

# Remote Monitoring Robot Based on GPRS

HUANG Haimin, YANG Lei, SONG Yue, LAI Siyuan, ZHANG Zhijian

*Institute of Electronic Engineering, Dongguan University of Technology, Dongguan, China*

**Abstract:** Designed an intelligent security robot to patrol which Contained automatic remote duty, GPRS remote control, remote monitoring and other functions, with its dynamic solar tracking system, equipped with complete power management system to STC12C series of 51 single-chip microcomputer as the core control unit, the use of wireless RF transmission technology and GPRS technology to build a successful visualization, real-time security patrol unmanned remote monitoring system. Introduced the robot hardware and software design and working principle.

**Keywords:** robot; GPRS; minicomputer; remote monitoring

## 基于 GPRS 的遥控机器人

黄海明, 杨雷, 宋跃, 赖思沅, 张志坚

东莞理工学院电子工程学院, 东莞, 中国, 523808

**摘要:**设计一个具有自动远程值守、GPRS 遥控、远程监控等功能的智能保安巡逻机器人,其上搭载太阳能动态跟踪系统, 配备完善的电源管理系统,以 STC12C 系列 51 单片机作为核心控制单元, 利用无线射频传输技术和 GPRS 技术成功地构建了一个可视化的、实时性强的远程无人保安巡逻监控系统。介绍机器人的软硬件设计和工作原理。

**关键词:** 机器人; GPRS; 单片机; 远程监控

### 1 引言

目前国内外的机器人主要采用高端器件作为主控器, 如 ARM、DSP、FPGA 等, 以实现高速的处理能力, 但其开发难度和成本也是很高的<sup>[1,2]</sup>, 鉴于此本文介绍以 51 单片机为核心主控器开发的智能保安巡逻机器人, 以更低的成本实现了多种功能, 采用射频模块和 GPRS 模块作为无线通信底层, 保证了远程无线通信的可靠性, 具有人工操作模式和自动值守模式, 人机界面友好, 可以通过本地电脑上的监控中心软件实现实时的监控操作。

### 2 系统结构设计

从整体结构框图中可以看出, 智能保安巡逻机器人系统以模块化的设计思想为主导, 主要包括太阳能跟踪控制模块、太阳能充放电控制模块、主控 CPU 模块、远程遥控接收控制模块、传感器模块、本地监控模块和无线视音频传输模块等。各个模块相对独立运作, 这样即使有一个功能模块出现故障也不会对全局系统造成致命的影响。模块间通过预定的通信协议进行沟通协调工作, 并且可以将系统的实时情况反馈会监控中心。本系统主要使用 STC12C 系列增强型 51 单片机作为各个模块的微控制单元<sup>[3]</sup>充分利用了该单

片机内部集成 PWM、ADC 功能的特点, 以最简单的外围电路实现了完善的操控功能, 系统还使用了超声波、红外线、光敏电阻、热释红外等传感器, 可以检测人体、障碍物等, 并且可以扩展各种传感器以实现环境检测、自动巡逻等功能。其系统结构图如图 1 所示:

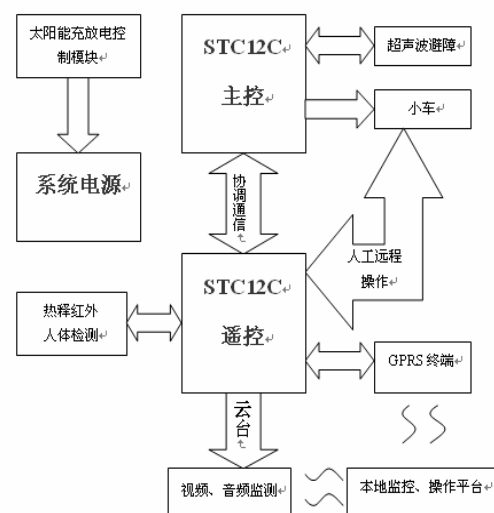


图 1. 系统整体结构

机器人上搭载的太阳能跟踪平台为系统提供绿色环保的太阳能, 以补充系统的电能, 当系统的电源电

量不足时，机器人会给控制中心发回报警信号。机器人的远程操控通过 GPRS 通信技术实现，在本地电脑上就可以发送操作指令给机器人，控制其运动或控制上面的摄像头的运动，而摄像头的图像和现场的声音信号则是通过一个大功率的视音频发射器发送出来，在本地监控中心进行接收处理，为了实现更好的人机操作界面，我们开发了两个在本地电脑上运行的监控软件，一个是视频接收监控窗口，通过这个窗口可以观察到机器人现场的实时图像，并能通过耳机听到现场的声音。另一个软件就是机器人和其上搭载的 CCD 摄像头的操控软件，通过这个软件我们既可以实时控制机器人，也可以实时控制摄像头进行跟踪拍摄。该

智能保安巡逻机器人可以在学校、广场、高级住宅区或某些特殊场合完成流动监控摄像头的任务，并且通过进一步的完善改进，可以实现更强大的功能。

### 3 硬件电路设计<sup>[4,5]</sup>

#### 3.1 电源管理

由于系统子模块较多，高效稳定的电源管理起着至关重要的作用。机器人以两个大容量 12V 和 6V 铅酸蓄电池为主要电源，另外搭载太阳能动态跟踪系统，高效率地采集太阳能作为辅助补充电源，12V 电源的充放电控制电路如图 2 所示：

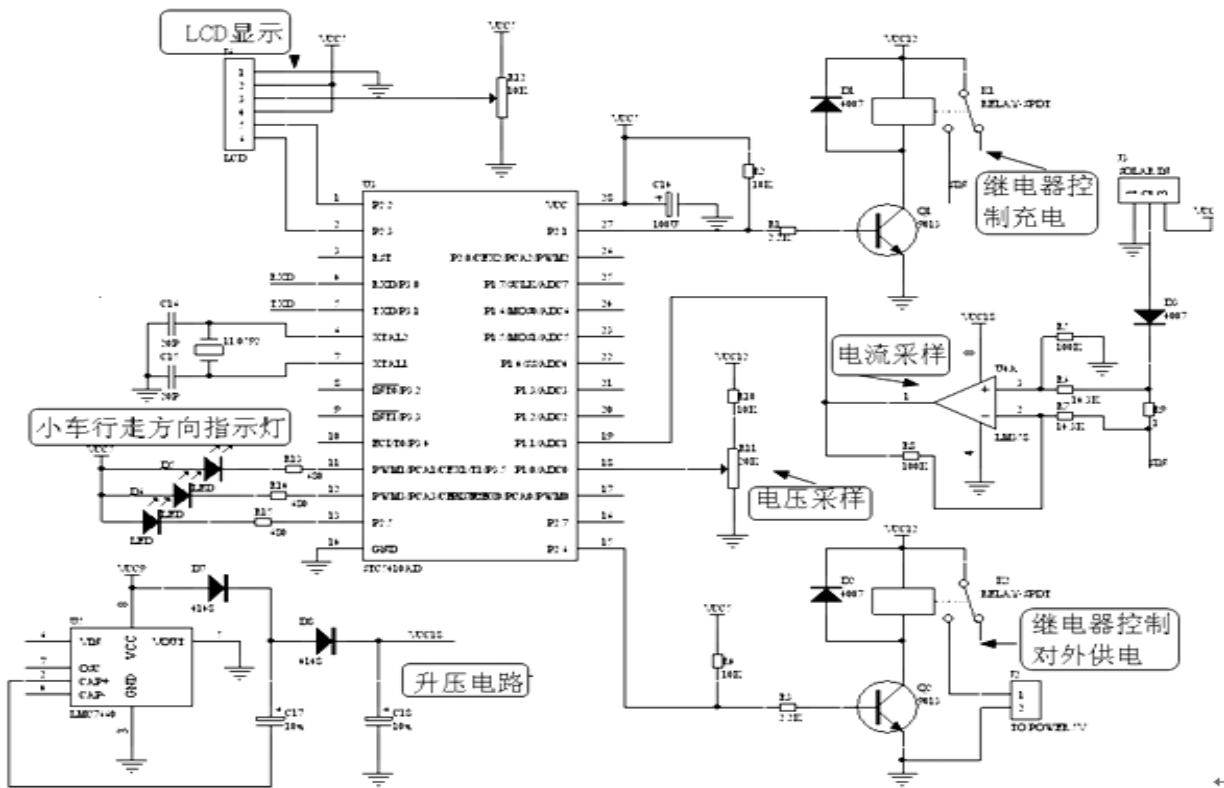


图 2. 太阳能充放电电路原理图

主要利用 LM358 运放搭配 STC12C5410AD 单片机内置的 10 位高精度 AD 对蓄电池进行监控，并将数据送到 LCD 显示，同时通过继电器切换蓄电池的工作状态。其中 12V 蓄电池主要为系统的各个模块供电，而 6V 蓄电池则专门为机器人的电机和控制模块供电。给无线影音发射器和 CCD 摄像头等特殊器件供电时，考虑到负载对电源功率、电压和纹波的要求，一般的稳压芯片无法满足要求，所以选用型号为 VRB1212D-20W 的工业级宽输入电压范围的 DC/DC

隔离电源模块，能提供 12V1666mA 电流。其他稳压电源选用 78XX 系列的稳压芯片即可达到要求。

#### 3.2 太阳能自动跟踪部分

该部分主要通过四个 CDS 光敏电阻对光强进行采集并且转化成电压送到单片机的 AD 输入口，STC12C5410AD 单片机通过对电压的分析比较来判断太阳的方向，然后驱动云台实时跟踪定位太阳，从而最大效率的获取太阳能能量。系统结构简单，跟踪效果良好，该系统的原理框图如图 3 所示。

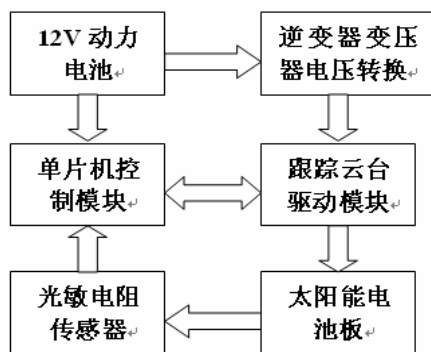


图 3. 太阳能自动跟踪框图

### 3.3 GPRS 和远程视音频监控

系统利用 GPRS 无线网络通信进行控制命令和机器人反馈信息的传输，监控中心通过由北京驿唐公司 MD-609G GPRS DTU 终端提供的网络通信控件编写一个命令发送和信息接收应用软件，将该应用软件所在的主机服务器 IP 地址映射到 MD-609G GPRS DTU 数据终端内设置的数据服务中心 IP 地址，并对数据终端内部进行相应的网络识别码、DNS、串口等各项参数的设置。MD-609G GPRS DTU 终端带有标准的 RS—232 串行接口，下位机通过该接口与 MD-609G GPRS DTU 终端通信，下位机是以单片机为核心的数据读取、发送、摄像头控制和机器人行走控制的核心电路，下位机通过串口，接收来自数据中心服务器发来的控制指令，发送由车载传感器反馈回来的信息到数据服务中心。

本系统的视频监控采用的摄像机是 30 万像素的索雅利 SYL-510DN 全方位云台 CCD 摄像机，具有红外夜视 15 米左右的功能，并且可以在电路的控制下半球面定位监控，其输出的是标准 PAL 制式的电视信号，可以通过无线视频设备发射出去或直接用普通电视机接收。声音采集则由一个驻极体麦克风把声音信号转变为电信号经放大后送到无线发射器即可。影音传输系统是一种可以把图像和声音信号无线传输到你的电视或电脑上的无线设备，它可以和各种摄像机配合使用。本系统选用的是百通 1.2G 2.5W 无线影音发射接收机，实测无线传输效果良好。接收机输出的是 AV 信号，可以用一般支持 PAL 制式的电视机直接接收，但为了方便用电脑监控现场情况，在接收机的输出端接入一个 USB 接口的视频采集卡，本系统选用浦科特的 PX-AV100U 数字视频采集卡，在本地电脑上安装了采集卡的驱动，再配合我们编写的操作和监控

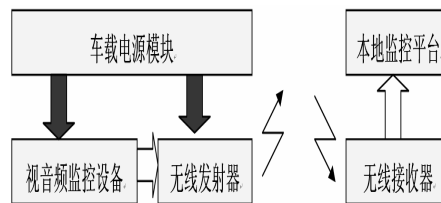


图 4. 远程视音频监控框图

软件，即可实现在电脑上观看现场视频图像，并且可以听到现场的声音，还可以通过相应软件实现远程无线控制机器人和摄像头。如图 4 所示：

### 3.4 传感器

系统主要使用了超声波、红外线、光敏电阻、TOP\_3224 热释红外等传感模块，可以检测人体、障碍物等，并且可以扩展各种传感器以实现环境检测、自动巡逻等功能。

超声波测距部分采用 TR40 超声波探头，而红外检测则采用了 L51R3-30 红外发射二极管和 IRM38BL-2 一体化接收头，其具有衰减低、可靠性高等特点。在利用超声波测距的同时，利用红外线检测弥补超声波检测的角度精度，因为超声波发射头的发射角度较大，而红外线发射头的发射角度相对较小，将两者结合可以更准确地检测出前方物体的具体位置和距离，甚至可以扫描出前面物体的大体轮廓。

在机器人进入自动值守模式时，两侧的热释红外传感器开始工作，当有人在传感器警戒范围内走动时，由人体发出的微量红外线通过菲涅尔透镜聚焦后，在热释电人体红外线传感器的内部敏感元件上引起温度变化而产生极化，从而在传感器的外接电阻两端输出传感信号。此传感信号相当微弱，经二级放大、双向鉴幅、延时处理后，再送往单片机处理，从而实现摄像头自动检测拍摄移动人体的功能。

### 3.5 机器人电机驱动控制

机器人的方向盘电机和后轮电机参数分别是 20W6V240rpm 和 50W6V150rpm，其控制电路由两个独立的部分组成：一个是后轮动力部分，另一个是方向部分。其电枢模块原理如图 5 所示：

图 5 中的 MG1 是一个带动后轮前进后退的直流减速电机，而 MG2 则为控制方向的减速电机。

单片机的四个控制 I/O 口由 J1 接入驱动电路。该电路利用四个继电器组成双 H 桥电路，分别驱动两个电机，当两个控制信号电平不同时电机正转或反转，电平信号相同时则起到刹车停机的效果。

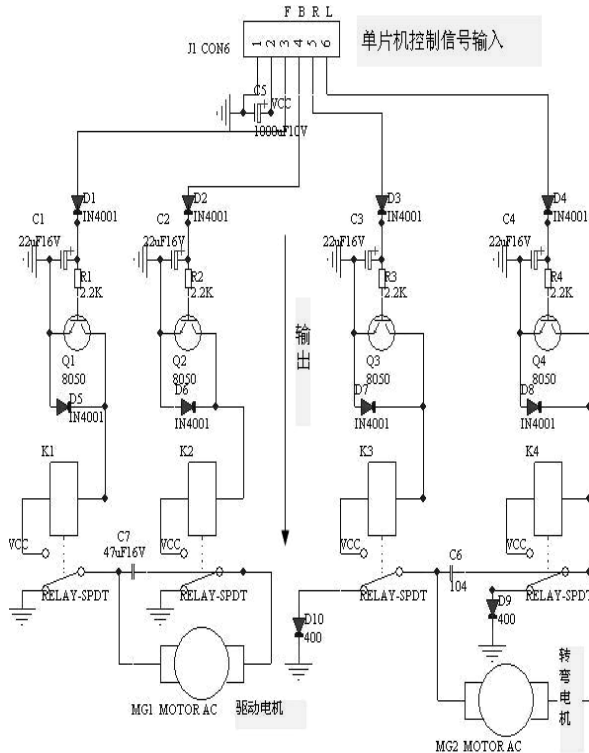


图 5 电机驱动模块原理图

## 4 软件设计

### 4.1 系统软件

系统软件主要采用 C 语言编写，其流程图如图 6，

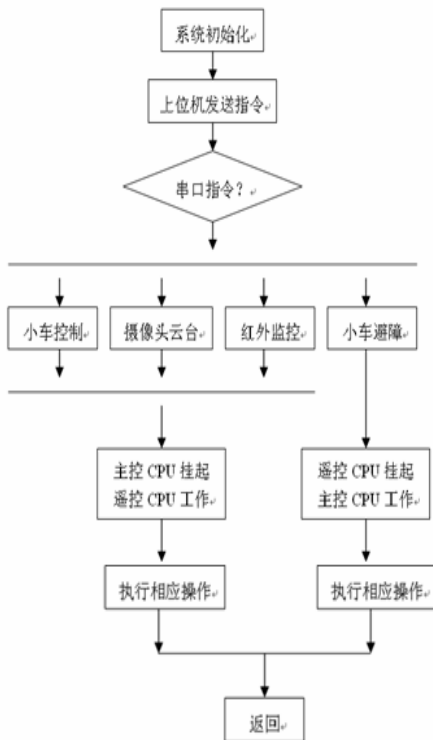


图 6. 系统软件流程图

整个系统的程序分底层软件和上位机软件。上位机软件是一个由 VB 编写的监控中心软件，底层软件主要以主控 CPU 和遥控 CPU 为核心，协调各个模块执行相应的程序。

### 4.2 监控中心<sup>[6]</sup>

监控中心软件由 VB 编写，主要调用北京驿唐公司提供的控件 HDDSCocx 来编写，该控件是针对 MD-609G GPRS DTU 数据终端网络通讯功能编写的，该空间包含有许多功能强大的函数方法，本软件主要调用的函数有：启动底层服务方法 StartServer、停止服务方法 StopServer、向 DTU 发送数据 DoSendUserData、DTU 数据上报事件 GetDTUData。由以上函数编写的监控中心软件界面如图 7 所示，

输入相应的通信串口，应用软件就会自动被接入网络中的数据终端检测到，数据终端检测到运行应用软件的服务器之后就会与服务器建立联系，应用软件将本服务器信息和数据终端反馈信息显示在列表框中，用户 ID 号码可以使操作员选择需要传输数据的数据终端，实现多点控制。数据终端接收到服务器发送的指令之后自动向下位机传送控制指令信息，下位机的主控单片机接收数据终端的指令信息后，根据事先规定好的指令编码对外部设备进行相应的操作。四个方向键根据功能选择进行指令编码发送控制。

### 4.3 AD 转换程序片段



图 7. 监控中心软件界面

在太阳能充电控制、机器人电量采集、光线数据采集等多处地方都要用到 AD 转换，下面是 AD 转换配置程序片段。

```
void ADC_Power_On() //AD 转换开关
{ ADC_CONTR|=0x80;
delay(5); //必要的延时
}
void get_ad_result( //获取 AD 转换 10 次的平均
```



值

```

{ int i,q=0;
for(i=0;i<10;i++)
{ tp=0;
  ADC_DATA=0;          //高八位数据清零
ADC_LOW2=0;           //低两位清零
  ADC_CONTR|=0x08;     //启动 AD 转换
  while(!tp)          //判断 AD 转换是否完成
  { tp=0x10;
    tp&=ADC_CONTR;
  }
  ADC_CONTR&=0xe7;
ad_average_result=ADC_DATA;
q=q+ad_average_result;
}
ad_average_result= (unsigned int) q/10;
}

```

## 5 研制结果

按以上思路研制的机器人样机的基本性能指标为：太阳能自动跟踪部分的跟踪角度大于 30 度；采用 7AH 的动力电池时机器人充满电运行时间大于 60 分钟；在 GPRS 网络覆盖范围内遥控信号均能准确到达；无线视音频传输距离大于 1Km，开阔无障碍环境大于 3Km；超声波测距距离大于 2m（分辨力为 1cm）；热释红外传感器检测距离大于 8m；CCD 摄像头水平扫描范围大于 340 度等。

通过对机器人的反复测试证明利用 GPRS 进行遥控控制，具有地域广、距离远等优势，且传输信道具有高可靠性，计费方式也很灵活，但由于 GPRS 网络有一定的网络延时，所以遥控的流畅性还不够，可选用实时性更强的网络实现遥控功能，并且视音频传输系统也可以根据实际要求选择更好的传输方式。为了进一步提高机器人的自动控制能力，可为其增加 GPS 导航、图像识别等先进的测感功能等。

## References (参考文献)

- [1] Lee S S, Williams J H. A fast tracking error control method for an autonomous mobile robot[J]. *Robotics*, 1993, 11: 209-215.
- [2] 郝卫东, 陈亮, 曹德新. 基于嵌入式技术的智能机器人系统研究[J]. *电子技术应用*. 2009, 2: 30-34.
- [3] Hao Weidong, Chen Liang, Cao Dexin. The research of intelligent robot system based on embedded technology. Application of Electronic Technique, 2009, 2: 30-34 (in Chinese).
- [4] 李剑锋, 原魁, 王永玲, 邹伟. 一种低成本高性能的巡逻保安机器人[J]. *高技术通讯*. 2007, 17(8): 814-818.
- [5] Li Jianfeng, Yuan Kui, Wang Yongling, et al. The design of a patrol robot with low cost and high performance. *High Technology Letters*, 2007, 17(8): 814-818 (in Chinese).
- [6] Zoran Salcic, Asim Smailagic. *Digital Systems Design and Prototyping Using Field Programmable Logic* [M]. Kluwer Academic Publishers, 1999. 38-77.
- [7] 孙敏, 顾德英, 汪晋宽. 基于 OPC 技术的监控组态程序的开发[J]. *仪器仪表学报(增刊)*, 2003. 8.
- [8] Sun Min, Gu Deying, Wang Jinkuan. Design of Supervisory and Configuration System Based on OPC Technology, *Chinese Journal of Scientific Instrument*, 2003. 8 (in Chinese).
- [9] Zoran Salcic, Asim Smailagic. *Digital Systems Design and Prototyping Using Field Programmable Logic* [M]. Kluwer Academic Publishers, 1999. 38-77.