

教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会理工分委会推荐教材



教学机器人 实践开发教程

饶增仁 主 编
赵 洁 靳永利 李三平 副主编

JIAOXUE JIQIREN SHIJIAN KAIFA JIAOCHENG

教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会理工分委会推荐教材

教学机器人 实践开发教程

饶增仁 主 编
赵 洁 靳永利 李三平 副主编

图书在版编目(CIP)数据

教学机器人实践开发教程/饶增仁主编. —兰州:兰州大学出版社, 2010. 2

ISBN 978-7-311-03261-6

I. ①教… II. ①饶… III. ①教学设备—机器人—高等学校—教材 IV. ①TP242②G484

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 022722 号

策划编辑 陈红升
责任编辑 佟玉梅 陈红升
封面设计 管军伟

书 名 教学机器人实践开发教程
主 编 饶增仁
副 主 编 赵 洁 靳永利 李三平
出版发行 兰州大学出版社 (地址:兰州市天水南路 222 号 730000)
电 话 0931-8912613(总编办公室) 0931-8617156(营销中心)
0931-8914298(读者服务部)
网 址 <http://www.onbook.com.cn>
电子信箱 press@onbook.com.cn
印 刷 兰州奥林印刷有限责任公司
开 本 787×1092 1/16
印 张 15.25
字 数 450 千
版 次 2010 年 4 月第 1 版
印 次 2010 年 4 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-311-03261-6
定 价 28.00 元

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

前 言

机器人学是一门高度交叉的前沿学科,机器人技术是集物理、数学、机械学、生物学、人类学、计算机科学与工程、控制论与控制工程学、电子工程学、人工智能、社会学等多学科知识之大成,是一项综合性很强的新技术。机器人技术的出现与发展,不但使传统的工业生产面貌发生根本性的变化,而且将对人类的社会生活产生深远的影响。

最近,英国和美国的两组科研小组,各自独立在人工智能领域取得了重大突破,成功开发出能够独立推理、阐述理论以及探索科学知识的机器人。在英国威尔士阿伯里斯特维斯大学,罗斯·金和同事开发出了一种称为“亚当”的机器人,这种机器人不仅可以实施有关酵母新陈代谢的实验,还能推理实验结果并且策划下一阶段的实验。他们的部分成果已经发表在最近的《科学》杂志上,同期发表的还有美国康内尔大学霍德·利普森和迈克尔·施密特的科学论文,这两位科学家开发出的电脑程序可以解开导致双摆摇动的基本物理学法则。通过快速计算大量数字,这套程序可以破解牛顿的运动定律和其他科学特性。从 20 世纪 60 年代以来,科学家一直梦想着让机器人实施科学任务。当我们最早将机器人送上火星,科学家的确希望机器人可以在火星独立进行实验。如今,将近 50 年过去了,这一愿望终于实现了。

目前,国内的部分中学和大学开始引进教学机器人,以此构成实践开发平台,系统训练与开发学生的工程意识、创新能力和实践能力,自主建构科技基础知识。

兰州大学信息科学与工程学院实验中心在李廉、管会生、马义忠、孙以功、万毅等教授的大力支持下于 2005 年引进成套教学机器人系统,成立了机器人实验室,开设机器人实践开发选修课,受到同学们的欢迎和青睐。本书是在多年的教学实践基础上总结编写而成,并且本书首次明确提出了教学机器人的概念及其特征。

本书在编写过程中,得到了兰州大学管会生教授、马义忠教授、陈晓云教授等多位老师及上海未来伙伴机器人有限公司的大力支持,在此表示诚挚感谢!

本书由饶增仁主编,赵洁、靳永利、李三平为副主编。由于编者水平所限,加之时间仓促,书中难免出现错误或不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2009 年 12 月

目 录

第 1 章 机器人概述	1
1.1 机器人的概念	1
1.2 机器人的发展史	2
1.3 机器人的分类	6
1.4 教学机器人的特点	10
1.5 教学机器人的选型	10
第 2 章 教学机器人创新平台	11
2.1 一般机器人的硬件组成	11
2.2 一般机器人常用的传感器和驱动器	13
2.3 AS-UII 的系统结构	14
2.4 传感器	19
2.5 AS-UII 的硬件组成	30
2.6 硬件扩展总线 ASBUS	35
第 3 章 教学机器人编程	39
3.1 图形化交互式 C 语言简介	39
3.2 快速入门	51
3.3 流程图编程方法	54
3.4 JC 语言编程方法	99
第 4 章 教学机器人实践开发项目	120
4.1 机器人走“∞”字形	120
4.2 机器人叫人起床	120
4.3 动态字符显示	122
4.4 地面灰度检测	123
4.5 机器人避障	125
4.6 机器人追光	129
4.7 机器人跟人走	131
4.8 机器人边唱边跳	133
4.9 机器人灭火	134

第 5 章 AS-EI 机器人组件的工程创新	142
5.1 创新思维与建构主义	142
5.2 AS-EI 组件的基本结构和搭建基础	144
5.3 AS-EI 组件的控制核心——多功能扩展卡	158
5.4 AS-EI 组件的软件控制	164
5.5 AS-EI 组件创新设计开发项目	165
第 6 章 RobEI 组件的设计与搭建基础	177
6.1 伺服电机及其控制原理	177
6.2 用单片机控制伺服电机	178
6.3 RobEI 组件的基本组件和搭建基础	178
6.4 RobEI 组件的控制核心——高级伺服电机驱动卡使用说明	185
6.5 RobEI 组件的软件控制	186
6.6 RobEI 组件创新设计训练项目	194
附录	200
附录 1 AS-UII、AS-EI 使用注意事项及防静电常识	200
附录 2 2007 年“Robcup”杯中国智能机器人比赛项目规则	201
附录 3 教育部赛制及国际机器人灭火比赛	222
附录 4 机器人相关网站	237

第1章 机器人概述

1.1 机器人的概念

机器人一词的出现和世界上第一台工业机器人的问世都是近几十年的事,然而人们对机器人的幻想与追求却已有3 000多年的历史,几千年来,人类一直希望制造一种像人一样的机器,以便代替人类完成各种工作。

西周时期,我国的能工巧匠就研制出了能歌善舞的伶人,这是我国最早记载的机器人。

春秋后期,我国著名的木匠鲁班,在机械方面也是一位发明家,据《墨经》记载,他曾制造过一只木鸟,能在空中飞行“三日不下”,体现了我国劳动人民的聪明智慧。

公元前2世纪,亚历山大时代的古希腊人发明了最原始的机器人——自动机。它是以水、空气和蒸汽压力为动力的会动的雕像,它可以自己开门,还可以借助蒸汽唱歌。

东汉时期,科学家张衡不仅发明了地动仪,而且还发明了计里鼓车。计里鼓车每行一里,车上木人击鼓一下,每行十里击钟一下。后汉三国时期,蜀国丞相诸葛亮成功地制造出了“木牛流马”,并用其运送军粮,支援前方战争。

1662年,日本的竹田近江利用钟表技术发明了自动机器玩偶,并在大阪演出。

1738年,法国天才技师杰克·戴·瓦克逊发明了一只机器鸭,它会嘎嘎叫,会游泳和喝水,还会进食和排泄。瓦克逊的本意是想把生物的功能加以机械化而进行医学上的分析。

在当时的自动玩偶中,最杰出的要数瑞士的钟表匠杰克·道罗斯和他的儿子利·路易·道罗斯。1773年,他们连续推出了自动书写玩偶、自动演奏玩偶等,他们创造的自动玩偶是利用齿轮和发条原理制成的。它们有的拿着画笔和颜色绘画,有的拿着鹅毛蘸墨水写字,结构巧妙,服装华丽,在欧洲风靡一时。由于当时技术条件的限制,这些玩偶其实是身高1 m的巨型玩具。现在保留下来的最早的机器人是瑞士努萨蒂尔历史博物馆里的少女玩偶,它制作于200年前,两只手的十个手指可以按动风琴的琴键而弹奏音乐,现在还定期演奏供参观者欣赏,展示了古代人的智慧。

19世纪中叶自动玩偶分为2个流派,即科学幻想派和机械制作派,并各自在文学艺术和近代技术中找到了自己的位置。1831年歌德发表了《浮士德》,塑造了人造玩偶“荷蒙克鲁斯”;1870年霍夫曼出版了以自动玩偶为主角的作品《葛蓓莉娅》;1883年科洛迪的《木偶奇遇记》问世;1886年《未来的夏娃》问世。在机械实物制造方面,1893年摩尔制造了“蒸汽人”,“蒸汽人”靠蒸汽驱动双腿沿圆周走动。

进入20世纪后,机器人的研究与开发得到了更多人的关心与支持,一些适用化的机器人相继问世,1927年美国西屋公司工程师温兹利制造了第一个机器人“电报箱”,并在纽约

举行的世界博览会上展出。它是一个电动机器人,装有无线电发报机,可以回答一些问题,但该机器人不能走动。1959 年第一台工业机器人(可编程、圆坐标)在美国诞生,开创了机器人发展的新纪元。

现代机器人的研究始于 20 世纪中期,其技术背景是计算机和自动化的发展,以及原子能的开发利用。自 1946 年第一台数字电子计算机问世以来,计算机取得了惊人的进步,向高速度、大容量、低价格的方向发展。大批量生产的迫切需求推动了自动化技术的进展,其结果之一便是 1952 年数控机床的诞生。与数控机床相关的控制、机械零件的研究又为机器人的开发奠定了基础。

另一方面,原子能实验室的恶劣环境要求某些操作机械代替人处理放射性物质。在这一需求背景下,美国原子能委员会的阿尔贡研究所于 1947 年开发了遥控机械手,1948 年又开发了机械式的主从机械手。

在当代工业中,机器人(Robot)是自动执行工作的机器装置,既可以接受人类指挥,又可以运行预先编排的程序,还可以根据以人工智能技术制定的原则行动。它的任务是协助或取代人类工作,例如生产业、建筑业或是危险的工作。它可以说是高级整合控制论、机械电子、计算机、材料和仿生学的产物。目前在工业、医学、农业、建筑业甚至军事等领域中均有重要用途。

现在,国际上对机器人的概念已经逐渐趋近一致,普遍接受这种说法,即机器人是靠自身动力和控制能力来实现各种功能的一种机器。国际标准化组织采纳了美国机器人协会给机器人下的定义:“一种可编程和多功能的,用来搬运材料、零件、工具的操作机;或是为了执行不同的任务而具有可改变和可编程动作的专门系统。”机器人从广义上定义,包括一切模拟人类行为或思想的机械,这个定义可类推到模拟其他生物的机械上(如机器狗、机器猫等)。狭义上对机器人的定义还有很多分类法及争议,有些电脑程序甚至也被称为机器人。

理想中的高仿真机器人是高级整合控制论、机械电子、计算机与人工智能、材料学和仿生学的产物,目前科学界正在向此方向研究开发。

机器人能力的评价标准包括:智能,指感觉和感知,包括记忆、运算、比较、鉴别、判断、决策、学习和逻辑推理等;机能,指变通性、通用性或空间占有性等;物理能,指力、速度、连续运行能力、可靠性、联用性、寿命等。因此,可以说机器人是具有生物功能的三维空间坐标机器。

1.2 机器人的发展史

1920 年,捷克斯洛伐克作家卡雷尔·恰佩克在他的科幻小说《罗萨姆的机器人万能公司》中,根据 Robota(捷克文,原意为“劳役、苦工”)和 Robotnik(波兰文,原意为“工人”),创造出“机器人”这个词。

1939 年,美国纽约世博会上展出了西屋电气公司制造的家用机器人 Elektro。它由电缆控制,可以行走,会说 77 个字,甚至可以抽烟,不过离真正干家务活还差得远。但它让人们们对家用机器人的憧憬变得更加具体。

1942 年,美国科幻巨匠阿西莫夫提出“机器人三定律”。程序上规定所有机器人必须

遵守:

1. 机器人不得伤害人类,或袖手旁观坐视人类受到伤害;
2. 除非违背第一法则,机器人必须服从人类的命令;
3. 在不违背第一及第二法则下,机器人必须保护自己。

虽然这只是科幻小说里的创造,但后来成为了学术界默认的研发原则。

1948年,诺伯特·维纳出版的《控制论》,阐述了机器中的通信和控制机能与人的神经、感觉机能的共同规律,率先提出以计算机为核心的自动化工厂。

1954年,美国人乔治·德沃尔制造出世界上第一台可编程的机器人,并注册了专利。这种机械手能按照不同的程序从事不同的工作,因此具有通用性和灵活性。

1956年,在达特茅斯会议上,马文·明斯基提出了他对智能机器的看法:“智能机器能够创建周围环境的抽象模型,如果遇到问题,能够从抽象模型中寻找解决方法。”这个定义影响到以后30年智能机器人的研究方向。

1959年,德沃尔与美国发明家约瑟夫·英格伯格联手制造出第一台工业机器人。随后,成立了世界上第一家机器人制造工厂——Unimation公司。由于英格伯格对工业机器人的研发和宣传,他也被称为工业机器人之父。

1962年,美国AMF公司生产出“VERSTRAN”(意思是万能搬运),与Unimation公司生产的Unimate一样成为真正商业化的工业机器人,并出口到世界各国,掀起了全世界对机器人和机器人研究的热潮。

1962年至1963年,传感器的应用提高了机器人的可操作性。人们试着在机器人上安装各种各样的传感器,包括1961年恩斯特采用的触觉传感器,托莫维奇和博尼1962年在世界上最早的“灵巧手”上用到了压力传感器,而麦卡锡1963年则开始在机器人中加入视觉传感系统,并在1965年,帮助MIT推出了世界上第一个带有视觉传感器并且能识别和定位积木的机器人系统。

1965年,约翰·霍普金斯大学应用物理实验室研制出Beast机器人。Beast已经能通过声纳系统、光电管等装置,根据环境校正自己的位置。20世纪60年代中期开始,美国麻省理工学院、斯坦福大学、英国爱丁堡大学等陆续成立了机器人实验室。美国兴起研究第二代带传感器、“有感觉”的机器人,并向人工智能进发。

1968年,美国斯坦福研究所公布他们研发成功的机器人Shakey,如图1-1所示。它带有视觉传感器,能根据人的指令发现并抓取积木,不过控制它的计算机有一个房间那么大。Shakey可以算是世界第一台智能机器人,拉开了第三代机器人研发的序幕。

1969年,日本早稻田大学加藤一郎实验室研发出第一台以双脚走路的机器人。加藤一郎长期致力于研究仿人机器人,被誉为“仿人机器人之父”。日本专家一向以研发仿人机器人和娱乐机器人的技术见长,后来更进一步,催生出本田公司的ASIMO和索尼公司的QRIO。

1973年,世界上第一次用机器人和小型计算机携手合作,诞生了美国Cincinnati Milacron公司的机器人T3。

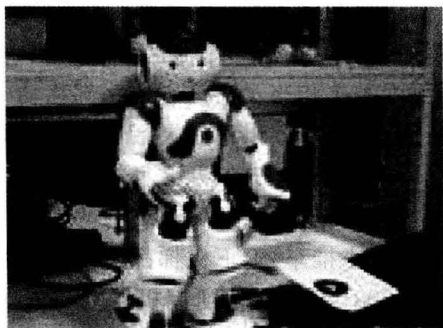


图 1-1 世界第一台智能机器人 Shakey

1978年,美国 Unimation 公司推出通用工业机器人 PUMA,这标志着工业机器人技术已经完全成熟。PUMA 至今仍然工作在工厂第一线。

1984年,约瑟夫·英格伯格再推出机器人 Helpmate,这种机器人能在医院里为病人送饭、送药、送邮件。同年,他还预言:“我要让机器人擦地板,做饭,出去帮我洗车,检查安全。”

1998年,丹麦乐高公司推出机器人(Mind-storms)套件,让机器人制造变得跟搭积木一样,相对简单又能任意拼装,使机器人开始走入个人世界。

1999年,日本索尼公司推出犬型机器人爱宝(AIBO),当即销售一空,从此娱乐机器人成为目前机器人迈进普通家庭的途径之一。

2001年,美国麻省理工学院打破历史传统,研发了世界上第一个有模拟感情的机器人 Kismet。有些机器人被开发出来纯粹是以模仿真人作为目的,这些模仿既可以是外观与动作行为上的,又可以是思想感情上的。理论上讲,要做出外观、行为、思想都非常接近真人的机器人,在目前还有不可跨越的技术难度,但在未来并不是不可能的事。而如何利用及控制那类高仿真机器人,它们与人类关系又将如何,早已成为科幻界一个长期话题。

2002年,美国 iRobot 公司推出了吸尘器机器人 Roomba,它能避开障碍,自动设计行进路线,还能在电量不足时,自动驶向充电座。Roomba 是目前世界上销量最大、最商业化的家用机器人。

2006年6月,微软公司推出 Microsoft Robotics Studio,机器人模块化、平台统一化的趋势越来越明显,比尔·盖茨预言,家用机器人很快将席卷全球。

名古屋商业设计研究所推出了新款机器人网络兔子。它的两只耳朵可以变换许多姿态,会根据人的声音作出反应。网络兔子通过无线通信与家里的电脑相连,如果有电子邮件它会朗读给人听,也可以播放网络电台的节目。最有趣的是不同的网络兔子还能够“结婚”、“分手”,通过网络连接让其中一个网络兔子的双耳做出一个动作,它远方的“伴侣”也会接着做出同样的动作。

三菱重工业公司的保姆机器人若丸连续几年都是各种机器人展会上的明星。若丸能在早晨来到主人床边,报告当天的天气或新闻头条。它还能记住主人的生日,或是提醒主人的结婚纪念日。

日本产业技术综合研究所制造的用于陪伴老人和小孩的机器人 Paro、本田公司的阿西莫双足步行机器人也都继续受到关注。阿西莫是本田公司开发的双足步行机器人,于2000年11月首次在横滨国际和平会议中心举行的机器人展示会上亮相。2006年12月,本田公司曾改进过阿西莫的性能,增加了它的关节和马达,使其能以6 km/h的速度小跑,而且将其身高由最初的1.2 m提高到1.3 m。如今的机器人阿西莫不仅能够爬楼梯,而且能够为人端茶倒水,5根手指能灵活运动。新型阿西莫机器人身高1.2 m,体重43 kg,个头虽然不大,但动作看起来相当灵活。它由一部移动电话控制,能够以接近人类的姿势自如地做出走路、跳舞、跑步等动作,堪称是灵活性创新方面的佼佼者。步行速度达到2.7 km/h,比改进前提高了0.2 km。此后不断在功能上进行改进,致力于研制出一款服务于人类日常生活的类人机器人。据介绍,新型阿西莫在之前的基础上,加强了与人类的智能交流能力。与人手拉手一起前进、操纵小推车、上下楼梯都已经难不倒它。它还具有为人端茶倒水的本领。

2008年,科学家研制机器蚂蚁为人类建设火星家园。最近在火星上发现水和像地球土壤一样的土壤,有一天人类也许能移民到这颗红色行星上。第一批火星居民也许并不是人

类,而是一群微型机器人。德国卡尔斯鲁厄大学的机器人学研究人员马尔科·齐曼斯基说:“可以利用能共同协作的小型机器人探索这颗行星。现在我们知道火星上有水和尘埃,因此它们要为科学家建设住处等建筑物,只需要一些黏合剂。”

微型机器人能通力合作。一个由欧洲研究人员组成的科研组正在研发微型遥控机器人,这种机器人可协力完成不同的任务,就像白蚁、蚂蚁或蜜蜂共同寻找食物、建造巢穴和为了群体更好的发展协力合作一样。科研组在欧盟资助的小型微操作智能自主机器人群(I-SWARM)项目中工作,制作了100个1 cm大小的机器人,并在制造蚂蚁大小的微型机器人群体方面取得了重大进步。从那时起几名研究人员就开始着手制作一大群能重新改装自己的机器人,并且它们还能自动装配成更大的机器人,以便执行不同任务。他们通过“共生机器人(Symbion)”项目和“复制(Replicator)”项目在继续各项工作。

可以通力合作的机器人在行星探索等方面似乎有无数种可能的应用途径,它们可以根据自己面临的状况安排工作,改变它们的环境和群体需要。科研组成员齐曼斯基解释说:“机器人群体在需要高冗余的情况下更加有用。如果一个机器人出现故障或者受到破坏,不会导致整个任务惨遭失败,因为另一个机器人会立即接管它的工作。”

这种机器人不仅在太空或深海环境中非常有用,而且在执行修复机器内部故障、清理污染物或者进行试验和在人体内进行治疗时也都非常有效,目前这还只是科学家设想的一些有关微型机器人技术的应用方法。

就像蚂蚁会观察附近的其他蚂蚁正在做什么,跟随一个特定个体,或者在身后留下化学踪迹,以便把信息传递给群体一样,小型微操作智能自主机器人群项目组的机器人彼此间能进行交流,并能感知它们的环境。这种结果就是一种集体观感。机器人利用红外线进行沟通,它们依次将信号发送给附近的另一个机器人,直到整个群体都得知这一消息。例如,当一个机器人遇到障碍物时,它会给其他机器人发出求助信号,让其他机器人帮助它把障碍物搬开。又如,项目组称之为茉莉(Jasmine)的一群机器人利用轮子四处走动,这种机器人比一枚2欧元硬币稍大一些。在小型微操作智能自主机器人群项目中最小的机器人长度仅为3 mm,这种机器人通过震动四处移动。

小型微操作智能自主机器人群项目的机器人,从一个微型太阳能电池吸收能量。齐曼斯基在指出该科研组遇到的其中一个挑战时说:“能量是个大问题。任务越复杂,所需的能量也就越多。使用性能强大的发动机的机器人,需要很多能量。”处理能量是另一个问题。该项目必须研发一种特殊运算法则来控制只有毫米大的机器人,在这个过程中,他们必须考虑到微型机器人随身携带的处理器的能力限制:它们的程序存储器仅有8 000字节,随机存储器仅有2 000字节,比大部分个人电脑的字节大约小100万倍。

实验证明,这些微型机器人能进行互动,不过该项目的合伙人无法实现他们制造1 000个最小的机器人,组成世界上有史以来最大的遥控机器人队伍的目标。尽管如此,齐曼斯基仍相信该科研组很快就能生产大量微型机器人,他们可以像制造电脑芯片一样,制成柔性印制电路板后,将它折叠成需要的形状。他说:“它们有点像微型手工折纸。”大量生产可确保这种机器人的制造成本非常低,这样研究人员就不用担心会有机器人在火星土壤中迷失方向了。小型微操作智能自主机器人群项目的研究得到欧盟第六期框架计划的资助。

2009年11月,上海世博会开幕,作为世博会的预演,工博会上展示了很多新的机器人产品。上海电气展出了他们的多机器人系统,这个系统由家庭监管机器人、烹饪机器人、送菜

机器人、家居护理机器人和教育机器人等组成。家庭监管机器人是整个多机器人系统的核心,能够发控制指令给其他的机器人。比如主人快要下班的时候,他可以告诉烹饪机器人开始炒菜,准备好晚餐。据介绍,这个家庭监管机器人还能够遥控各种家用机器人,检测及监测门窗入侵、火灾、烟雾、煤气泄漏等危险信号。护理机器人称为护理床可能比较合适,助老助残是“863”计划前阶段的机器人支持重点,上海电气无疑是受益者之一,在“863”计划的支持下,他们的护理床已经做得非常不错了。

未来机器人将在各行各业中发挥更加广泛积极的作用,如科学研究、医疗卫生、军事、家庭等。例如图 1-2 所示,未来机器人舰队飞越土卫六表面的山峰,穿越广袤的沙丘,在液体海洋中航行,它们将为探索外星体提供至关重要的信息。

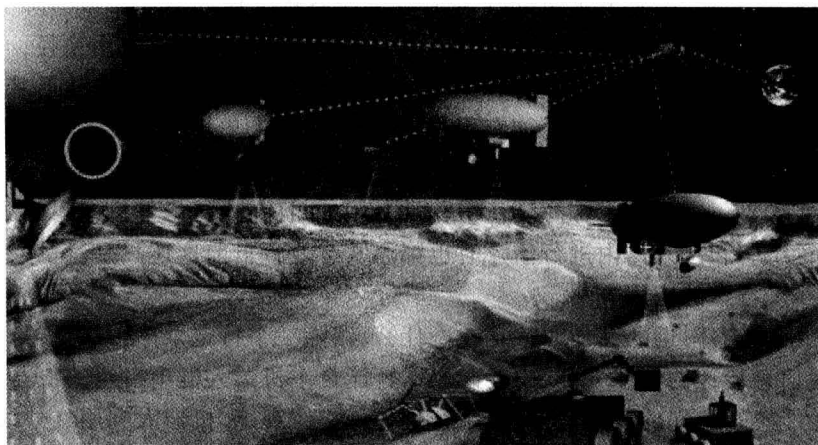


图 1-2 未来机器人舰队将飞越土卫六表面的大量山峰及广袤的沙丘

1.3 机器人的分类

1.3.1 按照应用环境分类

从应用环境出发,机器人分为两大类,即工业机器人和特种机器人。所谓工业机器人就是面向工业领域的多关节机械手或多自由度机器人。而特种机器人则是除工业机器人之外的、用于非制造业并服务于人类的各种先进机器人,包括:服务机器人、水下机器人、娱乐机器人、军用机器人、农业机器人等。在特种机器人中,有些分支发展很快,有独立成体系的趋势,如服务机器人、水下机器人、军用机器人、微型机器人等。其中近年来在军用机器人家族中,空中机器人(又叫无人机)是科研活动最活跃、技术进步最大、研究及采购经费投入最多、实战经验最丰富的领域。80 多年来,世界无人机的发展基本上是以美国为主线向前推进的,无论从技术水平还是无人机的种类和数量来看,美国均居世界之首位。

1.3.2 按照应用行业分类

按照应用行业,机器人分为生产制造用工业机器人、农业机器人、科研机器人、教学机器人、军用机器人、医用机器人、家用机器人、演艺机器人等。

工业机器人:工业生产制造上用的焊接、组装和加工机器人。

农业机器人:农业生产制造上使用的机器人,如棉花采摘机。

科研机器人:科学研究上使用的各种智能分析仪器、机器推理等智能机。

教学机器人:帮助学生学习的、帮助学生进行学习创造的实践活动用的机器人。

军用机器人:应用于军事行动中侦察、战斗和运输的机器人。

医用机器人:应用于临床医学的各类治病救人、助人康复的机器人。

家用机器人:应用于家庭家务,诸如清扫机器人等。

演艺机器人:适用于服装模特、演员和播音主持的机器人。

1.3.3 按照应用操作功能分类

按照应用操作功能分类,机器人又可分为操作型、程控型、示教再现型、感觉控制型、适应控制型、学习控制型、智能机器人等。

操作型机器人:能自动控制,可重复编程,多功能,有几个自由度,可固定或运动,用于相关自动化系统中。

程控型机器人:按预先要求的顺序及条件,依次控制机器人的机械动作。

示教再现型机器人:通过引导或其他方式,通过数值、语言等对机器人进行示教,先教会机器人动作,机器人根据示教后的信息进行作业。

感觉控制型机器人:利用传感器获取的信息控制机器人的动作。

适应控制型机器人:能适应环境的变化,控制其自身的行动。

学习控制型机器人:能体会工作的经验,具有一定的学习功能,并将所学到的经验用于工作中。

智能机器人:以人工智能决定其行动的机器人。

1.3.4 按照外观形状分类

按照其外观形状或整体结构形状又分为仿生机器人和非生物形机器人两种。仿生机器人的典型代表是日本研制的人形机器人和宠物机器人,如本田公司研制的机器人 Asimo,如图 1-3 所示,日本产业技术综合研究所研制的美女机器人 HRP-4C,如图 1-4 所示,以及日本 Sony 公司研制的宠物机器狗 Aibo,如图 1-5 所示。仿生机器人的另一典型代表是蝙蝠机器人。美国北卡罗莱纳州立大学的研究人员正在研制的一种手掌般大小的蝙蝠机器人,它的重量不到 6 g,可谓轻如鸿毛,如图 1-6 所示。这种蝙蝠机器人是一种完美的微型飞行器(MAV),未来可作为侦察或者用于数据收集。它的四肢处的关节用形状记忆合金做成,肌肉则用智能材料合金组成。

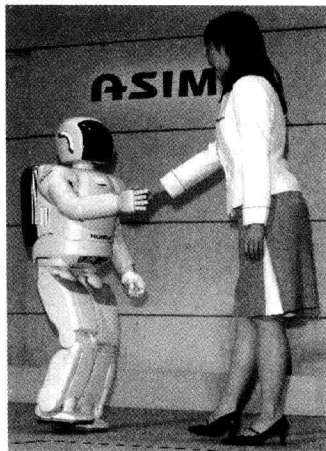


图 1-3 日本本田公司研制的机器人 Asimo 正与一名模特握手

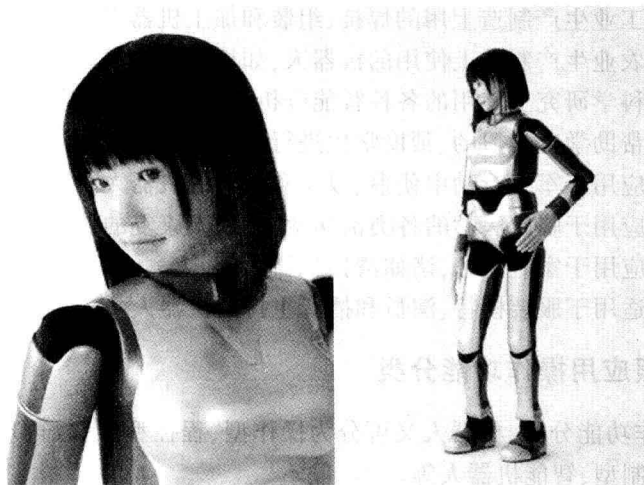


图 1-4 日本产业技术综合研究所(产综研)研制的美女机器人 HRP-4C

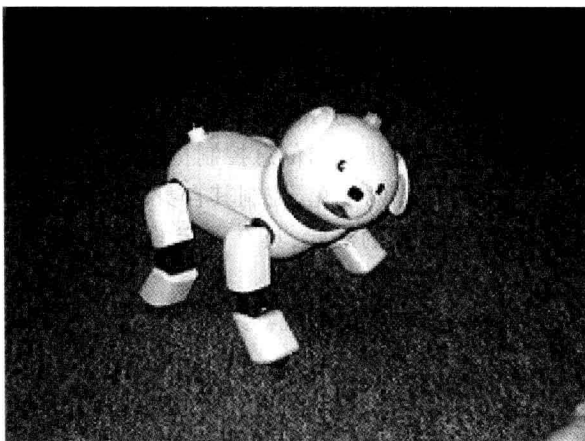


图 1-5 日本 Sony 公司研制的宠物机器狗 Aibo

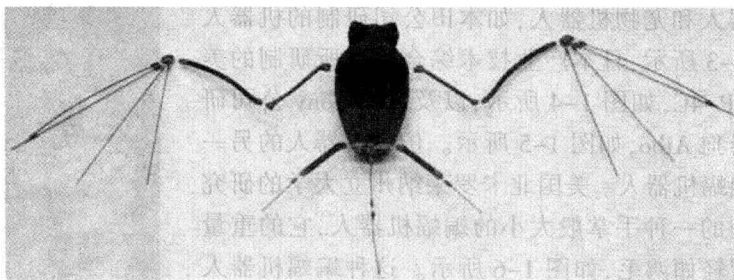


图 1-6 美国北卡罗莱纳州立大学研制的蝙蝠机器人(MAV)

汽油动力微型飞行器(GMAV)已在伊拉克巴格达北部地区美军装备中使用,以弥补侦察力量的不足,如图 1-7 所示。GMAV 能以 70 km/h 的速度连续飞行 40 min,最大飞行高度 300 m。GMAV 可在部队沿街道或在野外推进时,在其上空盘旋提供情报支持。它装有一个摄像头供实时传输影像,为士兵们提供周边的敌情信息,尤其是在目视死角处或屋顶上。



图 1-7 霍尼韦尔公司(美)研制的最新型侦察设备 GMAV

G-Nius 无人地面系统公司研制的 Guardium 是一种四轮无人驾驶地面车辆,可从远离前线的一间指挥所内遥控操纵。具备夜视能力、站岗不打瞌睡、负重 300 kg 毫不抱怨,可替代真人执行危险任务,减少实战伤亡人数。Guardium 装备摄像机、夜视设备、传感器和类似机关枪等的武器。按照预先输入程序的路线,它可在多座城市中独自行驶,知道如何过十字路口并自动识别道路交通标志。Guardium 还可用于边境巡逻。它装备的多台摄像机可进行 360°扫描,如发现可疑情况,便向操作员发出警告,如图 1-8 所示。



图 1-8 G-Nius 无人地面系统公司研制的 Guardium

总之,机器人的种类繁多,当前仿人形机器人以日本为代表,投入了较大精力开展研究开发工作。非仿人性机器人如用于战争的军用机器人以美国为代表,投入了较大力量进行开发研究工作。当然未来的发展也可能产生一种具有多功能超能力的新型混合机器人。

1.4 教学机器人的特点

教学机器人主要功能用于家庭成员知识学习或适宜于学校进行教学实践开发的智能机器人。

为提供教学实践资源,教学机器人系统应具备可编程性、可拆卸性、可扩展性、高可靠性、可维护性、技术新颖性和资料完备性 7 项基本特点。

1.可编程性:提供编程语言和子功能调用接口,以便学生根据不同项目功能而完成软件程序支持。

2.可拆卸性:提供硬件上可自由便捷的拆卸组装,以满足示教效果。

3.可扩展性:一方面在硬件上提供丰富的扩展插件接口,数量足够的模拟和数字接口,以及驱动接口;另一方面在软件上也为学生提供足够的扩展接口功能。学生可以将自己的创造的功能模块应用嵌入到教学机器人系统中,有利于学生创新能力的培养。

4.高可靠性:系统整体应具备防震荡、连接件牢固、耐磨耐碰、各类接插件可插接次数最少应不低于万次寿命等特点。

5.可维护性:无论软件和硬件上出现问题,都能提供故障诊断定位,故障排除方法(更换部件或调试修改程序)。

6.技术新颖性:提供较完整的新技术支持功能。具备一定的技术水准,比如教学机器人应包括较新的传感器应用技术,较新的微处理器应用技术等。

7.资料完整性:随机提供完整的技术手册和使用手册。

1.5 教学机器人的选型

目前国内用于教学的机器人主要有:未来伙伴能力风暴机器人、乐高机器人、纳英特机器人、中鸣机器人、双龙机器人、慧鱼机器人、通用机器人、交大阳光机器人等十几种。

虽然品种繁多,但其基本功能原理相近。选型时不仅要考虑是否满足上述教学机器人的 7 项基本特点,而且根据选购者自身教学特点及根据厂家研究机构所供应教学机器人的设计目标、产品质量、提供的性价比和服务等各方面来综合考虑,审慎选择。

分析与实践

1.你认为未来机器人是怎样的?设计那样的机器人应该具备哪些知识?

2.平面可自由移动的机器人的驱动马达至少有几个?

3.你认为要达到机器人能够真正普及并参与人们的日常生活,至少需要考虑哪些技术条件?

第2章 教学机器人创新平台

2.1 一般机器人的硬件组成

一般机器人由执行机构、驱动装置、检测装置、控制系统、通信系统和能量6部分组成。

2.1.1 执行机构

执行机构即机器人本体,其臂部一般采用空间开链连杆机构,其中的运动副(转动副或移动副)常称为关节,关节个数通常即为机器人的自由度数。根据关节配置形式和运动坐标形式的不同,机器人执行机构可分为直角坐标式、圆柱坐标式、极坐标式和关节坐标式等类型。出于拟人化的考虑,常将机器人本体的有关部位分别称为基座、腰部、臂部、腕部、手部(夹持器或末端执行器)和行走部(对于移动机器人)等。

2.1.2 驱动装置

驱动装置的作用是为机器人提供移动转动功能,如电机、微型马达等。

2.1.3 检测装置

检测装置的作用是实时检测机器人的运动及工作情况,根据需要反馈给控制系统,与设定信息进行比较后,对执行机构进行调整,以保证机器人的动作符合预定的要求。作为检测装置的传感器大致可以分为两类:一类是内部信息传感器,用于检测机器人各部分的内部状况,如各关节的位置、速度、加速度等,并将所测得的信息作为反馈信号送至控制器,形成闭环控制。另一类是外部信息传感器,用于获取有关机器人的作业对象及外界环境等方面的信息,以使机器人的动作能适应外界情况的变化,使之达到更高层次的自动化,甚至使机器人具有某种“感觉”,向智能化发展,例如视觉、听觉等外部传感器给出工作对象、工作环境的有关信息,利用这些信息构成一个大的反馈回路,从而将大大提高机器人的工作精度。

对于机器人的输入绝大部分来自于其内部的传感器。就像我们拥有五官一样,这些传感器为机器人提供有关外在世界的信息。举例来说,自主行走型机器人必须了解周围环境以便能顺利走动,而以感知环境信息为主要目标的机器人则需把信息反馈给远程的操作人员(Mars Rover 火星车就是一个特别著名的例子)。业界已经为科学研究与工程中心设计出种类繁多的传感器,其中有许多传感器可透过电气接口整合于机器人中。对于机器人应用而言,CMOS 成像器、红外线测距仪、压力传感器与加速度计等均为相当普遍的传感器。

在目前现有的众多传感器基础上,机器人感测技术的未来将朝向更小、更轻、性价比更