



武术擂台技术挑战赛机器人整体设计

张悦 盖之慧 赵伟 杨博

指导老师：夏庆锋

南京大学金陵学院，江苏南京，210089

摘要：本文介绍南大金陵五队参加2010年机器人武术擂台技术挑战赛机器人的基本情况，包括机器人控制策略，运动规划，控制系统，感知系统，运动系统，机械结构等方面的内容。

关键词：机器人，武术擂台技术挑战赛，控制策略，运动规划

1 机器人简介

我队参加此次技术挑战赛的机器人取名为“雷锋”。弘扬雷锋精神，不仅有着划时代的意义，而且对于加强社会主义精神文明建设、促进社会和谐，更是十分必要。

“雷锋”身体上共有8个关节，每只手臂各有3个关节，每条腿有1个关节。身长4040mm，四轮底盘高65mm，总高505mm，体重3.12kg（图1），符合2010年技术挑战赛规则。



2 机器人总体设计

根据2010年技术挑战赛的比赛规则和要求，要使机器人在规定时间内完成所有动作，并尽可能缩短时间，这就需要机器人前进、后退及转动动作自如流畅，并在保证完成各个动作的情况下，每个动作之间具有一定的连贯性，并有较快的行进速度；同时，为增加比赛的趣味性，在最后的表演环节，特设定机器人完成一些符合人物形象的动作及语音介绍。

首先，机器人从出发区自主走上擂台，找到位于出发区右前方的绿色圆柱体。这需要精确设定机器人前进和右转的时间，以保证机器人能够在最短时间内探测到绿色圆柱体。

此处特设计两种方案，其一，通过灰度传感器进行寻迹，使机器人能够沿白线行走，行至距绿色圆柱体一定距离时机器人停止运动；其二，通过摄像头查找绿色圆柱体，利用红外测距传感器和红外接近传感器接近绿色圆柱体；由于摄像头稳定性高于灰度传感器，且摄像头受外界环境因素影响较小，故对于以上两种方案，我们采取方案二优先级高于方案一。

在机器人到达绿色圆柱体，并通过麦克风进行过自我介绍后，考虑到摄像头对白色的标定受外界环境因素影响较大，且麦克风所在位置与放置绣球的白色圆柱体距离较近，故机器人后退和左转，利用红外测距传感器和红外接近传感器来检测放置绣球的白色圆柱体。

为确保成功抱起绣球，机器人手臂由圆柱体下至上移动，待碰到绣球后，手臂加力，抬高绣球使之脱离白色圆柱体，利用转弯将白色圆柱体推倒，放下绣球。

下一步是找到铜锣。先使机器人后退一段距离，再通过摄像头找到黄色的铜锣，在距铜锣一定距离时，利用红外接近传感器和红外测距传感器靠近铜锣，行至距铜锣一定距离时，机器人停止运

动，使用手臂击打铜锣，将铜锣敲响。

最后，机器人返回擂台中央，敬礼并用语音致谢，结束表演。

机器人整个表演过程需要涉及的研究内容主要包括：自主移动、自动循迹、自动测距、智能判断、智能决策和执行相应动作等。

2.1 机器人系统平台组成

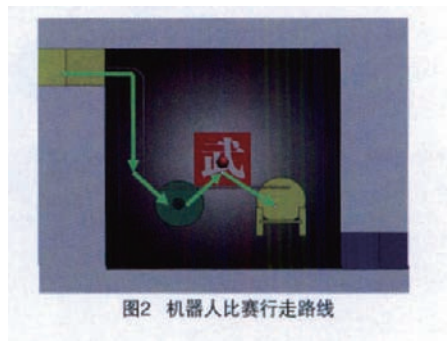
机器人“雷锋”系统平台组成如表1所示。

表1 机器人系统平台组成

系统名称	使用方案	功能描述
控制决策系统	MultiFLEX™2-PXA270控制器	机器人的核心控制单元
感知系统	灰度传感器（2个）安装在底盘上	巡线，确定机器人的位置和移动方向
	红外测距传感器（1个）安装在底盘上	调整机器人和柱子的精确距离
	红外接近传感器（4个）安装在底盘上	近距离检测柱子，使机器人正对柱子
运动系统	4个CDS5500数字舵机	机器人底盘驱动，驱动机器人运动
	6个CDS5500数字舵机	机器人机械臂，驱动机器人手臂运动
	2个CDS5500数字舵机	机器人腰部，驱动机器人躯干运动
机械结构	创意之星套件及手工制作的部件	搭建竞赛机器人主体结构
工作电源	一组7.2V 2.5Ah的锂聚合物电池	机器人系统电源

2.2 机器人行走路线

机器人“雷锋”行走路线如图2所示。



3 机器人硬件设计

3.1 机器人硬件体系结构

机器人“雷锋”的硬件体系结构如图3所示。

3.2 机器人控制决策系统

控制决策系统为整个机器人的核心控制单元，其功能相当于人的大脑，使得机器人具有人工智能。机器人“雷锋”的控制决策系统采用MultiFLEX™2-PXA270控制器。

3.2.1 机器人控制决策系统的功能

机器人通过传感器采集外部环境信息，将这些信息送入控制器。控制器结合已编写的程序，对外部环境进行分析、判断并作出

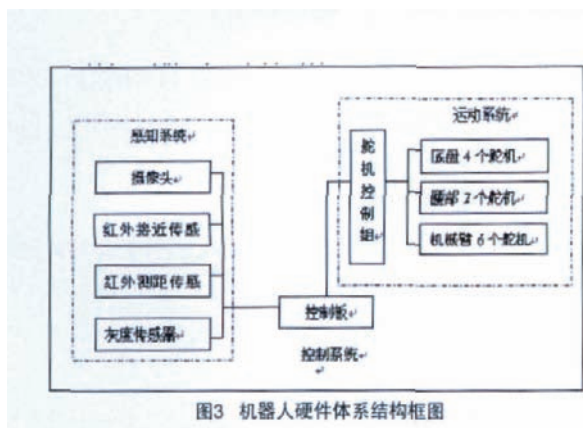


图3 机器人硬件体系结构框图

决策，控制机器人执行相关动作。

为处理好控制、决策和运动之间的关系，可将控制系统进行分级控制，即分成：信号级、控制级和决策级。信号级即传感器采集到的外部信息；控制级根据信号级的信息，对外部环境进行判断分析；决策级根据分析结果决策机器人的运动规划，并发出动作指令驱动舵机工作，使机器人完成相关动作。

3.2.2 机器人控制决策系统原理介绍

MultiFLEX™2-PXA270控制器以PXA270为控制核心，其处理器是Marvell Xscale PXA270，该处理器可以工作在535MHz的主频下，加入了Wireless MMX、Intel Speed Step等新技术。该控制器运行Linux操作系统，含4个USB接口，1个以太网接口，Wifi模块插槽，1个麦克风接口，一个立体声音频接口，支持摄像头作为视觉传感器，麦克风作为听觉传感器。

除此之外丰富。机体上，方便拆卸，并且可以直接放入机器人体内，采用该控制器是因为它具有如下优点。

(1) 高运算能力、低功耗、体积小。MultiFLEX™2-PXA270控制器具备535MHz、32位的高性能嵌入式处理器和Linux操作系统，运算处理能力强大，而功耗不到2W，体积小，可以直接放入机器人体内。

(2) 控制接口丰富。可以控制直流电机和各种信号的舵机，可以对机器人舵机进行调速、位置控制、力矩控制，可以同时控制接近40路舵机/电机。

(3) 数据接口丰富。控制器具有12路双向可设置通用IO接口，8路10位精度的AD接口；还有RS-422总线、RS-232接口，可以满足绝大多数运算要求。

3.3 机器人的感知系统

机器人的传感器相当于人的感知器官，在正确执行各项任务之前，机器人须根据各类传感器采集回来的信息对外界环境作出判断分析。通过控制中心子程序的处理，这些信息变成子系统容易识别和处理的信号，作为机器人行为的依据。机器人“雷锋”的感知系统使用了红外接近传感器、红外测距传感器、灰度传感器以及摄像头。

3.3.1 感知部件

机器人通过多个传感器的合理配置与协调工作，利用多传感器提供的综合外部环境信息，对外界环境进行判断分析，决定机器人的运动路线和任务执行。

感知系统具体布局如下。

(1) 红外接近传感器①，安装在机器人头部，共一个。用于

软启动。

(2) 红外接近传感器②，安装在机器人机身下部前方，底盘以上，左右各两个。用于机器人接近圆柱体时，进行角度转移的微调，使机器人正对对准圆柱体。

(3) 红外测距传感器，安装在机器人机身下部前方。作用一：机器人靠近柱子，并在距柱子一定距离时，使摄像头关闭。作用二：机器人靠近柱子，并在距柱子一定距离时，使机器人停止。

(4) 灰度传感器，安装在底盘下部，左右各一个。在摄像头找不到目标的情况下，使机器人沿比赛场地中的白色轨迹行走。

(5) 摄像头，安装在机器人机身下部，底盘以上，共一个。作用一：远距离寻找目标。作用二：通过判别麦克风所在圆柱体及铜锣的颜色来确定自己的行走轨道，以控制机器人走到指定位置完成任务。

3.3.2 感知原理

(1) 红外接近传感器

红外接近传感器俗称光电开关。它是利用被检测物体对光束的遮挡或反射，由同步回路选通电路，从而检测有无物体。

选择红外接近传感器的理由是：

红外探头体积小，隐蔽性高，可使用IO0~IO11的任意一个接口进行数据读取和编程。由于其输出的是开关量，能够判断在测量距离内有无障碍物，其灵敏度调节旋钮可用来调节其触发距离。故在躲避障碍或无须接触的情况下检测物体的存在时，红外接近传感器具有更高的优越性。

(2) 红外测距传感器

红外测距传感器，用来测量前方物体和传感器探头之间的距离。红外发射器发射的红外光线遇到障碍物被反射回来，通过透镜投射到PSD（位置敏感器件）上，透射点和PSD的中心位置存在偏差值。经过计算，可以求出红外测距传感器与障碍物之间的距离，并输出相应电平的模拟电压。

选择红外测距传感器的理由是：

红外测距传感器在测量距离时，与障碍物的反射角度、颜色及材质基本无关，对于不同的反射角度，其输出误差值很小，且其实际输出不随材质而变化。

(3) 灰度传感器

灰度传感器通过高亮白色LED（发光二极管）照亮被检测物

内行看门道。武术擂台赛虽然是观赏性很强的比赛，但是更强调机器人的技术与性能。武术比赛机器人该如何设计？如何调试？南京大学金陵学院参赛机器人的系统设计与调试方案比较好地给出了答案。

南大金陵队隶属于南京大学金陵学院信息科学与工程系机器人实验室，2009年10月组队，先后参加过2009年中国机器人大赛暨RoboCup公开赛、2010中国水中机器人大赛和2010年中国机器人大赛暨RoboCup公开赛，共获得了两个冠军、三个亚军、三个季军、六个一等奖和两个二等奖的好成绩。



体,被检测物体反射LED的白光。通过光敏电阻检测反射光的强弱,可推断出被检测物体的灰度值。

选择灰度传感器的理由是:

灰度传感器可使用控制器上AD0~AD7的任意一个接口进行数值读取和编程,多个灰度传感器组成阵列可以判断比赛场地的颜色梯度,在带有巡线功能的机器人中,灰度传感器可以用来区别白线与周围地面。

(4) 摄像头

摄像头为视觉传感器,可当做机器人的眼睛。MultiFLEX™2-PXA270控制器可以接入常见的USB摄像头,并具有图像搜索引擎,能够识别各种颜色并将其标示出来。

选择摄像头的理由是:

在比赛场地中,设有绿色和白色两种圆柱体以及黄色的铜锣,使用摄像头可以令机器人更加清楚地识别出场地中柱子以及铜锣的颜色。

3.4 机器人的运动系统

机器人的运动系统相当于人的运动器官。“雷锋”的运动系统采用CDS5500数字舵机,且在底盘设计中配置有4个星型齿轮减速器。

3.4.1 运动系统的功能

“雷锋”有4个CDS5500数字舵机用于底盘4个轮子,并配置有4个星型齿轮减速器,以实现机器人前进、后退、角度转移等位置

移动;2个CDS5500数字舵机用于机器人腰部,以实现机器人弯腰等腰部动作;6个CDS5500数字舵机用于机器人的机械臂上,以完成机器人抓绣球、敲锣、敬礼等动作。

3.4.2 运动系统原理

CDS5500数字舵机集成了直流电机、电机控制器和减速器等,封装在一个便于安装的外壳里,它能够利用简单的输入信号比较精确地控制转动角度,采用半双工串行异步总线通信。

4 机器人软件系统

机器人软件系统主流程图见图4所示,软件按此流程编制。

5 结论

机器人“雷锋”根据今年武术擂台技术挑战赛项目的比赛规则和相关要求制作,并对各个动作进行分解、编写程序,完全依据规则的评分细则设计,同时通过自行设计附加动作,比较全面地完成了大赛规定的任务。

参考文献

- [1]北京博创科技公司.创意之星实验指导书(第二版)。
- [2]2010武术擂台赛比赛规则3.2.0版。
- [3]刘爱华,满宝元.传感器原理与应用技术:人民邮电出版社,2006:153-169。
- [4]郁有文,常健,程继红.传感器原理及工程应用:西安电子科技大学出版社,2000:128-159。
- [5]陈冬云,杜敬仓,任何燕.ATmega128 单片机原理与开发指导:机械工业出版社,2006:1-139。

(上接第37页)

模块化,分别进行独立调试。实践证明,模块化设计为机器人准确可靠地完成各项任务提供了保障。

虽然机器人硬件与结构的合理设计、软件设计模块化的处理花去了参赛队员们很多的时间和精力,但由于基础工作准备得很扎实,后期的系统调试仅用不到两周时间,进展异常顺利,而且系统稳定可靠,在赛场上得到充分展现。

5 总结与展望

本设计研制的护理机器人只能在特定条件下,完成药瓶、茶水或食品的取送工作,要达到实用还需要进行很多研究与改进,在功能上还需要进一步扩展。比如,未来护理机器人可以帮助医护人员确认病人身份,准确无误分发所需药品,协助检查病人体温、清理病房,甚至通过视频传输帮助医生了解病人病情等等。

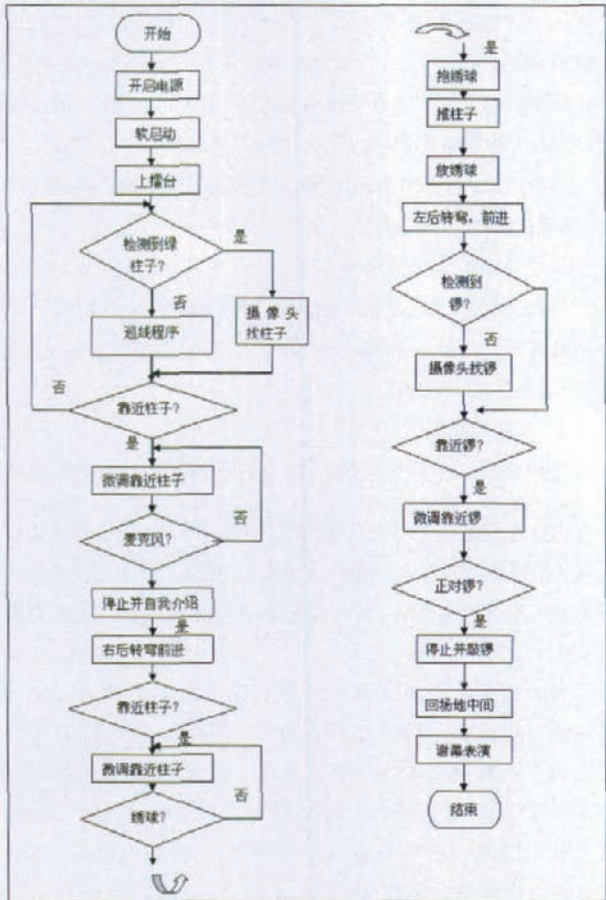


图4 机器人软件系统主流程图