

青少年科技创新丛书

中小学机器人 ——基础与应用

戴胜军 ©主编

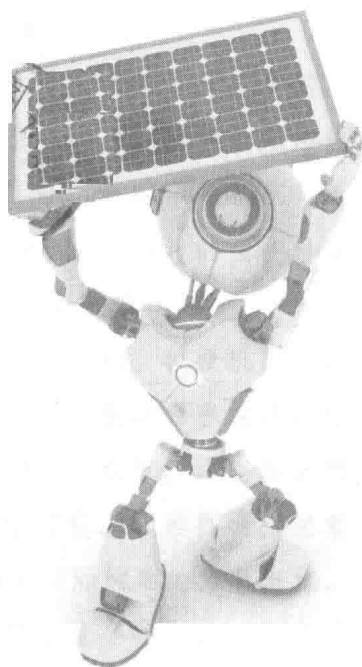
 湖南科学技术出版社



青少年科技创新丛书

中小学机器人 ——基础与应用

戴胜军 ◎主编



 湖南科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

中小学机器人——基础与应用 / 戴胜军主编. — 长沙: 湖南科学技术出版社, 2016. 7 (青少年科技创新丛书)

ISBN 978-7-5357-8417-9

I. ①中… II. ①戴… III. ①机器人技术—中小学—
教学参考资料 IV. ①G634.933

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 141664 号

Zhongxiaoxue Jiqiren Jichu yu Yingyong

中小学机器人——基础与应用

主 编: 戴胜军

责任编辑: 袁 军

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印 刷: 长沙超峰印刷有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 宁乡县金洲新区泉洲北路 100 号

邮 编: 410600

版 次: 2016 年 7 月第 1 版第 1 次

开 本: 710mm×1000mm 1/16

印 张: 11.75

字 数: 229 000

书 号: ISBN 978-7-5357-8417-9

定 价: 35.00 元

(版权所有·翻印必究)

目 录

第一章 基础理论篇	1
第一节 机器人和机器人技术	1
第二节 机器人的应用与发展	6
第三节 机器人课程的学习方法	11
第四节 创新意识的培养	16
第五节 电学基础	20
第二章 工具应用篇	27
第一节 基本工具	27
第二节 场地与耗材	32
第三节 万用表的使用	37
第四节 电脑和编程软件	40
第五节 亮宁可视化编程	45
第三章 入门操作篇	50
第一节 认识电子元器件	50
第二节 认识亮宁机器人硬件	54
第三节 硬件连接与编程	59
第四节 数据显示技术	64
第五节 输入与输出	67
第四章 运动控制篇	75
第一节 机械常识	75
第二节 减速电机与运动	79
第三节 伺服电机安装与设置	82
第四节 电机与应用	88
第五节 保护机器人	91

第五章 数据感应篇	96
第一节 机器人内部的数据表示	96
第二节 地面循线传感器	100
第三节 火焰传感器和超声波传感器	106
第四节 声控传感器和碰撞传感器	110
第五节 避障传感器与红外测距传感器	114
第六章 程序结构篇	119
第一节 常量、变量与表达式	119
第二节 程序的一般形式与顺序结构	125
第三节 分支结构	130
第四节 循环结构	136
第五节 函数与自定义函数	142
第七章 综合应用篇	148
第一节 两个重要函数	148
第二节 特色组件的综合应用	153
第三节 走线与数线	158
第四节 遥控技术	165
第五节 人形机器人	169
附录	
附录一 亮宁机器人套装中各设备的使用方法	174
附录二 常用系统函数	179
附录三 词语索引	180



第一章 基础理论篇

为了让我们对神秘的机器人和向往的机器人课程有一个粗浅的认识，本章将对机器人和机器人技术进行概述，对大家如何学好机器人课程给予指导。

本章内容，凝结了作者多年从事机器人教育的心得体会，饱含作者对新学者的殷殷期待。希望大家认真看“开心阅读”相关的文字内容，仔细观察具体的图片资料，对机器人领域形成一个感性的认识，为后续章节的学习奠定一个良好的基础。



第一节 机器人和机器人技术

机器人不会和人一样，对大量重复工作产生厌烦情绪；机器人不会和人一样，对自己不喜欢的工作，产生不满情绪。机器人不是人，与人有本质的区别。通过本节的学习，让我们认识机器人到底是一个什么东西，看看它们会不会像影视作品里所描写的那样，具有人一样的体形和思维方式，有超人的智谋，不做人类的朋友，就做人类的敌人。

问题探究

1. 具备什么条件的机器，才被称为机器人？
2. 机器人与人类有哪些本质的区别？
3. 机器人是否和人类有相同的体形和外貌？
4. 机器人能为人类做些什么？

开心阅读

1. 工业机器人

工业机器人，靠自己的动力（通常为电力）来完成工业生产过程中的每一项任务。这些任务，往往要求重复往返进行，或者劳动强度较大，或者生产精度较高，且需要根据条件变化，对完成任务的方式、数量多少做出决策。工业机器人

能像人一样做出一些正确的判断和简单的抉择。

据不完全统计，全世界在役的工业机器人中有将近一半用于各种形式的加工领域。在多任务环境中，一台机器人甚至可以完成多种任务。这些工业机器人适应工业场合，能够长时间运行，始终如一地完成指定的工作。

2. 专用机器人

在日本福岛第一核电站事故处理中展露身手的机器人“QUINCE”的改进型问世。这款改进型机器人无需手工更换电池，电池续航能力也比老型号提高近一倍。据《日本经济新闻》报道，新款机器人的名称暂定为“ROSEMATY”，由千叶工业大学研发。新款机器人搭载的马达功率是老型号的2.5倍，身负重达50千克的装置（如放射性物质检测仪、照相机等）仍可行走自如，电池可支撑机器人连续工作5小时。



图 1-1 军用机器人



图 1-2 火星探测机器人

专用机器人是为每项特殊的应用而专门设计的机器人，具有各自不同的特点，其外形、结构和功能都因需要而改变，往往需要巨额资金来研制开发。

3. 服务类机器人

道路清洁机器人、酒店客服工作机器人、餐厅端盘子机器人、景区救援机器人、家用机器人等，都属于服务类机器人的范畴。随着劳动力成本的提高，服务类机器人将成为近期机器人研发生产的重要内容，也会很快“走入寻常百姓家”。今后它将和汽车一样，成为家家户户必备的一项日用品，它们可以带孩子、照顾老人、洗衣、煮饭、搞卫生等。

4. 人形机器人

人形机器人又称仿人机器人，其外表与人类相似，特别是两条腿行走、身体的平衡都是模仿人类的。

我国在人形机器人方面做了大量研究，并取得了很多成果。比如中国国防科技大学研制了双足步行机器人，北京航空航天大学研制了多指灵巧手，哈尔滨工业大学、北京科技大学也在这方面做了大量深入的工作。

人形机器人是多门基础学科、多项高技术的集成，代表了机器人行业的尖端

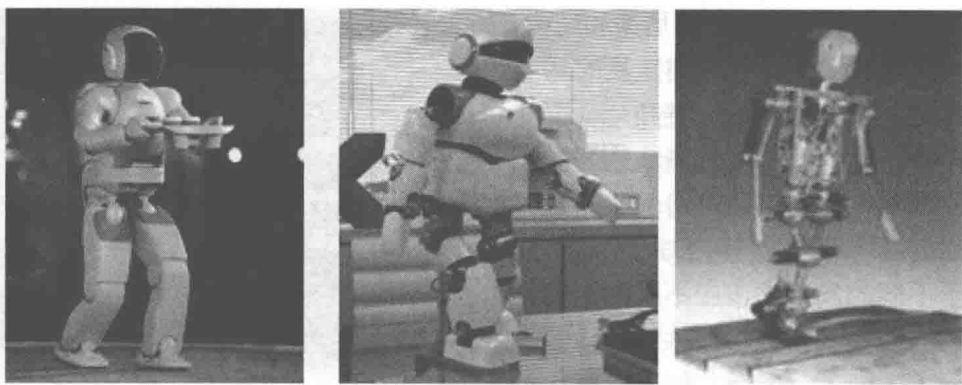


图 1-3 人形机器人

技术。因此，人形机器人是当代科技的研究热点之一。人形机器人是一个国家高科技综合水平的重要标志。目前，我国人形机器人研究与世界先进水平相比还有差距。我国科技工作者正在努力向前，我们热切地期盼我国自己研制出水平更高的、功能更强的人形机器人。

目前人形机器人还没有很大的应用价值，再说人类要模仿出人类自身还要有一个漫长的研究过程。影视媒体里那些体型彪悍、智勇双全、难以与人类区分开来的机器人，只是影视作家的幻想。你所见到的人形机器人，不过是一个演员身披特异造型的外衣而已。

5. 教育机器人

教育机器人是由生产厂商专门开发的以激发学生学习兴趣、培养学生综合能力和帮助学生学习机器人基础知识为目标的机器人成品、套装或散件。它除了机器人机体本身之外，还有相应的控制软件和教学课本等。

针对比赛项目开发的教育机器人，往往形式相对固定，厂家生产完成后，师

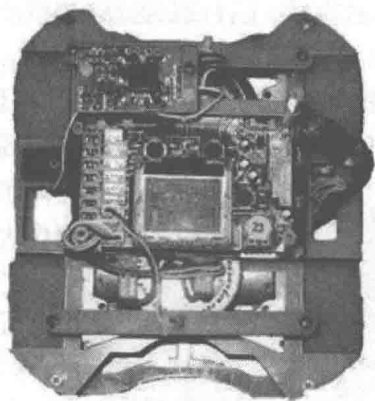


图 1-4 教育部比赛足球机器人

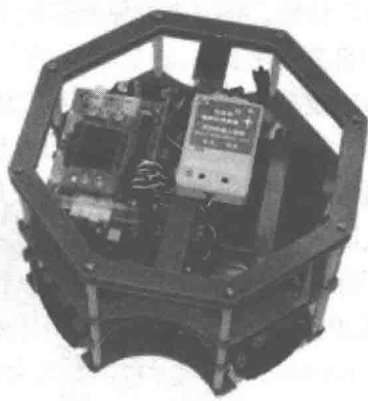


图 1-5 科协比赛足球机器人

生们买回来就无法更改其用途和结构。师生们的主要任务是针对比赛书写相应的比赛程序和训练比赛技巧。而机器人套装则提供的是机器人的各种结构件和中央处理器(CPU)、传感器等。师生们可以搭建出各种形式的机器人,用于不同的场所,适应不同的比赛规则。例如亮宁教育机器人套装,提供主板(CPU)、声音、红外感光、红外测距、超声波、避障、遥控发射与接收等传感器,还有八位数码、三位十进数输入组件以及液晶屏、多色LED等输出设备,多种形式电动机等,以及一大批结构件。无论是比赛还是平时的训练,都没有机器人的固定形状。它鼓励同学们自我设计、自我搭建机器人,并针对性地编写程序。

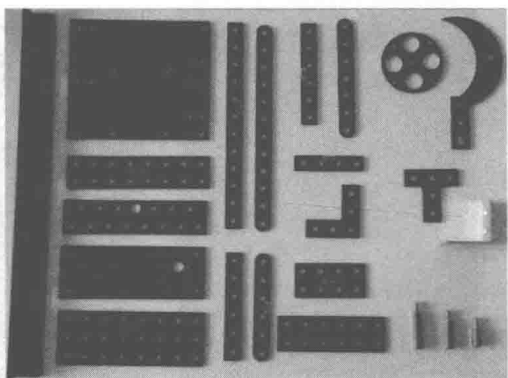


图 1-6 亮宁机器人套装部分结构件

6. 国外机器人教育现状与发展趋势

在国外,机器人教育一直是个热点。早在1994年麻省理工学院(MIT)就设立了“设计和建造LEGO机器人”课程,目的是提高工程设计专业学生的设计和创造能力,尝试机器人教育与理科实验的整合。麻省理工学院媒体实验室“终身幼儿园”项目小组开发了各种教学工具,通过与著名积木玩具商乐高公司的紧密合作,该项目组开发出可编程的乐高玩具,帮孩子们学会在数字时代进行设计活动。同时,国外的一些智能机器人实验室也有相应的机器人教育研究的内容。

日本、美国等一些发达国家高度重视机器人学科教育对高科技社会的作用和影响,已在信息技术课与课外科技活动课上开设了有关机器人的内容。

自1992年开始,美国政府有关部门在全国高中生中推行“感知和认知移动机器人”计划,高中生可免费获得70kg重的一套零件,自行组装成遥控机器人,可参加有关的比赛。

日本发展机器人起步比号称“现代机器人故乡”的美国晚了10年,但是现在,在机器人产业化发展道路上,日本已经走在了欧美国家的前面。这跟日本高度重视机器人教育和机器人文化的普及是分不开的。在日本,每所大学都有高水平的机器人研究和教学内容,每年定期举行各种不同层次的机器人设计和制作大赛,既有国际性高水平比赛,也有社区性中小學生参加的比赛。

新加坡国立教育学院(NIE)和教育部门于2006年6月在新加坡举办了第一届亚太ROBOLAB国际教育研讨会,通过专题报告、论文交流和动手制作等方式,就机器人教育及其在科技、数学课程方面的应用进行交流,以提高教师们开展机器人教育的科技水平与应用能力。

7. 我国中小学机器人教育的开展

近年来,我国机器人教育在全国中小学计算机教育研究中心及众多知名专家以及一些发达省市的大力推动下,有了很大的发展。教育机器人逐步成为中小学技术课程和综合实践课程的良好载体。新的初高中课程标准在“信息技术”科目中也设立了“人工智能初步”选修模块,迈出了我国中学阶段开展人工智能教育的第一步,这也意味着我国人工智能教育在大众化、普及化层面上跃上了一个新的台阶。

从各地情况来看,较多的学校只是以课外活动、兴趣班、培训班的形式开展机器人教学。通常的做法是由学校购买若干套机器人器材,由信息技术课程教师或综合实践课程教师进行指导,组织学生进行机器人组装、编程的实践活动,参加一些相关的机器人竞赛。目前,有条件的地区和学校已经将机器人教学纳入了正规课堂教学。

目前,北京、上海、广东、山东、湖北、黑龙江、浙江、湖南等大部分省市已经开展了较大规模的机器人教学实验。这说明,我国青少年机器人普及教育正迎来一个快速发展的新时期。

目前,我国部分高校正进行大量的课题研究,中小学教师也加入机器人教育方面的课题研究、教学实验等,旨在通过这些活动,真正做到提高中小学生的综合素质,让学生系统地学习机器人基础知识,掌握机器人基本技能。部分课题组正在全国范围内实施“青少年机器人等级考试”这项新的教育评价机制,让参加机器人学习的中小学生,能够对自己所学的知识水平进行全方位的评估,为青少年成长服务。

操作实践

1. 通过上网搜索世界上最早研究机器人的学者及其对机器人研究所做的贡献。
2. 搜索 robot 一词的由来,了解 robot 一词的本来意思。
3. 观察下面这个小学生搭建的飞机模型,试着用亮宁机器人套装结构件搭建。

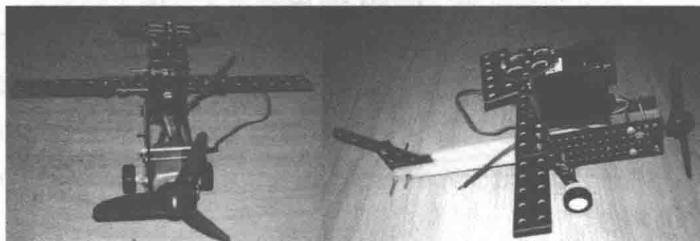


图 1-7 学生作品——飞机

细节提示

1. 在操作过程中注意观察成品机器人的外形、能看到的外部组成结构，在我们以后的学习过程中也许会上这些结构。
2. 从今天开始，学会做笔记，记下一个想法，记下一个网址，画一个结构示意图或是记下一个名字、名词等关键词，或许以后你会获得意想不到的惊喜。

总结提高

机器人的身体会因其“工作”需要，呈现多样性，通常不会和人类的身形相近。人形机器人还在初期研究阶段，目前根本无法实现人类的所有功能，甚至是最基本的功能。机器人在某些方面的能力可能超出人类的体能，能替代人类完成人类体能不及、体形不及、工作环境恶劣、重复繁琐、计算要求高等方面的工作，但其协调性、灵活性和对不可预期事物的反应还远不及人类。

机器人技术有着极其广泛的应用前景，各国科学家们都竭尽所能开发新产品，在增强功能的同时降低造价。我们应该学好各科文化知识，了解机器人技术，为以后的学习和生活作好充分准备。



第二节 机器人的应用与发展

机器人是现代科技文明的产物。要学好机器人及机器人技术，就需先了解一下机器人的过去、现在和未来。

问题探究

1. 国际上公认的机器人的研究和发展经历了哪几个阶段？
2. 关于机器人的研究，可以追溯到我国历史上的哪个朝代？
3. 机器人具有哪些发展前景？

1. 机器人的发展简史

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 年美国纽约世界博览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。虽然离真正干家务活还差得远,但它让人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”。虽然这只是科幻小说里的创造,但后来成为学术界默认的研发原则。

1948 年诺伯特·维纳出版《控制论》,阐述了机器中的通信和控制功能与人的神经、感觉功能的共同规律,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。该机器人的机械手能按照不同的程序从事不同的工作,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,就能够从抽象模型中寻找解决方法。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 ~ 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,包括恩斯特采用的触觉传感器,托莫维奇和博尼于 1962 年在世界上最早的“灵巧手”上用到了压力传感器,麦卡锡于 1963 年开始在机器人中加入视觉传感系统,1965 年推出了世界上第一个带有视觉传感器,能识别并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 已经能通过声呐系统、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、美国斯坦福大学、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。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,以此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,后来更进一步地催生出本田公司的 ASIMO 和索尼公司的 QRIO。

1973年世界上第一次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。

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年英格伯格再推机器人 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,帮我洗车,检查安全状况。”

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,这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。

2002年丹麦 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。

2. 我国机器人的应用研究

其实,机器人并非现代文明的产物。读过《三国演义》的人都知道,诸葛亮发明了一种运输工具——木牛流马,巧妙地解决了在崎岖的栈道上运送军粮的大问题。相关史书也印证了木牛流马的存在。小说中对木牛流马的描述神乎其神,但没有告诉我们木牛流马的样子和工作原理。这种工具能适应各种复杂的路况,我们可以认为它是一种智能机械。

地动仪是汉代科学家张衡的传世杰作,在张衡所处的东汉时代,地震比较频繁。据《后汉书·五行志》记载,自和帝永元四年(92年)到安帝延光四年(125年)的三十多年间,共发生了26次大的地震,地震区有时大到几十个郡,引起地裂山崩、江河泛滥、房屋倒塌,造成了巨大的损失。张衡经过长年研究,终于在阳嘉元年(132年)发明了候风地动仪,这是世界上第一架地动仪,是能感觉外界信息并能作出反应的早期机器人。这些机械具备获取信息并对信息作出反应



的能力，符合机器人的基本要素。因此，我们可以把机器人制作追溯到很早的汉朝、三国时期。



图 1-8 想象中的木牛流马

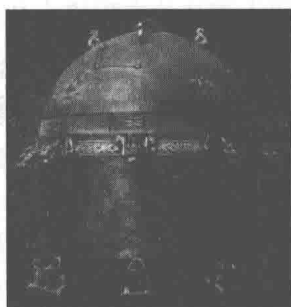


图 1-9 地动仪

3. 机器人应用展望

近年来，机器人不仅用于工业领域，在医疗系统也已得到推广应用。如大名鼎鼎的手术机器人（Surgical Robot）问世不过短短 10 年，但取得重大进展。

2011 年 2 月 24 日，佛罗里达州的肯尼迪航天中心，美国宇航局的类人机器人 Robonaut R2A 向同伴 Robonaut R2B 挥手说“再见”。R2B 搭乘“发现”号航天飞机奔赴国际空间站。

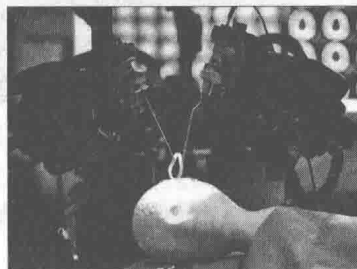


图 1-10 手术机器人



图 1-11 机器人宇航员

家用机器人的发展，是未来家庭应用科学技术的一个具体体现。未来的家用机器人是为人类服务的特种机器人，主要从事家庭服务，主要包括维护、保养、修理、运输、清洗、监护等工作。



图 1-12 家用机器人



图 1-13 大型汽车整装机器人

中国国防科技大学，早在 2010 年就研制出自动驾驶汽车的机器人。该机器人驾车从长沙到武汉，又回到长沙。期间，人为干预驾驶只有两千多米。不久的将来，机器人驾驶的应用将十分普及。公路上有人眼看不见但机器人能识别的交通标志。整个城市的交通将十分有序而高效。因为机器人不会违章驾驶、不会疲劳驾驶、不会酒后驾驶、很少判断失误等，这些都优于人类驾驶，大大地提高了交通安全。

4. 机器人的发展方向

最近以色列科学家称已制造出世界上最小的机器人，这种机器人可以进入人的血管并将药物送往人体各处。这种机器人是由以色列工学院等几个机构的科学家联合开发的。研究负责人之一的尼尔·施瓦布在接受新华社记者电话采访时说：“这种机器人直径 1mm、长 4mm，体形是目前世界上最小的。”

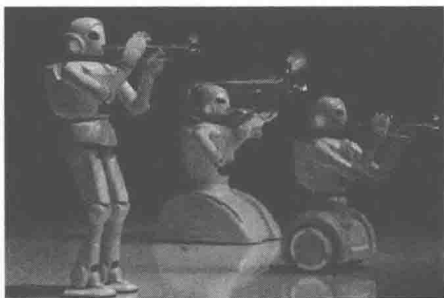


图 1-14 机器人演奏

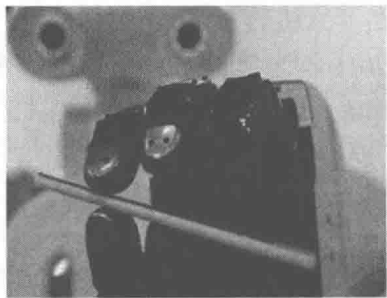


图 1-15 手指的精细动作

KUKA 公司于近期正式向市场推出了堪称世界最大、最强壮的机器人——KR1000Titan。

2008 年 5 月 4 日，丰田汽车公司的机器人在陈列室中演奏乐器，这是奏乐机器人。

2009 年 1 月 14 日，日本东京的早稻田大学机械工程系实验室开发的机器人，它的手指能灵巧地抓取一根吸管，展示出它对细小物体的操纵能力。

未来的机器人，一方面向更小型化发展，使机器人小到可以进入人体的毛细血管，检查人的病因，杀死癌细胞等。另一方面向大型化发展，使其体积、运算能力、功能都大到我们现在无法预期的程度。

未来的机器人，其智能化程度更高，它们可以代替人类在恶劣环境下、在其他星球上做出决策，代替人类检查病因并制订人性化的治疗处理方案。

未来的机器人，能和人类采用自然方式沟通，如语音会话、表情表达、势态语言等。

操作实践

1. 通过上网搜索我国古代机器人探索的其他实例,将其总结成图片文字形式或制作出相应的演示文稿,比比看哪一组制作更细致、资料最全面、内容更丰富。不要堆砌资料,要有分析与思考,有合理的编排顺序,有资料之间的合理连接等。

2. 两人或多人小组讨论,提出一个你们心目中需要的机器人,并详细说明它的功用、你们所期望的外形。或许你们的想法一时还不可能或难以实现,但大胆的设想能引发创意。也许经过后段的学习,你真的能够实现。

细节提示

1. 在阅读和操作中,仔细分析古代机器人实例的基本特征,并与现代各种机器人技术进行对比,寻找两者之间的异同。

2. 小组在讨论理想中的机器人时,要充分发挥想象力,做到无拘无束。你可以假定,你现在想得到的,以后就能做得到。

总结提高

虽然世界上公认的机器人研究距今时间很短,但我们知道研究机器人并对机器人做出贡献决非我们近几代人的努力。

机器人技术在科研、工业、军事、医疗卫生等方面应用十分广泛,并很快就会像汽车、电视机一样步入千家万户,成为人们学习、生活的必备品。学习机器人的相关知识,学会机器人的操作,是我们这一代中小学生的必修课。



第三节 机器人课程的学习方法

机器人教育是近年来在世界各国发展起来的新学科,它综合了机械、电子和计算机技术等多方面的知识,是一门综合性很强的学科。在学习上,我们应该采取不同于语文、数学、英语等学科的学习方法。本节具体地分析机器人制作这门综合性学科与语文、数学、英语等文化课之间的差异,并总结出学习这门特殊学科的学习方法。

问题探究

1. 机器人课程涉及哪些学科的知识内容?
2. 机器人课程有哪些特有的学习方法?
3. 要学好机器人, 中小學生应具备哪些潜质?

开心阅读

1. 机器人学科复杂的知识体系

通过前两节的学习, 我们对机器人有了初步的了解。我们知道, 机器人的本质仍是一台机器, 它运行所需的能量主要是电能, 如果电用完了, 就要更换电池或给电池充电, 机器人的运动遵循声、光、电、热等物理规律。物体运动的控制、感觉外界信息、机器人思维处理等涉及仿生学、机械运动学等专业学科。机器人全身协调运动的灵魂是我们人类编写的程序, 这就是计算机技术。机器人还要用现代通信手段实现人与机器、机器与机器之间的通信。机器人舞蹈、机器人足球还涉及艺术与体育等。总之, 机器人是一门涉及多学科的综合科学, 要求我们先学好语文、数学、英语、物理、化学、生物等学科, 才能为本学科的学习奠定基础。本书在以后的章节中涉及文化课教材中的内容, 一般会在“细节提示”中加以说明。

2. 机器人课程特色

机器人课程因课时数少, 要动手操作的内容多, 学生所具备的知识基础相差悬殊, 学习效果评价不再是考试, 所以它与文化课的学习方法也就不一样。学习过程中要注意的细节主要如下:

(1) 学习进度不一定统一

学生可以根据自身的特点, 选择不同的知识切入点, 确定自身的学习进度。由于每个学生可能加入机器人学习行列的先后不同, 每个人的经历不同等, 都可能导致同一个教室里学生的知识层次有较大的差别。因此, 教师不能按同一目标去要求每一个学生。

(2) 学习方法不一定相同

每个学习者应该寻找适合自身的学习方法。例如: 有的同学可能适合于先动手, 遇到问题再找书本、找老师。有的同学可能适合于先搞清套路之后再动手。

(3) 既需要独立思考, 又少不了团结协作