

文章编号 : 1000 - 8829 (2003) 09 - 0022 - 03

# 基于 PIC12F675 的低误报智能入侵探测器设计

## Design of Intelligent Intrusion Detector with Lower False-Alarm Based on PIC12F675

(中国科学院 上海原子核研究所, 上海 201800) 梁亚林, 张永立, 沈天健

**摘要:**目前在小区安防中越来越多地使用 PIR 入侵探测器。介绍了 PIR 入侵探测器原理和组成, 针对 PIR 入侵探测器中普遍存在的误报现象, 通过对典型物体入侵信号的统计分析和特征提取, 结合模糊算法, 设计出了低功耗低误报率的智能 PIR 入侵探测器。

**关键词:**PIR; 防盗探测器; 热释电红外传感器; 低功耗; PIC12F675

**中图分类号:**TP274

**文献标识码:**B

**Abstract:** Passive infrared (PIR) intrusion detector is applied in the residence for safety more and more at present. Principle and structure is presented, and the intelligent PIR intrusion detector with low power and false-alarm rate is designed by statistically analyzing the intrusion signal of typical object, abstracting its inherent characteristics and adopting the advanced fuzzy arithmetic for solving the popular false-alarm problem.

**Key words:** PIR; PIR intrusion detector; pyroelectric infrared sensor; low-power; PIC12F675

近年来,随着百姓在家居安防方面要求的提高,被动红外 (PIR, passive infrared) 探测器由于其功耗小、结构简单、使用方便、性能价格比高的优势,在入侵探测方面越来越得到广泛的应用,成为民用技术防盗的主流。国家制定的被动红外入侵探测器的标准,要求兼顾探测器探测的灵敏度和准确性。在宠物、电磁波及强光等干扰下,要能够正确识别判断信号,误报率要

收稿日期:2003 - 03 - 26

作者简介:梁亚林(1977 →),男,在读硕士研究生,主要研究方向为传感器信号与信息处理、嵌入式系统及应用电子技术;张永立(1976 →),男,在读硕士研究生,主要研究方向为光电传感器信号与信息处理、嵌入式系统及应用电子技术;沈天健(1947 →),男,研究员,主要研究方向为光电传感器信号分析识别、处理及嵌入式系统。

小,漏报率要低。针对这种情况,采用智能化算法与先进的微处理技术研制成了能够进行实时信号处理判别的探测器。该探测器功耗低,具有自动温度补偿功能,抗干扰能力强,误报率低,非常适用于民用家居安防设施。

## 1 PIR 探测器工作原理与组成

### 1.1 探测原理

PIR 探测器采用热释电红外传感器,利用热释电材料的热释电效应,在温度发生变化时,材料内部自发极化强度发生改变,会在材料表面释放电荷。热释电灵敏元只能探测温度变化的目标,为了使热释电传感器产生连续的电信号,必须采用一斩波器对入射光线进行周期性的遮断,从而使红外传感器有连续的电信号产生。PIR 入侵防盗技术,就是利用热释电材料的红外传感器,再附加一套光学系统完成斩波器的作用,被动地接收移动物体的红外射线,产生电信号,通过后续信号调理电路,在 MCU 中进行信号的智能化分析处理。

### 1.2 探测器组成

图 1 所示为探测器的组成框图。



图 1 探测器组成框图

#### 1.2.1 斩波器

采用光学元件 Fresnel Lens Array 作为斩波器,一个 Fresnel Lens Array 由许多 Fresnel Lens 组成,每个 Fresnel Lens 都是选择一块 Lens 上不同的部分组成,每一个 Fresnel Lens Array 都和实际监控区域有一个对应关系,都有自己的一个视场范围,这样就使得探测空间形成一系列离散的区,实现了对移动红外物体的区域性遮断。

#### 1.2.2 热释电红外传感器

根据普朗克定律

$$W = 2 hc^2 [ \int_0^\infty \frac{e^{-hc/\lambda kT}}{\lambda^5 (e^{hc/\lambda kT} - 1)} d\lambda ]^{-1}$$

式中, h 为 plank 常数 (6.626 × 10<sup>-34</sup> Js); c 为光速

$(2.9979 \times 10^8 \text{ m/s})$ ;  $T$  为绝对黑体的湿度 (K);  $\lambda$  为波长;  $K$  为 Boltzman 常数  $(1.381 \times 10^{-23} \text{ J/K})$ 。

$W$  是绝对黑体的光谱辐射发射量。以黑体辐射率为 1, 一般物体辐射率在 0~1 之间。

在人体正常温度 37 时, 人体辐射的红外线的波长峰值为 9.36  $\mu\text{m}$ , 而热释电红外传感器在 8~14  $\mu\text{m}$  的红外波段具有良好的探测率。最早的热释电传感器只有一个敏感元, 这种结构在环境温度变化时器件性能会发生漂移, 从而会导致误报, 为抵消这种变化, 现在的热释电传感器采用双元差动补偿, 两个敏感元极性相反, 输出成反向, 由于外部环境的影响是一样的, 因而有外部噪声产生的信号彼此抵消, 减少或消除了噪声的影响。双元热释电红外传感器可以在室温工作, 体积小, 可靠性高, 同时对红外线的响应无选择性。它是目前在被动红外探测技术中性能价格比最好的探测器。

### 1.2.3 入侵信号调理电路

通过热释电红外传感器获得的移动物体信号是频率介于 0.1~10 Hz 的低频信号, 选用合适的调理放大电路对传感器的微弱信号进行滤波和放大, 考虑探测器应用的环境和使用对象, 放大器必须具有较高的信噪比和极低的功耗, 在对信号进行放大和成形的过程中尽可能减少信号失真, 保证获得较多有用信息。同时要求放大器具有较宽的频带, 特别是满足低频信号的要求。这里采用的 MCP6144 运算放大器是 Microchip 公司最新推出的支持 5.5~1.4 V 供电的宽电压轨对轨运算放大器。它能够达到 600 nA 超低典型静态电流和 1  $\mu\text{A}$  最大静态电流, 在 1.4 V 供电时的静态功耗低于 1  $\mu\text{W}$ , 具有很低的失调电流、温度漂移及增益误差, 可以将系统的直流误差降低到最小。在 -65~+150 的环境温度下能保证正常工作, 降低了对电池质量的要求, 大大延长了电池的寿命, 非常适合电池供电的低功耗仪器。信号调理电路如图 2 所示。

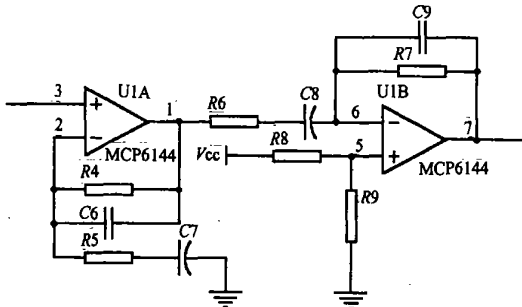


图2 信号调理电路

电路的传递函数:

$$\text{前级放大电路 } G_1 = \frac{S^2 + S(\frac{1}{R_5 C_6} + \frac{1}{R_5 C_7} + \frac{1}{R_4 C_6}) + \frac{1}{R_5 R_4 C_7 C_6}}{(S + \frac{1}{R_5 C_7})(S + \frac{1}{R_4 C_6})}$$

$$\text{后级放大电路 } G_2 = \frac{S}{R_6 C_8 (S + \frac{1}{R_6 C_8})(S + \frac{1}{R_7 C_9})}$$

电路对高频信号有很好的衰减, 是一个带通滤波器, 其极点均分布在复平面的左半部, 电路是稳定的。通过仿真, 得到电路频率响应曲线如图 3 所示。

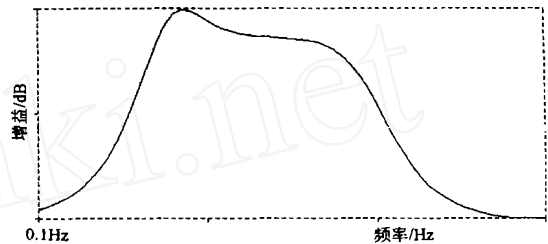


图3 电路频率响应曲线

### 1.2.4 入侵信号分析

信号调理电路输出的信号如图 4。热释电红外传感器接收到物体运动的信息, 这些信号数据间的关系蕴涵着相关对象的知识。通过对强白光、热风、固定频率转动物体、移动人体等典型物体运动实验数据的采集分析, 获得了信号的幅值、时间、格式、能量和周期等方面的特征, 同时获取环境温度等外部因素的量度, 可以充分获得运动物体的运动速度、运动方向方位及物体形体大小。在不同环境的温度下, 做到温度自动补偿和自适应调节阈值, 通过对物体产生的红外信号的多分辨率分析和特征提取结合模糊技术进行综合判别, 大大降低了误报率, 提高了探测器探测的准确性, 同时保证了探测的灵敏度, 增强了探测器的性能。

## 2 系统设计

### 2.1 硬件系统设计

系统采用 PIC12F675 单片机对信号调理电路输出的入侵信号进行分析判别。PIC12F675 是 Microchip 公司新推出的一款高性能 8 位 8 引脚超低功耗 RISC 单片机, 片上资源丰富, 非常适合于追求低功耗、低成本仪器的需要, 主要特点如下:

(1) 宽工作电压: 2~5.5 V;

(2) 低工作电流:

< 1.0 mA @5.5 V, 4 MHz,

20  $\mu\text{A}$  typical @2.0 V, 32 kHz,

< 1  $\mu\text{A}$  typical stand by current @2.0 V;

(3) 外部 DC-20MHz 振荡器/时钟输入, 也可用内部 4 MHz 振荡器;

(4) 片内 1 024  $\times$  14 字 Flash 程序存储器, 64B SRAM, 128B E<sup>2</sup> PROM;

(5) 片内有模拟比较器及内部 16 级可编程参考电压, 8 种比较模式;

(6) 片内带有 10 位分辨率的模拟/数字转换器 (ADC), 可编程 4 通道输入, 参考电压可选;

(7) 带 8 位预分频的 8 位定时/计数器 Time0, 带预分频器的 16 位增强型定时计数器 Time1;

平变化中断;

(9) 带有独立 RC 振荡电路的内部看门狗 (WDT), 上电复位 (POR) 电路, 上电定时器 (PWRT), 振荡定时器 (OST), 低功耗掉电保护电路 (BOD)。

(10) Sleep 下低功耗模式。

硬件结构如图 5 所示。

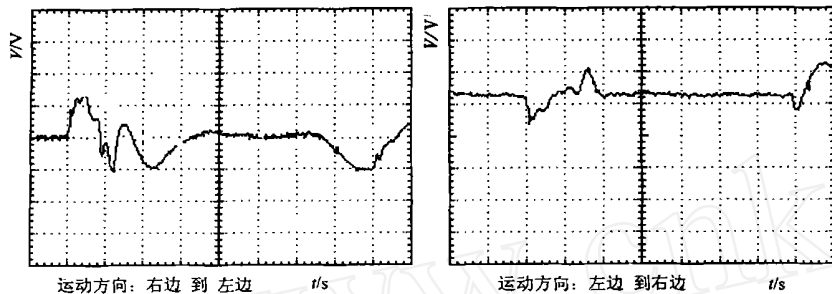


图 4 信号调理电路输出信号图

热释电红外传感器输出的入侵信号强度受背景温度的影响, 背景温度低, 入侵信号强度高, 背景温度高, 信号强度低, 影响探测器的灵敏度。因此, 笔者采用 Microchip 公司的 TC1047 低功耗温度传感器定时测定环境温度, 将温度值存储在 PIC12F675 的 E<sup>2</sup>PROM 中。根据环境温度值, 自动调整阈值, 做到温度补偿, 保证探测器的灵敏度。

### 2.2 软件系统设计

信号调理电路中的模拟信号送入单片机的模拟比较器进行比较。模拟比较器的参考电压根据环境温度及信号调理电路输出的静态电压设定, 比较器输出如有变化则立即触发单片机, 使单片机开始进行 A/D 转换, 将采集的信号进行能量、速度及相关性计算, 将结果送入模糊控制算法中进行计算判定; 同时从采集的信号中获得信号的方向、轮廓信息送入特征数据表格中进行查询判定; 综合两种判定结果, 确定是否报警。程序设计流程图如图 6 所示。

### 3 结束语

本系统通过采集分析多种典型移动物体在 PIR 信号调理电路中的输出信号, 从中提取出有效的特征信息并结合智能化算法, 按照超低功耗电路系统的设计原则选用超低功耗芯片。在软件设计上使系统大部分时间处于 Sleep 状态, 并定时测定环境温度参量, 利用 PIC12F675 丰富的片上资源, 研制成低功耗低误报率的非常适合民用的智能化 PIR 入侵探测器, 克服了一般 PIR 入侵探测器中采用物理方法或脉冲计数降低误报率的不足。

(8) 一个中断向量入口, 8 个中断源。具有引脚电

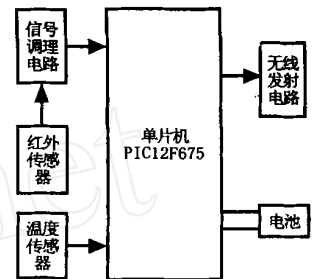


图 5 硬件结构图

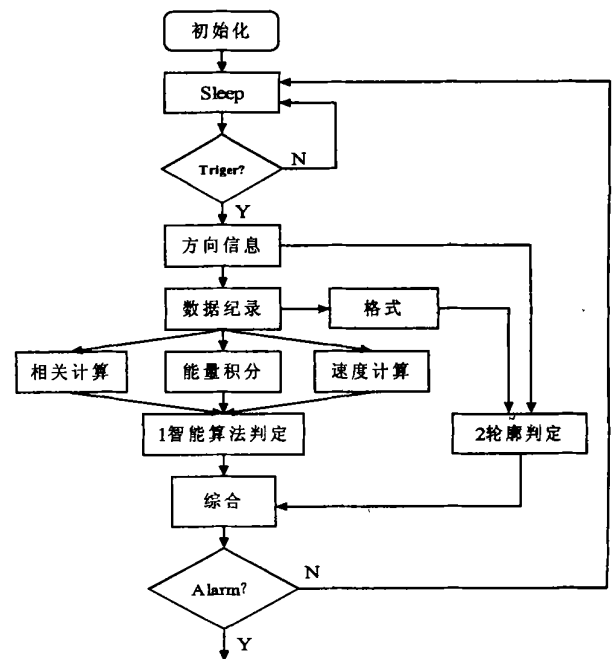


图 6 程序设计流程图

### 参考文献:

- [1] Infrared Parts Manual [Z]. Golab Corporation, 2000.
- [2] 30 Year of Passive Infrared Motion Detector a Technology Review [C]. Plenary Talk at IPTO/IRS2 Erfurt Germany, 2000 - 05.
- [3] Fresnel Lens Datasheet [Z]. Fresnel Technologies, Inc. 2001.
- [4] PIC12F675 Datasheets [Z]. Microchip, inc. 2002.

欢迎订阅 2004 年《测控技术》月刊  
 订阅代号: 82 - 533