

# 进攻型武术擂台机器人的研究与实践

李卫国 王志刚

(太原理工大学, 山西, 030024)

**摘要:** 根据实践经验以及大赛中的具体表现, 详细介绍以进攻为主的擂台机器人的硬件、策略、及实践应用情况。

**关键词:** 武术擂台机器人

## 0 前言

2008中国机器人大赛暨ROBOCUP公开赛于12月7日在广东中山落下帷幕, 本届比赛首次将机器人武术擂台赛列为正式比赛项目。根据机器人武术擂台赛规则, “双方机器人可以互相击打或者推挤, 直到一方机器人离开擂台区域或者机器人的任意部分接触擂台外区域(接触到擂台与围栏之间的地面), 则另一方获胜, 本局比赛结束。”由于规则只对机器的尺寸进行了限制, 而没有对机器人的形状进行具体要求, 所以, 在此次比赛中涌现出许多不同外形的机器人, 大大增加了学生的自由创造空间和比赛的观赏性。

本文将讨论以进攻为主的擂台机器人的策略设计和应用实践。

## 1 策略分析

### 1.1 规则分析

要在比赛结束前首先抢得中心区或离中心区域最近, 机器人应轻巧灵活, 前进、后退、转动动作应自如流畅, 并具有较快的行进速度。同时, 双方机器人在攻防过程中将发生激烈冲撞, 进行制约与反制约的较量, 因此机器人要求稳定性好, 结构有一定的刚度, 前部要有推挡板。

### 1.2 具体策略

进攻型擂台机器人的基本策略是: 在出发区出发后, 以最快速度走到擂台中心红色区域附近, 然后在白色区域范围内搜索敌方机器人的方位, 在探到敌方机器人的方位后, 迅速把自己锐利的攻击部位转向敌

方机器人, 并以最大的速度冲向敌方机器人, 用击打或推挤的方法使对方机器人失效或将其推下擂台。

根据以上思想, 进攻型机器人应具备以下基本功能:

- (1) 感知擂台边缘, 并远离边缘;
- (2) 准确感知对方的位置;
- (3) 快速灵活的反应能力;
- (4) 较强的动力和进攻能力。

## 2 感知擂台边缘

### 2.1 硬件结构

机器人最少有两个地面探测传感器, 以感知是否在擂台边缘, 从而决定下一步的动作, 传感器的探测距离应在10~20cm之间, 否则容易误操作。

传感器应尽可能向前安装, 这样在机器人接近边缘时就产生感知, 以避免机器人身体的大部分都在擂台外才有感知, 结果容易自行掉下擂台。

传感器应尽可能安装的低和隐蔽, 因为机器人的前方是与敌方机器人的作战区, 受力的作用较大, 很容易接触到边缘检测传感器, 从而造成其改变角度或失效, 或造成误判断掉下擂台。可以采用两个开关量或数字量传感器, 但一定要性能可靠, 体积小。

### 2.2 程序算法

前进一小步			
左右传感器是否同时探测到边缘			
是 (左右都测不到台面)	否(左右至少有一个测不到台面)		
	左边测不到	右边测不到	都测不到
	后退	后退	后退
	右转90°	左转90°	转180°
继续前进一小步			



### 3 敌方检测

敌方检测是擂台机器人最重要的功能了，所以必须十分重视。

#### 3.1 硬件结构和要求

**测距长度：**应在1m左右比较合理，如果测距太短，会发现敌方太晚，可能贻误时机，太长容易误把擂台外的操作人员或其他设施认为是敌方，结果造成掉下擂台，或者由于尾部朝向敌人容易被对方乘虚而入推下擂台。

**应用的传感器：**红外测距传感器或测距声纳或碰撞开关。这几种传感器各有利弊，应合理选择并配合使用。

红外测距传感器的线性很好，容易准确定位敌方机器人，但它的试验区也较多。

测距声纳测距较远，而且搜索范围也广，但它定位不够精确，和红外测距传感器配合使用效果较好。

**碰触开关：**碰触开关定位精确，但在实践中运用较少，因为它结构复杂，而且只有与敌方短兵相接时才能起作用，主要应用于特殊需要的情况下，如敌方机器人隐蔽性做得较好。

**安装方法：**如果应用红外测距传感器，就应在机器人的周围安装足够多。根据经验，有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。典型的布置方法如图1所示。

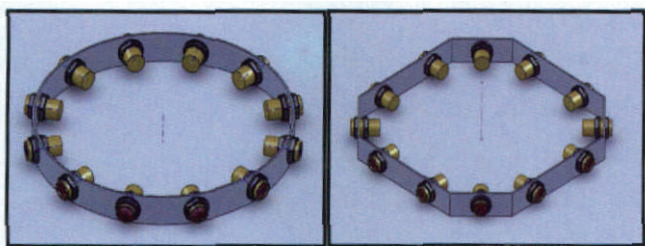


图1 红外测距传感器的排放

#### 3.2 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。

### 4 驱动系统

#### 4.1 轮子布置

##### (1) 两轮式

优点：转弯灵活，前方铲子可时时紧贴地面。

缺点：由于前方铲子分担了部分重量，会造成整个机器人正压力的下降，从而减小了摩擦力，降低了与敌方推挤时的推挤力。

##### (2) 四轮式

优点：整个机器人的重量全部压在四个轮子上，所以正压力较大，摩擦力也较大，进攻力较强。

缺点：转弯不灵活，速度慢，前方进攻的铲子不易与地面贴紧容易给敌方留下可乘之隙。

##### (3) 履带式

与四轮式相似。

#### 4.2 电机功率选择

电机功率不宜过大，选择适中就行，过大容易占据机器人的大部分重量，从而限制了其他部件的应用，而且功率过大也容易造成浪费，因为整机的重量是一定的，也就是说正压力是一定的，摩擦系数也是一定的。

根据公式：

摩擦力=正压力×摩擦系数

在正压力和摩擦系数无法加大的情况下，过大的功率使机器人更多时候是在打滑和抖动，没有太大意义；而且，电机功率过大，造成机器人速度过快，不容易控制，容易掉下擂台。

#### 4.3 其他驱动

在机器人顶部安装向下施力的风扇，在底部增加密封装置，增加机器人的正压力，在机器人的尾部增加螺旋桨，在不增加重量的情况下直接增加驱动力，从而弥补因为正压力不足带来的驱动力无法增加的问题。

### 5 其他

#### 5.1 外形

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。机器人要安装阻尼装置，目的是在行走至擂台边缘时，能用一定的机械机构减缓机器人前行的速度，从而保证机器人不会掉下擂台。

#### 5.2 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，并尽可能降低重心，增加机器人的稳定性。也可通过在机器人的底部和顶部选用不同密度的材料来降低机器人的重心。

#### 5.3 增加轮胎的摩擦系数

机器人搏击的主要动力来自轮胎，所以增加轮胎

的摩擦系数非常重要。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。具体办法：一是选择与地面结合力好的橡胶，二是增加轮胎胎面的花纹。

## 5.4 机器人控制系统

为处理好决策与运动控制之间的关系，机器人采用三级控制的策略，即将控制系统分为传感信号级、决策控制级和执行级进行控制。决策级根据传感器提供的信息，对机器人自身状态和所处环境进行分析，运算后给出机器人的运动规划；决策级发出动作指令，执行级则根据协调级输出的期望值驱动电机工作，完成机器人的行走与动作控制。

# 6 实践

## 6.1 主板芯片的选用

选用Atmel 公司的Mega128单片机。

## 6.2 电机驱动芯片的选用

竞赛机器人的电机需要正反转控制，为此这里采用L298双通道直流电机驱动芯片来驱动，选用20脚SMT贴片封装（PowerSO20）。L298是双H桥高电压大电流功率集成电路，可靠性高，可以方便地控制电机的正反转，即可以用来驱动两个直流电机，也可以用来驱动感性负载，如继电器、电磁阀、步进电机等。L298每一路输出正常可以提供2A的直流电流，峰值电流可达4A。

擂台机器人驱动电路电气原理图如图2所示。

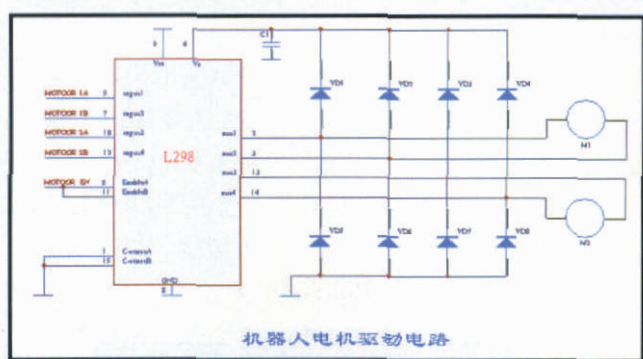


图2 擂台机器人驱动电路电气原理图

## 6.3 其他

机器人的行走机构为直流电机驱动，两主动轮，一个被动轮。由于要实现自主行走，对擂台上环境变化的感知具有较高要求，因此机器人采用灰度传感器、红色传感器、红外传感器和超声波传感器；电源系统采用锂电池提供5V、12V直流电压。

## 6.4 机器人的运动规划及控制

开机后，机器人先直行进入红色区域，然后进行敌方检测；在检测到敌方后，机器人的前部迅速转向敌方，并向敌方发起攻击，直到把对方推下擂台。在与敌方进行对抗的同时，机器人不进行灰度检测，但要不断进行边缘检测，以确保战斗中不会自己掉下擂台。在找不到敌方机器人时，机器人通过灰度检测回到擂台中央红色区域，并在红色区域附近继续寻找敌方，直到再次找到敌方进行下一次战斗。

实践证明，双方机器人面对面相遇的胜率为50%，而一方正面对敌方侧面的胜率是75%，如果一方正面对另一方的背面则胜率将提高到95%。

# 7 结论

- (1) 边缘检测一定要灵敏可靠。
- (2) 敌方检测一定要方位准确、转向准确。
- (3) 重量要足够，重心要尽可能低，进攻武器要锐利，智能化要高。
- (4) 尽量不要与敌方机器人正面交锋，首选其背面，其次是侧面。

## 参考文献

- [1]Canamero L. Emotion Understanding from the Perspective of Autonomous Robots Research. Neural Networks, 2005.
- [2]创意之星实验指导书—第二版.
- [3]2008机器人武术擂台赛—创意之星解决方案.
- [4]王志良. 竞赛机器人制作技术：机械工业出版社, 2007.
- [5]解仑, 王志良, 李华俊. 双足步行机器人制作技术：机械工业出版社, 2008.
- [6]邓欣. 多机器人控制体系结构研究与实现：南京理工大学, 2004.
- [7]王越超. 多机器人协作系统研究：哈尔滨工业大学, 1999.

