

文章编号:1007-2780(2015)05-0825-07

基于 RFID 技术的智能监控平台的设计

张传胜*

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所,吉林 长春 130033)

摘要:针对传统的大区域公共场所多采用定时轮流切换镜头的方式进行视频监控,存在监控不及时和漏内容的缺点,设计了一种以 RFID 技术为核心的智能监控平台。该平台由 S3C2440 处理器、OV9650 摄像头和 nRF24LE1 无线芯片组成,其核心算法是依据场所的情景进行模式分类,接收并检测监控场所的无线信号能量波动,当出现异常时,就把该部分的摄像头图像显示在监控中心的显示屏幕上。实验表明,基于该平台设计的智能监控视频系统,避免了定时轮流镜头方法的缺点;在中等视频监控规模时,漏监率就可以获得很大改善。该智能监控平台较好地实现了对大区域公共场所人员和物品的无漏实时监控,结构简单,成本低廉,可以满足公共场所智能监控的需要。

关键词:RFID;S3C2440;监控

中图分类号:TP316.2;TP317.4 **文献标识码:**A **doi:**10.3788/YJYXS20153005.0825

Design of intelligent monitoring platform based on RFID technology

ZHANG Chuan-sheng*

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,
Chinese Academy of Science, Changchun 130033, China)

Abstract: The fixed-time shot switching is usually used to monitor the public place, but this method has the untimely and some content-absence shortcomings. A new intelligent monitoring platform based on RFID technology is designed for overcoming these problems, which consists of S3C2440 processor, OV9650 camera and nRF24LE1 wireless chip components. The core algorithm is based on the pattern classification of the scenes, it can receive the wireless energy fluctuation, and the images will be monitored and shown on the screen where appears unusual situation. The experiments show that this new platform has overcome the shortcoming of fixed-time shot switching. In the medium scale video surveillance, the shot-losing ratio is improved greatly. This intelligent platform has realized non-leakage and real-time monitoring for the goods and personnel in the large area public places with the compact and low cost advantages. It can meet the needs of intelligent monitoring of public places.

Key words: RFID;S3C2440;monitoring

1 引言

随着我国公共安全意识的提高,在小区、校园、企业等多种公共场所中视频监控具有越来越重要的地位,因为能及时地将现场情况传输到监控中心,可以有效地防止各种异常情况的发生。

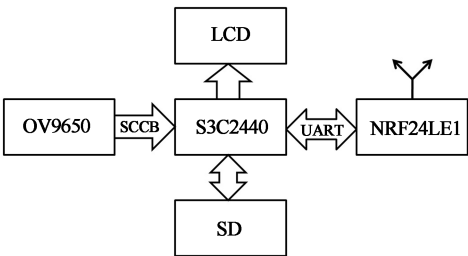
目前公共场所等大区域视频监控系统由于摄像头较多而监控中心监视屏幕较少,因此无法同时显示所有摄像头采集到的监视画面。为了应对这种情况,一般的方法是增加监控中心的监视屏的数量,或者是定时轮流切换摄像头的视频画面,前者增加了系统的整体成本,而且也不能做到监视屏与摄像头一一对应;后者则存在较大的几率,漏掉可能存在的异常监视画面。

本文利用 Samsung 公司的 S3C2440 处理器、OmniVision 公司的 OV9650 型 COMS 摄像头(分辨率为 $1\,300\times1\,028$,像素数为 130 万)和 Nordic 公司的 nRF24LE1 无线芯片组成智能摄像头监控平台^[1-3]。同时用 nRF24LE1 无线芯片做成电子标签,分别佩戴在人员身上或粘贴在物品上,使用射频信号通过空间耦合实现身份信息的传递,并通过该身份信息识别目标。本平台中,当智能摄像头监控平台依据智能处理策略检测到场所中可能出现异常时,就启动 OV9650 摄像头实时摄像,并把图像显示在监控中心显示屏幕上,如果没有检测到异常,就只是采集视频图像并存储到存储卡中。

软件开发使用通用性很强的 C 语言,并利用射频能量波动检测算法进行现场实时监视,同时开启 Cache 加速处理程序,以较低的成本实现了对公共场所的实时无漏监控和显示。

2 总体设计

摄像头监控端的硬件部分由 S3C2440 微处理器、nRF24LE1 无线芯片、天线、SD 卡接口、OV9650 摄像头和 480×272 分辨率的液晶显示屏组成。终端电子标签由 nRF24LE1 无线芯片、报警按键、蜂鸣器和 PCB 天线组成。总体硬件设计如图 1 所示。



(a)摄像头监控端
(a) Cameral surveillance terminals



(b)终端电子标签
(b) Terminal electronic tags

图 1 总体硬件设计
Fig. 1 Design of overall hardware

由于终端电子标签需要粘贴或佩戴,对体积低和功耗要求比较高,所以使用了 PCB 天线;而摄像头监控端要求较大的接收灵敏度,为保证探测精度,设计了 PA 天线^[4-5]。

总体软件设计的框架主要包括终端电子标签回执算法和摄像头智能监控算法两部分。其中终

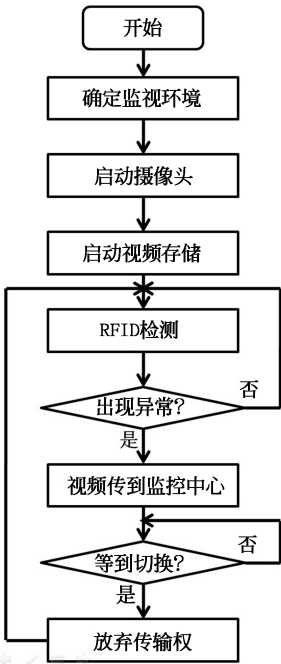


图 2 总体软件流程
Fig. 2 Process of overall software

端电子标签回执算法比较简单,主要是在收到同编号的搜索信号后,发送回执信号,以表明本终端在该摄像头监视范围内;或者是主动发送报警信号,表明本终端可能存在异常,需要该摄像头传输视频。摄像头智能监控算法主要是搜索和检测终端电子标签的异常,进而决定是否传输视频,其流程如图 2 所示。

为了更有效地检测算法的有效性,简化了实验条件,摄像头传输视频采用了传输质量较高的无线局域网(WIFI);传输终端的显示屏采用了带 VGA 接口的显示屏。

3 VGA 接口驱动设计

VGA(Video Graphics Array)接口是 IBM 公司提出的应用于 PC 的显示接口,由于该接口具有显示速率快、分辨率高、颜色丰富等优点,目前仍然广泛应用在彩色显示器领域。VGA 接口一般为 DB15 型的插座,其引脚定义如表 1 所示。

表 1 VGA 接口引脚说明
Tab.1 Introducing of VGA interface

引脚	说明
1	红色模拟信号
2	绿色模拟信号
3	蓝色模拟信号
4	ID2,地址码
5	GND,数字地
6	红色模拟地
7	绿色模拟地
8	蓝色模拟地
9	空
10	同步地
11	ID0,地址码
12	ID1,SDA
13	行同步
14	帧同步
15	ID3,SCL

VGA 接口使用的是模拟 RGB 信号通道,关

键信号有 5 个,分别是红色模拟信号、绿色模拟信号、蓝色模拟信号、水平同步信号、垂直同步信号。图像形成方式为逐点逐行扫描,从左至右,从上而下的进行扫描,每行结束时,用水平同步信号进行同步。扫描完所有的行后用垂直同步信号进行场同步。

由于 S3C2440 自带液晶显示屏驱动模块,通过芯片手册比较 VGA 接口时序和 S3C2440 自带的液晶显示屏驱动的扫描时序,可以发现两者相似度很高。但是 S3C2440 自带的液晶显示屏驱动控制器输出的是 RGB 数字信号,而 VGA 接口输出的是红绿蓝模拟信号,因此需要通过 D/A 转换来完成两者的匹配,为满足真彩色(3 个色彩通道共 24 位)的要求,需要单个通道达到 8 位的转换精度;为满足帧频的要求,单个像素点的扫描时钟频率必须大于 27 MHz;而且必须保证至少有 3 个通道同时转换,以满足红绿蓝(RGB)3 路信号的同时输出。为满足以上要求,本平台采用 ADI 公司的视频 D/A 芯片 ADV7120。该芯片的像素扫描时钟频率有 30、50、80 MHz 3 种等级,并集成了 3 路独立的 8 位高速 D/A 转换器,可以同时处理红、绿、蓝 3 路视频数据,满足了本平台对高分辨率模拟接口时序的需要。具体的电路连接方式如图 3 所示。

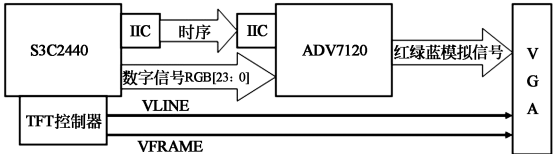


图 3 S3C2440 与 ADV7120 的连接原理图
Fig. 3 Uncorrected correspondence between the LCD screen and touch screen

平台不需要额外编写 VGA 接口驱动程序,只是利用 S3C2440 自带的液晶显示屏驱动模块就可以实现 VGA 视频的输出。

4 平台射频通信识别设计

平台的射频识别与通信功能主要由 nRF24LE1 芯片完成。nRF24LE1 无线芯片是 Nordic 公司推出的一款内置高速 8 位微控制器的 2.4 GHz 射频收发器无线芯片,具有优异的加

密能力和传输特性,同时其节电模式为超低功耗的无线应用提供了可能。

摄像头监控端的射频通信识别硬件部分由 S3C2440 通过 UART 接口与 nRF24LE1 连接组成;终端电子标签的通信部分直接由 nRF24LE1 完成。由于一个摄像头监控端需要同时监视多个终端电子标签,而且终端电子标签的数量还可能随时发生变化,同时还需要较高的抗干扰能力,因此选择多节点(终端电子标签)对主节点(摄像头监控端)的载波监听方式作为通信手段。

载波监听(CSMA/CD)的工作原理是终端在发送数据到主节点前先侦听该信道是否空闲,如果是空闲状态,则立即发送数据;若信道已经被其他终端占用,就延时一段时间,直到信道空闲再发送数据。如果同时有两个或两个以上的空闲都提出发送请求,就判定为冲突,就立即停止发送数据,延时一段随机时间,再重新尝试发送。

为了实现射频识别,需要对被监视物品和人员进行编号设定,也就是给每一个终端电子标签分配身份 ID,编号从 1 开始,直到所有被监视者都被分配为止。

考虑到被监视者本身存在很多差异,如有人员和物品的区分,物品有固定和移动的区分,人员有戴签和不戴签的区分,因此把编号扩展成 16 位的 2 进制数,其结构如表 2 所示。

表 2 身份编号组成

Tab. 2 ID number

属性(2 位)	级别(2 位)	序号(12 位)
---------	---------	----------

编号中的属性分配如表 3 所示。

表 3 属性定义

Tab. 3 Nature definition

属性数值	定义
00	固定物品
01	移动物品
10	人员
11	临时人员

编号中的级别为 2 位 2 进制数,表示物品的重要程度或者人员的权限,其值从 00 到 11 级别

依次递增。序号为 12 位的 2 进制数。由于 nRF24LE1 芯片本身内置的协议,能实现主节点在给定的频率情况下与 6 个同频率但不同通道的终端节点进行无干扰通信,因此根据本平台的需求设计 4 个通道对应 4 种不同属性的被监视对象。进行搜索时,一个通道最多可同时监视 4 095 ($2^{12}-1$)个同属性的被监视对象,4 个通道对应 16 380($4\times 4\ 095$)个被监视对象,对于一般公共场合,如学校、公司或工厂已足够用。如果系统需要监视更多的对象,可以把序号扩展成更多位 2 进值数,但随着系统监视数量的扩大,系统的实时性会降低,所以一般以实际需求为主。

平台摄像头监控端的标签记录表由两部分组成:一部分是身份编号,另一部分是能量记录,如表 4 所示。

表 4 监控端的标签记录表

Tab. 4 Tag record table for surveillance end

编号		能量(db)	
00	XX	01	YY
.....			
00	XX	4095	YY
01	XX	01	YY
.....			
01	XX	4095	YY
10	XX	01	YY
.....			
10	XX	4095	YY
11	XX	01	YY
.....			
11	XX	4095	YY

每次收到终端电子标签的回执信号时就同步检测该信号的能量值,然后记录在对应的表项里或进行其他处理。

5 监视策略设计与实测

监视策略主要是通过快速的射频识别技术判断出是否需要把现场图像传输给监控中心,但公共场所的现场情况通常比较复杂,这里把环境分

为静态环境和动态环境。静态环境是指动态人员很少的环境,以中小学校园为例,放学后的校园、学校的某些不经常有人员出现的地点或者重要部门等;动态环境是指平时具有动态人员的环境,比如课间操场、走廊等地点,需要根据不同的情况设计不同的监视策略^[6-7]。

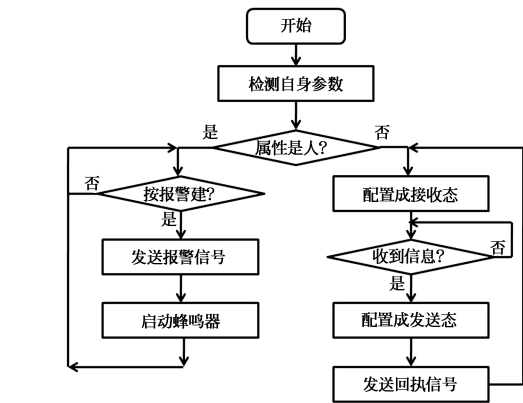
5.1 监视策略的设计

静态环境的监视需要事先在摄像头监控端的周边一些固定位置粘贴终端电子标签,这些标签不需要主动报警,只是利用摄像头监控端的 nRF24LE1 芯片来检测这些终端电子标签发射的能量,如果其值出现波动,则表明静态环境中出现了异常情况,需要把采集的视频图像传递给监视中心的显示屏上。

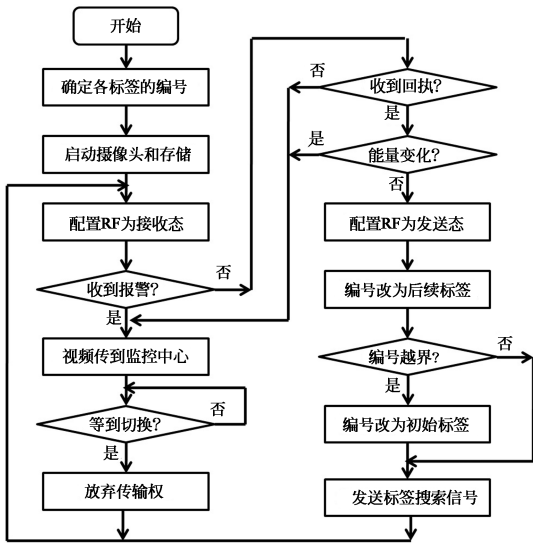
动态环境的监视主要针对的目标是人员和重要物品。对于重要物品,如果经检测,其传输给摄像头监控端的能量值减少 10 dB 以上,就需要把采集的视频图像传递给监视中心的显示屏上;对于人员的监视比较复杂,这是因为人员本身无论是位置还是行为都是动态的,难以通过检测人体粘贴的终端电子标签能量波动进行判断。

为了解决这个问题,在人员佩戴的终端电子标签上加入了一个报警按键和蜂鸣器,在异常情况下,佩戴电子标签的人员可以按报警键,则该终端电子标签会向摄像头监控端发送报警信号,同时启动蜂鸣器示警,摄像头监控端收到报警信号后会采集的视频图像传递到监视中心的显示屏上,蜂鸣器声音也可以让保安人员赶到现场后第一时间确定报警人员的位置。

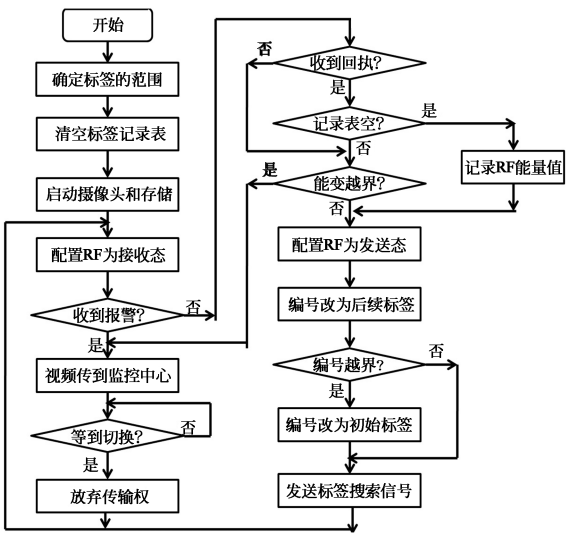
依据以上原则设计了摄像头监控端和终端电子标签算法,流程如图 4 所示。



(a) 终端电子标签算法
(a) Electronic tag algorithm for the terminal



(b) 静态环境下摄像头监控算法
(b) Surveillance algorithm of camera under stationary environment



(c) 动态环境下摄像头监控算法
(c) Surveillance algorithm of camera under dynamic environment

图 4 算法流程
Fig. 4 Algorithm process

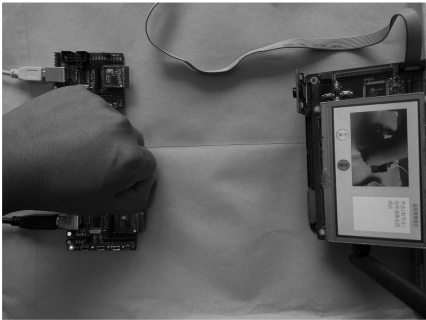
5.2 平台实测

为了检验监视策略是否有效,搭建了由 2 个带 PA 天线的摄像头监控端和 3 个带 PCB 天线的终端电子标签组成的实验系统。由于主要是为了检验监视策略是否有效,因此对实验过程做了简化,摄像头始终把采集端图像显示到各自的

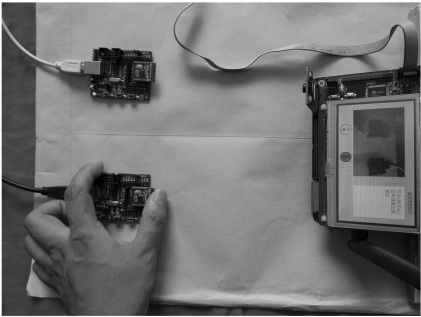
LCD 显示屏上,如果检测到异常情况,就闪烁报警,表示此时摄像头监控端把采集的视频图像传递出去;如果检测无异常,则不闪烁报警。在实验时把 2 个摄像头监控端分别放置在两个房间,按如下 3 种方式进行实验:

- (1)静态测试,在房间内放置 2 个终端电子标签,人员在房间内走动;
- (2)动态物品检测,在房间内放置 2 个终端电子标签,移动其中 1 个标签;
- (3)动态人员检测,在房间内放置 2 个终端电子标签,按下其中 1 个标签的报警按键。

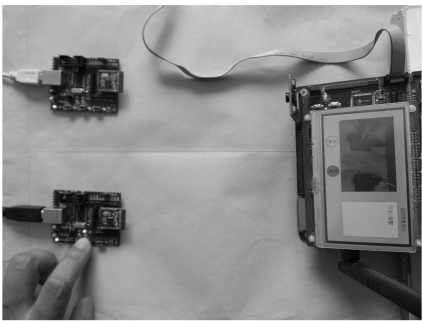
实验效果分别如图 5(a)、5(b)、5(c)所示。



(a) 静态检测效果
(a) Stationary measurement results



(b) 动态物品检测效果
(b) Dynamic object measurement results



(c) 动态人员检测效果
(c) Dynamic personnel measurement results

图 5 实验效果
Fig. 5 Experimental results

经过多次实验,在较小的室内环境下,且模块的位移较大时,实验效果较好;但是在动态环境下,在模块的位移不大的情况下,实验效果不是很理想,证明监视策略还有待改进。

在中等规模的实测中,包括 20 个摄像头和一块 4 分屏显示器的情况下,多次实测结果表明,漏监率可以获得很大改善。

6 结 论

通过实验验证,本系统在显示屏数量远小于摄像头数量的条件下实现了对公共场所固定区域人员和物品的无漏实时监控。由于不需要增加额外的显示屏,所以成本低廉;同时由于利用了 RFID 技术,因此结构比较简单。系统采用 S3C2440 处理器驱动 OV9650 采集摄像,利用 nRF24LE1 芯片进行射频识别,满足了设计的基本要求。从理论上分析,公共场所的监视规模越大,其优越性会越高。如果能对采集的图像辅以识别技术并使用专用的 GPU 加速运算则可以取得更好的效果。

参 考 文 献:

[1] 赵星,王芳,杨勇,等.集成成像三维显示系统显示性能的研究进展[J].中国光学,2012,5(3):209-221.
Zhao X, Wang F, Yang Y, et al. Research progress of display performance of integral imaging three-dimensional display system [J]. *Chinese Optics*, 2012, 5 (3):209-221. (in Chinese)

[2] 付瀚毅,刘伟奇,柳华,等.高清晰激光显示中的色彩复现系统[J].光学精密工程,2014,22(7):1774-1780.
Fu H Y, Liu W Q, Liu H, et al. Color-recurrent system in high-definition laser display [J]. *Optics and Precision Engineering*, 2014, 22 (7):1774-1780. (in Chinese)

[3] 刘希佳,陈宇,王文生,等. 小目标识别的小波阈值去噪方法[J]. 中国光学,2012,5(3):248-256.
Liu X J, Chen Y, Wang W S, *et al.* De-noising algorithm of wavelet threshold for small target detection [J]. *Chinese Optics*, 2012, 5 (3):248-256. (in Chinese)

[4] 汪黎栋,茅振华,倪巍. 基于 Cortex-M3 的快速发光二极管光电参数测量系统[J]. 光学精密工程,2014,22(4):856-862.
Wang L D, Mao Z H, Ni W. Photoelectric parameter measurement system based on Cortex-M3 for LEDs [J]. *Optics and Precision Engineering*, 2014, 22 (4):856-862. (in Chinese)

[5] 杨枕,童涛,陆松岩,等. 基于多特征的红外与可见光图像融合[J]. 光学精密工程,2014,22(2):489-496.
Yang G, Tong T, Lu S Y, *et al.* Fusion of infrared and visible images based on multi-features [J]. *Optics and Precision Engineering*, 2014, 22 (2):489-496. (in Chinese)

[6] 熊根良,陈初海,梁发云,等. 物理性人-机器人交互研究与发展现状[J]. 光学精密工程,2013,21(2):356-370.
Xiong G L, Chen C H, Liang F Y, *et al.* Research and development statue of physical human-robot interaction [J]. *Optics and Precision Engineering*, 2013, 21 (2):356-370. (in Chinese)

[7] 韩瑞雨,王晋疆,聂凯,等. 不同对比度下自适应的自动调焦新算法[J]. 光子学报,2012,41(2):222-227.
Han R Y, Wang J J, Nie K, *et al.* Adaptive autofocus technique under different contrast [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2012, 41 (2):222-227. (in Chinese)

作者简介:张传胜(1966—),男,黑龙江牡丹江人,副研究员,主要从事脉冲气体激光器及其脉冲功率源技术等方面的研究。zhangcs@ciomp.ac.cn