



高职高专“十三五”规划教材

机器人创新与实践教程

——基于MT-U智能机器人

刘映群 解相吾 主编



免费下载
QQ:3045474130
010-88379564

电子课件、习题答案、
模拟试卷及答案等



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高职高专“十三五”规划教材

机器人创新与实践教程

——基于 MT-U 智能机器人

主 编 刘映群 解相吾
参 编 王洪荣 季红如 施成章
刘 涛 许 哲 孙 强
陈年生 余明辉 何国新
主 审 韩 娜



机械工业出版社

本书基于机器人创新教育平台,按照“做中学、学中做”的教学理念组织教学内容,旨在培养学生的创新思维和实践能力。主要内容包括 MT-U 智能机器人平台介绍、MT-U 智能机器人的系统结构、MT-U 智能机器人的主要部件、编程——赋予 MT-U 智能机器人智慧、MT-U 智能机器人 C 语言快速入门以及 MT-U 智能机器人实训等。

本书可作为高职高专院校电子信息工程技术、应用电子技术、电气自动化技术等专业相关课程的教材,也可以作为应用型本科、技能竞赛以及开展创新教育的相关培训教材,还可作为其他相关专业技术人员的技术参考书。

为方便教学,本书配有免费电子课件、习题答案、模拟试卷及答案等,凡选用本书作为授课教材的学校,均可来电(010-88379564)或邮件(cmpqu@163.com)索取,有任何技术问题也可通过以上方式联系。

图书在版编目(CIP)数据

机器人创新与实践教程:基于 MT-U 智能机器人/刘映群,解相吾主编. —北京:机械工业出版社,2015.12

高职高专“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-52519-6

I. ①机… II. ①刘…②解… III. ①智能机器人-高等职业教育-教材
IV. TP242.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 307969 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:曲世海 责任编辑:曲世海 韩 静

封面设计:陈 沛 责任印制:李 洋

三河市国英印务有限公司印刷

2016 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm • 13.25 印张 • 326 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-52519-6

定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

大学生自主创新能力越来越受到广泛的关注,同时又是目前教学中的薄弱环节,因此,大学生创新平台的建设有着极其重要的意义。智能机器人是具有感知、思维和行动功能的机器,是机构学、自动控制、计算机、人工智能、微电子学、光学、通信技术、传感技术、仿生学等多种学科和技术的综合成果,是很好的研究和实验平台。

为适应现代高等职业教育的教学发展和规律,本书进行了较多的改革尝试。主要特点包括:

1) 本书作为校企合作、工学结合的特色改革教材,强调综合技术应用,注意实践能力的提高,有利于培养学生的创新思维,重点突出对学生职业技能的培养。

2) 本书按照“学中做,做中学”的教学理念组织教学内容。

3) 本书编写的内容基于上海英集斯自动化技术有限公司开发的 MT-U 智能机器人,该机器人是专门为大学进行课程教学、工程训练、科技创新以及研究服务的新型移动智能机器人。

4) 本书中所有实例已通过 MT-U 智能机器人验证。

本书是 2013 年度广东省高等职业教育教学改革立项项目“机器人创新教育研究与实践”(项目编号:20130301018)支持的校企合作、工学结合的特色改革教材,由广东岭南职业技术学院牵头与上海英集斯自动化技术有限公司合作完成。全书由刘映群、解相吾主编,刘映群负责全书内容的组织并统稿,解相吾负责审查定稿。参加编写的人员还有王洪荣、季红如、施成章、刘涛、许哲、孙强、陈年生、余明辉和何国新。

上海英集斯自动化技术有限公司总经理王洪荣对本书提出了很多宝贵意见,机械工业出版社的编辑对本书的编写工作也给予了大力支持,在此对他们致以衷心的感谢。在本书编写过程中,编者还参考了许多文献及网络资料,在此一并向这些作者表示感谢。

限于编者经验、水平,书中难免存在不足与缺漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
第1章 绪论	1
1.1 机器人的定义	1
1.2 机器人的前世今生	2
1.2.1 古代机器人	2
1.2.2 现代机器人	2
1.3 机器人的分类	3
1.4 现代机器人的成长阶段	3
1.5 我国机器人的开发与应用	4
1.6 我国机器人的发展前景	4
习题	4
第2章 MT-U 智能机器人平台介绍	5
2.1 MT-U 智能机器人简介	5
2.2 MT-U 智能机器人的外部结构	5
2.3 MT-U 智能机器人的控制按钮部分	6
2.4 MT-U 智能机器人的充电	7
2.4.1 开机充电	7
2.4.2 关机充电	7
2.4.3 更换电池充电	7
2.4.4 扩展电源充电	8
2.5 MT-U 智能机器人的连接和检测	8
2.5.1 MT-U 智能机器人的连接	8
2.5.2 MT-U 智能机器人的检测	8
2.6 对 MT-U 智能机器人进行编程及下载	12
习题	12
第3章 MT-U 智能机器人的系统结构	13
3.1 概述	13
3.2 MT-U 智能机器人系统的构成	14
3.2.1 控制部分	14
3.2.2 传感器部分	15
3.2.3 执行部分	17
3.2.4 供电部分	19
3.3 MT-U 智能机器人的传动机构	19
3.3.1 齿轮传动机构	19
3.3.2 MT-U 智能机器人的齿轮箱	20
3.4 MT-U 智能机器人的动力与驱动	21
3.4.1 MT-U 智能机器人的动力	21

3.4.2 MT-U 智能机器人中的直流电动机	21
3.4.3 MT-U 智能机器人的驱动方式	21
习题	23
第4章 MT-U 智能机器人的主要部件	24
4.1 智能机器人的三大要素	24
4.2 MT-U 智能机器人的传感器及其处理电路	24
4.2.1 碰撞传感器	24
4.2.2 远红外线传感器	28
4.2.3 光敏传感器	29
4.2.4 传声器	32
4.2.5 光电编码器	32
4.2.6 其他传感器	33
4.3 MT-U 智能机器人的计算机硬件	35
4.3.1 微控制器	35
4.3.2 外部存储器	39
4.3.3 电源与复位电路	39
4.3.4 通信模块	39
4.4 驱动器	40
4.4.1 电动机供电电源稳压电路	40
4.4.2 电动机驱动电路	40
4.4.3 扬声器	42
4.5 LCD 显示板	42
4.5.1 LCD 液晶显示屏	42
4.5.2 LCD 显示控制	42
4.6 硬件扩展板	43
4.6.1 扩展控制主芯片	43
4.6.2 扩展功能	44
4.7 硬件扩展总线 MTBUS	44
习题	51
第5章 编程——赋予 MT-U 智能机器人智慧	52
5.1 第一个流程图程序：走直线	52
5.1.1 用流程图语言实现 MT-U 智能机器人直线行走	52
5.1.2 用 C 语言实现直线行走	54
5.2 MT-U 智能机器人走出规则轨迹	55
5.3 让 MT-U 智能机器人感知环境信息	55
5.3.1 红外避障	56
5.3.2 PSD 导航	57
5.3.3 碰撞开关	59
5.3.4 光敏传感器	60
5.3.5 远红外线传感器	61
5.3.6 音乐	63
5.3.7 传声器	65
5.3.8 一个综合程序	65

习题	68
第 6 章 MT-U 智能机器人 C 语言快速入门	69
6.1 C 语言程序与算法	69
6.1.1 程序与算法的概念	69
6.1.2 C 语言简介	69
6.1.3 C 语言与机器人	70
6.2 编程环境	71
6.2.1 C 语言流程图符号	71
6.2.2 流程图编程环境	73
6.3 C 语言基本构成要素	76
6.3.1 C 语言的经典例程	76
6.3.2 C 语言的数据类型	77
6.3.3 整型数据	78
6.3.4 实型数据	81
6.3.5 常量与变量	83
6.3.6 算术运算符和算术表达式	84
6.3.7 关系和逻辑运算符	86
6.4 C 语言的基本应用	88
6.4.1 基本 C 语言程序	88
6.4.2 顺序程序设计	89
6.4.3 循环控制设计	91
6.4.4 选择结构设计	95
6.4.5 数组	99
6.4.6 函数	104
6.4.7 指针	113
6.4.8 结构体与共同体	117
习题	118
第 7 章 MT-U 智能机器人实训	119
7.1 实训 1: 熟悉智能机器人开发环境	119
7.1.1 实训目的	119
7.1.2 实训设备	119
7.1.3 实训内容及步骤	119
7.2 实训 2: 智能机器人无线下载	122
7.2.1 实训目的	122
7.2.2 实训设备	122
7.2.3 实训内容及步骤	122
7.2.4 参考程序	124
7.3 实训 3: 机器人的基本运动控制	125
7.3.1 实训目的	125
7.3.2 实训设备	125
7.3.3 实训内容及步骤	125
7.3.4 参考程序	126
7.4 实训 4: 基于红外线传感器的避障机器人	127

7.4.1 实训目的	127
7.4.2 实训设备	127
7.4.3 实训内容及步骤	127
7.4.4 参考程序	129
7.5 实训 5: PC 无线遥控智能机器人	130
7.5.1 实训目的	130
7.5.2 实训设备	130
7.5.3 实训内容及步骤	130
7.5.4 参考程序	132
7.6 实训 6: 音乐盒设计	134
7.6.1 实训目的	134
7.6.2 实训设备	134
7.6.3 实训内容及步骤	134
7.6.4 参考程序	135
7.7 实训 7: 基于碰撞开关的避障机器人	137
7.7.1 实训目的	137
7.7.2 实训设备	137
7.7.3 实训内容及步骤	137
7.7.4 参考程序	139
7.8 实训 8: 跟人走机器人	140
7.8.1 实训目的	140
7.8.2 实训设备	140
7.8.3 实训内容及步骤	140
7.8.4 参考程序	141
7.9 实训 9: 声控机器人	143
7.9.1 实训目的	143
7.9.2 实训设备	143
7.9.3 实训内容及步骤	143
7.9.4 参考程序	143
7.10 实训 10: 跟踪火源的机器人	145
7.10.1 实训目的	145
7.10.2 实训设备	145
7.10.3 实训内容及步骤	145
7.10.4 参考程序	146
7.11 实训 11: 编码器的使用	147
7.11.1 实训目的	147
7.11.2 实训设备	147
7.11.3 实训内容及步骤	147
7.11.4 参考程序	148
7.12 实训 12: 寻迹机器人	149
7.12.1 实训目的	149
7.12.2 实训设备	149
7.12.3 实训内容及步骤	149
7.12.4 参考程序	151

7.13 实训 13: 寻找光源的智能机器人	151
7.13.1 实训目的	151
7.13.2 实训设备	152
7.13.3 实训内容及步骤	152
7.13.4 参考程序	153
7.14 实训 14: 机器人之间的无线通信	154
7.14.1 实训目的	154
7.14.2 实训设备	154
7.14.3 实训内容及步骤	154
7.14.4 参考程序	155
7.15 实训 15: 野外探险机器人	160
7.15.1 实训目的	160
7.15.2 实训设备	160
7.15.3 实训内容及步骤	160
7.15.4 参考程序	163
7.16 实训 16: 灭火机器人	166
7.16.1 实训目的	166
7.16.2 实训设备	167
7.16.3 实训内容及步骤	167
7.16.4 参考程序	170
7.17 实训 17: 具有语音报站功能的智能寻迹机器人	174
7.17.1 实训目的	174
7.17.2 实训设备	174
7.17.3 实训内容及步骤	174
7.17.4 参考程序	176
7.18 实训 18: 可二次开发的图像处理模块的使用	180
7.18.1 实训目的	180
7.18.2 实训设备	180
7.18.3 实训内容及步骤	180
7.18.4 参考程序	187
7.19 实训 19: 野外探险机器人的扩展功能	190
7.19.1 实训目的	190
7.19.2 实训设备	190
7.19.3 实训内容及步骤	190
7.19.4 参考程序	193
习题	198
附录	199
附录 A MT-U 智能机器人 C 语言 2.0 库函数	199
附录 B MT-U 智能机器人的主要技术性能和参数	201
附录 C MT-U 智能机器人的使用条件和使用环境要求	201
附录 D MT-U 智能机器人常见故障及维修方法	202
附录 E 机器人竞赛信息及有关网站	202
参考文献	203

第 1 章 绪 论

机器人技术是一门高度综合的学科。机器人技术作为当前新兴的一个科学研究领域，集计算机技术、自动控制技术、传感技术于一体，是一门具有高度综合渗透性、前瞻未来性、创新实践性的学科，蕴涵着极其丰富的教育资源，是开展科技活动、培养学生科技素养和创新意识的一个非常好的平台。

以机器人活动为载体的教学，能够而且必须着眼于培养学生的综合能力。机器人集材料、机械制造、能源转换、生物仿真、信息技术之大成，是综合性很强的现代技术。机器人活动中还涉及计算机编程、工程设计、动手制作与技术构建等高新技术领域。

机器人是一门多学科综合交叉的边缘学科，它涉及机械、电子、运动学、动力学、控制理论、传感检测、计算机技术和人机工程。机器人是典型的机电一体化装置，它不是机械、电子的简单组合，而是机械、电子、控制、检测、通信和计算机的有机融合。

开展机器人设计活动的主要目标之一是培养学生的创新精神，其活动设计、活动模式、教学方法和评价也必须具备创新性。机器人活动项目的内容、规则以及评分办法等的创意设计都极富创造性和挑战性。

随着机器人学科不断发展，机器人教育逐渐走出了以竞赛为导向的阶段，进而与传统学科进行融合，形成了一门通用性很强的技术实践课程。

通过这门课程的学习，学生可以掌握机器人的发展、应用和未来的发展方向，了解机器人结构设计、运动分析、控制和使用的技术要点及基础理论，拓宽知识面，培养理论联系实际的良好作风，对创新精神和创新思维的培养起到了积极的作用。

1.1 机器人的定义

关于机器人有各种不同的定义，至今没有一个统一的说法。其主要原因是机器人技术还在发展，新的机型、新的功能不断涌现。而其根本原因主要是机器人涉及了人的概念，成为一个难以回答的哲学问题。

1920 年捷克斯洛伐克剧作家 Karel Capek 在其科幻作品《Rossum's Universal Robots》中第一次使用了单词 Robot。这个词来源于捷克语中的 Robota，本意为奴隶。

国际上关于机器人的定义主要有以下几种：

1) 美国机器人协会 (RIA) 的定义：机器人是“一种用于移动各种材料、零件、工具或专用装置的，通过可编程序动作来执行种种任务的，并具有编程能力的多功能机械手 (manipulator)”。

2) 日本工业机器人协会 (JIRA) 的定义：工业机器人是“一种装备有记忆装置和末端执行器 (end effector) 的，能够转动并通过自动完成各种移动来代替人类劳动的通用机器”。

3) 美国国家标准局 (NBS) 的定义：机器人是“一种能够进行编程并在自动控制下执行某些操作和移动作业任务的机械装置”。

4) 国际标准化组织 (ISO) 的定义: “机器人是一种自动的、位置可控的、具有编程能力的多功能机械手, 这种机械手具有几个轴, 能够借助于可编程序操作来处理各种材料、零件、工具和专用装置, 以执行种种任务”。

5) 我国对机器人的定义: 蒋新松院士曾建议把机器人定义为 “一种拟人功能的机械电子装置” (a mechatronic device to imitate some human functions)。

参考各国的定义, 我们对机器人给出以下定义: 机器人是一种计算机控制的可以编程的自动机械电子装置, 能感知环境, 识别对象, 理解指示命令, 有记忆和学习功能, 具有情感 and 逻辑判断思维, 能自身进化, 能计划其操作程序来完成任务。

1.2 机器人的前世今生

1.2.1 古代机器人

《列子·汤问》记载, 周穆王在位时, 工匠偃师制造出了一个逼真的机器人, 它能歌善舞, 模仿人的各种动作, 这是我国最早记载的机器人。

春秋后期, 鲁班曾制造过一只木鸟, 能在空中飞行 “三日不下”。

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, 它可以自己开门, 还可以借助蒸汽唱歌。

汉代大科学家张衡不仅发明了地动仪, 而且发明了计里鼓车。每行一里, 车上木人击鼓一下, 每行十里击钟一下。

三国时, 又出现了能替人搬东西的 “机器人”。它是由蜀汉丞相诸葛亮发明的, 能替代人运输物资的机器——“木牛流马”, 也就是现代的机器人——步行机。它在结构和功能上相当于今天运输用的工业机器人。

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。18 世纪末通过改进, 制造出了端茶玩偶。这种玩偶是木质的, 发条和弹簧则是用鲸鱼须制成的。它双手捧着茶盘, 如果把茶杯放在茶盘上, 它便会向前走, 把茶端给客人, 客人取茶杯时, 它会自动停止行走, 客人喝完茶把茶杯放回茶盘上时, 它就又转回原来的地方。

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。

1773 年, 自动书写玩偶、自动演奏玩偶等被连续推出。现在保留下来的瑞士努萨蒂尔历史博物馆里的少女玩偶, 还定期弹奏音乐供参观者欣赏。

19 世纪中叶出现了科学幻想派和机械制作派。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。

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”, 可以回答人类提出的一些问题。

1.2.2 现代机器人

1948 年, 美国原子能委员会的阿尔贡研究所开发了机械式的主从机械手。

1952 年, 第一台数控机床的诞生, 为机器人的开发奠定了基础。

1954 年, 美国戴沃尔最早提出了工业机器人的概念, 并申请了专利。

1959年,美国英格伯格和德沃尔(Devol)制造出世界上第一台工业机器人,机器人的历史才真正开始。这种机器人外形有点儿像坦克炮塔,基座上有一个大机械臂,大臂可绕轴在基座上转动,大臂上又伸出一个机械臂,它相对大臂可以伸出或缩回。小臂顶有一个腕,可绕小臂转动,进行俯仰和侧摇。腕前端是手,即操作器。这个机器人的功能和人手臂功能相似。

1962年,美国AMF公司推出的“VERSATRAN”和UNIMATION公司推出的“UNIMATE”是机器人产品最早的实用机型(示教再现型)。

1965年,MIT(美国麻省理工学院)的Roberts演示了第一个具有视觉传感器的、能识别与定位简单积木的机器人系统。

1970年在美国召开了第一届国际工业机器人学术会议。

1973年,辛辛那提·米拉克隆公司的理查德·豪恩制造了第一台由小型计算机控制的工业机器人。

1980年后,日本赢得了“机器人王国”的美称。

1.3 机器人的分类

机器人按不同的分类方式分别分为以下几种。

按几何结构分:柱面坐标机器人、球面坐标机器人、关节球面坐标机器人。

按机器人控制分:非伺服机器人、伺服机器人(点、轨迹)。

按用途分:工业机器人、探索机器人、服务机器人、军事机器人(地面、海洋、空中)。

按机器智能分:一般机器人、智能机器人(传感机器人、交互机器人、自主机器人)。

按移动性分:固定机器人、移动机器人(轮式、履带、步行)。

1.4 现代机器人的成长阶段

1. 第一代(示教再现型机器人)

示教再现型机器人由人操纵机械手做一遍应当完成的动作或通过控制器发出指令让机械手臂动作,在动作过程中机器人会自动将这一过程存入记忆装置。当机器人工作时,能再现人教给它的动作,并能自动重复地执行。

2. 第二代(有感觉机器人)

有感觉机器人对外界环境有一定的感知能力。工作时,根据感觉器官(传感器)获得的信息,灵活调整自己的工作状态,保证在适应环境的情况下完成工作。

3. 第三代(智能机器人)

智能机器人不仅具有感觉能力,而且还具有独立判断和行动的能力,并具有记忆、推理和决策的能力,因而能够完成更加复杂的动作。智能机器人的“智能”特征就在于它具有与外部世界——对象、环境和人相适应、相协调的工作机能,从控制方式看是以一种“认知—适应”的方式自律地进行操作。

4. 发展方向

人工智能是关于人造物的智能行为,它包括知觉、推理、学习、交流和在复杂环境中的行为,人工智能的一个长期目标是发明出可以像人类一样或更好地完成以上行为的机器;另一个目标是理解这种智能行为是否存在于机器或者是人类和动物中。

1.5 我国机器人的开发与应用

我国工业机器人的研究开始于 20 世纪 70 年代,经历了 70 年代的萌芽期、80 年代的开发期和 90 年代的实用期三个发展阶段。

1972 年我国开始研制自己的工业机器人。“七五”期间,完成了示教再现型工业机器人成套技术的开发,研制出了喷涂、点焊、弧焊和搬运机器人。

1986 年国家高技术研究发展计划(863 计划)开始实施,我国工业机器人的研究开发进入了一个新阶段,形成了中国工业机器人发展的一次高潮。工业机器人相关的机器人本体设计制造技术、控制技术、系统集成技术和应用技术都取得了显著成果。

从 20 世纪 80 年代末到 90 年代,国家 863 计划把机器人列为自动化领域的重要研究课题,系统地开展了机器人基础科学、关键技术与机器人元部件、目标产品、先进机器人系统集成技术的研究及机器人在自动化工程上的应用。自 20 世纪 90 年代初期起,形成了一批机器人产业化基地。

1.6 我国机器人的发展前景

面对国外机器人技术的不断发展和国际市场的激烈竞争,我国工业机器人进展步履艰难。首先,国内企业的现状对机器人的需求明显不足;其次,国产机器人在性能、价格、系列化、规模化生产上与国外同类产品相比还有一定差距。但是,我国工业机器人仍然具有广阔的发展前景,主要表现在以下几个方面。

第一,制造业仍占据我国国民经济发展的位置,随着改革开放的深入及与国际市场的接轨,新产品、新工艺的要求需要有新的装备来武装制造业,尤其在汽车、电子、家电、机械、轻工等行业尤为必要。工业机器人不仅在制造业中担负简单、重复的体力劳动,更重要的是在保证产品质量,提高生产效率,把人从恶劣、危险作业环境中替换出来等方面显示了明显的优越性。

第二,经过多年的研究与实践,我国已形成一批较有经验的机器人研究与开发队伍,并具有一定的市场价值。我们已经初步掌握了工业机器人的设计技术,如机器人本体设计、控制系统硬件设计、实时操作系统设计以及机器人语言、通信、可靠性技术等。

第三,国家处于由计划经济向市场经济转变的时期,国民经济的发展必将推进机器人市场需求的扩大,同时要求从事机器人产品研制、开发、应用的队伍必须转变观念、改革机制、苦练内功、培育新人、走向市场。

第四,在机器人科学和工程方面有了较开放的国际环境,使我们有条件学习、借鉴、引进和消化吸收国外的先进技术。

习 题

1. 什么是机器人?
2. 机器人有哪些分类方法?
3. 机器人有哪些发展阶段?

第 2 章 MT-U 智能机器人平台介绍

2.1 MT-U 智能机器人简介

MT-U 智能机器人 (MT-U ROBOT 教学机器人), 是专门为大学进行课程教学、工程训练、科技创新以及研究服务的新型移动智能机器人。

MT-U 智能机器人有一个功能很强的“大脑”和一组灵敏的“感觉器官”, 它不仅可以对外部环境做出敏锐的反应, 而且还可以与人进行交流; 它有听觉、视觉和触觉, 与周围世界互动时, 会像人一样使用动作和声音来表达感觉。

突出的扩展性能、高速的处理系统和由浅入深的流程图、C 语言及汇编语言编程环境是 MT-U 智能机器人的重要特色。本书各个章节以 MT-U 智能机器人作为教学平台进行讲述, 将带你走进机器人的世界, 感知它、了解它, 体验机器人的世界神奇与奥秘; 更重要的是, 在机器人的世界优游涵泳之后, 你也许会发现自己的灵感、兴趣已经被激发出来, 对于知识、能力的提升会有一个直接体验, 对自身未来发展的构想和潜力也得以发掘。

就让我们带着新奇与兴奋赶快进入 MT-U 智能机器人的世界吧!

2.2 MT-U 智能机器人的外部结构

MT-U 智能机器人外部结构简图如图 2-1 所示。

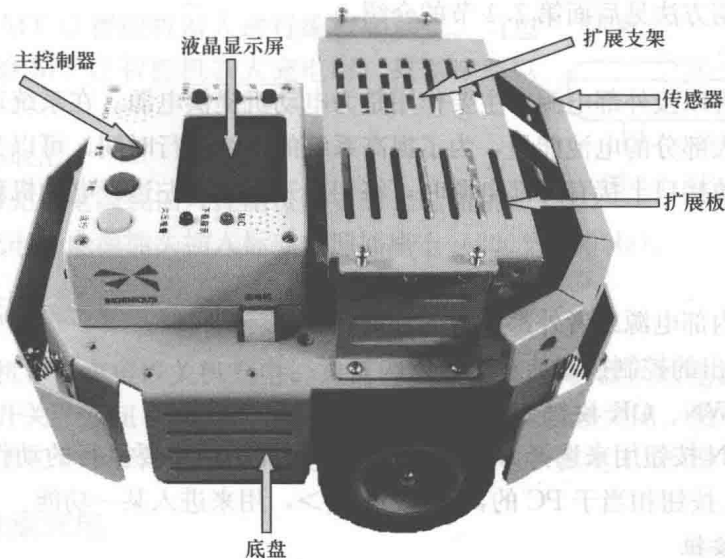


图 2-1 MT-U 智能机器人外部结构简图

2.3 MT-U 智能机器人的控制按钮部分

MT-U 智能机器人主要控制按钮和相关系统接口如图 2-2 所示。

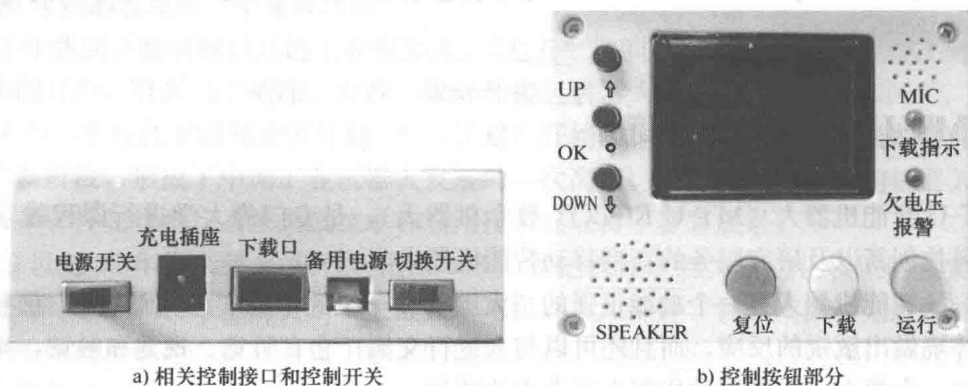


图 2-2 MT-U 智能机器人主要控制按钮和相关系统接口

图 2-2a 中给出的相关控制接口和控制开关从左到右依次如下：

1. 电源开关

控制 MT-U 智能机器人电源开关的按钮，按此按钮可以打开或关闭 MT-U 智能机器人电源。

2. 充电插座

将充电器的相应端插入此插座，再将另一端插到电源上即可对 MT-U 智能机器人充电。具体使用方法见后面第 2.4 节的介绍。

3. 下载口

“充电插座”旁边的“下载口”用于下载程序到机器人主板上，使用时只需将串口连接线的相应端插入下载口，另一端与计算机连接好，这样 MT-U 智能机器人与计算机就连接起来了。具体使用方法见后面第 7.1 节的介绍。

4. 备用电源

此电源接口可以接外部电源，主要作用是为电动机提供电源。在系统运行过程中，电动机做功会消耗掉大部分的电池能量，为了提高系统的连续运行时间，可以为电动机提供外部动力。当备用电源接口上接有外部电源时，将切换开关拨至左边，电动机就可以从外部电源那里取电。

5. 切换开关

电动机使用内部电源或者外部电源的选择开关。

图 2-2b 中给出的控制按钮从左到右依次如下：

1. UP、DOWN、OK 按钮

UP 和 DOWN 按钮用来选择 MT-U 智能机器人开机后将要执行的动作，可以在液晶显示屏上观察，OK 按钮相当于 PC 的，〈Enter 键〉，用来进入某一功能。

2. “复位”按钮

用来复位 MT-U 智能机器人系统，让 MT-U 智能机器人重新运行或者下载新的程序。

3. “下载”按钮

当使用 UP、OK、DOWN 按钮选择了下载功能后,若 MT-U 智能机器人与 PC 连接状态良好并且编译没有错误时,可以通过“下载”按钮使 MT-U 智能机器人进入下载等待状态。

4. “运行”按钮

当程序下载完成,并且用 UP、OK、DOWN 按钮选择了运行后,可以通过“运行”按钮开始 MT-U 智能机器人的运行。

5. 指示灯

绿色灯为电源指示灯,按下 MT-U 智能机器人的开关后,这个灯会亮。

红色灯为电源欠电压指示灯,当 MT-U 智能机器人电源电压过低时,欠电压报警的红灯亮,这时就该给 MT-U 智能机器人充电了。

6. 通信指示灯

通信指示灯位于 MT-U 智能机器人主板的前方,与电源绿色指示灯为同一个灯,在给 MT-U 智能机器人下载程序时,这个绿灯会闪烁,这样就表明下载正常,程序正在进入机器人的“大脑”即 CPU。

7. 充电指示灯

充电指示灯不在控制盒上,而在充电器上。当给 MT-U 智能机器人充电时,充电器上的指示灯发红光;充电完成后,充电器上的指示灯发绿光。

2.4 MT-U 智能机器人的充电

MT-U 智能机器人可以在线充电,也就是不用取出电池,直接为 MT-U 智能机器人充电。充电器充电示意图如图 2-3 所示。

2.4.1 开机充电

MT-U 智能机器人可以一边充电一边活动,这样很方便,不会影响对 MT-U 智能机器人进行编程和调试。当想要采用这种方式给 MT-U 智能机器人充电时,只需按照以下步骤操作:

- 1) 将充电器取出。
- 2) 把充电器充电电源线插入控制按钮中的充电插座。
- 3) 另一端充电器电源插头插入标准电源插座上(220V, 50Hz)。

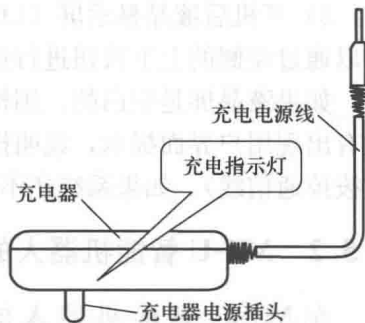


图 2-3 充电器充电示意图

2.4.2 关机充电

MT-U 智能机器人也可以关机充电。只需将 MT-U 智能机器人的电源关闭,按下控制按钮中的“电源开关”按钮,“电源”指示灯灭就表示电源已经关闭。然后再按照 2.4.1 节介绍的开机充电的三个步骤给 MT-U 智能机器人进行充电,充电 1.5h 即可充满。

2.4.3 更换电池充电

电池充满电压为 8.4V,额定工作电压为 7.2V,最低工作电压为 5V,可重复充电。

因为 MT-U 智能机器人使用的是锂电池，没有记忆和充爆问题，所以可以随时充电随时使用。

当电池达到使用寿命后，需要更换电池，只需按下面步骤进行：

- 1) 关闭 MT-U 智能机器人的电源，拔下连接到电源控制板上的接线头。
- 2) 拧下 MT-U 智能机器人底部固定控制器的螺钉，从电池盒中将电池取出，更换电池。
- 3) 重新装上新电池，安装好控制器，将电池引出的接口接到电源控制板上。

2.4.4 扩展电源充电

在主控盒的前侧有专门的备用电源接口，用户可以直接为 MT-U 智能机器人充电。

2.5 MT-U 智能机器人的连接和检测

2.5.1 MT-U 智能机器人的连接

很多情况下 MT-U 智能机器人是要和计算机连接以后使用的。连接 MT-U 智能机器人是一项基本操作，下面介绍连接的标准步骤：

1) 取出串口连接线，一端接 MT-U 智能机器人的“下载口”插口，另一端接 PC 机箱后的 9 针串口。如果 PC 后面没有空余的 9 针串口，请咨询计算机维护人员（可以把暂时不用的设备移开，腾出一个串口）或者通过 USB 转串口的方式实现。

2) 打开 MT-U 智能机器人，按下控制按钮中的“电源开关”按钮，观察到“电源”指示灯发光即可。

3) 开机后液晶显示屏（LCD）显示正常。有两个选择功能：“运行”和“下载”，用户可以通过左侧的上下按钮进行选择，然后按下 OK 按钮进入运行或者下载状态。

如果液晶屏是空白的，则检查电池是否有电，接触是否良好，请充电或更换电池。如果没有出现用户界面提示，说明操作系统没有正常运行，按“复位”按钮重启系统（注意此时应拔掉通信线）。如果系统还不能正常运行，参见附录 D 所介绍的方法及步骤解决故障。

2.5.2 MT-U 智能机器人的检测

在 MT-U 智能机器人的出厂光盘中，有 MT-U 智能机器人的检测源程序（MTUCheck.C），用户拿到的 MT-U 智能机器人中已经下载了这个检测程序，用户可以直接开机进行检测。

MTUCheck.C 源程序代码如下：

```
#include <stdio.h>
#include "ingenious.h"
int AD_1 = 0;
int AD_2 = 0;
int AD_3 = 0;
int AD_4 = 0;
int DI_1 = 0;
```