



The Milestones toward Artificial Intelligence

# 人工智能之路

谭营 著

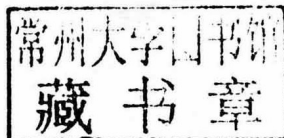
清华大学出版社



The Milestones toward Artificial Intelligence

# 人工智能之路

谭营 著



清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书以年代为主线,选择人工智能(AI)发展进程中具有里程碑意义的五十个重大事件为抓手,清晰地展示出人类通往人工智能之路的艰辛、曲折与喜悦。为了满足广大读者对当前人工智能热关注的关注的基本需求,本书用简洁易懂的语言对这五十个重大事件逐一介绍,内容丰富有趣,而且读者不需要提前掌握相关专业知识,就能够容易地读懂每一个重大事件,并理解其在人工智能发展进程中不可或缺的作用。本书是一本全面介绍人工智能的科普读物,也是了解和学习人工智能的初级读物。这里特别要指出的是,本书中许多图片都采用最新人工智能风格渲染程序进行了处理,以特显人工智能的风采,让读者能直接感受到 AI 的魅力。

本书适合所有对 AI 感兴趣的读者阅读。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

人工智能之路/谭莹著. —北京:清华大学出版社,2019  
ISBN 978-7-302-53094-7

I. ①人… II. ①谭… III. ①人工智能—普及读物 IV. ①TP18-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 102165 号

责任编辑:龙启铭  
封面设计:何凤霞  
责任校对:时翠兰  
责任印制:丛怀宇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市君旺印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170mm×230mm 印 张:15.75 字 数:208千字

版 次:2019年10月第1版 印 次:2019年10月第1次印刷

定 价:59.00元

产品编号:083147-01

# 前言

人类在探索智能的道路上经历了漫长的摸索和探寻,虽经历无数曲折,但始终顽强执着、矢志不渝,攀登了一座座的高峰,并正在一步一步前行,努力奔向光明的明天。众所周知,人类社会的发展经历了几次重大的社会变革。第一次社会变革是第一次工业革命的蒸汽机时代,第二次社会变革是第二次工业革命的电气化时代,第三次社会变革是以计算机和互联网为代表的信息与网络时代,现在我们人类正在经历着第四次社会变革,以人工智能为代表的智能时代。人工智能成为推动现今社会进入智能社会的新动力。

人工智能(Artificial Intelligence, AI)一词是在1956年的达特茅斯会议上首次提出并正式使用的,指研究那些与人一样进行学习、推理和判断的理论、方法与技术。从学科建设观点来说,比人工智能一词更加学术化的称谓应该是智能科学与技术,它是研究认识、模拟以及扩展自然智能的有关理论、方法与技术及其应用的学科。人工智能的研究目标是研究与开发出跟人一样甚至超过人的自然智能能力的智能机器,以便更高效地服务于人类。这些智能机器能像我们人一样能够看、听、说、想、学和做等,能够完成人让它去做的一切工作,成为人类不可或缺的重要帮手和辅助工具。

人类对人工智能的探索进程是一个螺旋式上升发展的路程,其中充满艰辛与曲折。在人工智能的整个发展历程中,经历了三次人工智能寒冬和多次跨越式发展,出现了三大著名的研究学派和历次新思潮。在克服阻碍人工智能发展的固有势力的过程中,涌现出了许许多多新思路和新手段。

这些新思路与新手段是人工智能得以摆脱旧的束缚和羁绊,拥抱新机遇的关键,成为人工智能发展进程中的转折点。基于这些新思路与新手段所发展出来的新模型和新方法具有前所未有的生命力,一经投入应用即产生出了人工智能发展过程中许多重大的里程碑式成果,推进着人工智能研究和应用的前行。因此,这些人工智能发展进程中的里程碑式成果代表了不同时期人工智能的进展和高度,是人们了解人工智能的最好切入点和重要知识点,也是人工智能发展路径的重要支点和闪光点。

为了满足广大读者期待了解当前人工智能热潮中有关人工智能基本知识的需求,本书以年代为主线,从每个十年里挑选了6~10个里程碑式成果,它们既有理论与方法的成果,也有重要技术以及具有重大推进意义的典型应用型成果,全书精心挑选出人工智能发展进程中具有里程碑意义的五十个重大事件作为主线,展示了人工智能的发展过程,清晰地勾勒出了人类通往人工智能之路的轮廓、艰辛和喜悦。

本书内容丰富有趣,采用简洁通俗的语言来逐一介绍人工智能的这些重大事件。读者不需要具有相关专业知识,就能够容易地读懂本书介绍的每个重大事件,理解其在人工智能发展进程中不可或缺的作用,用较短的时间了解人工智能的精髓和重要发展。

本书是一本介绍人工智能的科普读物,是了解和学习人工智能的初级阅读材料,适合所有对人工智能感兴趣的读者阅读。

特别需要指出的是,本书中的许多图片都采用最新人工智能风格渲染程序进行了处理,以体现人工智能风采,让读者能直接感受到人工智能的魅力。本书采用了深度神经网络模型对插图进行风格转化,让原本单一的插图变得多姿多彩。该模型中包含的风格有素描风格、抽象风格、水墨风格和毕加索抽象风格等,同时根据原图的形状、颜色等,选择出最适合该图的风格,并用于本书的插图,希望能给读者带来不一样的视觉体验。

最后,作者在此感谢在本书成稿过程中给予过帮助的所有人员,尤其是

要感谢作者指导的多位研究生,他们帮助查阅和整理了大量相关资料,才使得本书得以完成。

希望本书的出版可以为我国人工智能的宣传与推广尽微薄之力。

谭 营

2019年3月6日

北京燕园

# 目

# 录

1900 年以前：早期传说、文学和影视作品中的高级智慧 .....	1
1913：罗素的《数学原理》 .....	8
1943：麦卡洛克和皮茨提出 M-P 模型 .....	14
1946：电子计算机的诞生 .....	19
1949：赫布学习规则 .....	24
1950：人工智能之父——图灵 .....	28
1950：棋类程序 .....	33
1950：机器人三定律 .....	38
1956：达特茅斯会议及人工智能的诞生 .....	44
1958：LISP：最适合人工智能的编程语言 .....	48
1960：遗传算法 .....	53
1963：心理学与感知机 .....	57
1964：计算机程序“STUDENT”解应用题 .....	61
1965：第一个聊天机器人 ELIZA .....	65
1966：语义网络 .....	69
1968：第一个专家系统 DENDRAL .....	73
1969：联结主义的寒冬 .....	76
1972：微世界 .....	80
1973：第一次人工智能寒冬 .....	84
1973：弗雷迪机器人系统 .....	87

1979: 提供治疗建议的专家系统 MYCIN .....	91
1979: 西洋双陆棋程序首次击败世界冠军 .....	95
1981: 专家系统成功商业化 .....	100
1981: 自组织映射网络理论 .....	106
1982: 第五代电子计算机系统工程 .....	111
1982: 霍普菲尔德神经网络 .....	115
1983: 模拟退火 .....	119
1986: 训练神经网络的反向传播算法 .....	122
1987: 第二次人工智能寒冬 .....	125
1990: “自底向上”的人工智能——“大象不会下棋” .....	128
1995: 粒子群优化算法与群体智能 .....	132
1997: “深蓝”称霸象棋世界 .....	137
1999: 网络爬虫和网页排名 .....	142
2002: iRobot 公司生产首个家用机器人 .....	147
2005: 仿生机器人“大狗” .....	152
2005: 推荐系统的商业价值 .....	157
2006: 近代人工智能的转折点——深度置信网络 .....	164
2008: 语音识别系统与手机语音助手 .....	169
2009: 自动驾驶 .....	174
2009: 提速: 图形处理器的革命 .....	179
2011: 智能手机和移动应用程序 .....	183
2012: 从视频网站中学习图像识别 .....	192
2012: 深度学习“封神之路”的起点——AlexNet .....	196
2014: 阿尔法围棋 .....	202
2014: 生成对抗网络的提出和发展 .....	207

2016: 谷歌神经机器翻译的突破 .....	216
2016: 虚拟现实与增强现实技术 .....	221
2016: 人脸识别技术的兴起和应用 .....	225
2017: 人工智能攻克大型战略游戏 .....	229
2018: BERT 称霸自然语言处理 .....	235

## 1900 年以前：早期传说、文学和影视 作品中的高级智慧

在人类社会的早期阶段，我们的祖先对于火和工具的使用使得我们获得了区别于低等生物的高级智慧。早期的人类以火熟食，但食物的来源依旧大部分来自捕猎；随着容器的发明，人类文明从捕猎阶段逐步进入了农耕阶段；后来人类发明了布料，衣不蔽体的时代随之过去；再后来人类发明了建筑，有了固定的居所，然后又有了城邦和国家。可以这么说，人类文明的发展一直伴随着工具文明的发展，新的发明依赖于新的工具，反过来，新的文明又催生出新的工具，这就是人类社会发展的基石。

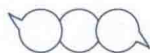
自从人类文明诞生之后，人类就已经在思考是否能够设计出某种工具，可以像人类一样利用已知的知识推理出新的知识。这种类似人脑进行机械化推理的过程就是所谓的“形式推理”，它是孕育人工智能的萌芽之一。纵观世界历史，人类对于“人工智能”的追求和想象从未停止，或许正是来自人类本能的对工具的依赖与执着，才促使人类不断探索、不断创新、不断前行，也才有了今天人工智能的浪潮之巅。

在中国早期的神话故事里，就有大量关于“人工智能”的传说。在《列子·汤问》(图 1)中记载，西周(公元前 1046—公元前 770)时期有一能人巧匠，名为偃师，为博周穆王的赏识，费时九月制作了一个可以自己舞蹈的歌妓机器人。周穆王西巡狩猎之际，偃师觐见穆王，穆王见偃师同行还有一人，似男似女、难辨性别，便问：“和你一起来的是何许人也？”偃师回答道：“正是我所造的能跳舞的机器艺人。”周穆王感到非常惊讶，近前细看，只见那歌舞艺



图1 《列子·汤问》记载“偃师之巧”

人时而快速疾行、时而缓慢踱步，时而仰身长歌、时而俯身低吟，和真人竟无二异。周穆王细听它所唱的歌声，起承转合，歌声合乎旋律，委婉动听；细看它跳的舞蹈，停顿有依，舞步符合节拍，变化万千。周穆王以为这是真人在表演，便叫来自己的宠妃和大臣们一同观赏，快要表演完毕之时，只见那歌舞艺人奔向周穆王身边的妃嫔们，眨眼做挑逗状。周穆王大怒，立马叫人要



杀死偃师，偃师大惊，立马将歌舞机器人全部拆解给周穆王看。周穆王一眼望去，只见那歌舞机器人竟是由木块、皮革、树脂等拼凑成身体，再以朱砂、丹青、黑墨等颜料涂色而成。穆王靠近细看，发现那歌舞机器人竟五脏俱全，心肝脾肺肾样样都有。偃师又将其一一拼凑起来，那歌舞机器人又恢复原样，活蹦乱跳。周穆王试着拿走它的心脏，那机器人便不能唱歌；拿掉肝脏，那机器人便像无头苍蝇般乱撞；拿掉肾脏，那机器人便不再舞蹈，原地转圈，着实神奇。周穆王非常高兴，感叹道：“人造的技艺竟然能与天地造人一样厉害。”第二天，周穆王便命人将其装在车里带了回去。

《墨子·鲁问篇》中有关于鲁班制作“木鸢”的记载(图2)：“公输子削竹木为鸢，成而飞之，三日不下。”此外，《韩非子·外储说左上》中也有关于墨翟制作木鸢的记载，而关于鲁班制作“木鸢”一事，《酉阳杂俎》中还有更详细的记载。相传鲁班在成婚不久后接到了凉州(今武威市)一位僧人的邀请去建造一栋佛塔，预计工期将持续两年。他便火速前往凉州，开始工作。但是他又放心不下家里的长辈和妻子，便花时间造了一只木鸢。鲁班坐上木鸢，在机关上敲打三下，这木鸢便能够载他飞回家中与妻子团聚。没过几天，妻子便怀孕了，鲁班的父母感到很惊讶，便去问鲁班的妻子是怎么回事，鲁班的妻子便把鲁班造木鸢一事一五一十全说了出来。鲁班的父亲觉得很好



图2 鲁班制造木鸢

奇,便从鲁班那里要来了木鸢,在机关上敲了十几下,坐上去,那木鸢竟把鲁班的父亲带到了吴会(今绍兴一带)。当地人看到一只木鸢载着一个人从天而降,以为是妖怪,便一拥而上把鲁班的父亲打死了。鲁班见父亲多日没回家,担心出事,赶忙又做了一只木鸢,坐着它到处搜寻,寻到吴会,见到了父亲的尸体,才得知父亲已经死去的消息。鲁班大怒,怨恨吴人杀害了自己的父亲,便在肃州(今酒泉附近)城南做了一个木头仙人,将其手指向东南方向,吴国便大旱了三年。后来吴国人听说了鲁班所造木头仙人一事,便带着价值千金的礼物来向鲁班道歉。鲁班这才知道父亲之死乃是意外,深感内疚,便把木头仙人的手砍断,当月吴国中心地区就开始下大雨。鲁班仔细思考自己的所作所为,感到十分的抱歉,便把所造的木鸢和木头仙人都扔进了火堆里烧毁了,自此木鸢和木头仙人的制作工艺便失传了。

《三国志》中也有关于诸葛亮造“木牛流马”一事的记载(图3和图4),在《三国志·诸葛亮传》中就有提到:“亮性长于巧思,损益连弩,木牛流马,皆出其意。”意思是说:诸葛亮天性善于思考、勤于动手,损益(一种财务技巧)、连弩、木牛和流马都是他做的。在《三国志·后主传》中也有关于木牛和流马的详细记载:“建兴九年,亮复出祁山,以木牛运,粮尽退军;十二年春,亮悉大众由斜谷出,以流马运,据武功五丈原,与司马宣王对于渭南。”意思是说:建兴九年,诸葛亮再度复出,挥兵北上,希望收复祁山,用的就是木牛来



图3 “木牛流马”之木牛的后世复原图

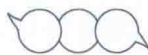


图4 “木牛流马”之流马的后世复原图

运送粮草，粮草用尽了之后，只能退兵回蜀。建兴十二年春，诸葛亮又率领大军从斜谷出发，这次他用流马来运送粮草，在武功五丈原安营扎寨，和司马宣王的兵队在渭水之南列阵对抗、分庭抗礼。这段记载说明了“木牛”和“流马”是两个独立的运输工具，在《三国志·蜀志·本传》中就有关于“木牛”更详细的记载：“木牛者方腹曲头，一脚四足，头入颌中，舌著于腹。”意思是说，木牛的腹部为方形，头部为弯曲的，有四只脚，头部缩进脖子里，舌头从肚子里伸出来。关于木牛的使用方式，《三国志·蜀志·本传》中也有记载：“载多而行少，宜可大用，不可小使；特行者数十里，群行者二十里也。”木牛和流马的区别是：木牛载重量大，但是行走速度较慢，适合大量粮草的运送。木牛每日可行走二十里路程，一次能够装载一个人一年的粮食，足见木牛的装载能力。而流马更加适合少量粮草但是要求加急运输的情况，因为它本身运送的速度较快，但装载的粮食相对较少。从实际运送的路线来看，也印证了木牛和流马各自的优势。从汉中到祁山的路程较远，且中途没有蜀军的粮仓，更加需要木牛大量运送囤积粮草。而斜谷一带的路线大多比较平坦缓和，适用于速度更加快的流马来运输，而且诸葛亮在斜谷一带建造了大型的粮仓，可以很方便地储存流马运输的粮草。在罗贯中所著《三国演义》中也有对木牛流马更加演义化的描述，说木牛流马

不需要吃草和喝水,而是通过内部的机关来完成行动,启动时只需要拨动机关,它就能自行行走。蜀国军队有了木牛流马来运输粮食,就可以保持很长时间的粮草补给,从而能够与魏军对抗。司马懿派探子前去查探蜀军的粮草运送情况,见到了木牛流马,大吃一惊,还以为诸葛亮是得到了神仙的帮助。

而放眼世界历史,其中也不乏人类对“人工智能”的无限想象和追求,其中,古希腊的希罗(10—70)和伊斯兰的加扎利(1136—1206)等都是优秀的建造工匠。希罗是古希腊时期一位著名的数学家和工程师,他被认为是古代最伟大的实验家。他的发明所涉及的范围非常广:汽转球是有文献记载以来的第一部蒸汽机(图5),比工业革命早了两千年;蒸汽风琴是世界上第一台由风能推动的机器;还有注射器、力泵、自动售卖机等,无一不闪烁着古代先人无穷的聪明智慧。有记载称,公元前2世纪,亚历山大时期的古希腊人发明了最原始的机器人,以空气和蒸汽作为原始动力,可以自己开门和唱歌。除此之外,还有很多关于早期人工智能的传说和神话,都在向今天的人们展示着古代先哲们的无穷想象力和创造力。

除了神话传说,到了近代,大量的关于人工智能的文学和影视作品也如雨后春笋般地涌现出来。德国文学家歌德在其著作《浮士德》第二部第二幕中就有涉及人造人何蒙库鲁兹相关题材的章节。何蒙库鲁兹最早指欧洲炼金师所创造的人工生命,相传欧洲文艺复兴时期的炼金术师帕拉塞尔苏斯就曾成功制造出了何蒙库鲁兹,但自他死后,就没有其他人能够再次复制。在现在的诸多创作(特别是在日本的文学和影视作品,如《钢之炼金术师》)

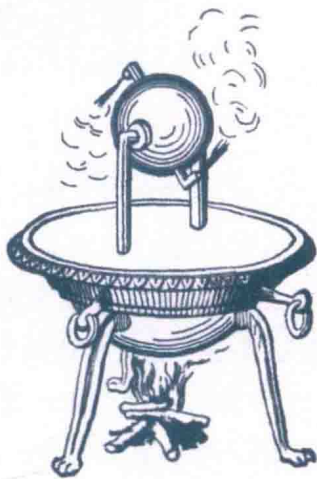
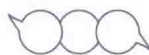


图5 汽转球图示



中,也有大量提及何蒙库鲁兹的作品。19世纪之后,大量以人造机器人和思考机器为主题的科幻小说出版了,如阿西莫夫出版的《我,机器人》,他在书中最早提出了机器人三定律,同时也为后世提供了很多关于机器人的现实意义。时至今日,这类主题的科幻作品更是不计其数,比如好莱坞的电影和日本的动漫作品。

## 1913: 罗素的《数学原理》

人工智能领域的研究者将人工智能的相关研究划分为三大学派：符号主义、连接主义和行为主义。在早期的人工智能研究中，符号主义占据了主导地位，纽威尔与西蒙提出：使用一种物理符号代表人类认知的基本单元，而思维的过程则是这些符号上的一种运算过程。以这种物理符号系统（或符号操作系统）和有限合理性原理为基础，纽威尔和西蒙开发了数学定理证明程序 LT，它证明了 38 条数学定理，说明符号逻辑方法能够模拟人类的智力思维活动。符号主义同样将知识作为其符号系统的基本单位，认为人工智能的核心便是知识相关的表示、推理与运用。后期研究与应用中盛极一时的专家系统以及知识工程相关的工作，便是这一思想的深入发展成果。

符号主义的代表性方法与成果产生在 20 世纪 50 年代之后，然而关于其基本思想——“形式推理”的研究，可以追溯到公元前一千多年古希腊哲学家们的形式推理结构化方法。他们的理论与思想在随后几个世纪里被哲学家们不断发展与延伸，包括在亚里士多德（公元前 384—公元前 322）的三段论逻辑、欧几里得（公元前 330—公元前 275）的《几何原本》、阿尔·花拉子密（780—850）的《代数学》中，都有所体现。

在 17 世纪，数学学科的发展为这种“推理”形式提供了有效的载体，一些数学家们想将逻辑推理用某种数学体系统一起来，这使得推理可以用计算的形式呈现。德国数学家契克卡德（Wilhelm Schickard）创建了第一台机械式数字计算器，在这之后法国科学家布莱兹·帕斯卡（Blaise Pascal）和德国数学家戈特弗里德·莱布尼茨（Gottfried Wilhelm Leibniz）也都改进了计算