

文章编号: 2096-1472(2017)-03-42-03

一种基于红外探测技术的住房入侵检测系统

路文超, 权 伟, 杨 雯, 郭培峰, 和腾龙, 杨应山

(西南交通大学电气工程学院, 四川 成都 610031)

摘 要: 为了解决目前采用有线方式的住房入侵检测系统所带来的性能不可靠、成本高、安装困难等问题, 本文分析并设计了一种基于热释电红外传感器(PIR)的住房入侵检测系统, 系统采用HC-SR501红外感应模块检测入侵, 通过AT89C51单片机进行信号处理和控制, 采用nRF24L01无线模块实现节点间的无线通讯。本文首先对系统进行了总体的方案设计, 然后针对系统的组成及其功能进行了相应的硬件和软件的设计。实验测试结果表明, 系统具有较高的入侵检测准确性和实时性, 系统稳定性高, 功耗低, 安装简便, 实用性强。

关键词: 红外探测; 住房入侵检测; HC-SR501; STC89C51单片机; nRF24L01无线模块

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A

A House Intrusion Detection System Based on Infrared Detection Technology

LU Wenchao, QUAN Wei, YANG Wen, GUO Peifeng, HE Tenglong, YANG Yingshan

(School of Mechanical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: The current house intrusion detection system through cable connections has some obvious disadvantages, such as unreliable performance, high cost and complicated installation. This paper analyzes and designs a house intrusion detection system based on Pyroelectric Infrared Sensor (PIR). The system applies the HC-SR501 infrared sensor module to detect intrusions, uses the AT89C51 single chip microcomputer to process and control signals, employs the nRF24L01 wireless module to implement wireless communication among nodes. The paper firstly designs the overall scheme of the system, and then designs the hardware and software according to the composition and functions of the system. The experimental results show that the system has high-level accuracy and real-time capability of intrusion detection with high stability, low power consumption, simple installation and good practicability.

Keywords: infrared detection; housing intrusion detection; HC-SR501; STC89C51 MCU; nRF24L01 wireless module

1 引言(Introduction)

随着科学技术的进步, 现代电子通讯为科学研究提供了强有力的技术支持, 高科技产品使人们的生活变得更加丰富多彩, 同时也提高了人们的居住安防意识。尽管城市的小区都安装了监控系统, 但入室盗窃率仍居高不下, 这与人工监控的反应力低下有极大关系更与防盗报警设备老旧有密切联系。

本文分析并设计了一种基于热释电红外传感器(PIR)的住房入侵检测系统, 系统采用HC-SR501红外感应模块检测入侵, 通过AT89C51单片机进行信号处理和控制, 采用nRF24L01无线模块实现节点间的无线通讯。系统通过红外探测模块与单片机相连实现实时检测住房是否有人入侵。热释电红外传感器对人体运动引起的红外辐射变化十分敏感, 适合用于家庭辅助生活^[1], 同时无线分布式热释电红外传感器系统可以部署多个传感器从多个角度收集测量信号^[2]。由于红外线是不可见光, 便于隐蔽, 受环境干扰影响小, 因此广泛使用在报警、防盗、控制等领域。此外热释电红外传感器使用了划分检测区明亮和黑暗区域的非涅尔透镜^[3], 在防盗报警等方面比其他类型的传感器使用更加广泛。当今世界, 移动通信手段例如GSM、NCDMA等技术正在蓬勃发展, 无线

通信在全世界的应用领域越来越多, 如无线测控、无线自动抄表、无线视频采集, 这些技术为远距离通信的实现提供了强有力的技术支持。但在同一间屋内或在相距不是很远的地方, 无线通信的应用同样广泛^[4]。低功耗单片机和单片射频收发模块组成的无线通信系统摒弃了传统住房检测系统在区域上的局限性, 能够实现多点的无线通信。目前国内外与住房检测系统相关的文献都只单独研究了红外探测技术防盗系统和无线通信技术在防盗上的应用^[5], 因此本文给出了一种在设计上有创新性突破的设计方案即采用无线通信并基于红外探测技术的住房入侵检测系统。

2 住房入侵检测系统总体方案设计(Overall scheme design of housing intrusion detection system)

目前国内使用的各类防盗、保安报警器基本都是以超声波、主动式红外发射/接收, 以及微波等技术为基础^[6], 这些防盗报警器都存在一些缺点, 例如性能不稳定、误报率高、结构复杂等。本文利用STC89C51单片机和nRF24L01设计的基于热释电红外传感器的住房入侵检测系统是一款简易、便携、高效的住房入侵检测系统。该检测系统由主控终端、执行终端组成, 系统整体结构如图1所示。执行终端和主控终端

上均有一块STC89C51单片机，执行终端还安装有nRF24L01无线模块的发射装置，主控终端安装nRF24L01无线模块的接收装置。通过单片机和nRF24L01无线通信模块发射装置和接收装置的软件程序编写实现声光报警的功能。主控终端负责接收执行终端发射的报警信息并将入侵点显示在终端LCD显示屏上，执行终端负责数据解密，并根据解密出来的信息执行相应的操作，从而达到控制系统的作用^[7]。本文的设计可实现的功能为用户可将执行终端安置在住宅需要防盗的位置，按下布防按键系统将进入布防状态，由于nRF24L01无线通信模块的主控终端可以与任意一个数据采集检测点即执行终端之间建立通信，因此当有人闯入设置的任何一个执行终端的检测范围，热释电红外传感器HC-SR501将检测到的人体红外信号转换为数字信号，经执行终端上的STC89C51单片机软件处理并通过nRF24L01无线模块的发射装置将数据发送至主控终端，当只有一个执行终端发送了数据时，主控终端便会识别该执行终端编号并显示在LCD显示屏上，当主控终端接收到多个执行终端的数据，将会在LCD屏上依次显示入侵位置的编号同时进行声光报警。

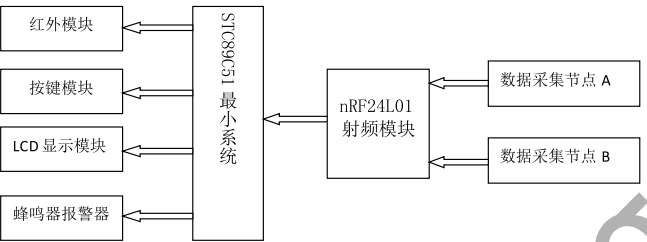


图1 入侵检测系统整体框图

Fig.1 Intrusion detection system block diagram

3 硬件设计(Hardware design)

3.1 热释电红外传感器(PIR)简介

热释电红外传感器(PIR)是一种由高热电系数材料制成的探测元件，每个探测器内一般有一到两个探测元件，红外辐射热量变化会引起元件的温度变化，材料内部极化强度发生改变，传感器将红外信号转换为电压信号，通过引入场效应管完成阻抗变换以获得直接使用的电压信号^[6]。由于人体的红外线中心波长为9—10 μm，而探测元件的波长灵敏度在0.2—20 μm内基本稳定不变^[8]，为了提高探测器的灵敏度及响应速度，采用菲涅尔透镜增强红外线并聚集在红外感应源上，使可通过红外光波长稳定在人体红外信号波段7—10 μm，并在探测器前方产生交替变化的明区和暗区使热释电红外传感器上产生禁区内移动人体的红外信号^[9,10]。本文采用HC-SR501人体红外感应模块，内置RD-624红外传感探头，反应灵敏，工作稳定，工作于超低电压模式适用于各类自动感应设备。

3.2 AT89C51单片机简介

AT89C51是一种带有4K可编程可擦除只读存储器的低电压、高性能CMOS8位微处理器，可反复擦除1000次，采用ATMEL高密度非易失存储器制造技术将所需基本功能集成在芯片上。其基本结构是微处理器与外围芯片结合，其主要特性有：8kBFlash，256字节RAM，32位可编程I/O线，两个16位定时器/计时器，5向量级中断结构，可编程串行通信口，

低功耗闲置，支持软件选择节电模式。CPU闲置时RAM、定时/计数器、串行通道及中断系统可正常工作。可在零频率条件下静态逻辑，掉电模式时可保护RAM存储内容，其他所有部件停止运行直到下一个终端复位。

3.3 nRF24L01无线模块简介

nRF24L01是一款新型微功率单芯片射频收发模块，工作在2.4—2.5GHz全球开放ISM频段，发射功率最大为0dBm^[11]，工作电压范围为1.9—3.6V，内置频率合成器、功率放大器、晶体振荡器、调制器等主要功能模块^[12]，融合Shock Burst技术，可通过软件程序配置其通信频道。数据传输速率高达2Mbps，接收工作电流仅为18mA，共有125个频道，满足多点通讯和跳频要求^[4]，具有高效GFSK调制，可同时设置六路接收通道地址并可选择性打开接收通道，同时模块内置2.4GHz天线，体积小。nRF24L01无线模块集抗干扰能力强、功耗低、扩展性好等优点于一体，因此适用于多种环境下的小型场所，本文利用AT89C52单片机和nRF24L01无线模块控制为实现短距离无线数据通信提供了灵活和低成本方案。

nRF24L01无线模块接口共有8个引脚，分别为GND、VCC、CE、CSN、SCK、MOSI、MISO、IRQ，其主要功能如表1所示。

表1 nRF24L01引脚功能

Tab.1 nRF24L01 pin function

管脚	定义	说明	备注
1	GND	电源地	接地
2	VDD	电源	1.9—3.6V电源
3	CE	数字输入	RX或TX模式选择
4	CSN	数字输入	SPI片选信号
5	SCK	数字输入	SPI时钟
6	MOSI	数字输入	从SPI数据输入
7	MISO	数字输出	从SPI数据输出，三态输出
8	IRQ	数字输出	可屏蔽中断引脚

3.4 系统硬件电路连接

系统以AT89C51单片机为中心烧写代码，外围接单片机最小系统、按键模块、红外热释电传感器HC-SR501、LED指示灯、报警模块、无线通信等子模块。单片机AT89C51组成单片机最小系统，P1.3接收外接传感器信号，P2.0控制工作指示灯，P2.2控制报警指示灯，P2.3控制外接SPEAKER。AT89C51单片机外界工作电压为5V直流电源。单片机40脚接正极5V，20脚接电源地。

AT89C51单片机的P3.2、P3.3、P3.4、P3.5、P3.6、P3.7分别于nRF24L01无线模块的CE、CS、SCK、MOSI、MISO、IRQ相连。GND为电源地，VCC为3.3V工作电压，系统采用USB供电，电压约为5V，而nRF24L01在3.3V时工作较稳定^[5]，因此需要将5V电压转化为3.3V电压，电源模块选用LDO低压差线性稳压电源RT9193-33GB组成模拟电源，通过调节可以使输出电压降为3.3V。

液晶显示屏选用LCD1602，其采用标准16接口，5V电压，内含复位电路可提供各种控制命令例如：清屏、字符闪烁、光标闪烁等多种功能。3脚可调节液晶显示器对比度，将2、3脚外接1K电位器用来调整屏幕背光亮度^[5]。AT89C51单片机与外围模块及nRF24L01无线模块的硬件连接如图2所示。

