晨 张正夫 陈 恺

陈向东 彭 禹 季金杰 崔 懿 金 琼

钱 晋 孙时敏 敖 培

编 务

龚琬洁 张志刚 郭芳芳

亲爱的同学：

人工智能（Artificial Intelligence）正在全球迅速崛起，已经影响了我们生活的方方面面，你感受到了吗？2016年与2017年由于阿尔法狗（AlphaGo）与阿尔法元（AlphaGo Zero）以无可争辩的能力战胜了李世乭、柯洁等人类围棋高手而名噪一时；在无人驾驶等领域，人工智能也大显身手，且显示出越来越强的能力；图像识别、语音识别技术的日益成熟已给人们的生活带来极大的便利。由此，人们才感受到人工智能的时代已经到来了，而且，改变我们生活的步伐会越来越快。

人类生活在自然之中，自然是我们的母亲，与自然和睦相亲是人类唯一的生存之道。母亲帮助我们把手从爬行中解放出来，从此，人类就有了极大的自由发展空间。当然，人类不会满足于手的解放，在数千年的发展中，一直在试图发展机械能以突破人类体力的局限；发展各种感知器件，以实现人类在感知觉方面的突破；也一直试图解开大脑的秘密，寻求大脑解放之途。

经过数千年的努力，人类在这些方面已经取得了巨大的成就。在劳动中，我们的祖先发明了各种工具，大大地解放了人类的体力，提高了劳动的效率。然而，人类并没有满足这些成就，在体力得到一定程度解放的同时，人工智能由此应运而生。

人工智能是从图灵提出“图灵测试”开始的。艾伦·图灵（Alan Turing），英国著名的数学家和逻辑学家，被称为计算机科学之父、人工智能之父，是计算机逻辑的奠基者，曾协助英国军方破解德国的著名密码系统“谜”（Enigma），帮助盟军取得了二战的胜利。他提出的“图灵机”和“图灵测试”等概念，是计算机科学和人工智能发展的重要基石，为纪念其在计算机领域的卓越贡献，人们以他的名字设立了“图灵奖”。以图灵为代表的先驱科学家们开创了一个创新的学科——人工智能。

风云际会，潮起潮落，在数十年的发展中，人工智能有过高潮，也有过低谷，但是，人类的希望之火从未熄灭。在21世纪的第二个十年，人工智能终于迎来了指数式的增长。2017年7月，我国国务院发布《新一代人工智能发展规划》，特别强调“加快人工智能创新应用”。文件要求：“利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革，构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系”；“开展智

能校园建设，推动人工智能在教学、管理、资源建设等全流程应用”；“广泛开展人工智能科普活动”，“实施全民智能教育项目，在中小学阶段设置人工智能相关课程”；“支持开展人工智能竞赛，开发立体综合教学场、基于大数据智能的在线学习教育平台”。这就对人工智能教育提出了新的任务。

商汤科技是我国人工智能领域的“独角兽”，在该领域有着丰富的积累。2017年11月，商汤与上海市政府签订战略合作协议，目标是使上海成为全球人工智能发展的战略高地。作为有着高度社会良知与责任担当的企业，商汤深知普及人工智能的价值，也在2017年11月，商汤决定与华东师范大学慕课中心合作，邀请华东师范大学二附中、上海交大附中、上海七宝中学、上海格致中学、上海市西中学、上海晋元中学教师共同编写人工智能的教材（高中版）。

与你读到过的其他教材不同，本教材以“手脑结合”为主要学习方式，在给你提供必要的基础知识之后，就需要你动手做一些实验，特别希望你发挥独特的想象力，设计在你高中阶段有限的时间中有可能完成的项目，并动手将其转化为独具特色的作品。相信你在这一过程中能够享受到创造的无穷乐趣。

当然，人工智能是一技术含量极高的领域，尤其是一些用到高等数学的算法，可能已经超出了你已学过的范围，有些甚至超出了大学本科的范围，为使你能深入了解人工智能的原理，本教材对这些算法只做定性的介绍，其定量的部分留待你以后再学。商汤已将这些算法开放在其教学实验平台之中，供你在动手时调用。

作为实验教材，错误与不当之处在所难免，欢迎同学们在使用过程中提出批评与改进建议。本教材的目标是：让同学们学会像科学家一样思考。纠错是科学取得进展的基本途径，美国著名心理学家马斯洛（A. H. Maslow）说过：“要做的唯一有气魄的事似乎就是不要害怕错误，投身进去，尽力而为，以期能从大错到纠正它们的过程中学到足够的东西”。^①本教材的编者深以为然，更期盼着阅读本教材的同学能以更大的勇气去创新与创造。

编者

2018年3月

^① [美] A. H. 马斯洛：《自我实现的人》，中译本，三联书店1987年版，第2页。

目录

第一章 人工智能：新时代的开启 1

- 1.1 跨越时空：铭铭的一天 2
- 1.2 光辉岁月：人工智能简史 5
- 1.3 百花齐放：人工智能在各行各业的应用 10
- 1.4 初露真容：人工智能与机器学习 13
- 1.5 本章小结 17



第二章 牛刀小试：察异辨花 19

- 2.1 初学乍练：分类任务 20
- 2.2 含英咀华：提取特征 22
- 2.3 分门别类：分类器 25
- 2.4 实践出真知：测试和应用 35
- 2.5 五花八门：多类别分类 37
- 2.6 大显身手：二分类在生活中的应用 39
- 2.7 本章小结 42

第三章 别具慧眼：识图认物 43

- 3.1 温故知新：基于手工特征的图像分类 44
- 3.2 另辟蹊径：基于深度神经网络的图像分类 52
- 3.3 “网”不厌深：神经网络的发展与挑战 60

- 3.4 忽如一夜春风来：图像分类在日常生活中的应用 66
- 3.5 本章小结 68

第四章 耳听八方：析音赏乐 71

- 4.1 洗耳恭听：听声的艺术 73
- 4.2 丝竹管弦：音乐风格分类 78
- 4.3 言听计从：语音识别技术 82
- 4.4 听声辨曲：乐曲检索技术 84
- 4.5 本章小结 85



第五章 冰雪聪明：看懂视频 87

- 5.1 化静为动：从图像到视频 88
- 5.2 明察秋毫：视频行为识别 90
- 5.3 基于深度学习的视频行为识别 98
- 5.4 本章小结 103

第六章 无师自通：分门别类 105

- 6.1 当人工智能未曾听说花的名字 106
- 6.2 物以类聚：鸢尾花的K均值聚类 108
- 6.3 人以群分：相册中的人脸聚类 111
- 6.4 层次聚类与生物聚类 118
- 6.5 本章小结 119

第七章 识文断字：理解文本 121

- 7.1 任务的特点 122

- 7.2 文本的特征 124
- 7.3 高屋建瓴：发掘文本中潜在的主题 128
- 7.4 投其所好：基于主题的文本搜索与推荐 133
- 7.5 本章小结 134

第八章 神来之笔：创作图画 135

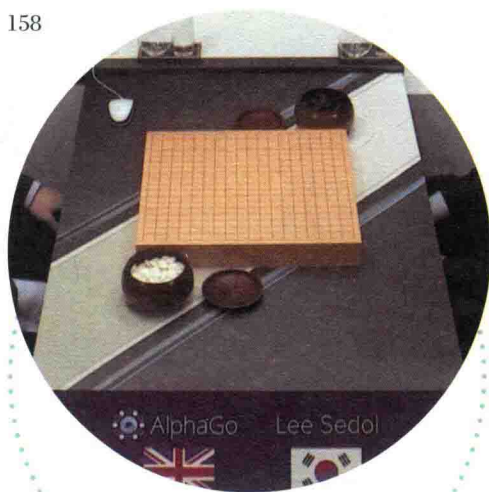
- 8.1 九层之台，起于累土：数据空间和数据分布 136
- 8.2 化腐朽为神奇的创作家：生成网络 140
- 8.3 火眼金睛的鉴赏家：判别网络 142
- 8.4 在对抗中合作与进步：生成对抗网络 145
- 8.5 得心应手地创作：条件生成对抗网络 151
- 8.6 本章小结 152

第九章 运筹帷幄：围棋高手 153

- 9.1 初窥门径：阿尔法狗的走棋网络 155
- 9.2 远见卓识：阿尔法狗的大局观 158
- 9.3 成就非凡：阿尔法元 161
- 9.4 本章小结 163

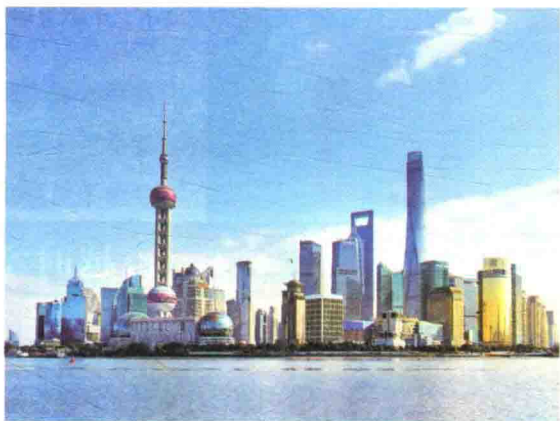
后 记 165

参考文献 167



第一章

人工智能：新时代的开启



这是一个快速变迁的时代。身处这个时代洪流里的每一个人，无论是课堂中孜孜以求的学子，还是在家中颐养天年的老人，都在享受着日新月异的便利生活。在这一切便利与舒适的背后，是一场正在深刻地改变着我们的生活与社会的科技浪潮——人工智能。

当你向智能音箱询问今天天气的时候,它通过语音识别技术听懂了你的问题。当你拿起最新的智能手机的时候,它自动解锁打开,因为它通过人脸验证技术认出了主人。当你打开电商网站,你可能在第一时间就看到了自己最喜欢的商品,因为它从你和你的朋友购买记录中通过大数据分析技术了解了你的兴趣。当你开着新的电动汽车在风景优美的高速公路上疾驰的时候,车载智能系统也在默默地守护着你,时刻不断地监测着可能的危险并适时发出提示。

这一切,仅仅只是一个开始。

很多在十年前仍是科幻小说里的场景,今天已经成为我们真实的生活经历。那么,在人工智能浪潮的驱动下,十年之后我们会生活在什么样的世界里面呢?

1.1 跨越时空:铭铭的一天

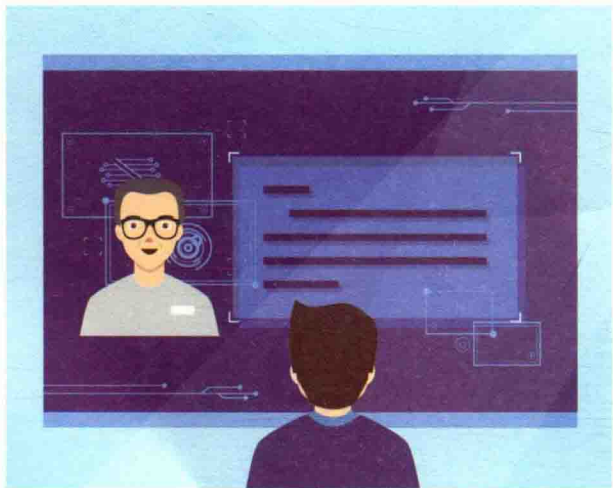
一天的开始

2028年的一个早晨,一缕阳光照进了卧室,铭铭听到了一个柔和的声音:

“铭铭,现在是2028年3月29号早上7点,新的一天开始了!”

铭铭对这个声音特别熟悉,它是由智能家居系统所控制的卧室音响发出的。就像一位忠诚的管家,这个系统日复一日分秒不差地照料着铭铭的生活。

铭铭缓缓地 from 床上坐起来。在他睁开双眼的时候,他看到前面的投影屏被点亮了,屏幕里传来了父亲的问候。



铭铭的父亲是一位著名的人工智能科学家。从小时候开始,铭铭就从父亲的实验室里接触到早期的人工智能技术。有一次,铭铭看到自己的照片在父亲的电脑里被分门别类地做成了拼图。他的活泼,他的欢笑,他的狡黠,在这些拼图中如此真切。父亲告诉他这一切都是电脑通过智能技术自动完成的,这让他感到了莫名的惊喜——这个不经意的瞬间不仅为他打开了一个充满未知的世界,也让他体会到了一直忙于工作的父亲对他的关爱。

铭铭决心把这份父爱传承下去,利用人工智能造福

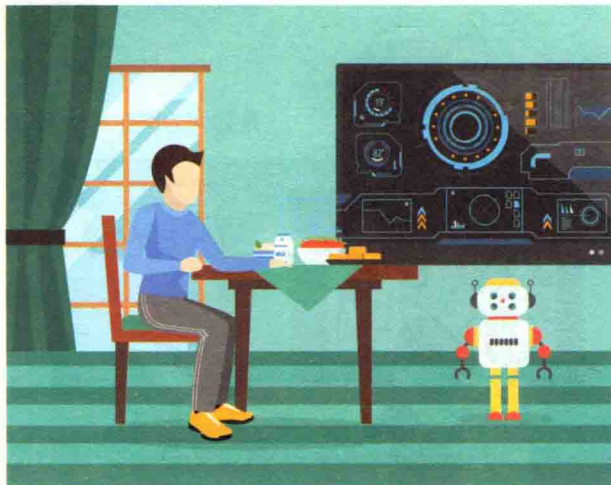
更多的人。于是，他选择成为一名人工智能工程师。

早餐时间：信息的盛宴

起床后，铭铭来到餐厅。烹饪机器人已经根据铭铭的口味爱好以及最近几天的健康智能监测系统数据，准备好了一份营养均衡的早餐：一杯奶茶，一盘调配得恰到好处好处的沙拉，还有两片他最爱吃的面包。这样一份健康可口的早餐，让他感到精力充沛，心情愉悦。

在他吃早餐的时候，餐厅的屏幕开始播放一天的新闻摘要。这是一个信息爆炸的时代，这个城市每天产生的信息量比起十年前全世界的加起来还要多。可是铭铭并没有为此而烦恼。一个高效的个性化信息流系统每天都不断地从海量的新信息中发掘他所关心的部分，并以方便快捷的方式呈现在他面前。

在这个时代，搜索引擎已经不那么重要，新兴的智能网络逐步取代了传统互联网。它们会在合适的时间、合适的地点，以前所未有的效率把信息传递给每一个人。



上班路上：车水马龙间的惬意

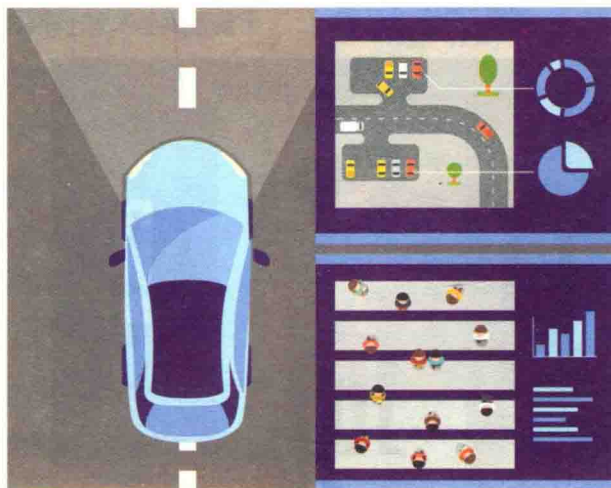
从家里出来，铭铭看到他心爱的蓝色电动轿车已经停在了家门前。轿车晚上是在车库里的。智能家居系统一直观察着铭铭的行动，在他出门之前，就提前让车子自主地开到家门前等待着。

铭铭来到车子前面的时候，车门自动打开。上车后，车门又自动关上。在这一系列看似平凡的操作背后是一个自动身份验证和动作识别模块。在车的主人看来，一切都配合得如此自然。可是当看到一个陌生人靠近时，车子会保持车门紧闭，并向安全中心发出警报。

在车上，铭铭听到了一个柔和的声音：

“铭铭，很高兴和您再见面。您现在是要去上班么？”

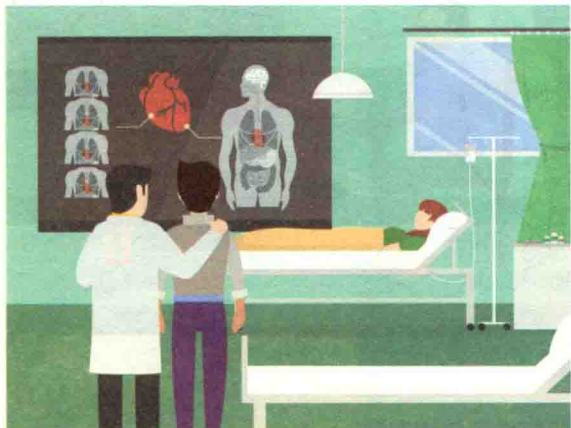
在铭铭确认后，车子开始启动。因为一个巡回嘉年华刚好来到了这个城市，今天路上的车辆和行人都特别多。可这并没有给铭铭的座驾带来多大的挑战。在车载激光雷达以及各个方位的视频传感器的帮助下，驾驶系



统准确地检测出了道路上每辆车子、每个行人的方位和动向，精准地调整着行驶的速度和方向。整个车子自如地穿行于车水马龙之间。

参观医院：智能对生命的关怀

今天铭铭约了一个在医院当主治医生的朋友，到他的工作现场实地观看人工智能是如何为医生提供帮助的。在这里，他看到一个危重病例被转介到这里会诊。



病人心脏部位的核磁共振影像显示在大屏幕上。医院里不久前刚升级的智能医疗影像分析系统已经对影像进行了扫描分析，重点区域都被精细标注。这个系统集成了最新的医疗图像模式识别的成果，能够准确地检测数百种不同的病变模式。在这个系统的协助下，医生迅速确定了病因与病情，并和同事们一起设计了两种治疗方案，一种进取，一种保守。助手把两种方案分别输入模拟治疗系统进行模拟测试。根据测试报告，铭铭的朋友和他的同事们很快就判定：使用进取方案是最优的。

从获得影像到确定治疗方案，整个过程只花了几个小时。即使在数年前这也是难以想象的。铭铭的朋友感慨说，这样复杂的病情，在智能医疗系统被引入之前，往往需要历时多天的会诊，对很多不确定因素进行排查，有时候甚至因此耽误了最佳的治疗时机。智能技术让治疗的效率大大提高了，治疗的效果也有了显著的改善。

下班以后：一次便捷的购物之旅

工作顺利完成，铭铭感到非常愉快。下班后，铭铭决定给自己买一件新的衬衣。于是他驱车来到一家品牌服装专卖店。



和这个城市的很多商店一样，这家老牌专卖店在几年前进行了智能化改造，已经成为一家智能商店。在铭铭进门的时刻，商店的迎宾系统已经把他认出，并在屏幕上显示出对他的欢迎。商店的每一排衣服旁边都立着智能试衣镜，当铭铭拿着衣服来到试衣镜前，镜子中显示出他穿着新衣服时的三维形象。得益于姿态检测与三维人体重建技术的突破，智能试衣镜合成出来的影像非常逼真，而且能自如地配合铭铭摆出的各种姿势，跟真正试穿的经验没有差别。

铭铭对自己新买的衣服非常满意。离开商店后，他第一

时间把试衣的影像发给父亲。在回家的路上，铭铭在座驾的挡风玻璃上看到了父亲的回复：

“嗯，你的品位很有长进，快赶上爸爸了。”

思考与讨论

同学们，看完铭铭的故事，对人工智能是不是有了更直接的印象呢？
请谈谈你对未来人工智能生活的想象。

铭铭在十年后的生活是令人憧憬的。这样的生活其实离我们并不遥远。在人工智能浪潮的驱动下，这一切正在一步步地被实现。为了创造新的智能生活，让我们一起来了解人工智能的知识吧。

1.2 光辉岁月：人工智能简史

横空出世

早在上世纪四五十年代，数学家和计算机工程师已经开始探讨用机器模拟智能的可能。

1950年，艾伦·图灵（Alan Turing）在他的论文《计算机器与智能》（Computing Machinery and Intelligence）中提出了著名的图灵测试（Turing test）。在图灵测试中，一位人类测试员会通过文字与密室里的一台机器和一个人自由对话。如果测试员无法分辨与之对话的两个实体谁是人谁是机器，则参与对话的机器就被认为通过测试。虽然图灵测试的科学性受到过质疑，但是它在过去数十年一直被广泛认为是测试机器智能的重要标准，对人工智能的发展产生了极为深远的影响。

1951年夏天，当时普林斯顿大学数学系的一位24岁的研究生马文·闵斯基（Marvin Minsky）建立了世界上第一个神经网络机器SNARC（Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator）。在这个只有40个神经元的小网络里，人们第一次模拟了神经信号的传递。这项开创性的工作为人工智能奠定了深远的基础。闵斯基由于他在人工智能领域的一系列奠基性的贡献，在1969年获得计算机科学领域的最高奖图灵奖（Turing Award）。



图1-1 艾伦·图灵
(1912—1954)

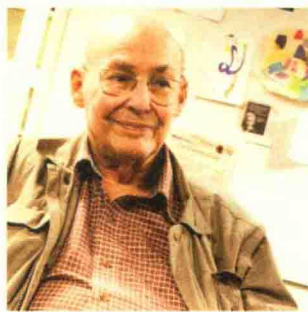


图1-2 马文·闵斯基
(1927—2016)

1955年,艾伦·纽厄尔(Allen Newell)、赫伯特·西蒙(Herbert Simon)和克里夫·肖(Cliff Shaw)建立了一个名为“逻辑理论家”(Logic Theorist)的计算机程序来模拟人类解决问题的技能。这个程序成功证明了一部大学数学教科书里面52个定理中的38个,甚至还找到了比教科书中更优美的证明。这项工作开创了一种日后被广泛应用的方法:搜索推理(reasoning)。

1956年,闵斯基、约翰·麦卡锡(John McCarthy)、克劳德·香农(Claude Shannon)和纳撒尼尔·罗切斯特(Nathan Rochester)在美国的达特茅斯学院组织了一次讨论会。这次会议提出:

“学习和智能的每一个方面都能被精确地描述,使得人们可以制造一台机器来模拟它。”

这次会议为这个致力于通过机器来模拟人类智能的新领域定下了名字——“人工智能”(Artificial Intelligence, AI),从而正式宣告了人工智能作为一门学科的诞生。



图1-3 达特茅斯会议,人工智能的诞生

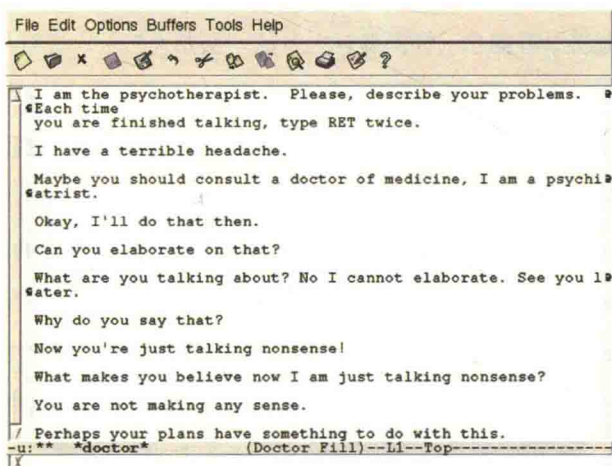
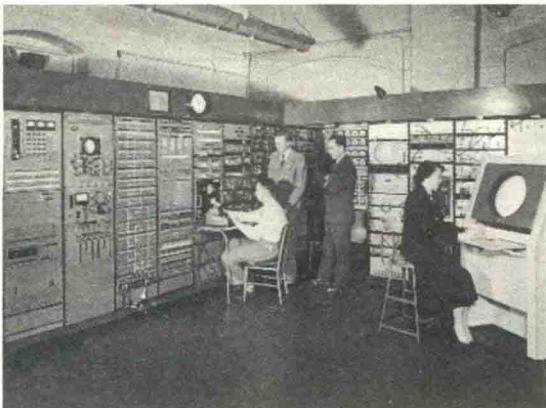
第一次浪潮(1956—1974):伟大的首航

人工智能的诞生震动了全世界,人们第一次看到了智慧通过机器产生的可能。当时有人乐观地预测,一台完全智能的机器将在20年内诞生。虽然到现在我们还没看到这样一台机器的身影,但是它的诞生所点燃的热情确实为这个新生领域的发展注入了无穷的活力。

1963年,当时刚成立的美国高等研究计划局(ARPA)投入了两百万美元给麻

省理工学院，开启了新项目 Project MAC (The Project on Mathematics and Computation)。不久后，当时最著名的人工智能科学家闵斯基和麦卡锡加入了这个项目，并推动了在视觉和语言理解等领域的一系列研究。Project MAC 培养了一大批最早期的计算机科学和人工智能人才，对这些领域的发展产生了非常深远的影响。这个项目也是现在赫赫有名的麻省理工学院计算机科学与人工智能实验室 (MIT CSAIL) 的前身。

在巨大的热情和投资的驱动下，一系列新成果在这个时期应运而生。麻省理工学院的约瑟夫·维森鲍姆 (Joseph Weizenbaum) 教授在 1964 年到 1966 年间建立了世界上第一个自然语言对话程序 ELIZA。ELIZA 通过简单的模式匹配和对话规则与人聊天。虽然从今天的眼光来看这个对话程序显得有点简陋，但是当它第一次展露在世人面前的时候，确实令世人惊叹。日本早稻田大学也在 1967 年到 1972 年间发明了世界上第一个人形机器人，它不仅能对话，还能在视觉系统的引导下在室内走动和抓取物体。



期望越高，失望越大。虽然人工智能领域在诞生之初的成果层出不穷，但还是难以满足社会对这个领域不切实际的期待。由于先驱科学家们的乐观估计一直无法实现，从 70 年代开始，对人工智能的批评越来越多。在领域内，百花齐放的背后各种问题也逐步显露出来。一方面，有限的计算能力和快速增长的计算需求之间形成了尖锐的矛盾；另一方面，视觉和自然语言理解中巨大的可变性与模糊性等问题在当时的条件下构成了难以逾越的障碍。随着公众热情的消退和投资的大幅度削减，人工智能在 70 年代中期进入了第一个冬天。