

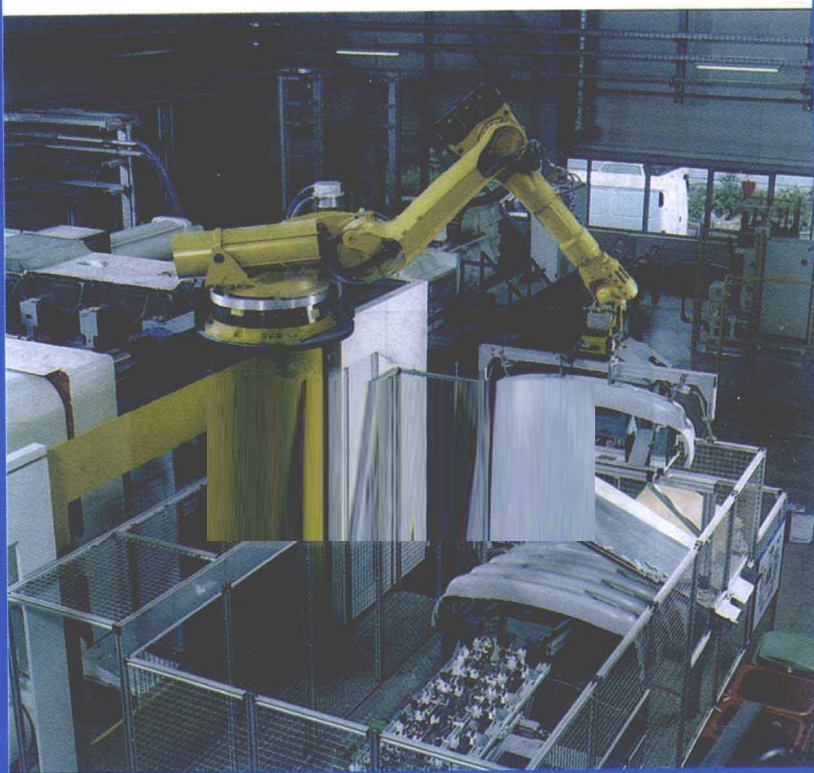
科学图书馆

发现与发明的里程碑

现代机器人技术 ——万能机器的制造

Modern Robotics

[美] 哈里·亨德森 著 管琴 译



上海科学技术文献出版社

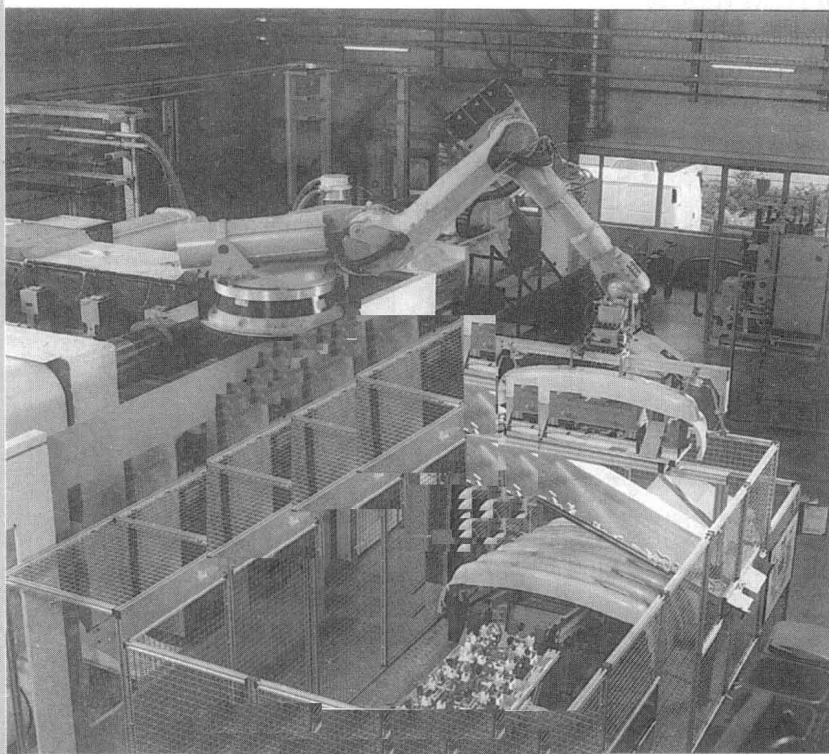
科学图书馆

发现与发明的里程碑

现代机器人技术 ——万能机器的制造

Modern Robotics

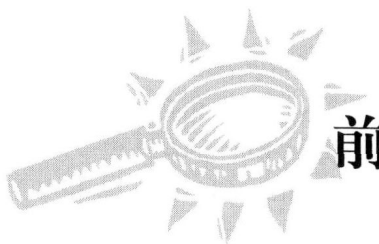
[美] 哈里·亨德森 著 管琴 译



上海科学技术文献出版社

内 容 简 介

《现代机器人技术——万能机器的制造》一书介绍了 20 世纪以来的机器人技术的发展,甄选了 10 位具有代表性的科学家,并介绍了他们发明的适用于各种领域与场合的机器人:工业机器人、家用机器人、服务型机器人、人形机器人……从书中我们也可以看到,这些发明界的先锋者正在通过自己的努力,一步步地改变我们所生活的世界,将尖端科技带到人们的日常生活中来。



前言

现代科学与发明的关键性进展建立在一些看似简单却具真知灼见的想法之上，那就是——科学技术与人们的生活息息相关。事实上，它们也正是我们探寻这个世界的秘密、重新塑造这个世界的一部分，也在某种程度上改变了人类的生活。

在100多万年前，现代人类的祖先开始将石块制成工具，这样他们便可与周围的食肉动物竞争。大约从3.5万年之前开始，人类开始在岩洞的石壁上绘制精美的壁画与其他手工艺品，这些都表明技术已与人们头脑中的想象、与人们所操的语言交融在一起，一种崭新的躁动不安的艺术世界的帷幕渐次拉开。人类不仅仅在塑造着他们所处的世界，还用艺术的方式去表现它，用自己的头脑去思考，思考世界的本真及其含义。

技术是文化的基本组成部分。许多地方的神话传说中都有一个叛逆者的形象，他轻而易举地摧毁了既定的顺序，而代之以令人耳目一新的、饱含颠覆性的可能。在许多神话里，都可提炼出这样一个例子：一个叛逆者，例如一只来自美国的山狗或是乌鸦，从上帝那里偷来火种，并将它交到人类手上。所有的技术工具，无论是火、电还是锁在原子与基因中的能量，都如同一把双刃剑，仿佛从那个叛逆者手中接过来似的，它们发出的能量既可以治愈人类的创伤，又可以给人类致命的一击。

一个技术的发明者常常会从科学发现中寻找灵感。就像我们所知道的一样，当今的科学远比技术要年轻，回溯历史，便可发现它起源于大约500年前的文艺复兴时期。在那个时期，艺术家与思想家们开始系统地探寻自然的秘密；而第一个现代科学家，例如列奥纳多·达·芬奇(Leonardo da Vinci, 1452—1519)与伽利略·伽利莱(Galileo Galilei, 1564—1642)，在一些器具的帮助下，通过做实验，拓展了人们对于物体在空间中的位置的认识。紧接着，一场革命性的解放运动轰轰烈烈地展开

2 现代机器人技术

了,最具代表性的则是以下几位天才:在机械制作与数学方面有着卓越贡献的艾萨克·牛顿(Isaac Newton,1643—1727),发现生物进化规律的查尔斯·达尔文(Charles Darwin,1809—1882),在相对论与量子物理方面有着开创性贡献的阿尔伯特·爱因斯坦(Albert Einstein,1879—1955)以及现代基因学的鼻祖詹姆斯·沃森(James Watson,1928—)和弗兰西斯·克里克(Francis Crick,1916—2004)。当今科技领域新出现的基因工程、微缩工艺以及人工智能等各领域都有着能够独当一面的主导者。

牛顿、达尔文以及爱因斯坦这些鼎鼎大名的名字都能够紧密地与那些科技革命联系在一起,这些革命代表了现代科技中作为个体的人的重要性。这一系列的每本书都遴选了10余位在科学技术方面作出杰出贡献的先锋者,并将目光集中在他们的人生与成就上。每一本书都开辟了一个新的领域:海洋科学、现代遗传学、现代天文学、法医学与数学等。尽管最早的开拓者起到了重大的作用,但这套书所论述的重点则是20世纪以来甚至是当今的研究者们。

每一卷的传记都按照一定的顺序排列,这种顺序反映了作为个体的研究者的重大成就的变化过程,但是他们的人生经历常常是枝蔓缠绕,不那么容易一下子看清。每个人的具体成就都离不开他们当时所处的环境,也离不开他们工作中的协作者以及给他们的研究提供帮助的外界力量。牛顿有一句名言:“倘若说我能(比其他人)看得更远,那是因为我站在巨人的肩膀上。”每一位科学家或发明家的成就都不是无源之水,而他们甚至要经过一个跟前人暗暗较劲的过程才能超越他们。作为个体的科学家与发明家也与他们的实验室的其他同事乃至别的地方的人发生着种种联系,有时还得益于广泛的集体的努力,例如20世纪末启动的政府赞助与私人赞助,它们都为人类基因组的研究提供了一些帮助。科学家与发明家们不但影响着经济、政治与社会力量,反过来也受着它们的影响。在本书所属的这个系列中,科学和技术活动与社会制度的发展之间的关系也是一个重要的议题。

在传记之外,本书还备有扩展阅读,提供了另外一些特定的研究对象。每一章后面都附了一份年表以及扩展阅读的建议。除此之外,在每本书的末尾还附有学科发展年表。在书中还插入了以下一些工具条,以便给我们提供一种更好的视角,从而更快地进入到那个由科学家与发明家共同构建的世界中去:

相关链接：描写一些具有个性特征的工作与科技发展的联系

亲历者说：为发现与发明提供第一手资料

争论焦点：对由发现与发明所引起的科学或伦理问题的探讨

其他科学家：描述的是一些在这项工作中起到重要作用的人

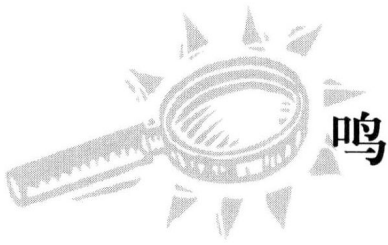
相关发明：展示了一些与之类似的或相关的发明

社会效应：提供了有关发明创造对我们所在的社会或个人生活的影响的相关讯息

科学成果：解释了一名科学家或发明者如何应付一项具体的技术上的难题或者说挑战

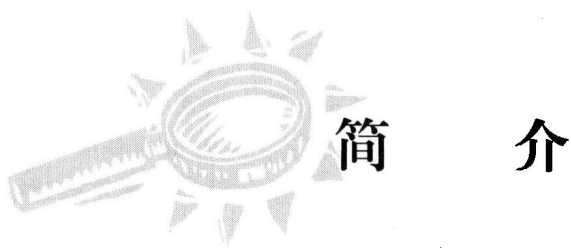
未来趋势：描述了随着时间的变化，这些技术所发生的进展，相关的一些数据也在此处被公布

在这套书中，我们讲述的是人类不断寻求真理、勇于探索、不懈创新的故事，我们也希望亲爱的读者能够被这些故事所吸引、鼓舞，得到一种潜在的力量。我们希望能够给读者铸造一座桥梁，一起走进科学与发现、发明的世界，并且能够尽情游弋于这个广阔的世界中，在其中找到内心更深刻的共鸣。



鸣谢

在这里我想向机器人研究专家约瑟夫·英格尔伯格 (Joseph Engelberger)、罗德尼·布鲁克斯 (Rodney Brooks)、马克·罗伯特 (Marc Raibert) 以及丹娜·雪莉 (Donna Shirley) 表示谢意,感谢他们暂时抛开繁重的工作日程,随时解答我的问题,并提供了相关的图片。本书的编辑弗兰克·丹姆斯丹特 (Frank Darmstadt) 一直从头至尾地默默地跟进此书,在这里要特别感谢他。此外,还要感谢副本编辑艾米·库娃 (Amy L. Conner)。最后,我还要谢谢与我度过生命中的每一天的爱妻丽莎·扬特 (Lisa Yount),她既是本书的第二作者,也是一位处于上升阶段的艺术家,同时也是我最忠实的伙伴。



尽管真正的机器人直到 20 世纪的下半叶才被制造出来，但有关机器人的设想却已在人类的脑海中盘桓了很长很长的一段时间。

若要追溯人造机器人与机器人仆人的形象的起源与变化过程，那大概可以从远古时的神话中找到蛛丝马迹。举个例子，希腊神话中有个神是专管金属制造的，名叫弗尔康(Vulcan)或是赫菲斯托斯(Hephaestus)，据说这个神曾经发明了两种机器人：它们都是举止优雅、穿金戴银的高级侍女，拖着三条腿走在桌面上(恐怕这是更实际的)。

在中世纪的犹太人那里，黏土做成的人造假人也被发明出来，一个魔术师只要念着坎伯拉(Kabbalah)咒语就能随心所欲地操纵它们。具体的操作办法被记在一本名册上，藏进了假人的头颅中。犹太人中还流行着一个传说：一个假人接收到填井的命令，但命令并没有显示什么时候停止填井。很快地，井周围的房屋都被水淹没了，这恐怕是人类技术史上的第一次重大失误。对假人操纵失控的担心始终不能消散，甚至在制造真正的机器人的时候，也不能完全免除这种恐惧。

机器人与理性时代

文艺复兴时期，人们对人体的构造与机械原理产生了浓厚的兴趣。15 世纪晚期以及 16 世纪早期，著名的艺术家及发明家列奥纳多·达·芬奇(Leonardo da Vinci)绘制了许多幅机械图，几乎都依据着自然界的法则。其中的一幅图显示：一名机械骑士能够移动它的头部与下颚，坐直身体，并挥舞臂膀。

到了 18 世纪，复杂机器人的制造引起了欧洲皇廷的震怒。一名叫杰克斯·达·梵坎松(Jacques de Vaucanson)的发明家制作了一个能够吹

2 现代机器人技术

奏长笛的机器人或者叫自动控制的类人装置。他的另一项发明则是一只机器鸭子,这只鸭子能够模仿真鸭的进食、消化甚至排泄。尽管这些机器装置的制作并不如何复杂,也算不上真正的从现代意义上说的机器人,但它们的出现在机器人制造史上也是值得大书特书的。它们做的每一个动作都由时钟、凸轮以及其他机械装置所掌控。它们的行动都是固定的、预先设计好的,并不能根据周围的环境调整其动作。

机器人似乎代表了所谓理性时代的胜利。在这个时代,一门新出现的饱含着强烈的自信的科学掌控着关于引力与行动的种种奥秘。对很多旁观者来说,这些理论与技术上的进步与革新都说明了一个问题——人类既然能够制造一个模仿动物甚至人类自身的机器出来,那么不妨把生物都看作复杂的机器装置,而这种复杂性,也将很快地在科学进程中得到揭示。

参与型的机器人: 20 世纪的科幻小说

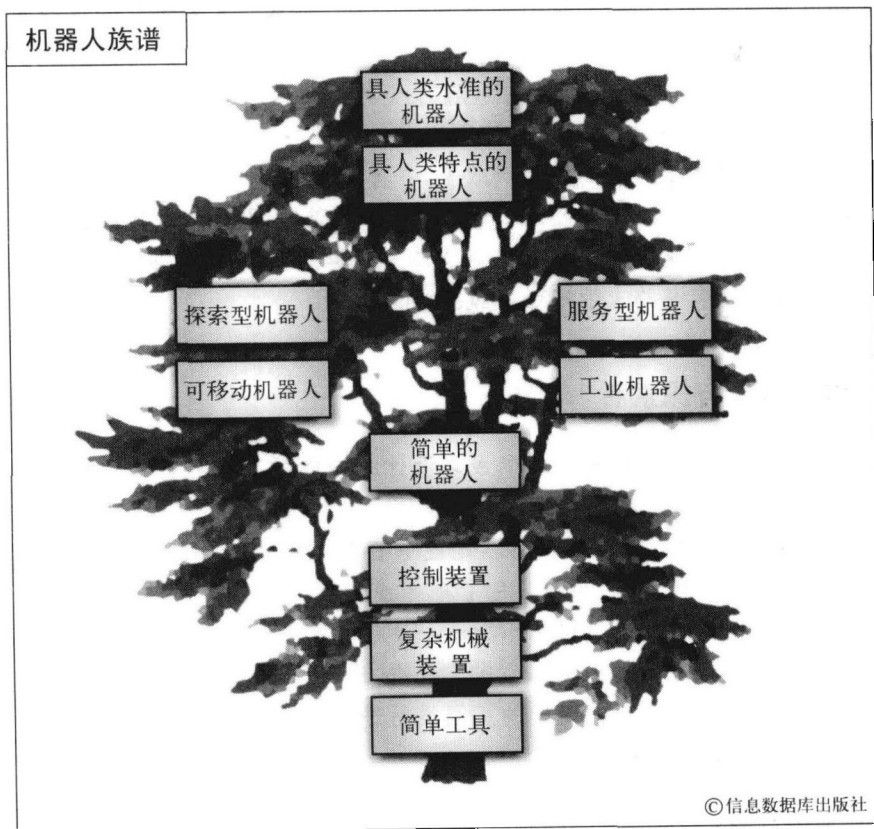
20 世纪刚刚拉开帷幕,一次有关新科学理论与发明的爆炸性事件发生了,这次事件引发了一种文学题材的开创与流行——这种文学题材所寻求的正是这次爆炸性事件所蕴含的内在意义,它所描述的也是这次事件可能导致的未来生活的转向。在 20 年代以及 30 年代的科幻杂志中,“虫眼怪物”的形象常常和举止笨重的机器人的形象密不可分。这些机器人常常冷酷无情地执行着各种邪恶计划。

在其他一些媒介中,机器人的形象也得以频频出现。机器人(robot)这个词,最早出现于捷克剧作家卡雷尔·卡帕克(Karel Capek)于 1921 年写的剧本《罗森的世界机器人》(Rossum's Universal Robots)。这本书以及弗里茨·朗(Fritz Lang)于 1927 年拍摄的影片《大都市》(Metropolis)中,机器人这个形象都呈现出一种融入社会的维度,代表着机器对人类世界的威胁,并预示着工业世界所特有的一种无情的冰冷的节拍。

正在一些人们展开充分的想象力,使人们越来越惧怕机器人的存在时,小说家艾萨克·阿西莫夫(Isaac Asimov)创造了一些能够操控它们的工程师的人物形象。在阿西莫夫的小说中,机器人变成了(而且经常是)值得人们信任的义仆,并且仿佛生下来就是为了按人类的原则行事,并能趋利避害。

发明机器人的第一步

20世纪40年代,数字电脑以及复杂的电子控制系统得到了空前的发展,这也为工程师设计制造机器人提供了一些很实用的手段。本书中第一个出场的科学家诺伯特·维纳(Norbert Wiener),虽然是一名数学家,其兴趣却很广泛,他对计算机、游戏理论,乃至神经学之类的学科都有关注。在当时,控制论关乎机器(包括机器人)制造中的相互交流、反馈及控制等等,是作为一种急需的理论构架而出现的。



以上族谱向我们展示了机器人是如何从复杂的工具与机器转化而成如今这个模样的。在它们越来越移动自如的时候,机器人也开始在人类生活中扮演着不同的角色,无论从结构还是从行为上看,都与人类的相关行为越来越接近。

4 现代机器人技术

一些研究者如格雷·沃尔特(Grey Walter)制造了一些更灵活的机器人,它们能够自如地滚动,并能机敏地寻找光源或是其他与环境相关联的物体。到了20世纪60年代中期,一个名叫沙克(Shakey)的滚动型机器人开始笨拙地在斯坦福研究中心的走廊里缓缓行进,并试着传达电视摄像机所记录的图片中蕴含的语言。

不过,第一个真正的机器人还是由工程师兼企业家约瑟夫·英格伯格(Joseph Engelberger)与发明家乔治·德沃尔(George Devol)在制造通用机械手时共同创造的,这也是第一个工业用的机器人,于1961年进驻通用汽车公司的车间。从本质上说,通用机械手就是一条巨大的手臂,它能够适应各种各样的需要握力的设备和工具。机器人只要得到合适的安置,就能不知疲倦、不惧艰险地工作,这些工作往往是普通工人难以胜任的(例如投掷并处理经过铸烧的炽热的汽车零件),或是枯燥乏味又需要持久集中注意力的(如固定某样东西或是刷油漆)。

工业用的机器人提高了生产效率,并使工厂内部的运作保持竞争力。正是基于这一点,到了70年代,日本人也开始使用机器人为其工作。尽管有些人惧怕工作机器人的出现会造成失业率的上升,但事实上,使用机器人的第一波浪潮并未带来任何毁灭性的影响。

移动机器人与探索者

工业机器人是根据集中装配线路设计的。机器人的研究者们并不满足于此,而是想方设法地制造新的机器人。在他们的构想中,这种机器人不仅能够各种环境下活动自如,还能够善解人意,并迅捷地作出反应。从20世纪70年代开始,机器人的导航系统取得了大幅度的进展。到70年代末,汉斯·莫拉维克(Hans Moravec)对世界上第一个自我导航机器人斯坦福·卡特(Stanford Cart)作了改进,通过这次改进,机器人便能够在放满了横七竖八的椅子的房间里行进而奇迹般地不会被任何障碍物绊倒,真正通行无阻。

到20世纪80年代,机器人甚至会像人类及其他动物一般行走。马克·雷伯特(Marc Raibert)成立的位于麻省理工学院的“腿实验室”对两种类型的步态进行了分析,一种是属于人类与其他动物的,一种则是能够行走2—4英尺、甚至能像考拉一样跳跃的机器人的。其他研究者如罗德尼·布鲁克斯(Rodney Brooks)(同样在麻省理工学院工作)则注意到机

器人的走路姿势还能够从昆虫身上找到灵感。

随着空间时代的到来,人们越来越渴望了解太阳系,超越所有宇航员所能达到的程度。这种渴望也导致了空间探测型机器人的发展。在麻省理工学院与位于加利福尼亚帕萨德那的“喷气动力”实验室中,研究者们发明了一种能够跨越千万英里的距离,在火星与其他行星上搜集数据的机器人。1976年,这些外星球登陆者们提取了一些火星土壤作为样本。到20世纪末,由于设计师如丹娜·雪莉(Donna Shirley)的不懈努力,机器人研究取得了突破性进展,移动机器人已成为各大行星上的漫游者,它们经常绕着火星等行星旅行,寻找有趣的岩石与其他成分。

从支援者到共事者

回到地面上,移动机器人也在我们的日常生活中扮演着十分管用的角色。在一些医院里,机器人助手(由发明通用机械手的约瑟夫·英格伯格改进而成)即使没有人们的监督,也能够敏捷地传递药品与医疗记录。除此之外,机器人甚至开始成为家庭中处理家务的好助理。真空清洁器型机器人鲁巴(Roomba)(由科林·安格尔、海伦·格林纳、罗德尼·布鲁克斯设计)就是家务劳动中的一把好手,它能够让家里的地面纤尘不染。未来的时光,机器人会起到更大的作用,或许它们能够带着行动不便的老人散步,只要一声令下,人们想取又取不到的东西随手即来,而人们的医护条件也会得到大大的改善。

机器人的最终形态——它们广泛出现于人类的原始神话故事与现代科幻小说中——意味着有这样一群人:其外形与举止与普通的人类无太大差别。洪达的阿西莫(Asimo)机器人(由海罗丝·马萨托率领的团队开发)看起来就像一个个儿高挑的男孩子,无论是走是跑都与常人无异。但是一个具备了人的特性的机器人从本质上说,应该有思考、学习甚至感知其他人的举动的能力。罗德尼·布鲁克斯(Rodney Brooks)和辛西亚·布莱泽尔(Cynthia Breazeal)在20世纪90年代发明的机器人考格(Cog)和科斯麦特(Kismet)就已经向有机体的功能又靠近了一步,因此在机器人发展史上也占了一席之地。这些机器人能够根据与人类之间复杂的交互能力、感知思维、行动能力以及它们从人类所生活的环境中观察到的细枝末节,自动地安排自己的行为方式。而在所有研究发明者的心里,都希望机器人具备越来越多的社会性,能够如盐入水般地融入人群

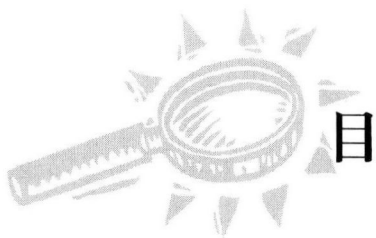
6 现代机器人技术

之中。

机器人的发明犹如一把双刃剑,对它们高度重视的同时也带来了一些基本的哲学、伦理问题。在工业社会中,机器人的结构越来越复杂、精密,它们也成为人类反观自我的“他者”。研究者们也提出了机器人对人类生活潜在的挑战与改变,各执一词,争论不休。汉斯·莫拉维克(Hans Moravec)认为,到了本世纪中叶,机器人能够达到甚至超越人类的智力水平。第一个发现人类神经中枢控制功能的凯文·沃维克(Kevin Warwick)则认为,机器人越来越像人类的同时,人类也越来越多地接近于它们,并逐渐成为一种能够运用机器人技术去拓展人类自身的肢体能力与心智水平的“电子人”。

那么,未来世界中人类与机器人之间的关系究竟怎样呢?2002年8月19日,罗德尼·布鲁克斯(Rodney Brooks)在BBC的新闻节目《艰难的对话》中宣读了以下一份祈愿书:“在当今这个时代,每一门科学、每一项技术都在传达关于我们自身的更多的信息,这些信息令我们恐惧。一直以来我们都尽着最大的努力,驱散心中的这种恐惧,越来越深入地了解自己。”

从实际的角度讲,这份声明也催生了生物科学与机器人技术的进一步结合。日本京都的ATR计算神经系统科学实验室的负责人米特苏·卡沃托(Mitsuo Kawato)声称:一项新的进展在2005年1月在麻省理工学院出版的《技术评论》(Technology Review)中出现。卡沃托的实验室对人类大脑进行了细致的研究,并设计出一种新型机器人,这种机器人的神经网络和大脑结构都与孩童的不相上下。卡沃托说:“只有将脑部功能复制到人造机器中去,我们才能更好地理解人类大脑加工、处理信息的具体过程。”



目 录

前言	1
鸣谢	1
简介	1
1. 一门新的科学	
—— 诺伯特·维纳与控制论	1
儿时惊人的天赋	2
天才数学家	4
在麻省理工学院的生活	5
阻止轰炸	5
亲历者说：“维纳的散步”	6
反馈	7
电脑与控制	8
神经网络	9
建立了一门新的科学	10
控制论	12
控制论与机器龟	13
波士顿手臂	14
相关发明：控制论的运用	15
在社会上的影响	16
生平年表	17
扩展阅读	18

2 现代机器人技术

2. 革命性产业

——约瑟夫·英格伯格与通用机械手	20
经验的传递	20
工业机器人的发明	21
其他科学家：乔治·德沃尔	22
生产线上的机器人	23
当今的工业机器人	25
社会效应：机器人与普通劳动人	25
服务型机器人	27
权威的机器人工程师	27
一个错误的方向？	29
未来趋势：今日的机器人产业	30
生平年表	31
扩展阅读	32

3. 学会走路

——马克·莱伯特与有腿的机器人	34
工程师的发明	35
动力行走者	36
机器袋鼠	38
波士顿动力	40
相关链接：兽类与机器人	40
机器骡	41
科学成果：机器人与动画片	42
更具动力的前景	43
生平年表	44
扩展阅读	45

4. 真实世界中的机器人

——科林·安格、海伦·格雷纳与机器人	47
实践家	48
强强合作：布鲁克斯、安格与格雷纳	49
玩偶娃娃	50
科学成果：在有限的条件下创造无限的可能	51
家用型机器人——另一个分支	52
行动控制钟	54
前线使用的机器人	56
未来的家用型机器人	57
革命性跨越所带来的荣誉	58
生平年表	59
扩展阅读	60

5. 探索型机器人

——丹娜·雪莉与火星漫游者	62
对技术的热爱	62
声名鹊起	63
发明空间机器人	64
相关链接：为何他们不在这里？	65
火星任务	66
“水手9号”	67
探险计划	68
未来趋势：美国宇航局组织的火星探测计划中的里程碑	69
更好、更快、更低耗费	70
机器人与漫游者	71
“旅居者”探秘	73
争论焦点：我们是否应该将人类与机器人送往外太空进行科学 探险？	75

4 现代机器人技术

开始新的职业征程	76
生平年表	77
扩展阅读	78

6. 会思考的机器人

——罗德尼·布鲁克斯与考格	80
对电脑的热爱	80
学习人工智能	81
可视型机器人的挑战	82
“无脑型”机器人	83
相关发明：人工生命与人工智能	85
机器昆虫	86
具备人的特点的机器人	88
“考格”	90
实用机器人技术	91
是什么与生活相区别？	92
生平年表	94
扩展阅读	94

7. 计算机大使

——广濑将人与阿西莫	96
从摩托车到机器人	96
学习走路	97
阿西莫登场	99
其他科学家：索尼公司的机器人研究者们	101
机器人大使	103
未来的伙伴	103
其他成就	104
争论焦点：机器人与宗教	105