

走进未知世界丛书

# 仿造人类智能

## ——机器人与人工智能发展

董克 刘明锐 编

上海交通大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

仿造人类智能:机器人与人工智能发展/董克,刘明锐  
编. —上海:上海交通大学出版社,2004

(走进未知世界丛书)

ISBN 7 - 313 - 03750 - 3

. 仿 ... . 董 ... 刘 ... . 智能机器人  
—普及读物 . TP242 .6 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 051376 号

仿造人类智能

——机器人与人工智能发展

董克 刘明锐 编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

常熟市文化印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:880mm×1230mm 1/32 印张:4.875 字数:134千字

2004年6月第1版 2004年6月第1次印刷

印数:1-4050

ISBN7 - 313 - 03750 - 3/ TP · 590 定价:9.00元

---

版权所有 侵权必究



# 前 言

## 前 言

### 1 前言

我们今天生活的世界是由已知和未知两个领域组成。我们已知的越多,未知的领域就越大。广大的未知领域构成了我们渴望探知的未知世界,未知世界有种魅力,它总是吸引着我们在未知领域发现真理时有所突破,而不是墨守成规。牛顿的万有引力定律、达尔文的进化论正是在这种魅力吸引下探索出来的。

科学是一项伟大的冒险活动,它充满了刺激与振奋。它使人类的求知欲和好奇心得到了满足,并且激发人们的想像力,去欣赏和理解科学技术所带来的种种美妙与神奇。


《走进未知世界》丛书就是向中国广大青少年提供一条通往未知世界的途径,引导他们大胆走进未知世界,并能在人类未知领域有新的更重大的发现。同时引导他们树立对真理、对科学的求真精神和对天文、物理、原子、生命等未知领域的刻苦追求精神,培养起创新意识和创新能力。

这套丛书从自然科学的角度出发,向广大青少年展示一个全新的视野——宇宙的奥秘、海洋的神奇、环境的变化、生命的奇幻、物质世界的多彩、微观领域的裂变……弘扬科教兴国的精神。

该丛书以精品意识为导向,面向广大青少年读者精心创作;注重知识性、趣味性和实用性的统一,图文并茂;写作中始终贯彻丛书的主题思想,注意引导读者发现未知世界,培养创新能力;语言通俗易懂,雅俗共赏。

在编写丛书的过程中,所有参编者遵照“应用价值、文化价值、精神价值”相结合的原则精心写作,努力把最能体现人类创造力与想像力的科学成果介绍给广大读者。WTO把中国深深地卷入到了全球化





的浪潮中,作为连接科学技术纽带的《走进未知世界》丛书,把我们和科学紧紧连在了一起,它为广大读者打造了一个再次提升自己的知识平台。如果本书的出版发行确能使读者有所收获,那就是对我们所有编写者莫大的鼓励。

给广大读者出版最好的书,这是所有出版者最大的心愿。《走进未知世界》丛书得以顺利出版,除了我们所有编写者的共同努力外,也显示了上海交通大学出版社决策者的创新意识和与时俱进的精神,渗透了本书责任编辑的辛勤汗水。

由于我们的水平有限,书中可能存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2004年4月

# 前言



目  
录

# 目 录

绪.....	1
上篇·机器人.....	3
机器人的起源.....	5
机器人的构成 .....	12
机器人的家族 .....	22
最新型机器人 .....	81
机器人的未来 .....	96
下篇·人工智能 .....	99
人工智能概念.....	101
人工智能的研究途径与方法.....	103
人工智能的分支领域.....	106
人工智能的基本技术.....	121
人工智能的发展概况.....	124
人工智能在交通、家居、楼宇方面的应用.....	131
智能机器人.....	140

不管是刚刚懂事的小孩还是涉世未深的青年学生,甚至一些成年人和童心未泯的老年人,都对那些形态各异、神通广大、威力无比的《变形金刚》、《铁臂阿童木》和《太空堡垒》中的铁甲钢头勇士倾慕不已。这些人是谁?相信每个大人或小孩都会不假思索地回答:“它们都是科幻小说和动画中的机器人。”虽然科幻小说和电影大量描写了与人一样,甚至比人还强的机器人,然而,到现在为止这些还只是科学幻想。

机器人一词来自于1920年捷克的一个科幻内容的话剧。剧中有一个角色名叫Robota(捷克文,意为苦力、劳仆),是一家公司发明的形状像人的机器,可以听从人的命令做各种工作。“机器人”的英文Robot即由此衍生而来。

世界上第一台机器人于1954年诞生在美国,而机器人产品问世于20世纪60年代。在机器人的开发和应用两个方面,不少国家都走在了世界的前列。

机器人聪明、灵活,有的还具有一定的感觉和智能。它可以代替人在危险或者有毒、有害的环境中工作,它能干最脏、最累、最危险的工作,是人类的好帮手。

人工智能产生于20世纪50年代,作为一门新兴学科,人工智能的研究从开始起就充满了不同的观点与争论,研究者来自不同的领域,如哲学、数学、心理学、生理学、自动控制、计算机科学等等,他们采用不同的研究路线与方法,其结果亦不尽相同,甚至大相径庭,当然这也反应了人工智能研究蓬勃的生机和灿烂的未来。

机器人与人工智能的结合,就诞生了现代最先进的智能机器人。





智能机器人具有感知外部世界的能力,具有推理、分析、判断以及利用人类经验的能力。但是,现代机器人的智能十分有限,因此科技工作者增强机器人的功能的研究从未间断,为达到此目的,不仅需要相关技术的进步,更需要科学思想和理论的突破,只有这样才能彻底搞懂和仿造人类的智能,才能制造出具有高级智能的机器人。年轻的朋友们,让我们投身到这神圣而又有趣的科学殿堂中去吧!





# 上篇 · 机器人



## 机器人的起源

机器人的诞生可以说是从美丽的神话开始的。它先后经历了从古代的神话幻想到此后数千年间艰苦的探索、设计和试验的漫长道路。自古以来,幻想就是人类创造力的源泉,从人类最早的发明到当今的人间奇迹无不如此。人们在同各种自然灾害和凶恶敌人长期斗争的过程中,渴望着有一位力大无穷的“超人”来帮助自己战胜困难、创造幸福,传说中的神话和幻想中的英雄故事始终都在激励着人类创造丰功伟绩。古代冶金大师手下“金属超人”那刀枪不入的神话充分说明了当时人们对美好未来的无限憧憬。

### 1.“木牛流马”的启示

《三国演义》是我国著名的古典名著之一。凡是看过《三国演义》的人都不会忘记诸葛亮和司马懿斗智时,蜀军遭到魏军围困,陷入粮草接济不上的危难境地,为解粮草之急,诸葛亮巧用“木牛流马”之计,终于摆脱了困境。司马懿曾对天长叹,口服心服地说:“我不如诸葛孔明也!”书中对木牛流马有过相当精彩的描述,这里不用赘述,但说起木牛流马的大致形象和功能,却叫后人叹服不已。

木牛流马除了形如真牛和真马并主要由木料制成之外,还有非凡的功能,即当用木牛流马运送粮草时,“人不大劳,牛马不食,进退如活的一般”。司马懿自以为大军压境,铁桶一般的围困完全可以把蜀军困在山上饿死,但后来发现,蜀军不知用什么法术,居然驱赶着大批似牛似马的东西,在崇山峻岭的羊肠小道上行走如飞,来回驮运粮草等急需物品。司马懿十分惊奇,急忙派兵袭击蜀军运粮队并截获了数匹木牛流马,但不知蜀军运粮兵在逃离之前对木牛流马做了什么手脚,这些被捕获的木牛流马“坚贞不屈”,拒不执行魏军的指挥,站在原地一动不动,任凭魏军兵士使出浑身招数,就是不能令这些木牛流马挪动半步。正在这时,蜀军重新冲杀过来大败魏军,然后在这些木牛流马口中转动其舌头几下,再动其他几处秘密“消息儿”,这些木牛流马立时精神大



振,一溜儿小跑地驮着粮食跑回了蜀军大营。

我们说,不管是诸葛亮的智慧,还是作者罗贯中的编纂,木牛流马都实实在在是一种木制机器。令人惊奇的是,这些木制机器个个如活的一般。它们虽然不是仿人,而是仿牛和马,但其步履却比人更加刚劲有力,能够携带前线急需的粮草和武器,能够协助蜀军运输兵完成在当时的艰难条件下人们难以承担的运输任务。更为难能可贵的是,这些木牛流马都是受士兵们控制的木制机器,而这些士兵又必须经由木牛流马的设计和制作人员的专门训练,在掌握了一定的操纵技巧后,才能驱使它们去完成那些需要承担的任务。木牛流马的舌部和身体其他部位的几处秘密“消息儿”是控制它们前进后退或停滞不前的关键所在。

如果说当时的木牛流马不管是属于“机器牛”,还是“机器马”,都只是一种能够代替人完成一定运输任务的机器,那么,我国古代亦不乏许许多多关于机器人的记载,它们反映出我国古代人民早就萌发了对智能机器人的“猜想”和企望,以及应用前景的巧妙构思。



图 1-1 “歌舞艺人”——表演机器人

中国古代书籍《列子·汤问篇》中记述了一个由能工巧匠制作的“机器艺人”的故事。传说有一位名叫偃师的工匠,非常善于制作活动木偶。一天,他向当时周武成王的玄孙周穆王献上一个“歌舞艺人”(见图1-1)。周穆王让该艺人给他和众姬妾表演技艺。只见偃师手指一点该艺人的面颊,该艺人立即高唱一曲。偃师再抬起艺人的双手轻轻一动,艺人马上开始跳舞,其舞姿之优美、动作之潇洒,使周穆王喜上眉梢,令众佳丽如痴如狂。尽管偃师在表演前曾禀告过周穆王,这个艺人





并非是拥有血肉之躯的活人,但是当一席载歌载舞的表演快要结束时,那位“美男子”艺人却突然朝众姬妾飞去媚眼,尚未收回笑容的周穆王立时醋意大发,横眉怒喝“艺人”绝非木偶,定为邪恶浪人,下令殿前武士将偃师及艺人推出斩首。偃师眼见大祸临头,连忙将该艺人推倒后剖腹拆身,掏出艺人的五脏六腑,果然是木头制成,周穆王这才息怒,下令免去偃师的死罪。偃师将心、肺、肝、脾和胃重新装好,艺人又重新“活”了起来。周穆王见了不禁连声赞叹:“奇哉!奇哉!真乃稀世之宝!”然后,又和众姬妾兴高采烈地欣赏起艺人的绝妙舞姿。

## 2. 自动偶人——“安德罗丁”

在欧洲,曾经流行一种自动偶人,名叫“安德罗丁”,这个词在希腊文中就是“像人”的意思。18世纪,瑞士有个很有名的钟表匠皮埃尔·德罗,他和儿子花了四年的时间制造出三个安德罗丁:一个是抄写员凯利,它可以用鹅毛笔蘸上墨水后,写下一个长句子;另一个是画家亨利,它能画四幅画;第三个是女音乐家莉莉,它在演奏时眼睛会随手指变化而转动,能演奏五首乐曲。几乎在同一年代,俄国有一位举世闻名的机械大师库里宾,制造了一个“卵形钟”,它由427个零件组成,是当时最复杂的一种自动化机械装置。每到整点,这个奇妙的小钟就会有一系列的动作:首先是打开两扇小门,出现一位天使,这时守卫的士兵会伏地迎接;半分钟后,又出来两个女人,同时,响起报时声,并奏起教堂的音乐;报时钟声停止后,两扇小门会自动关上。1893年,加拿大人摩尔制造了一台利用蒸气驱动行走的自动偶人。


这些巧妙的设计与精心的制作,的确都已达到了相当高的水平,但是它们的动作都是靠机械设定与转动的。它们一经制作完成,就有了固定的动作模式,要改变它们的动作,必须制作新的机械零件,进行新的安装与调试。

由于受当时科学技术的限制,这些成果未能走进人们的生活,为人类服务。与之同时出现的文学创作包括科幻小说也对“机器人”进行了构想和描写,引导人们畅想未来。

## 3. Robot 的由来

1920年,捷克的剧作家卡维尔·查佩克在剧作《罗萨姆万能机器





人》中,首先提到 Robot——机器人这个词。也就是说,在机器人还未问世之前,它的名字就起好了。

据说,机器人取名叫 Robot,还有一个小故事呢!查佩克在写科幻剧本前,已经想好了一个词,叫“labor”,这是拉丁文“劳动、工作”的意思。但是,查佩克觉得这个名字太一般。当时,他的兄弟正在画画,就随口说了一句:“那就叫它们 Robotnik 好了。”

捷克语 Robotnik 是指奴隶、仆人或那些被迫服侍别人的人。后来各个国家翻译这个词时都用了捷克语的音译。在中国,为了更加明确它的内在含义,便把它翻译成了“机器人”。

这部科幻剧讲述了第一次世界大战后工厂向自动化发展的情景。在工厂里,可以很快地制造出机器人,作为一个廉价的劳动力,它取代了工厂中工人的位置。可随着两者矛盾的激化,机器人发动叛乱,造了它们的主人——人类的反。机器人为了自己生命的延续,逼迫人类对机器人进行解剖,以获取制造机器人的方法。当人类被迫要解剖机器人时,却面临着一对互相爱恋的机器人,它们都乐于为对方作出牺牲,这使人类感到了爱情、正义和希望所在。


#### 4. 机器人发展历程

机器人是多学科技术综合的产物,它不像有些产品经历孕育、成长、成熟到衰亡的过程,而是将随着人类的进步、发展而不断完善。人类的进化经历了百万年,而第一台机器人诞生到现在不到 40 年,从人们普遍认为的机器人元年到现在还不到 20 年。机器人的发展经历了几个阶段:

第一阶段是技术准备期。从 1954 年美国工程师乔治·大卫发表了《适用重复作业的通用性工业机器人》的论文开始,到 1962 年美国联合控制公司排出第一台机器人“尤尼麦特”为止。

第二阶段是产业孕育期。从第一台机器人诞生开始,到能进行小批量生产结束。美国从 1962 年开始到 1974 年,历经 12 年,已拥有 1200 台机器人,主要满足汽车工业的需求。日本在 1967 年从美国引进机器人,与美国缔结了国际性合作协议。1969 年,日本试制出全部国产的第一台机器人“川崎尤尼麦特”。当时,日本劳动力严重匮乏,这





大大促进了机器人的发展。到 1973 年,日本的机器人产量已达 2 500 台。前苏联于 1963 年研制出了第一台工业机器人,1972 年起将机器人研制纳入国家计划,其科学院及部属研究所负责基础理论和基础技术,生产部门负责生产以及应用推广。到 1976 年,前苏联已拥有机器人 510 台,其产品多为圆柱坐标式,用液压和气动来驱动。前西德在 20 世纪 60 年代末引进机器人,1970 年第一批工业机器人在前西德诞生。到 1976 年时,前西德已拥有 250 台机器人,这些机器人主要活跃在对人有危险或有害的岗位上。

第三阶段是产业形成期。这一时期的明显特点是生产企业成熟,开始进入批量生产,并初步形成市场。当时美国由于消费水平的提高,市场需要大量高质量的产品。于是,工人工时成本上升,达到每小时 14 美元,而工业机器人的成本仅每小时 4~6 美元,这显然刺激了机器人产业的发展。美国当时的机器人制造技术也日趋成熟,从 1974 年到 1980 年的六年里,美国已拥有 3 500 台机器人。同一时期,日本政府也大力支持机器人制造工业,制造厂家维持在 120 家左右。到 1976 年,机器人年产量已达到 7 200 台。前苏联从 1976 年起,由于政府重视、国家集中统一领导,到 1980 年已拥有机器人 6 800 台。前西德历经六年,也拥有了 3 500 台机器人。

第四阶段为产业发展期。机器人生产企业及市场发展都比较成熟。美国一批大公司相继加入机器人制造行列,如通用汽车、通用电气、IBM、西屋电气等公司。日本机器人公司已有几百家之多,日本使用机器人数量占到全世界的 50% 以上。全世界机器人总数已达到近 80 万台。

第五阶段为机器人智能化时期。这一时期科学家们力图使传统的机械机器人向多用途发展,实现新一代的机器人化,也就是赋予机器以一定的“感知、思维(问题的解答、决策和规划)以及动作”的能力,使现在的大规模生产线跳到具有同样效率,能生产出多品种、多规格产品的“敏捷”生产线,使产品的价格与批量无关。

展望 21 世纪,高级机器人即遥控机器人和特种机器人的发展、多种机器人和操作者之间的协调控制以及通过网络建立的大范围机器人



遥控系统将成为发展趋势。随着遥控及智能化技术的发展,还将出现各种各样的服务机器人,它们将使人真正脱离第一线作业。

### 5. 机器人的分类

机器人根据不同的标准可以分成不同的类型。

从应用领域的角度来区分,机器人有以下几种类型:

#### (1) 工业机器人


其实工业机器人也是一类机器人的总称。依据具体应用的不同,工业机器人又常常以其主要用途命名。到现在为止应用最多的是焊接机器人,包括点焊(电阻焊)和电弧焊机器人,用途是实现自动的焊接作业;装配机器人,比较多地用于电子部件电器的装配;喷漆机器人,代替人进行喷漆作业;搬运、上下料、码垛机器人,它们的功能都是根据一定的速度和精度要求,将物品从一处运到另一处。另外还可以列出很多,如将金属溶液浇到压铸机中的浇铸机器人等等。应该说,并不是只有机器人可以完成这些工作,很多工作都可以用专门的机器完成。机器人的优点在于它可以通过程序的更改,方便迅速地改变工作内容或方式,来满足生产要求的变化。如改变焊缝轨迹、改变喷漆位置、变更装配部件或位置等等。所以随着对工业生产线的柔性要求越来越强,对各种机器人的需求也就越来越强烈。

#### (2) 服务机器人

随着机器人技术的发展,机器人的应用领域越来越广泛,已不再局限于传统的制造业。机器人出现了一个新的集合,被称为服务机器人。我们说的服务机器人是一类机器人的集合,因为到现在为止,国际上对它还没有一个明确的定义。它所包括的内容也比较宽、比较杂。一般说来,服务机器人是一种以自主或半自主方式运行、能为人类生活提供服务的机器人,或者是能对设备运行进行维护的一类机器人。目前,在非制造业的机器人也被看作是服务机器人。服务机器人往往是可以移动的,在多数情况下,服务机器人由一个移动平台构成,在平台上面装有一只或几只手臂,代替或协助人完成为人类提供服务和安全保障的各种工作,如清洁、护理、娱乐和执勤等等。

#### (3) 水下机器人





水下机器人也称水下无人深潜器,代替人在水下这一危险的环境中作业。人类借助潜水器具潜入到大海之中探秘已有很长的历史。人类已可以利用深海潜水器具潜入深海,然而,危险很大,而且费用极高,所以能够代替人亲自冒险的水下机器人成为了人们十分关注的发展方向。

#### (4) 空间机器人

机器人技术一经出现,很自然地人们就希望它到天上去为人工作,于是产生了空间机器人。空间机器人是指在大气层内和大气层外从事各种作业的机器人,包括在内层空间飞行并进行观测、可完成多种作业的飞行机器人,到外层空间其他星球上进行探测作业的星球探测机器人和在各种航天器里使用的机器人。


从技术进步的角度来区分,机器人又可以分为三代:

##### (1) 第一代机器人为“示教再现”型

所谓示教,即由人“教”机器人运动的轨迹、停留点位、停留时间等等。然后,机器人依照教给的行为、顺序和速度重复运动,即所谓的“再现”。示教可以由操作员“手把手”地进行。比如,操作人员抓住机器人上的喷枪,把喷漆时要走的位置走一遍,机器人记住了这一连串运动,工作时,自动重复这些运动,从而完成给定位置的喷漆工作。这种方式是“手把手示教”。但是,比较普遍的示教方式是通过控制面板。操作人员利用控制面板上的开关或键盘来控制机器人一步一步地运动,机器人自动记录下每一步,然后重复。目前在工业现场应用的机器人大多属于这一代。

##### (2) 第二代机器人带有一定的能对环境感知的装置

通过反馈控制,第二代机器人能在一定程度上适应变化的环境。机器人焊接的过程一般是通过示教方式给出机器人的运动曲线,机器人携带焊枪沿这个曲线进行焊接。这就要求工件的一致性很好,也就是说工件被焊接的位置必须十分准确。否则,机器人走的曲线和工件上的实际焊缝位置会有偏差。焊缝跟踪技术是在机器人上加一个传感器,通过传感器感知焊缝的位置,再通过反馈控制,机器人会自动跟踪焊缝,从而对示教的位置进行修正,即使实际焊缝相对于原始设定的位



置有变化,机器人仍然可以很好地完成焊接工作。

### (3) 第三代机器人被称为自治机器人

它具有发现问题,并且能自主地解决问题的能力,也就是说具有一定的智能。这类机器人带有多种传感器,使机器人可以知道其自身的状态,如在什么位置、自身的系统是否有故障等等。而且可以通过装在机器人身上或者在工作环境中的传感器感知外部的状态,如发现道路与危险地段,测出与协作机器的相对位置与距离、相互作用的力等等。机器人能够根据得到的这些信息,进行逻辑推理、判断决策,在变化的内部状态与变化的外部环境中,自主决定自身的行为。这类机器人具有高度的适应性和自治能力。这是人们努力使机器人达到的目标,科学家多年来一直在不懈地研究,出现了很多各具特点的试验装置和大量新方法、新思想。但是,在已应用的机器人中,机器人的自适应技术还是十分有限的,还是发展的目标。

## 机器人的构成

### 1. 机器人的组成

我们人类有手,能做各种各样的动作;有腿有脚,能走路;有眼睛,能看到东西;有嘴巴,能说话;有耳朵,能听到声音;有皮肤,能感觉到凉热软硬,知道碰上了什么东西;有大脑,能思维。我们研制机器人是为了代替人的工作,也要有这样的功能。它们又是通过什么样的组成和结构来实现这些功能的呢?

为了自身的移动,机器人必须有自己的下肢,即腿或脚。现在,双脚行走的机器人也已研制出来。本着从易到难的原则,科学家们研制出了轮式、六腿、四腿机器人。

为了控制手臂和腿的活动,机器人还必须要要有大脑,能进行逻辑推理和数字计算,也就是要有电脑。这样,机器人才知道什么时候能动、怎样动。

为了能获取或移动物体目的,机器人还必须要有自己的视觉和触觉。





这就需要机器人有类似人类眼睛和皮肤的图像接收器和各种传感器,一种类似于神经系统的信号传递系统。

为了能正确发出和接收语音信息,智能程度较高的机器人还应有自己的嘴巴和耳朵。机器人的嘴巴和耳朵是由语音输出、接收、识别和处理系统组成的。

## 2. 机器人的大脑

在电子计算机发明出来以前,机器人可以说没有“大脑”。机器人只不过是机器手,根本谈不上是机器人。计算机的发明使机器手终于“进化”成为机器人了。机器人的大脑就是一台灵巧的计算机,这样,机器人就不再是被动地工作,而是成了能主动采集数据、独立作出分析判断和推理、具有自我学习能力的“高级助手”了。

机器人的大脑可以说是机器人的控制中心。它能记忆知识、进行运算、逻辑判断、进行简单的联想预测;它能对其动作的轨迹进行快速计算,从而确定手臂和关节坐标的数据,控制手臂、腿脚的自由移动;它还能适时控制各种传感器,进行信号接收和处理;它还应有自我诊断、修复功能。具有这样功能的机器人,它的大脑应是一台特殊的电脑,即拥有实时操作系统、能进行人机交流的高级语言、运算速度极高的电脑。

由于目前机器人的大脑是由机械和电子器件构成的,效率、稳定性、可靠性等都不高,这就阻止了机器人的进一步发展。为了使机器人有更强大的功能,我们必须研究人类的大脑。因为,人之所以成为“万物之灵”,就是因为有一个比任何动物都发达的大脑。发展智能机器人,就是要造出能模仿人的大脑工作的真正的“脑”。人脑的140亿个细胞仍然是科学家们研究的核心目标。随着生物学、脑神经科学和微电子科学技术的迅速发展,科学家们的设想将能够逐步实现。这种大脑能够模仿人的某些感觉和思维功能,进行逻辑推理,作出判断。按一定的规则输入信息,它就能根据脑中储存的信息,进行比较分析,并输出结果,从而代替了人脑的部分劳动,更进一步地解放生产力。

## 3. 机器人的眼睛

人类获取的外界信息的80%来自于眼睛,机器人更是如此。机器

