

人工智能概论

张广渊 周风余 著

介绍人工智能**入门知识**
构建人工智能**通识体系**
推动人工智能**普及教育**



本书微课资源

免费提供

PPT等教材相关资料

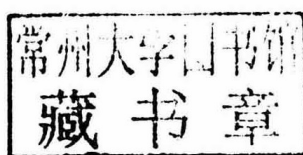
万水书苑

出版资源网

www.wsbookshow.com

人工智能概论

张广渊 周风余 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

·北京·

内 容 提 要

本书致力于推动人工智能的普及教育,使用通俗易懂的语言深入浅出地介绍了人工智能的相关知识,包括机器学习和深度学习的基本内容,并结合图像信息处理和自然语言处理两个典型应用展开阐述,使读者能快速掌握人工智能的基本概念、基本知识体系和框架,为进一步深入学习打下良好基础。

本书共分6章:前4章主要介绍基础入门知识,包括绪论、基本分类、回归与聚类及神经网络与深度学习;第5章和第6章结合人工智能目前最热门的两个技术应用领域——图像信息处理和自然语言处理展开论述。

本书强调实用性和可读性,可作为中学和中专学生的科普教材,高等院校低年级本科生和专科生学习人工智能的通识课程或公共基础课程教材。

本书提供视频、PPT、习题等辅助教学资料,可访问本出版社教学资源链接<http://www.wsbookshow.com>和<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>获得;本书配套慕课教程可访问智慧树网站链接www.zhihuishu.com搜索课程“人工智能基础”获得。

以上资源也可联系作者(xdzhanggy@163.com)或出版社(305586627@qq.com)获得。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能概论 / 张广渊, 周风余著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2019.7 (2019.12 重印)
ISBN 978-7-5170-7878-4

I. ①人… II. ①张… ②周… III. ①人工智能—教材 IV. ①TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第167509号

策划编辑: 石永峰 责任编辑: 石永峰 加工编辑: 王玉梅 封面设计: 李佳

书 名	人工智能概论 RENGONG ZHINENG GAILUN
作 者	张广渊 周风余 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市祥宏印务有限公司
规 格	170mm×240mm 16开本 11.75印张 236千字
版 次	2019年7月第1版 2019年12月第2次印刷
印 数	5001—10000册
定 价	38.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

近年来，随着人工智能相关技术的不断发展和日益成熟，技术实施成本不断降低，人工智能在很多领域的应用已经落地，并取得显著的应用效果。人工智能正在改变着各行各业，也在慢慢地改变我们的生活，人工智能时代已经悄然来临。

2017年7月，国务院印发的《新一代人工智能发展规划》（国发〔2017〕35号）明确指出，人工智能已经成为国际竞争的新焦点，应逐步开展全民智能教育项目，在中小学阶段设置人工智能相关课程、逐步推广编程教育、建设人工智能学科，培养复合型人才，形成我国人工智能人才高地。

人工智能是个非常宽泛且变化较快的概念。其研究范畴包括知识表示、自动推理、智能搜索、专家系统、机器学习、神经网络、计算机视觉、模式识别、自然语言处理、自动程序设计、智能机器人等；应用领域包括家居、零售、交通、医疗、教育、物流和安防等。自诞生以来，人工智能的技术、理论不断发展，而且随着应用的不断深入，其范围在快速扩大。有些观点认为，人工智能属于社会科学和自然科学交叉领域，涉及数学、心理学、神经生理学、信息论、计算机科学、哲学和认知科学、不定性论以及控制论等。因此，人工智能不仅仅是一个学科专业，作为一个新时代的技术核心，它更应该是一种知识技能基础，是一种普及型的知识平台。通过推动人工智能普及教育，结合大学传统专业，形成“人工智能+传统专业”的大学人才专业培养模式是加快建设人工智能相关产业，培养人工智能相关复合型人才的一条重要途径。

本书旨在面向人工智能的初学者和爱好者，尽量使用通俗易懂的语言深入浅出地介绍人工智能的相关知识，致力于推动人工智能的普及教育。

全书共分为6章，第1章阐述了人工智能的基本概念、发展历史、研究范式和应用领域；第2章从鸢尾花经典数据集入手，介绍了分类的基本概念、感知机和支持向量机两种最基本的分类器，对分类器的工作步骤和多分类器设计进行了讲解；第3章主要围绕回归和聚类，介绍机器学习的相关基础知识，并对常用的相似度计算方法进行了叙述；第4章从人工神经网络的发展历史出发，对生物神

神经网络和人工神经网络进行了综合叙述,并介绍了传统神经网络和深度神经网络;第5章从人眼成像出发,介绍了图像信息处理的基本概念和发展历史,从图像处理到图像分析,再到视频分析,循序渐进地介绍了人工智能在图像和视频信息处理中的应用,最后结合图像信息处理对卷积神经网络进行了详细介绍;第6章围绕自然语言处理,从其发展历史、典型应用、基本技术和特征提取4个方面进行了详细阐述,并对循环神经网络在自然语言处理中的应用进行了相应介绍。

本书第1章和第4章由周风余完成,第2章、第3章、第5章和第6章由张广渊完成,全书由张广渊统稿。

本书在编写过程中参考了很多文献,在此谨向文献的有关作者致以衷心的感谢。本书部分插图由郭一诺和张馨月绘制,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,在本书编写过程中难免出现错误和不妥之处,恳请广大读者不吝指正。

作者

2019年4月

目 录

前言

第 1 章 绪论

1.1 人工智能的基本概念	5
1.2 人工智能的发展历史	9
1.3 人工智能的研究范式	13
1.4 人工智能的应用领域	16
1.5 小结	19

第 2 章 基本分类

2.1 分类的概念	20
2.2 向量的基本运算	24
2.3 分类器	26
2.4 分类识别技术	28
2.4.1 感知机	29
2.4.2 导数与微分	34
2.4.3 梯度下降法	36
2.4.4 SVM	42
2.5 测试与分类实现	47
2.5.1 测试	47
2.5.2 分类实现	47
2.5.3 多分类识别	48
2.6 小结	51

第 3 章 回归与聚类

3.1 基本概念	52
3.1.1 机器学习的类别	52
3.1.2 变量之间的关系	54
3.2 回归	55
3.2.1 回归的概念	55

3.2.2 线性回归	57
3.2.3 逻辑回归	66
3.3 聚类	71
3.3.1 聚类的概念	72
3.3.2 K 均值聚类算法	74
3.3.3 层次聚类算法	75
3.4 相似度计算	75
3.5 小结	80

第 4 章 神经网络与深度学习

4.1 人工神经网络的发展历史	81
4.2 神经网络的分类	85
4.2.1 生物神经网络	85
4.2.2 人工神经网络	86
4.3 浅层神经网络	88
4.3.1 多输出感知机	88
4.3.2 多层神经网络	89
4.4 深度学习	97
4.4.1 深度学习模型	97
4.4.2 激活函数	99
4.4.3 深度学习的特点及发展	100
4.5 小结	101

第 5 章 图像信息处理

5.1 人眼成像	102
5.2 图像信息处理的基本概念	104
5.3 图像采集及处理发展历史	111
5.4 数字图像处理	116
5.4.1 图像的基本运算	116
5.4.2 图像增强	120
5.4.3 图像分割	125
5.4.4 图像压缩	126
5.5 数字图像分析	127
5.6 视频分析	131
5.6.1 视频的概念	131
5.6.2 运动检测	133

5.6.3 目标跟踪	135
5.7 卷积神经网络 CNN	136
5.7.1 卷积	138
5.7.2 卷积层	141
5.7.3 池化层	144
5.7.4 AlexNet	147
5.8 小结	150

第 6 章 自然语言处理

6.1 自然语言处理的发展历史	152
6.2 自然语言处理典型应用	155
6.3 自然语言处理基本技术	157
6.3.1 词法分析	158
6.3.2 句法分析	162
6.3.3 语义分析	163
6.3.4 语用分析	164
6.4 自然语言特征提取	164
6.4.1 词袋模型 BOW	165
6.4.2 N-Gram 模型	166
6.4.3 Word2Vec 模型	168
6.4.4 循环神经网络 RNN	174
6.5 小结	176

参考文献

第 1 章 绪论



本章微课资源

从人工智能诞生开始，研制能够下棋的程序并且战胜人类就是人工智能学家不断努力想要达成的目标，最早参与人工智能起源的“达特茅斯会议”的塞缪尔就是一名来自 IBM 公司的研究计算机下跳棋的人员，而另一名参会者伯恩斯坦是 IBM 公司的象棋程序研究人员。著名的人工智能学家西蒙在 1957 年曾预言十年内计算机下棋击败人，而一直到 1997 年，IBM 公司的计算机深蓝（Deep Blue）才最终击败国际象棋大师卡斯帕罗夫。

图 1.1 是 1996 年 IBM 公司的深蓝与卡斯帕罗夫进行对局的一张照片。实际上卡斯帕罗夫与深蓝的较量可以一直追溯到 1989 年。



图 1.1 IBM 公司的深蓝与国际象棋大师卡斯帕罗夫进行对局（图片来源：sina.com.cn）

1987年，一位来自中国台湾的华裔美籍科学家许峰雄设计了一款名为“芯验”（Chip Test）的国际象棋程序，并在此基础上不断改进。

1988年，“芯验”改名为“深思”（Deep Thought），已升级到可以每秒计算50万步棋子变化，在这一年，“深思”击败了丹麦的国际象棋特级大师拉尔森。

1989年，“深思”与当时的国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫对战，但是以0:2失利，这时的“深思”已经达到了每秒计算200万步棋子变化的水平。

1990年，“深思”进一步升级，诞生了“深思”第二代，在这期间“深思”二代于1990年与前世界冠军卡尔波夫进行了多场对抗，卡尔波夫占据较大优势，战况非赢即和。

1993年，“深思”二代击败了丹麦国家队被称为有史以来最强女棋手的小波尔加。

1994年，德国著名国际象棋软件 Fritz 参加在德国慕尼黑举行的超级闪电战比赛，在初赛结束时，其比赛积分与卡斯帕罗夫并列第一，但在复赛中被卡斯帕罗夫以4:1击败。同年，另一个国际象棋程序 Genius 在英国伦敦举行的英特尔职业国际象棋联合会拉力赛中，在25分钟快棋战里战胜了卡斯帕罗夫并把他淘汰出局。

1995年，卡斯帕罗夫分别在德国科隆对战 Genius，在英国伦敦对战 Fritz，均以一胜一和胜出，并且嘲讽计算机下棋没有悟性。

1996年，为纪念计算机诞生五十周年，“深蓝”在美国费城与卡斯帕罗夫进行了6局大战，“深蓝”赢得了第一局，但最终以总比分2:4败北。

1997年，“深蓝”升级为“更深的蓝”，再次与卡斯帕罗夫大战，比赛仍以6局定胜负，最终，“更深的蓝”以3.5:2.5击败了卡斯帕罗夫，其中第六局仅对战了19个回合，“更深的蓝”就通过一记精妙的弃子逼迫卡斯帕罗夫认输。有人说，卡斯帕罗夫犯了低级错误，最终输给了他自己，但所有的主流媒体都打出了这样的标题：电脑战胜了人脑。随后，IBM公司宣布封存“更深的蓝”，不再与人类棋手下棋^[1]。

即使是在国际象棋领域，“更深的蓝”战胜了卡斯帕罗夫，围棋界依然被认为是计算机无法战胜人类的领域。围棋的规则非常简单，但是在围棋中可能存在的棋谱数量和计算量非常的巨大。围棋的棋盘由横竖线网格组成，横竖方向分别

有 19 条线，棋盘网格共生成 361 个交点，在每一个交点位置，都可以放置棋子，围棋的棋子包括黑色棋子和白色棋子两种，因此，网格交点可以以三种状态存在，即放置黑棋、放置白棋或不放置棋子，这样围棋棋盘理论上存在 3^{361} (1.74×10^{172}) 种组合。

根据围棋规则，不是所有位置都可合法落子，在围棋术语中没有“气”的位置就不能落子，经过研究人员测算，排除这些不合法位置后总共还剩大约 2.08×10^{170} 种棋局分布。目前在全宇宙可观测到的物质原子数量才 10^{80} 个。目前世界上最快的神威·太湖之光超级计算机的运算速度是每秒 10 亿亿次，即 10^{16} 次，这个数值与 10^{170} 相比差别巨大。如果计算机使用穷举法暴力破解棋谱的话，是不可能实现的，这也是为什么以往人们认为计算机在围棋领域不可能战胜人类的原因。

而这一切，被谷歌公司的 AlphaGo（阿尔法狗）打破了。

韩国围棋九段棋手李世石（韩语名“李世石”）注定将被历史铭记，既是因为他的胜利，也是因为他的失败。

2016 年 3 月 9 日，谷歌开发的人工智能围棋程序 AlphaGo 与李世石在韩国首尔的四季酒店进行五番棋大战，如图 1.2 所示。五番棋常见于围棋界的比赛，是指两位棋手对决五局，胜局多者获胜，常见的还有三番棋、十番棋等。3 月 12 日，李世石输掉了第三局比赛，而 AlphaGo 则连胜三局，标志着它已经取得了这场比赛的胜利。3 月 13 日，李世石凭借“神之一手”战胜扳回一局，但第五局的失利使其最终以 1:4 败北。

在 AlphaGo 之后，还有一个事件，虽然不如战胜李世石反响那么大，但是在人工智能发展领域，却代表了一个新的突破，这就是 AlphaGo Zero。

图 1.3 是 AlphaGo 的家族图^[2]。第一代 AlphaGo 被称为 AlphaGo Fan。打败李世石的是第二代 AlphaGo，其名字是 AlphaGo Lee。在 AlphaGo Lee 之后，升级出来两个第三代 AlphaGo 的新版本，一个被称为 AlphaGo Master，它依然采用人类经验棋谱样本作为学习样本，另一个是 AlphaGo Zero，AlphaGo Zero 不再学习人类棋谱，而是在学习基本的围棋规则后，自我生成棋局进行学习和对抗。



图 1.2 AlphaGo 与韩国围棋九段棋手李世石对局（图片来源：cnblogs.com）

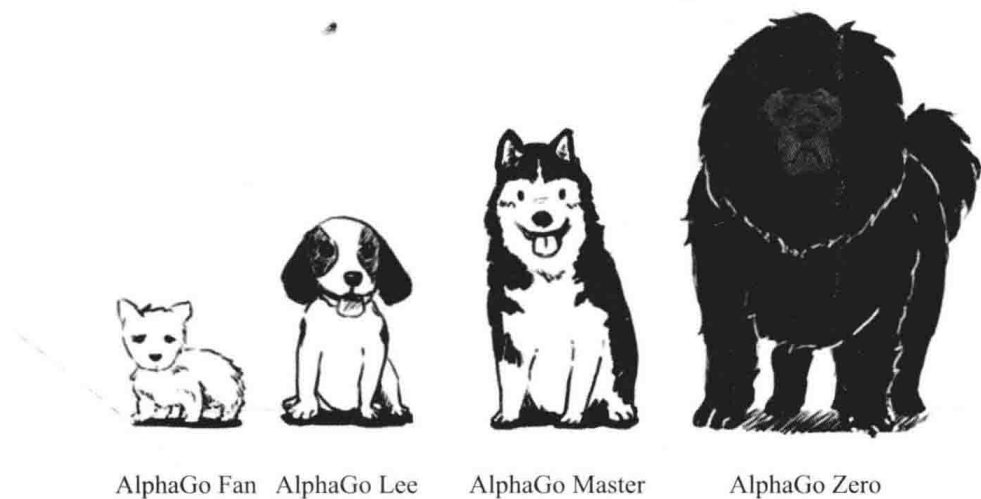


图 1.3 AlphaGo 家族成员（图片来源：jstv.com）

图 1.4 为 AlphaGo Zero 的自我学习成长曲线^[2]，如图 1.4 所示，当 AlphaGo 学习三天后即超过了战胜李世石的 AlphaGo Lee 的棋力，在学习 40 天后，即超过了 AlphaGo Master 的棋力，而这一切没有任何人工的干预和采用任何人类已有的经验棋谱，完全依靠 AlphaGo Zero 的自我学习来实现。

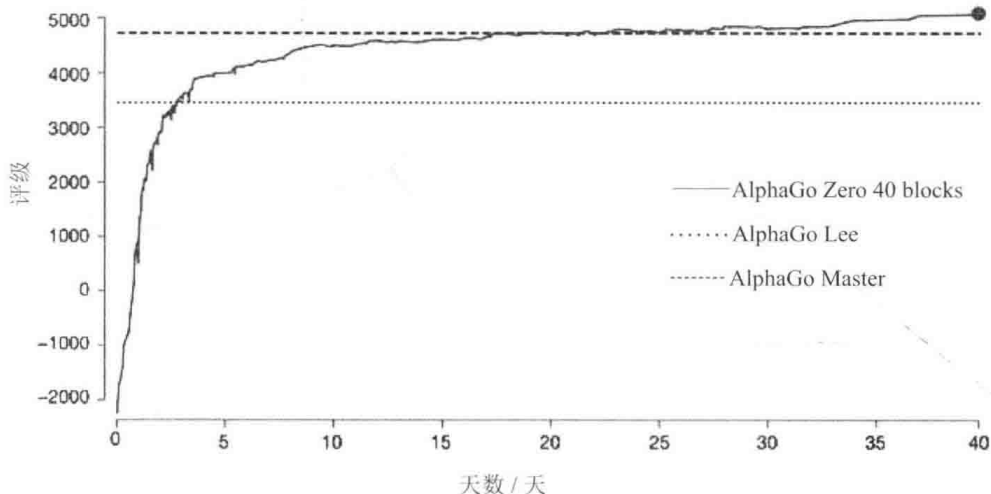


图 1.4 AlphaGo Zero 自我学习曲线 (图片来源: sohu.com)

无论是“更深的蓝”的胜利，还是 AlphaGo 战胜李世石，都是人工智能发展史上里程碑式的事件，它标志着计算机程序在某一单一领域战胜了最优秀的人类。尤其是 AlphaGo 的胜利，意味着围棋这个以往被认为是机器无法战胜人类的领域被颠覆了，也把全世界的目光聚焦到人工智能领域，它意味着人工智能的巨大突破，各国政府纷纷出台对人工智能领域研究的支持和倾斜政策，越来越多的人工智能应用开始落地。在未来数十年，人工智能将极大地影响人类的工作、生活以及方方面面。

1.1 人工智能的基本概念

作为科学界的两大难题，宇宙起源和人脑奥秘一直是科学家们努力探究的科学领域，即使是科学与技术高度发达的今天，我们对人脑的奥秘依然知之甚少。而研究人工智能，自然会想到人类的大脑是怎么实现智能的，这个问题到现在依然没有准确的答案。

根据脑科学现有的研究，人类智能总体上可分为高、中、低三个层次，不同层次智能的活动由不同的神经系统来完成。其中，高层智能以大脑皮层为主，大脑皮层又称为抑制中枢，主要完成记忆、思维等活动；中层智能以丘脑为主，也

称为感觉中枢，主要完成感知活动；低层智能以小脑、脊髓为主，主要完成动作反应活动。

我们已经知道，人类大脑已经具备记忆、思维、观察、分析等功能，这些功能依赖于在人类大脑中所拥有的呈现并行分布的 $10^{11} \sim 10^{12}$ 个（千亿~万亿个）神经元来实现。具体的实现形式依然在研究之中，目前人工智能得到快速发展的神经网络就借鉴了大脑神经元细胞的工作方式。但是，人类是怎样通过神经元实现大脑体现智能行为的能力依然未知，因此，对智能的严格定义有待于对人脑奥秘的进一步揭示与认识。

我们把智能定义为学习和求解问题的能力，实质上智能是解决新问题、理性行动与像人一样行动的能力。

也有把智能归结为世界上实现目标能力的计算部分，人、动物和机器都会出现各种各样和各种层级的智能。

人工智能的英文是 Artificial Intelligence，简称 AI，相对于人类所具备的自然智能，人工智能为通过使用人工设计的软硬件，使用计算机实现模仿、延伸和扩展人的自然智能^[3]。

人工智能的一个比较流行的定义，也是该领域较早的定义，是由麻省理工学院的约翰·麦卡锡在 1956 年的达特茅斯会议上提出的：人工智能就是为了让机器的行为看起来就像是人所表现出的智能行为一样。

著名的图灵测试设计了一个对话场景，如图 1.5 所示，试图验证机器是否具备智能，它是在 1950 年由英国科学家艾伦·图灵在其论文《计算机器与智能》中首次提出来的^[4]。

图灵测试认为：从行为上来说，机器执行了需要人的智能才能完成的行为，则该机器就是智能的。

图灵测试设定的这个对话场景是由一名测试员通过文字与密闭在屋子里的人或机器交流，测试员看不到，也事先不知道在屋子里和他对话的是人还是机器，如果通过文字对话，测试员不能分辨在屋子里和他对话的是人还是机器，则参与对话的机器就被认为通过了测试，也就是具备了一定的人工智能。图灵测试在过去很长的一段时间被认为是测试机器智能的重要标准。

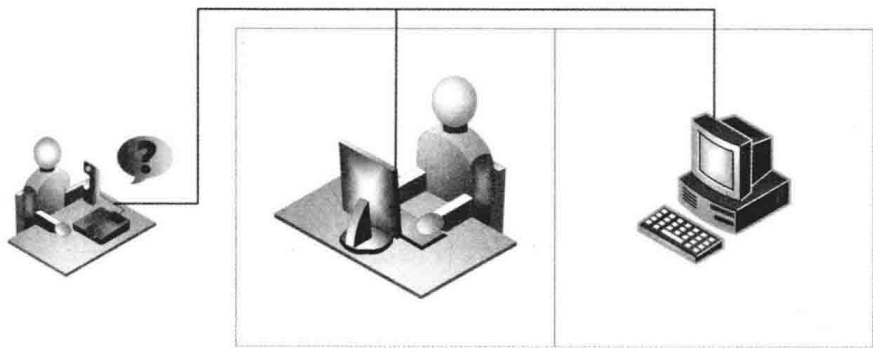


图 1.5 图灵测试示意图

图灵测试是有其局限性的，著名的美国哲学家约翰·希尔勒（John Searle）在 1980 年设计了一个思维试验，被称为是希尔勒的中文屋，试图对图灵测试缺陷进行说明。希尔勒的中文屋依然定义了一个封闭的屋子，如图 1.6 所示，这个屋子里的人懂英文不懂中文，在他手里有一套英文版的关于中文语言行为的规则书，他在屋里接收到屋外传来的中文信息和问题，通过他手里的规则对应，可以实现使用中文有效地对应回答这些中文信息和问题，而屋外的人会认为屋里的人是一位懂中文的人。

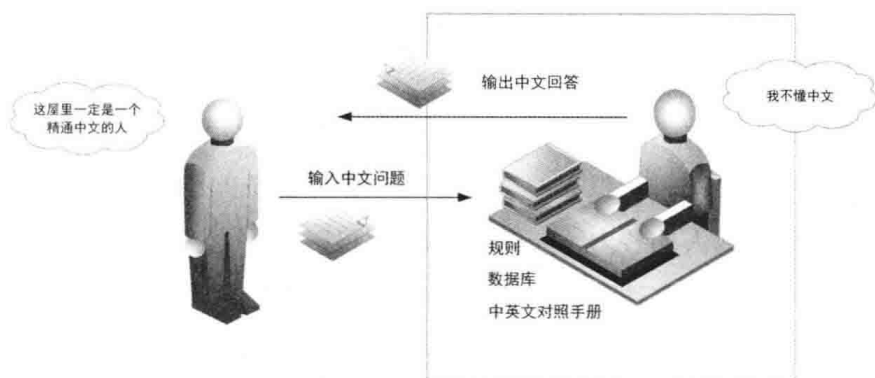


图 1.6 希尔勒的中文屋

包括麦卡锡和图灵对人工智能的定义都回避了思维的概念，把人工智能归结为在行为的表现上，我们把这一类观点称为弱人工智能观点。弱人工智能只关注于完成一个特定的任务，例如我们现在接触到的图像识别、语音输入、语言实时翻译和聊天机器人等，包括前面提到的 AlphaGo，它们都是处理一项单一的任务，并没有真正实现人脑的思维。

和弱人工智能对应的概念是强人工智能。强人工智能被认为是具有真正“思维”的机器，它能实现观察、分析、归纳、总结，能做到像人脑一样的独立思考、推理、判断和决策，这种“思维”的具体实现方式有可能和人类是一致的，也有可能是不一致的。

在人工智能的层次分类中，还有一种提法叫超人工智能，超人工智能被定义为“在几乎所有领域都比最聪明的人类大脑聪明很多，包括科学创新、通识知识和社交技能”。在超人工智能观点中，人类已经无法理解机器的思维内容和思维方式，就像在二维世界中的蚂蚁无法理解三维世界中的人类行为和思维方式一样，人工智能已经形成一个全新的社会，而我们人类有可能并不在这个全新的社会范围之内。

人工智能超越人类智能的那一时刻被称为“奇点”，在这里借鉴了宇宙大爆炸理论中“奇点”的概念，也就是处于临界的那个点，即表示人工智能超越人类智能的那个点。

奇点理论的拥护者分为乐观派和悲观派两个阵营：乐观派认为当人工智能超越人类智能后，具备智能的机器会更好地为人类服务，我们的生活会更便捷，质量会更高；而悲观派则认为，当人工智能超越人类智能后，具备智能的机器将最终带给人类毁灭。

人工智能到底是什么？有的学者认为，人工智能的终极目标是探讨智能形成的机理，研究利用自动机模拟人的思维过程。而人工智能的近期目标是研究如何使计算机去做那些靠人的智力才能做的工作。

作为一门年轻而又高速发展的学科，现在我们还看不清人工智能的边界，它不像其他科学的学科领域逐渐由分散回归统一，而是在其发展的过程中，不断分裂出大大小小各不相同的子领域。

在大学里，机械、电子、计算机，甚至哲学等学科都有人在研究人工智能，这一方面反映了人工智能已渗入到各个学科的方方面面，而另一方面，不同领域不同学科的人员对人工智能的认识也各不相同。

也许未来，在人工智能发展到某一阶段，在人脑智能认识机理研究取得突破以后，这一学科会逐渐回归统一。

1.2 人工智能的发展历史

1900 年，在巴黎召开的数学家大会上，著名的天才数学家大卫·希尔伯特宣布了 23 个未解决的难题。其中希尔伯特第十个问题的表述是：是否存在判定任意一个丢番图方程有解的机械化运算过程？

丢番图方程是一个以人名命名的方程，丢番图是一名古代数学家，大概生活在公元前三世纪，他著有著作《算术》，是代数理论和数论发展的里程碑式的著作。

本书不深究丢番图方程的概念，该难题的重点在后半句，即“机械化运算过程”，它实际上就是我们现在所说的“算法”。

艾伦·图灵通过研究希尔伯特第十个问题，设计出了图灵机，如图 1.7 所示。这就是计算机的原型，图灵机详细描述了机械运算过程的含义，也为计算机的发明铺平了道路。

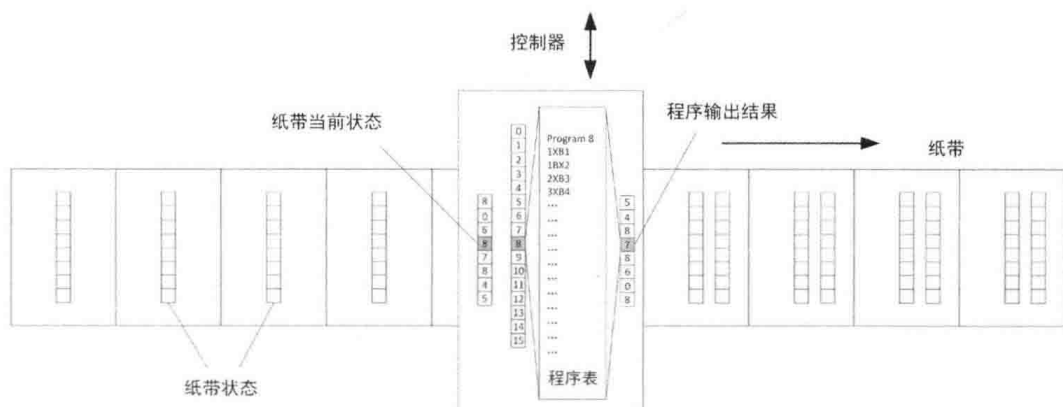


图 1.7 图灵机示意图

图灵机把人类大脑的计算的过程进行抽象化和模型化。可以想象一下使用人类的大脑计算两个数的加法的过程：首先，我们把这两个数写在一张纸上，传统的竖式计算方法是按上下排列，把个位对齐；然后，再从个位开始一位一位地按照加法规则进行加运算，当有进位的时候，需要把进位单独写到分割线对应的位置把它标注下来，在下一步运算中把标注的进位再计算进去；最后，我们把结果再写出来。