

文章编号:1001-9081(2006)09-2215-02

## 基于视觉系统的足球机器人无线通信实现

卢帆兴<sup>1,2</sup>, 卢益民<sup>2</sup>

(1. 江西理工大学 应用科学学院, 江西 赣州 341000;

2. 华中科技大学 电子与信息工程系, 湖北 武汉 430074)

(lfx\_gz@yahoo.com.cn)

**摘 要:**在足球机器人大赛中提高机器人对各种传感器信息的处理能力是一项关键技术问题。在机器人自身有限负重能力情况下,通过无线通信方式,借助外部计算机和 workstation 处理传感器信息成为一种可行方案。文中以一种轮式移动机器人作为试验平台,研究足球机器人基于视觉系统的无线通信实现。

**关键词:**足球机器人;视觉系统;无线通信

**中图分类号:**TP182 **文献标识码:**A

## Realization of soccer robot wireless communication based on visual system

LU Fan-xing<sup>1,2</sup>, LU Yi-min<sup>2</sup>

(1. College of Applied Science, Jiangxi University of Science & Technology, Ganzhou Jiangxi 341000, China;

2. Department of Electron & Information Engineering, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan Hubei 430074, China)

**Abstract:** In the competitions of soccer robot, how to improve the ability of soccer robot to process information from various sensors is a key technology. Because of its limited load ability, it becomes necessary for robot to process the information with the help of other computer or workstation through wireless communication. This paper described the realization of wireless communication based on visual system in a wheeled locomotive robot.

**Key words:** soccer robot; visual system; wireless communication

### 1 足球机器人系统构造

机器人足球比赛是研究多智能体<sup>[2]</sup>系统标准的实验平台。足球机器人系统由四大部分组成:轮式移动机器人、视觉子系统、决策子系统和通信子系统。各个系统之间的相互联系如图 1 所示。

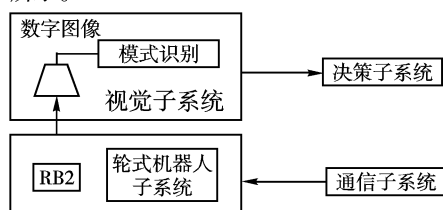


图 1 足球机器人系统构造

决策子系统处理来自图像采集系统的场景辨识实时数据,在此基础上做出决策并发出命令,由无线发射盒把控制指令字传送给机器人,再由机器人完成决策要求的动作。可见决策子系统是非构造化知识系统。特殊智能部分包含某个机器人的特殊行为和策略,例如守门员就有不同于一般球员的特殊智能部分。

轮式机器人一般由动力驱动部分、通信接收部分、CPU 板及传感器部分组成,在此机器人子系统中为轮式结构,采用两只直流电机分别驱动两个轮子。机器人车体尺寸为 14cm × 12cm。轮式机器人选用了 P89LPC935 单片机,使用多组红外传感器,一个发射盒,对应一个接受器,以一定频率发射,接收时加以滤波,根据信号的强弱判断物体的位置,两只直流电机通过合理选择电机的控制芯片分别驱动两个轮子。

视觉子系统是足球机器人系统的信号检测机构,它由摄像头(悬挂于赛场中央高 2m 处)、图像采集卡等硬件设备和图像处理软件组成。本系统采用 WinnoV 图像采集卡 Videum AV, CCD CAMERA TP-9001 摄像头。图像采集卡设置为 NTSC 制式,每秒采集 30 帧图像。视觉子系统的任务是实时采集和处理足球场上比赛场景,并将辨识数据,即双方轮式机器人及球的位置和方向信息提供给决策系统,以供决策子系统用于决策。

通信子系统,机器人足球比赛规定,上位机与轮式机器人之间以无线方式通信。主机控制串行输出至无线发射盒,经调制后发射出去,轮式机器人上的接收模块解调出无线信号上所载的命令信息,然后传送给车载微处理器。足球机器人系统中上位计算机控制场上 5 个机器人进行比赛。为了避免相互干扰,每支球队至少有两种通信频率可选择。对足球机器人通信子系统的要求有五点:一对多、频率可选、结构紧凑、通信频率高且性能可靠。

决策子系统的任务就是根据当前场上的比赛形势,做出部署,给队员发出指令。它是整个足球机器人系统的核心。真正参加机器人足球比赛,不仅要求机器人有好的机动性,还要求系统能给出最优或良好的策略,这就涉及到战略决策,多机器人配合以及路径规划等智能化问题。策略库应根据比赛规则与经验加以研究制定,并存入知识库中,以供比赛时提取使用,知识库还应有一个学习的智能体,用以不断丰富策略。

### 2 上位计算机与单片机间的无线通信

#### 2.1 无线通信模块

收稿日期:2006-03-22; 修订日期:2006-06-01

**作者简介:**卢帆兴(1965-),男,江西永丰人,副教授,硕士,主要研究方向:单片机与 ARM 嵌入式系统、伺服与运动控制、智能机器人;卢益民(1945-),男,湖北武汉人,教授,博士生导师,主要研究方向:多媒体通信技术、红外成像技术与系统、GPS/GPRS。

考虑到轮式移动机器人的特点,上位计算机与机器人的通信,无线通信是较为理想的通信方式。实验中,无线收发模块采用基于 RF401 无线通信单片机的 PTR2000 微小型、低功耗、19.2k 的高速率、无线收发与数字传输 MODEM。

## 2.2 无线通信协议及校验

没有信号时,PTR2000 的串口输出是随机数据,因此需要定义一个简单的指令协议,在实验中,传输协议定义为:[开始1][开始2][开始3][数据1][数据2][数据3][8位校验][数据结束标志]

其中开始1是0XFF,开始2是0XFF,开始3是0X00。测试和试验表明,255(0XFF)后跟—0(0X00)在噪声中不容易发生。通信有效数据有三个字节,分别表示对机器人的控制命令、平移速度和旋转速度。机器人的控制命令定义为:0b00000001表示前进,0b00000010表示左转,0b00000100表示后退,0b00001000表示右转,0b00000000表示暂停,等等。

无线通信中信道的不确定性决定了对其必须进行通信校验。实验中采用CRC<sup>[5]</sup>校验。在各种校验方法中,CRC比奇偶校验可靠。实验中生成多项式 $G(X) = X^8 + X^6 + X^2 + 1$ ,最后生成8位校验数据。单片机是汇编语言环境编程,上位计算机采用的为VB语言环境。为了提高通信的实时性,CRC校验采用了生成CRC校验表的方法,生成256个字节组成的CRC校验表,放在一数组中,对通信数据的有效数据只需进行查表工作,即可生成通信数据中的8位CRC校验码。

## 2.3 上位计算机与 P89LPC935 间的无线通信

两个 PTR2000 模块用于计算机串口与单片机 P89LPC935 之间进行无线通信。PTR2000 模块与计算机串口的连接中,由于 PTR2000 模块支持 TTL 电平,计算机串口的 RXD 和 TXD 线需经电平转换<sup>[4]</sup>后分别与 PTR2000 模块的 DO 和 DI 相连。其通信流程分别见图2和图3。

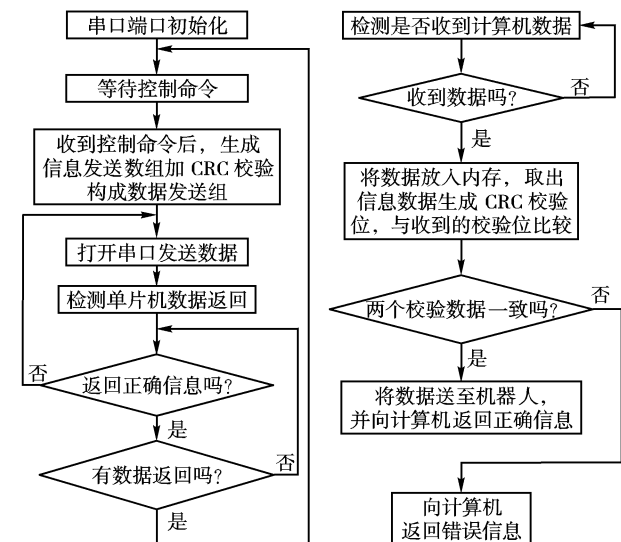


图2 计算机与单片机通信流程

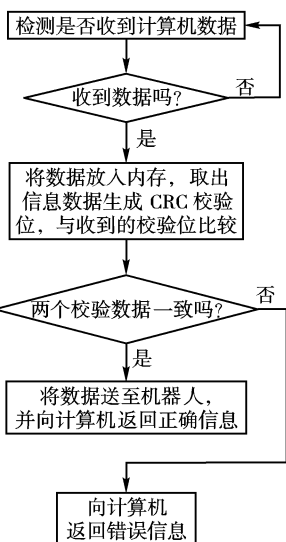


图3 单片机与计算机通信流程

## 3 机器人与单片机间的通信

机器人硬件扩展总线 ASBUS 提供了 8 位的数据总线扩展口,由此可实现与 P89LPC935 的通信。机器人的 PC0 ~ PC7 经过数据锁存器后分别与单片机的 P1.0 ~ P1.7 连接,用数据锁存器进行数据锁存。另外,机器人提供了输入捕捉扩展口 PA1、PA2 和输出比较扩展口 PA3,实验中利用 PA1 和 PA3 与单片机构成通信握手信号。单片机和机器人的通信是双向的,图4和图5是单片机和机器人通信流程图。

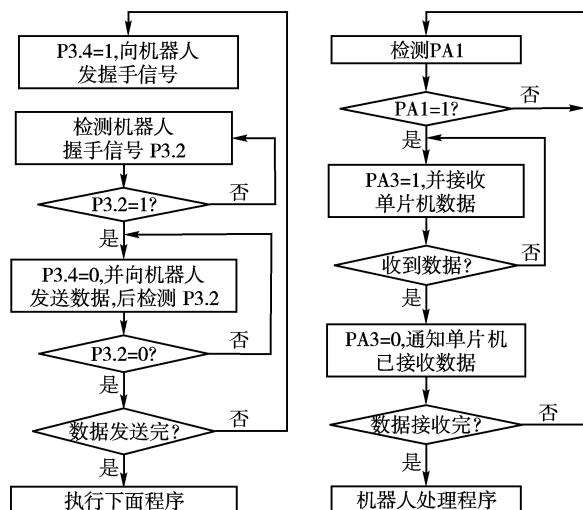


图4 单片机与机器人通信流程

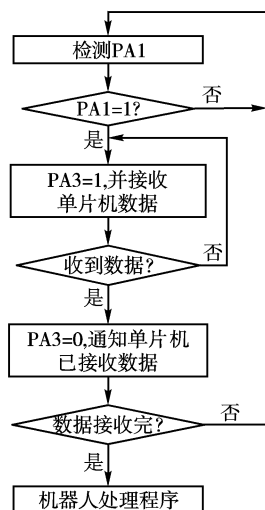


图5 机器人与单片机通信流程

## 4 机器人之间的相互识别

根据比赛规则,每个队有自己的颜色,并将颜色标签贴于机器人的顶部,颜色标签包括队员颜色标识和球队颜色标识,球队颜色标识(黄/蓝),队员颜色标识(任选)。本系统采用了较常用的阈值分割法来实现机器人队员之间的相互识别。要识别一个物体,RGB三分量的颜色值是不够的。同一物体虽然颜色一样,但有明暗之分,所以应考虑到色调、饱和度、亮度信息。故采用三个约束条件:R、G、total,其中 $total = (R + G + B)$ 表示亮度信息。采样的目的就是确定这三个约束阈值的上下限。每个物体都有自己特定的阈值范围,事先通过采样已经确定。在辨识过程中,对每一像素进行扫描与计算,判断它落在哪个物体的阈值范围内(程序中通过函数IsMeetRestrict来实现),再把同一物体的所有像素点的x,y坐标累加求平均即得该物体的重心,方向角则通过队标识球和队员标识重心连线与x正方向的夹角来获得(本系统中用GetDirectAngle来实现)。

## 5 结语

足球机器人是群体机器人系统,具有很高的学术研究和应用价值。研究群体机器人分布式通信系统主要是构建其通信体系并通过软硬件加以实现。本文从作者工作实际出发,在轮式足球机器人实验平台设计中,通过构造硬件电路,定义通信协议,用汇编语言、C语言进行软件编程,实现了机器人与机器人之间的直接无线数据传输。这种分布式无线通信系统使机器人与机器人之间可之直接进行信息交换,达到了完全自主的目的,具有较好的应用推广价值。

## 参考文献:

- [1] 谈大龙,黄闪,李淑华.分布自主协作式的多机器人系统研究[J].机器人,1996,18(6):338-343.
- [2] 陈卫东,董胜龙,席裕庚.基于开放式多智能体结构的分布式自主机器人系统[J].机器人,2001,23(1):45-50.
- [3] WILLIAMS RN. A Painless Guide to CRC Error Detection Algorithms [EB/OL]. <http://www.rsdn.ru/article/files/classes/Self-Check/crcguide.pdf>.
- [4] 李朝青.PC机及单片机数据通信技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,2000.
- [5] 刘乐善,叶济忠,叶永坚.微型计算机接口技术原理及应用[M].武汉:华中理工大学出版社,1996.