

# 基于 COMS—CPLD 的人员行为监控系统设计

库 波<sup>1,2</sup>

(1. 武汉大学 计算机学院, 武汉 430072; 2. 武汉软件工程职业学院 计算机学院, 武汉 430205)

**摘要:** 针对传统的人员监控系统存在监控距离段短、信号衰减严重导致的人员行为特征识别准确率较低的弊端, 设计并实现了一种新的人员行为监控系统; 重点阐述了中心控制模块、图像采集模块、GPRS 模块和射频模块的硬件设计方法, 利用 ATM32F103C8T6 作为中心控制器处理数据, 利用 COMS 图像传感器进行人员行为图像采集, 利用可编程逻辑控制器 CPLD 对图像传感器进行同步控制, 利用 GPRS 技术进行信息传输、利用射频标签进行监控信息的写入与读取; 软件部分给出了整体的设计方案, 重点阐述了射频标签的生成和读取部分; 实物测试结果表明, 该系统能够有效提高人员行为监控时的准确率, 取得了令人满意的效果。

**关键词:** 人员行为; 监控系统; 射频标签

## Personnel Behavior Monitoring System Based on COMS—CPLD Design

Ku Bo<sup>1,2</sup>

(1. Computer College WuHan University, Wuhan 43007, China;

2. Computer College, Wuhan Vocational College of Software and Engineering, Wuhan 430205, China)

**Abstract:** Existing monitoring system for the traditional personnel monitoring distance short, signal attenuation caused by severe personnel behavior characteristics identification of the disadvantages of low accuracy for frame structure, design a set of new personnel behavior monitoring system. Expounds the center control module, image acquisition module, GPRS module and rf module hardware design method, using ATM32F103C8T6 as center controller processing data, the use of COMS image sensor for personnel behavior image acquisition, image sensor to make use of programmable logic controller CPLD Angle control, using GPRS technology of information transmission, the use of radio frequency tag for monitoring information to write and read. Software part of the overall design scheme is given, and expounds the generating and read part of the radio frequency tag. Actual test results show that the system can effectively improve the staff behavior monitoring accuracy, satisfactory results have been achieved.

**Keywords:** personnel behavior; monitor and control system; radio tags

## 0 引言

随着改革开放的不断深入, 各类社会矛盾也不断凸显<sup>[1]</sup>, 如何维护公共场所的安全稳定已经成为当前需要急需解决的迫切问题。在公共场所, 如果有人在进行从事危害社会稳定的行为<sup>[2]</sup>, 则需要利用一定的技术手段及时发现, 并迅速出警避免事端的扩大<sup>[3]</sup>。传统的公共场所人员行为监控方法主要是依靠布置在公共场所的图像监控系统对人员行为进行实时监控的<sup>[4-6]</sup>。这种监控方法成熟可靠, 但是存在一些弊端, 如监控距离较短, 布线量较大<sup>[7]</sup>、信号衰减严重, 受到天气因素影响较大等<sup>[8-10]</sup>, 针对上述弊端, 提出一种基于 COMS—CPLD 的人员行为监控系统。实验结果表明, 利用本文系统能够克服传统监控系统监控距离短、信号衰减等弊端, 效果令人满意。

## 1 系统总体架构

人员行为监控系统的硬件部分的监控终端主要包括图像采集模块、中心控制模块、图像显示模块、GRS 通信模块、RFID 电子标签、电源模块。如图 1 所示。

整个监控系统以 ATM32F103C8T6 为核心的中央控制模

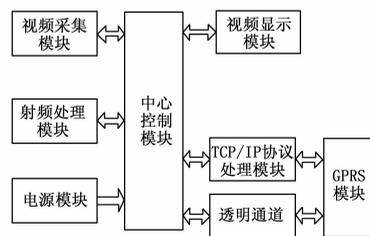


图 1 人员行为监控系统框架

块和数据处理中心, 进行公共场所中图像信息的采集与压缩, 并将图像信息编码后通过 TCP/IP 协议发送到 GPRS 模块, 监控终端通过接收 GPRS 信号进行实时监控公共场所中的人员行为。

## 2 系统关键模块的硬件设计

### 2.1 中心控制模块的硬件设计

人员行为监控系统的监控终端包括数量较多的 I/O 接口和调试接口, 中心控制模块的处理器采用的是意法公司生产的 STM32F103C8T6 处理器, 中心控制模块的硬件设计如图 2 所示。

图 2 中, STM32F103C8T6 处理器拥有 ARM Cortex—M3 32 位的内核, 主频是 72 MHz, 外围设备包括 DMA \ 电机控

收稿日期: 2014-10-13; 修回日期: 2014-11-20。

作者简介: 库波 (1976-), 男, 湖北武汉人, 硕士, 副教授、高级工程师, 主要从事数据挖掘、物联网方向的研究。

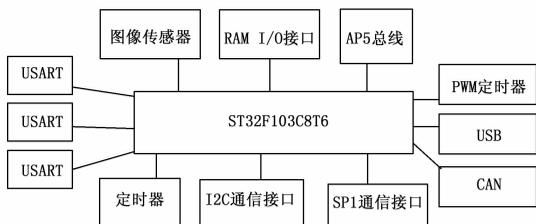


图 2 中心控制模块硬件设计结构图

制 PWM、传感器等，程序存储器的容量为 64 kB \* 8，RAM 的容量为 20 kB \* 8，同时拥有增强 I/O 端口和两条 APB 总线，内部包括 2 个 12 位的 ADC，3 个 16 位通用型定时器和 1 个 PWM 定时器，包含 2 个 I<sup>2</sup>C 和 SPI 通信接口、3 个 USART、1 个 USB 和 1 个 CAN。该芯片具备了成本低、性能好、功耗低和先进的中断系统响应的特点，这些特点完全能够满足人员行为监控功能的设计要求。

### 2.2 COMS 图像采集模块的硬件设计

人员行为监控系统的图像采集模块主要的功能是对公共场所的人员行为的特征图像进行实时采集，这些特征数据由分布在城市各处的公共场所监控点的图像传感器提供，在人员行为特征图像采集的过程中，首先需要对图像传感器采集到的信号进行信号调理，使之转变为合适的电压信号，针对图像信号中的强电信号则需要采用光耦隔离电路进行信号的隔离，提高系统的抗干扰性，中心控制模块的 STM32F103C8T6 处理器内部包含 2 个 12 位的 ADC，无须扩展 AD 芯片就能够满足设计要求，在上图 2 中，控制电路的端口 PA0、PA3、PA6、和 PA7 都是 AD 的转换接口。

图像传感器的类型采用的是 CMOS 图像传感器。随着集成电路的设计水平和光学技术的不断发展，COMS 图像传感器技术也取得了长足的进步，其分辨率、动态范围和灵敏度等重要的指标都得到明显的提高，由于其具有集成度高、功耗小、成本低等特点，这些特点都是 CCD 传感器不具有的。因此，在人员行为监控系统的设计中采用的是 COMS 图像传感器采集公共场合中的人员行为图像信号。COMS 图像采集模块的硬件设计如图 3 所示。

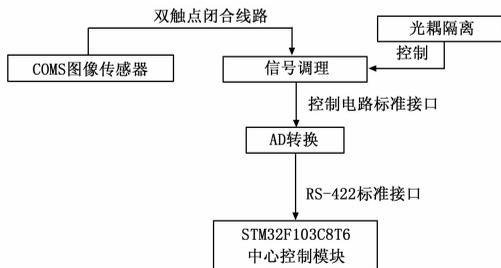


图 3 图像采集模块硬件设计结构图

人员行为监控系统的 CMOS 传感器采用的型号为比亚迪公司生产的 BF3003 COMS 图像传感器，该芯片最大的特点是整合了移动侦测功能，能够准确的检测人员行为的特征，完全符合设计要求。它的分辨率高达 720 (H) × 576 (V)，图像制式为 PAL 和 NTSC，信噪比大于 50 dB，具有良好的抗干扰性能。BF3003 内部集成了 MasterI<sup>2</sup>C 接口和模拟差分电视信号接口，

MasterI<sup>2</sup>C 接口能够使人员行为最佳特征图像参数储存在 I<sup>2</sup>C 接口 EEROM 中，CIS 对 EEROM 中的数据进行自动配置达到最佳效果。其内部集成的差分输出接口无须外接 Balun。同时且 BF3003 即能够输出 RGB，YUV，CCIR656 等数字信号，同时输出 PAL/NTSC 制式的模拟电视信号，满足了传统的 CCTV 和 IPCamera 等数字应用。此外 CIS 还提供 I2C 控制接口，便于外部 MCU 对 CIS 的控制。

### 2.3 图像控制模块的硬件设计

人员行为图像采集是监控系统的核心部分，它的实时性和准确性直接影响到监控系统的性能，因此，需要利用可编程逻辑控制器 CPLD 对图像传感器进行控制，更好的发挥系统的图像采集性能，降低软件的编写难度。CPLD 对 CMOS 进行控制，其核心是向各路 CMOS 传感器发送同步信号，保证图像信号的传输质量。图像信号发送到 DSP 之后，DSP 对图像信息进行跟踪和比较，然后向 FPGA 发送各类控制指令，FPGA 对这些指令信息进行编码后，将编码后的指令发送到 COLD，最后，CPLD 将控制指令进行解码处理，控制各路图像传感器的切换和输出。

### 2.4 GPRS 传输模块的硬件设计

人员行为监控终端需要将实时采集到的人员行为特征数据通过无线传输技术发送到远程监控中心中，由于 GPRS 包括分组交换信息传输模型，使得图像信号的无线传输速率可高达 200 kbit/s，同时，GPRS 还支持 TCP 协议和 IP 协议，利用 GPRS 技术能够提供监控信息在互联网上进行无线接入，GPRS 传输模块的硬件设计如图 4 所示。

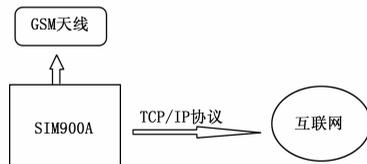


图 4 GPRS 传输模块硬件设计结构图

图 4 中，人员行为监控系统的设计中采用 GPRS 技术进行监控图像信息的无线传输控制，选用的 GPRS 模块为 SIM900A，它是一个双频的 GSM/GPRS 模块，工作频段分别为 EGSM900 MHz 和 DCS1 800 MHz。同时 SIM900A 内置 TCP/IP 协议。

### 2.5 射频模块的硬件设计

射频模块的主要作用是产生高频发射能量，激活电子标签、调制发射的图像信号、将图像信号发送到电子标签、接收并解调电子标签的射频信号。射频模块通过对射频信号的处理与信号发送，实现了电子标签的读写操作，电子标签的硬件设计如图 5 所示。

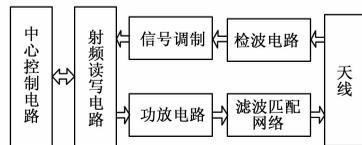


图 5 电子标签硬件设计结构图

由于电子标签读写控制器是采用非接触的形式对电子标签的信息进行读取的，因此，对电子标签进行读写操作时需要电子标签的读写控制器能够进行远距离的信息交换。在本文的人

员行为监控系统中，采用的是奥地利微电子公司（AMS）生产的射频标签读写芯片 AS3991，它是一种超高频 860 Mhz—960 Mhz 频段的芯片，采用 64 脚 QFN 的封装形式，内部集成了接收电路、发送电路、通信协议转换电路、连接微处理器的 8 bit 并行接口和 SPI 串行接口等。

AS399 的接收电路主要有混频器、自动增益控制电路、高通和低通滤波器、AM 和 PM 解调器、CRC 校验电路、解码器等构成，发送电路主要有幅移键控调制、自动帧同步、引导码、AM 和 PM 解调器、CRC 校验电路、解码器等构成。内置的 PA 将射频信号进行放大，然后在差分电路中输出，信号经过变压器、滤波器和耦合器的处理后，由射频天线将信号发射出去。

### 3 软件设计

#### 3.1 视频图像采集模块软件设计

人员行为监控系统的软件部分主要为人员行为特征图像的采集软件。采集软件时在网络通信的基础上进行设计的，主要的作用是进行人员监控信息的接收、存储、显示和转换等功能。由于公共场所中有多个图像传感器，因此需要多线程技术进行多通道通信。由于 java 平台具备跨平台与多线程的环境，因此利用 java 编写监控系统的程序，实现不同任务之间的信息传输、协调和资源分配等。

标签的生成和识别是人员行为监控系统的核心，标签生成和识别流程设计如图 6 所示。

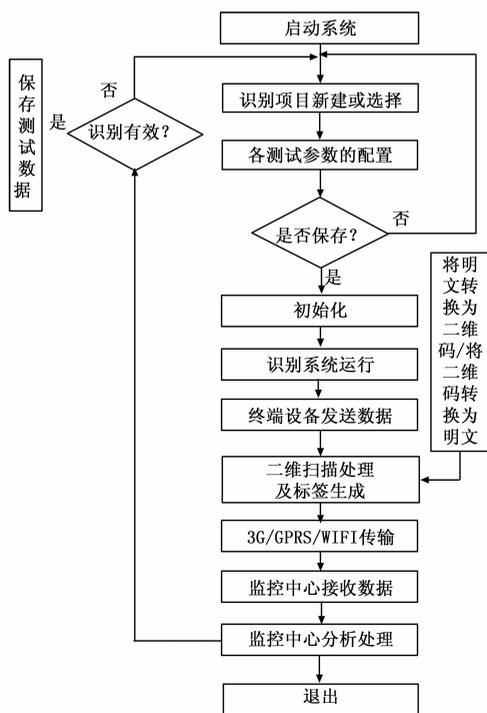


图 6 标签生成和识别流程图

#### 3.2 视频图像采集模块程序实现

视频图像采集模块中，关键的一个步骤是：服务器与客户端都需要标签的生成和识别，标签的生成主要包括人员行为图像的生成及标签内容的存储，其关键代码实现如下：

```
Public BufferedImage generateQRCode(String qrConten,String image Type,int size){
```

```
BufferedImage bufImg=null;
Try{
Qrcode qrCodeHandler=new Qrcode();
\\标签容错率可分为 H(20%)、Q(15%)、M(10%)、L(5%)，容错率越大，能够储存的图像信息就要越少，但对图像的清晰度的要求也越低。
qrCodeHandler.setQrcodeErrorCorrect(M);
qrCodeHandler.setQrcodeEncodeMode(B);
//标签容量的设置，取值为 1-10，值越大，表示储存的信息越多
qrCodeHandler.setQrcodeVersion(size);
//获取某种编码的人员行为图像内容
Byte[] contentBytes=conten.getBytes("utf5");
//输出内容>标签
If(contentBytes.length<800&&.contentBytes.length>0){
Boolean[]codeOut=qrCodeHandler.calQrcode(contentBytes);
For (in i=0;i<=codeOut.length-1;i++){
If(codeout[i][1]){
Gs.fillRect(j * 3 +pixoff,i * 3 +pixoff,2,4);
}else
...
标签的识别代码：
Bufimg=imageio.read(input);
QRCodeDecoder decoder=new QRCodeDecoder();
qrConten=new String(decoder.decode(newTwoDimensionCodeImage(bufImg)),"ytf-8")
End
```

### 4 实验与分析

为了验证本文系统的有效性，需要进行一次实验。设计中人员行为监控系统分为城市公共场所的现场图像采集系统和终端监控系统两部分。现场的图像采集设备实现对人员行为特征图像的实时采集和传输，终端监控系统实现人员行为图像的远程控制和接收。在实验的过程中，设置监控距离为 10 KM，传统的监控系统利用双绞线进行监控图像的传输，本文系统利用 GPRS 技术进行信息传输，利用手持终端扫描电子标签的形式进行监控图像信息的读取。

在实验的过程中，利用传统的监控系统和本文系统进行城市公共场所中人员行为监控。

根据实验结果能够得知，利用本文系统进行公共场所的人员行为监控，能够克服因监控距离过长造成的监控图像清晰度下降的弊端，提高了人员行为监控的准确性。

上述监控实验进行 100 次，并针对上述实验过程中的人员行为特征进行准确度匹配，获取的实验结果如表 1 所示。

表 1 不同监控系统的实验结果

	人员行为匹配准确率/(%)
传统监控系统	79
本文监控系统	97

根据表 1 实验结果能够得知，本文监控系统能够有效提高城市公共场所中人员行为特征监控的准确性，为城市的安全稳定提供了可靠的技术支持。

### 5 结束语

本文提出一种基于 COMS-CPLD 的人员行为监控系统，硬件部分重点阐述了中心控制模块、图像采集模块、GPRS 模

块和射频模块的设计方法，软件部分重点阐述了射频标签的生成和读取部分。最后与传统的监控系统进行了对比实验，实验结果表明本文设计的监控系统能够有效提高远距离公共场所中人员行为监控时的准确率，为城市的安全稳定提供了重要的技术支持。

**参考文献:**

[1] 陈景阳. 基于后勤仓库的物联网监控结构设计 [J]. 数字技术与应用, 2013 (9): 151-152.  
 [2] 陈坤定, 李隘优. 基于二维码的物联网监控系统设计 [J]. 中原工学院学报, 2013, 24 (4): 65-68.  
 [3] 张巍, 冯涛, 朱锐. 智慧环保物联网监控应用与系统集成研究 [J]. 北方环境, 2012 (5): 194-197.  
 [4] 张德民, 李莲. 基于 CANBus 的电梯物联网监控系统设计 [J].

(上接第 1544 页)

作为电流环目标电流的改变量，电流环调节输出量  $u(k)_i$  调节当前微处理器输出 PWM 脉冲信号，改变电机驱动电压，进而控制电机转动。对于速度控制，采用速度环和电流环两环 PID 运算实现。软件控制流程图如图 4。

**4 实验结果**

本文对爬壁机器人电机 PID 运动控制策略进行了实验分析。图 5 所示的电流波形图，为电机电流环调节时的响应曲线，初始电流为 0 mA，在第 6 s 时改变电流的目标电流为 40 mA，随后电流迅速上升，经过 1 s 时间，等效电流达到目标值，并稳定保持在 40 mA 范围内。

速度环调节波形响应曲线如图 6 所示，初始速度为 0 r/s，目标速度为 60 r/s，由图分析可得，电机响应速度快，上升时间小于 2 s，最终速度与目标速度一致，且电机恒速运行时，误差小于 5%，速度较为平稳。

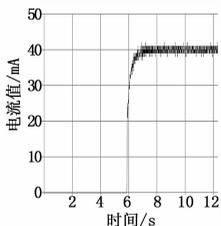


图 5 电流波形图

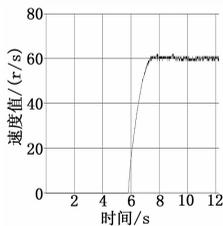


图 6 速度波形图

图 7 为位置环调节波形曲线。在位置环调节中，设定的目标位移为 100 cm，如图所示，电机在 9 s 时到达目标位置，并停止运动。对曲线分析可知，电机在 0~4 s 为加速运动，4~6 s 为匀速运动，6~9 s 为减速运动。电机减速比为 50:1，机器人车轮半径为 2 cm，机器人运动中的最大速度为 15 cm/s，平均速度为 10 cm/s，符合设计要求。

**5 结论**

本文对核电站蒸汽发生器管板检测机器人进行了运动分析，提出了机器人控制方法。根据机器人运动结构特点，建立了机器人运动学模型，为机器人的运动规划和定位奠定了基础。硬件控制方面主要介绍了核心处理器、传感器采集、电机

自动化与仪表, 2012, 27 (8): 38-42.

[5] 刘丽, 谷照燕. 基于物联网的船舶监控系统的设计方案 [J]. 长春教育学院学报, 2013 (4): 135-136.  
 [6] 张红, 谭万禹, 片兆宇, 等. 物联网在配电设备巡查及状态监测中的应用 [J]. 长春工程学院学报: 自然科学版, 2013 (4): 43-45.  
 [7] 刘珊. 物联网技术的应用实践 [J]. 中国公共安全, 2013 (9): 137-142.  
 [8] 古映键, 许海波. 物联网时代的智能交通 [J]. 中国公共安全, 2013 (22): 274-278.  
 [9] 李红升. 基于粒子群算法改进电力信息系统的安全研究 [J]. 科技通报, 2013, 4 (29): 158-160.  
 [10] 柯扬, 周霖, 陈华, 等. 浅谈物联网技术的交通信息采集系统设计 [J]. 中国电子商务, 2009, 20 (24): 32-34.

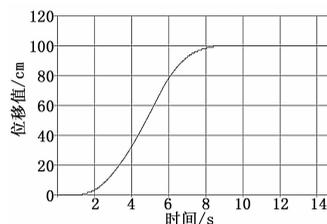


图 7 位置波形图

驱动等电路模块。软件控制方面具体介绍了三环 PID 算法。通过实验验证，机器人驱动电机响应速度快，精确度高，表明电路设计合理，PID 策略效果较好，该控制方法设计有效，可以进一步投入现场应用。

**参考文献:**

[1] 徐文福, 毛志刚. 核电站机器人研究现状与发展趋势 [J]. 机器人, 2011, 33 (6): 758-764.  
 [2] Bogue R. Robots in the nuclear industry: A review of technologies and applications [J]. Industrial Robot, 2011, 38 (2): 113-118.  
 [3] Obrutsky L, Renaud J, Lakhani R. Overview of steam generator tube inspection technology [A]. The NDT in Canada 2009 Conference [C]. London Ontario, Canada: 2009: 1-9.  
 [4] waelischmiller W, Lee H Y, Bains N, et al. Application of the Telbot robot in hazardous environment [J]. Nuclear Plant Journal, 1996, 14 (5): 30-42.  
 [5] 吴俊君, 胡国生. 攀爬机器人末端位姿的视觉检测与控制 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (7): 1740-1742.  
 [6] 王立权, 吴健荣, 刘于琰. 核电站蒸汽发生器检修机器人设计及运动学分析 [J]. 机器人, 2009, 31 (1): 61-66.  
 [7] Liu Q S, Wang G H. A Novel Nuclear Station Inspection Robot [A]. Proceeding of the 2014 IEEE. International Conference on Information Science and Technology [C]. Shenzhen, 2014 (4): 677-680.  
 [8] Liu X Yg, Sun J Q. A Kind of Telescopic Manipulator Used in Steam Generator for Video Acquisition [A]. Proceeding of the 2014 IEEE. International Conference on Information and Automation [C]. Hailar, 2014 (7): 1201-1205.