

# ZJUNlict 小型组机器人系统的改良设计

叶奕秋

(浙江大学机械工程学系, 杭州 310027)

**摘要:**介绍了小型组机器人的四个子系统:视觉处理子系统、智能策略子系统、无线传输子系统、终端执行子系统,概述了各子系统的功能与要求,提出了各系统改进方案,并对该方案进行了预评估。

**关键词:**足球机器人 视觉处理 智能策略 无线传输 终端执行

中图分类号:TP24 文献标识码:A 文章编号:1003-4862(2012)10-0005-04

## Modified Design of ZJUNlict Small Size Robot

Ye Yiqiu

(Department of Mechanical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

**Abstract:** This paper introduces four subsystems of the small size robot, including visual process system, intelligence policy system, wireless transmission system and terminal executes system. It summarizes the function and requirements of the system, and presents the improved plan and its pre-valuation.

**Keywords:** robot soccer; visual process; intelligence policy; wireless transmission; terminal executes system

### 0 引言

每年的“中控杯”机器人大赛的校级赛事吸引着来自机械、控制、计算机等学院的众多对制作机器人、使机器模仿足球赛感兴趣的优秀同学参加。RoboCup 足球对抗赛,比赛中每队用 5 个机器人,以进球多的球队为获胜方。通过这些比赛,激励高校学生研究在动态对抗环境中多智能体团队合作中的实时规划、重规划、执行等问题的解决方案,以便能应用延伸到其他相关科研领域。

目前,浙江大学 Nlict 机器人小型组在技术策略上都比较有优势,在各大型国内与国际赛事中成绩斐然。我们总想有所突破,使我们的机器人性能更优良。本文中,把各个机器人个性化、特色化、专业化,衍生出专门的守门员、后卫、中场、前锋,或者可以有革命性的突破。在此项设计中,采用类似 down-top 的方法。

### 1 小型组机器人四个子系统及其要求

一个机器人团队系统,它主要包含以下四个

子系统:视觉处理子系统、智能策略子系统、无线传输子系统、终端执行子系统。需要完成的任务是,通过比赛场地上方的摄像头录制赛场进程状态,并把图片信号传送到视觉处理子系统,将图像信息数字化,采集每个机器人所在的位置、速度、控球情况,再传输给智能策略子系统,进行计算分析,决策球队各机器人应该如何应对、运动,并经过无线传输子系统传送到该球队的每一个机器人上,执行操作。

因此,对于一个小型组足球队,其四大子系统需要:

1) 精确地处理摄像头传来的图像,准确分析场地上两队机器人的位置、速度、控球情况、以及球的位置、运动方向与速度。国际通用标准图像从传送进入系统经历决策等过程最后到发给小车的频率是 16 ms 完成一次。

2) 智能策略子系统有强大高效的算法库,对于场上情况包括我方机器人位置、球的位置、对方机器人位置、对方进攻策略等做出快速有效的决策判断,并传输命令,实时分配下一步各机器人的走向、速度等运动。

3) 高保真,抗干扰,迅速有效的无线传输子系统,把智能策略子系统的命令输出给各机器人。

收稿日期:2012-03-20

作者简介:叶奕秋(1991-),女,本科生。专业方向:工业工程。

质量适宜、跑动速度达到 3 m/s 至 5 m/s，跑动加速度能达到 3 m/s<sup>2</sup> 转向迅速灵活、踢球挑球有力的场上机器人。

## 2 概要设计

### 2.1 终端执行子系统

先从场上所需要的机器人入手。场上共需要 5 个小型机器人。这里，我们对各角色分工分别为守门员、后卫、中场、前锋与自由人，根据需求对各角色进行特异化功能化设计。（现在的比赛，机器人互相之间没有区别，没有对机器人的身份属性及角色分工明确的规定。）

守门员应该左右移动灵活，身姿轻巧，反应速度快。后卫相对厚重善于阻击，定位准确，击球力量大。中场，活动范围大，会有各方向转动与直行，灵活性与跑动性都有一定要求。前锋，需要速度快，突破阻击能力强，射门力度大，方向准确。自由人，比较全能型，活动范围为整个场地，性能要求比较综合。

### 2.2 视觉处理子系统&无线传输子系统

视觉处理子系统和无线传输子系统的基本功能是：精确地处理摄像头传来的图像，准确分析场地上两队机器人的位置、速度、控球情况、以及球的位置、运动方向与速度。然后再高保真的传输数据，发出指令命令机器人运动。

其更高的功能要求与改进空间在于：在球做平动与抛体运动时，视觉处理子系统能都对球做出准确地位置、速度预测，并且可以添加判定函数，在球真实运动后对每次的预测做出判定，这样根据预测正确率，可以便于我们回查数据，然后修正我们的预测函数。

### 2.3 智能策略子系统

智能策略子系统在算法库中需要新增或修改算法函数，因为每个机器人都有相对特定的身份与功能。在算法上需要考虑个机器人的构造与优势，重新做出判断与命令。而且，如果技术与算法结构允许的话，还可以新增一个分析与预测对手行为模式与对手进攻策略的函数，并把这个函数的输出结果，作为我方机器人做出下一步策略的考虑因素之一。

## 3 初步设计

### 3.1 终端执行子系统

#### 1) 守门员

守门员可以采用三轮移动（或者采用四轮移动是把四个轮子相对于 y 方向的夹角减小），设计质量可以很轻。因为守门员横向运动比较多、前后运动比较少，三轮（或如上述改装后的四轮）运动可以增加转动速度与灵活性。规则中不允许对方球员冲撞守门员，因此，质量可以减轻，让跑动更加灵活。

现行的底盘设计方案中，前轮与车中轴的夹角为 55 度，后轮为 125 度。虽然是对称的设计，但是由于沿横轴（Y 轴）的角度较大，在 Y 轴上将产生较大的阻力，因此设计使用如下所示的轮子排布方案，其各个参数的仿真比较如表 1 所示。

表 1 底盘设计参数的仿真比较

机器人底盘结构	三轮机器人	四轮机器人
轮子排布角度	60,-60,180	55,-55,125,-125
Y 方向速度执行率	83.2%	91.3%
Y 方向加速度	2.3 m/s <sup>2</sup>	2.8 m/s <sup>2</sup>
角速度执行率	98.1%	97.3%

#### 2) 后卫

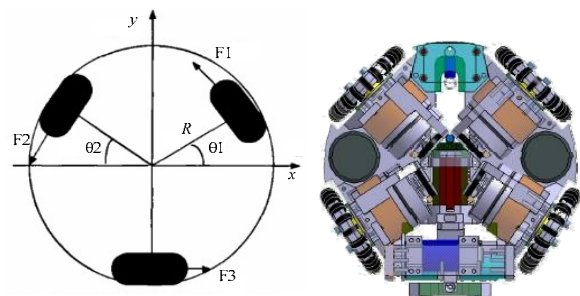


图 1 三轮机器人与四轮机器人底盘比较

后卫可采用三轮设计，但质量应该相对较大。其原因在于后卫主要在后场活动，负责阻击与断球，其活动范围并不太大，向前直行的情况比较少，但对灵活转向换向的要求较高，三轮设计对于此需求能有更好的表现。同时，因为在阻击时需要比较强有力的力量与稳定性，若太轻，则在阻击抢球的过程中容易遭遇意外的碰撞而翻倒。另外在电路设计时可以提高射门电压，多配置几个电容，这样做的目的在于可以提高后卫的击球力量，当力量足够大时，可以完成从后场的射门动作，这样的设计也能帮助增大后卫的质量。

#### 3) 前锋

前锋应该设计为四轮运动、质量相对较轻并配合比较尖的外形特征。因为对于前锋，我们要求的是灵巧速度，与击球力度和准确性。所以四

轮运动保证各方向的运动都比较灵活,前进速度快,轻巧尖利的外形则有利于它突围<sup>[1]</sup>。

表2 后卫设计参数

机器人 电容数量	机器人 质量	最大 加速度	射门 速度	升压 时间
两电容 4400 $\mu\text{F}$	3.5 kg	3 $\text{m/s}^2$	12.15 $\text{m/s}$	3.5 s
四电容 8800 $\mu\text{F}$	4 kg	2.78 $\text{m/s}^2$	15.183 $\text{m/s}$	6.51 s

#### 4) 中场

中场活动范围较大,作用涉及断球、传球、射门等,综合性要求较强,对速度有一定的要求,对全场的协助性能要求较高,因此需要设计为四轮,质量要求比较适中,基本架构可沿用现在正在使用的机器人。

#### 5) 自由人

鉴于目前已有的浙大小型组机器人技术水平与实战经验都比较不错,功能综合,能较好与“队友”配合,而自由人机器人正是需要在场上各个不同位置,随情况扮演各种角色,因此,我认为这个自由人可沿用目前已有机器人的设计。

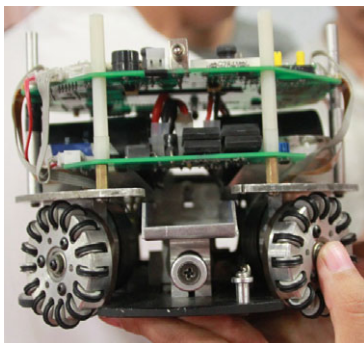


图2 现用机器人样图

### 3.2 视觉处理子系统

**识别:** 该系统中依靠每个机器人上端面上的不同色标来识别敌我对抗双方各机器人。

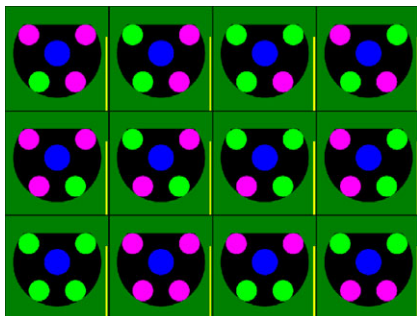


图3 车号分配色块图

**图像库:** 在分析图像时会存在有因环境光照不均匀、机器人运动速度过快造成的重影以及广

角镜头等带来的图像畸变,这些需要有目标图像知识库的支持来解决。

**函数:** 设立视觉处理系统的最终目的是能够检测掌握场上各机器人与球的动态,因此该系统需要并应该能够通过图片的分析得出对球的速度、走向、运动终点等预测。这个预测同时包括对球平动时的速度、加速度判定、球的走向终点位置预测,以及球被挑后做抛球运动时对其位置、速度、加速度的判定、和它落地点未知的预测这两个方面。鉴于用不同的球以及在不同的比赛场地时,摩擦情况都会有微小差异。因此在制作与完成这些函数时,我们可以设计一些采样函数,使之对于任何比赛场地的球以及地面,在经过若干次(比较少)的滚动与跑踢运动试验后,针对其采集的数据,能自行做出准确的材料摩擦等相关特性之分析,然后根据分析结果,自行改动判定与预测函数中的一些相关系数,使判定与预测函数对于任何比赛场地都能做到比较准确。

**记忆:** 画面与数据需要并应该有一个存储的功能,功能为满足选择性长期存储与短暂性全部数据,以便可供现场数据分析与命令判断,以及后期反馈分析。

### 3.3 智能决策子系统

#### 3.3.1 安装部位

该系统可以有两个大方向可供选择。一是在各个机器人上都装有一套分析系统,各机器人独立决策;二是统一在一台电脑上进行数据采集分析设计判定,然后在统一由该电脑发出命令给各个机器人。

第一种方案,各个机器人之间需要通讯,且此时分析的数据为其他每个机器人的动向及球的动向,在做出自我判断,而这样的通讯与决策时间就会较慢,目前已有的定位球国际水平为1—5 s。第二种方法,目前已有的国际通行分析决策发送频率为16 ms/次,相对而言比较快,能较大程度的减小通讯障碍。小型组机器人的研发目的在于竞技比较各类算法间的优劣势,在比赛过程中尽可能减少硬件的限制,完善算法。因此,对于小型组,使用第二种方法即以电脑为独立策略决策系统,在只把运动命令传输给各个机器人的方式比较合适。

#### 3.3.2 函数

1) 对我方各特异化结构的机器人能做出恰当的针对性的决策。我们需要新的算法函数,因为

当 5 个机器人与球处于同一相对位置时, 以前只存在一种情况而现在至少为 24 种情况, 或许最大可能会出现 120 种情况, 因此对算法函数的要求也将更高, 要求以各个不同机器人不同的结构与功能特点重新判定他们下一步的运动配合。我认为, 可以在算法库中分区模块, 针对不同的机器人有其独特的数据处理, 与运动与否的可行性判定, 然后在交由上一级函数修正判定, 最后发出指令。

2) 建立决策评价机制。机器人比赛属于对抗赛, 不可能存在完美策略函数。针对不同的队伍, 不同的实力与条件, 以及他们所拥有的不同策略, 需要对我们的策略进行修正与评价。比如若是在使用传球策略中, 同一种传球方式在一定时间内频繁使用, 会被对手截断, 那么这个策略的继续使用就注定会失败。此时就应该有反馈机制, 评价此传球策略, 并判定其为失败, 然后再该场比赛的后期决策中, 不在调用或低频调用此策略函数<sup>[2]</sup>。

### 3.4 无线传输子系统

**传输频率:** 8 ms/次, 每次只能发送三个机器人的动作要领信息, 而场上共 5 个机器人, 因此需要分两次发送所有机器人的动作要领信息, 故需 16 ms, 能够与智能决策子系统保持步调。

**掉包率:** 这是衡量传输稳定性与可靠性的一个指标, 目前在实验室自行研发状态下, 小型组机器人的传输掉包率为 1%—2%, 而在国际赛场上, 由于各种队伍的调试比赛等相似设备与传输比较繁忙, 频率容易相似, 因而掉包率会明显升高, 约为 10%。这是硬件上的不可避免的问题, 我们希望能够通过改善系统结构、硬件、决策策略等来使系统传输更加稳定。

## 4 性能评估

**功能性:** 比较强大。因为不同的机器人有明确的分工与技能, 在需要完成任务时, 能够从机械结构上完成动作, 实现控球目标更大的支持。

**可靠性:** 主要分为算法可靠性与硬件可靠性。对于算法可靠性鉴于此套系统更为复杂, 对算法要求更高。因此, 对于现在已有的技术而言, 现在执行并制作此套系统, 则不能保证较高的可靠性, 需要经过变成完善算法后不断地跑试, 检验逻辑上的全面性, 然后不断修正完善。

而硬件可靠性上看, 主要表现在硬件抗电磁

干扰的能力。由于通讯、跑动、射门等时都会产生磁场, 能否抑制这些扰动对信号的干扰, 减少误触发十分关键<sup>[3]</sup>。另外, 元器件也需要在应对突发过载时能够保障不被烧毁, 一般用便宜易更换元件来保护贵重元件的方法来实现过载保护。

**可维护性:** 维护上比现有系统难。特异化带来的是维护时的互异性, 在机械与程序出问题, 维护成本与周期都会比较高、比较长。

**可用性:** 可用性较高。可用性表现在参数配置的便捷性。我们可以采用把算法设置为一个个的模块, 而把动作外包, 用配置脚本的形式完成动作。这样的话就能更加便于改写, 也便于对于新人在完全不了解整个系统架构、函数具体算法的情况下, 参与函数的修改, 因为此时只用修改外部配置中的相关参数即可。这样的方式, 也很有利于该种机器人系统走向产品化, 因为可以把开发与应用分隔开, 用户只需修改数据即可使用, 无需了解整部机器人的运转操作原理。

## 5 结语

随着技术的发展, 足球机器人系统需要不断更新。按此设计, 可以只针对某一个系统甚至某一个机器人进行改进, 在有新的技术新的算法或者更优的机械结构后, 无需把所有机器人都重组改装掉, 因此在更新方面, 新系统更加灵活, 能适应更丰富或突发临时性的改造变动。

工业控制技术国家重点实验室建立在浙大。这是浙江大学 Nliet 机器人参赛队的强大技术支持与研究平台。作为一名兴趣爱好者, 我有幸参与到了实验室中机器人小型组的工作中。本文为我对足球机器人的改进设计。

## 致谢

感谢浙江大学 Nliet 机器人参赛队成员的支持和帮助。文中所引用图片来自实验室, 或现场拍照或电脑模拟运行仿真截图。

## 参考文献:

- [1] 郭姣娟. Robocup 小型组机器人控制策略的研究[D]. 大连理工大学, 2008: 29-30.
- [2] 刘安芳. 足球机器人决策系统研究[D]. 国防科学技术大学, 2010: 31-33.
- [3] 岑汉彬. MiroSot 机器人及无线通讯系统的研制[D]. 广东工业大学, 2005: 60-63.