

武术擂台机器人结构与竞技策略的创新设计

宋博飞 于润蓬 许晓飞

(自动化学院北京信息科技大学, 北京市, 100192)

摘要: 针对武术擂台这个自动控制的竞技性的比赛, 设计了一个针对于比赛的可以实现对敌方目标远距离的跟踪与判断的一辆机器人。硬件上采用激光切割的一体化成型的不锈钢镂空钢板搭配大扭矩电机和红外测距传感器。软件上采用多模拟通道的STM32系列芯片。整个武术擂台自主机器人系统由电机、电机驱动模块、稳压模块和芯片等相应的传感器构成。相比于之前的机器人, 本机器人采用了STM32F4系列基于ARM®Cortex™-M4为核心的高性能芯片并配合多四路驱动板, 因此可以实现四驱, 快速转向等特点, 并且具有良好的竞赛能力。

关键词: 自动控制; 武术擂台; 红外传感器; 自主机器人;

The Innovative Design of Wushu Robot Structure and Competitive Strategy

Song bofei Yu runpeng Xuxiaofei

0 引言

武术擂台是一个近年来开始流行的比赛项目, 其所展示的自主机器人技术在智能家居和无人搜救等相关行业应用十分广泛。现在很火的智能家居控制系统中就应用到了武术擂台机器人技术, 由于传统的清洁工作都是人工来操作, 消耗大量劳动力而且清洁度还达不到100%。而具有自主避障, 清除障碍等功能的智能清扫和智能清除机器人, 可以很好的解决现有的弊端, 并且可以与手机App远程命令, 从而实现远距离自主清扫, 可以在家里没人的时候也可以有序的进行清扫。大大的降低了劳动成本并提高了效率, 节省了时间。本文就智能机器人竞赛和未来的商业应用设计了一款实用的高性能的机器人, 不仅可以快速的判断障碍物的状态还可以有效的清除障碍物, 识别精度很高, 可以广泛的应用于各大智能竞赛和商业需求。

1. 武术擂台自主机器人系统的设计

武术擂台的设计主要分两个方面, 一个是硬件的设计, 因为武术擂台的规则要求是一方机器人需将另一方机器人推至台下或推翻对方机器人导致不能移动才能够得分, 所以武术擂台机器人的硬件设计方面要考虑到机器人需具有推或者铲等能够有效制敌的功能, 并且还需要机器人本身不能被轻易的推下擂台。另一方面运用算法和传感器相结合的策略是能够快速发现并牵制敌人的有效手段。系统主要由硬件和算法设计两个方面组成, 其系统框图如图1所示。

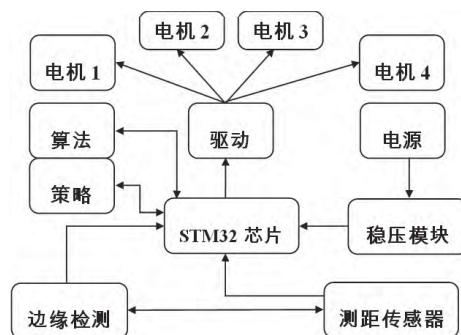


图1 系统框图

1.1 武术擂台机器人的硬件设计

1.1.1 整体的设计

比较理想的外形形状为方形, 其次为圆形。机器人的前部要有锐利的武器, 即有一个倾斜的铲子, 能有效铲入敌方机器人底下, 从而将其铲到擂台下面。本方案中, 整车可分为内外两层, 分内外两层也不是常见的上下两层是为了更好的压缩车身的高度, 降低车身整体高度有利于车辆的稳定性。外层用于检测敌人: 在机器人周身360°布设12个红外测距。内层用于安放机器人的大脑“芯片”和驱动板等电气设施, 这样可以使机器人的结构更加紧凑。本文中的机器人的设计是基于一次又一次的竞赛所总结的经验教训, 并且根据规则反复修改过的, 具有实时更新性。可能更有效的针对规则对手更改车辆的设计, 使其达到最大的攻击性。武术擂台自主机器人整体设计如图1所示

1.1.2 进攻武器的设计

因规则的要求, 需要将敌方车辆在规定时间内推至台下才能得分, 所以针对规则本方案给出了双

侧铲子的设计。双侧铲子的设计可以使车辆更加快速的不分方向的进行攻击，因为双侧铲子可以使车辆的两个方向都成为正方向，因而可以更加快速有效的发起攻击

1.1.3 尺寸和重量

应尽可能接近规则限制的重量和尺寸，这样可以给机器人提供尽可能大的正压力，使得轮胎的摩擦力能达到最大。尽可能降低重心，增加机车辆的稳定性。同时可以通过变型或折叠铲子使车身有效面积达到最大。进攻武器及轮胎的设计如图2所示

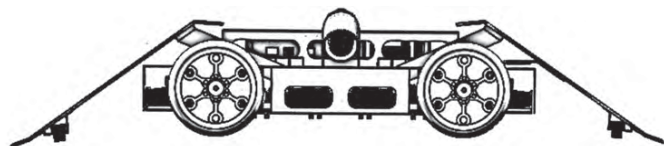


图2 进攻武器及轮胎

1.1.4 增加轮胎的摩擦系数

机器人搏击的主要力量来自轮胎的摩擦力，所以增加轮胎的摩擦系数非常重要。

根据公式：

摩擦力=正压力×摩擦系数

| 前进一小步 | | | | |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 四个传感器中的任意三个是否同时检测到台面 | | | | |
| 四个传感器均可检测到台面 | 左前和右前检测不到台面 | 左前和左后检测不到台面 | 右前和右后检测不到台面 | 右前和右后检测不到台面 |
| | 后退 | 右转 90° | 左转 90° | 后退 |
| | 右转 90° | 直行 | 直行 | 左转 90° |
| 继续前进一小步 | | | | |

在限制重量的情况下，机器人提供的正压力是不能无限增加的，应通过增加轮胎的摩擦系数来增加战斗力。在本方案中，整车采用了硅胶材质的驼峰轮，采用了高摩擦系数的橡胶，使得轮胎整体摩擦系数很高，抓地能力令人印象深刻。

1.1.5 车身动力系统

底盘采用不锈钢激光切割工艺，硬度高，足以支撑四个大扭矩的电机。整车使用了四个表现优异的24V直流电机，每分钟可达到900转,扭矩可达到50kg/cm。高减速比的电机在比赛中发挥了很大的优势。可以实现急停，急反转等功能，在竞赛中具有巨大的优势。

1.2 基于硬件的软件设计

1.2.1 边缘检测传感器

机器人有四个微型光电开关作为为边缘传感器，分别分布于前铲子的左前和左后、后铲子的右前和右后方，用来检测是否在擂台边缘，如果检测到地面，则对应的算法就是“1”，否则就是“0”。从而决

定下一动作，传感器安放在铲子的远端，这样在车辆的铲子探出擂台边缘时就触发，避免机器人身体大部分都在擂台外才有感知，导致自行掉下擂台。依托于内外轮的差速。当车辆在边缘时通过编写代码实现转向场内进而回到相对中心的位置。边缘检测策略对应边缘检测传感器位置。

1.2.2 红外测距传感器

用来测量前方物体或对手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，通过透镜投射到位置敏感器件上，透射点和位置敏感器件的中心位置存在偏差值。经过计算，可以求出传感器与障碍物之间的距离，并输出相应电平的模拟电压给芯片。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。本方案中，机器人采用了类圆形的传感器的排放，使用了12个红外测距传感器，根据实际试验，12~16个红外测距传感器比较理想，如果太多会耗费内部资源，而且安装位置会受到限制。布置方法如图所示

1.2.2.1 策略

机器人要做到及时响应，应该把检测敌方机器人的优先级放在第二位，即只要没有检测到边缘就首先检测敌方，如在哪一方检测到了敌方，就应该以最大的速度和最高准确率转向敌方，并向敌方冲去，此时应开足功率，因为既然前方有敌人就肯定不会是擂台边缘。红外测距传感器位置确定并留有空位安装调整。

2 总结

本设计以STM32F4单片机为基础，当四路大功率驱动的输入电压在24±1.6V，GP2Y0A02YK0F红外测距传感器所设定的阈值为35cm时机器人进攻和躲避成功的效率最高。通过上述设计能够有效提高擂台机器人对抗性和取胜概率。通过对多个部分的改进，经多次测试，擂台机器人系统的对抗性更加激烈，观赏性大大增加。并在竞赛中取得了优异的成绩。

参考文献

- [1] 李卫国,王志刚.进攻型武术擂台机器人的研究与实践[J]. 机器人技术与应用.2009(07)

(下接50页)

1236-1241.

- [2] 吴世东, 鲍华, 张陈斌, 等. 基于视觉显著性特征的粒子滤波跟踪算法[J]. 中国科学技术大学学报, 2015(11):934-942. Hossain K, Oh C M, Lee C W, et al. Multi-Part SIFT feature based particle filter for rotating object tracking[C]// International Conference on Informatics, Electronics & Vision. IEEE, 2012:1016-1020.
- [3] 唐雨操. 基于车辆识别的车辆追踪与计数[J]. 信息与电脑, 2016(13).
- [4] 凌永国, 胡维平. 复杂背景下的车辆检测[J]. 计算机工程与设计, 2016, 37(6):1573-1578.
- [5] 李万臣, 刘康. 基于支持向量机的高光谱遥感图像分类[J]. 信息通信, 2015, 27(2):10-10.
- [6] 何力, 曲仕茹. 基于PLS-VIP特征降维的车辆检测[J]. 中国公路学报, 2014, 27(4):98-105.
- Barker M, Rayens W. Partial least squares for discrimination[J]. Magnetic Resonance Imaging, 2012, 30(3):446-452.

作者简介

姚剑敏, 福州大学, 副研究员
邵桢迪, 福州大学, 硕士研究生
刘兴亮, 福州大学, 硕士研究生
电话: 15659190992
电子邮箱: 403467335@qq.com
联系地址: 福建省福州市鼓楼区工业路523福州大学至诚学院 (350002)

(上接52页)

- [2] 王泽锴. 武术擂台机器人速度控制系统研究及其仿真[A]. 科技咨询. 2015
- [3] 张悦, 盖之慧, 赵伟, 杨博. 武术擂台技术挑战赛机器人整体设计. 机器人技术与应用. 2010(04)
- [4] 刘伟波, 李明娟, 厉进步. 基于单片机的武术擂台机器人控制系统[J]. 滨州学院学报. 2016(02)
- [5] 武术擂台机器人算法详解之机器人状态篇
- [6] 王鑫, 靳晨, 许晓飞. 武术擂台机器人自主登台方案设计. 电子技术. 2016(10)

作者简介:

宋博飞, 本科生, 北京信息科技大学, 邮政编码: 100192, 010-82427140, 18910782910。
电子邮箱: xuxiaofei2001@bistu.edu.cn
联系地址: 北京市海淀区清河小营东路12号北京信息科技大学自动化学院智能科学与技术系。
许晓飞 (1980-), 女, 江西九江人, 北京信息科技大学, 讲师, 博士, 主要从事机器人和智能系统研究, 参与编著北京市精品教材一部和编著学科专著一部。