

摘要：随着越来越多的儿童选择坐校车，儿童因滞留在校车内出现意外时有发生。为防止儿童滞留在校车内，设计了一种校车滞留儿童检测系统。系统采用 STM32 单片机作为控制模块，在校车的车门处安装了两组红外对管和一个数码管作为计数模块，在车内安装了人体热释电传感器和面式压力检测传感器作为检测模块，并以 SIM900A 为主要装置的报警模块。此系统在启动和停驻时都具有检测装置。通过实物模拟，此系统达到了要求。

关键词：防滞留；儿童；SIM900A；报警装置

中图分类号：TP277

文献标识码：A

文章编号：1006-883X(2020)02-0018-07

收稿日期：2019-12-04

校车滞留儿童检测系统的研究

刘宝宇 程进 邹卓成 赵佳麒 常创创 姚宇军 李光东 王骏琦 周子肖 余兴 邹小平

北京信息科技大学北京市传感器重点实验室，北京 100101

一、引言

随着经济的发展，交通越来越发达。如今许多家庭选择让自己的孩子乘坐校车出行，不仅可以避免孩子单独出行的安全问题，还能让家长减轻自身的负担^[1]。目前校车使用率不断提升的同时，校车的事事故率也在增长。校车的事事故大多是学生被遗忘在校车内，这样的事件屡见不鲜，主要原因是由于疏忽所致。为了避免疏忽而导致事故发生，设计一款具有提醒警示功能的校车滞留儿童检测系统是有必要的^[2]。

目前关于该领域的相关研究非常少，研究的主要方向是单个检测模块，报警机制也比较简单，仅仅通过单一的传感器检测，当监测到车内有儿童滞留，由控制器控制 GSM 模块向驾驶员或车主发出短信报警^[3]。还有一部分通过 51 单片机和 ZigBee 来实现无线传输的^[4]，虽然 51 单片机应用最广泛，但是 51 单片机不具备自编程能力，而且 STM32 性能更高，功耗更低。

目前，还没有检测儿童上下车，来对车内人数进行统计，只有通过红外对管来对车辆进行计数^[5]。开发一种车载儿童安全智能报警系统，避免安全事故的发生是很有必要的^[6-7]。当车门打开计数模块能够启动，

对上下车人数进行统计；当司机下车关闭车门后，检测模块检测车内是否有人，若有人，则由单片机控制报警模块进行报警，来提醒司机和校车运营方对车内儿童进行救助；若无人，检测模块继续工作。

此系统计数模块由两组红外对管构成，对于上下车人数的统计更精准；检测模块由两种传感器构成，比单一传感器更可靠；报警模块不仅能使预留手机收到短信和电话，还能通过手机控制系统的关闭；通过与上位机的联动，校车运营方不仅能实时得到数据，还能通过上位机控制系统的关闭，对系统的控制更加灵活。

二、系统设计

1、系统的总体框架

系统整体由控制模块、计数模块、检测模块和报警模块组成。控制模块由 STM32 单片机构成；计数模块主要由红外对管和数码管构成；检测模块主要由压力传感器和人体热释电红外传感器组成；报警模块由蜂鸣器、LED 灯、语音播放器、GSM 模块构成。当计数模块中的数码管显示为零时，系统通过检测模块检

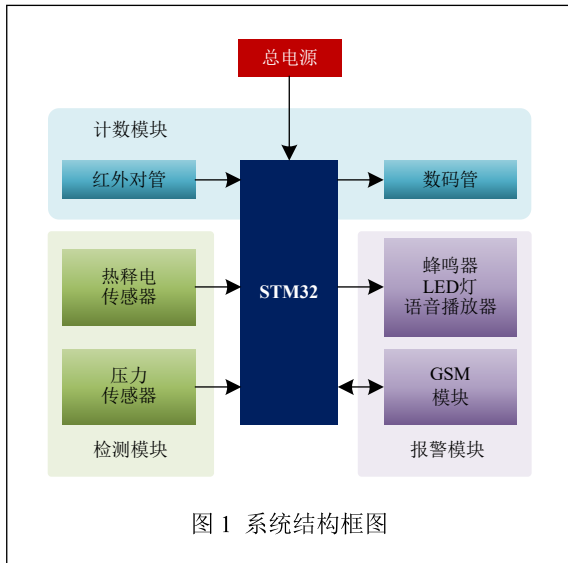


图1 系统结构框图

测是否有儿童滞留在车内，通过控制模块发出响应，启动相应的报警模块。系统结构图如图1所示。

2、系统的硬件设计方案

本装置由STM32

单片机、红外对管、热释电传感器、面式压力检测传感器、GSM通信模块、数码管、语音播放器、蜂鸣器、LED灯和开关构成。电路图原理图如图2所示。

(1) 系统的控制模块

本系统采用STM32单片机(STM32F103RCT6)作为信号的处理中心，主要负责两部分信号的传递：第一，通过计数模块中的两组红外对管来处理传递的信号，来判断儿童上下车，进而发送给数

码管显示数字的加减；第二，通过检测模块中的两种传感器检测人体信号来发送给报警模块，若检测到有人，单片机将进行信号处理和传递，继而报警模块工作。

(2) 系统的计数模块

系统的计数模块有两组红外对管和一个数码管构成。针对学生上下车设计了加减模式。每一组红外对管都由红外接收管和红外发射管构成^[7]。当红外发射管和红外接收管之间没有阻隔物时，会输出高电平的信号，数码管无显示；当红外发射管和红外接收管之间出现阻隔物时，会导致阻碍发射与接收之间接受信号，会输出一个低电平，数码管显示加减数字。

两组红外对管在同一水平线上，相距40cm，当人上车时先通过红外对管A再通过红外对管B时，数码管显示数字加1，即上车加1；当人下车时先通过红外对管B再通过红外对管A时，数码管显示数字减1，即下车减1。红外对管的排列如图3所示。不同的响应类型如表1所示。

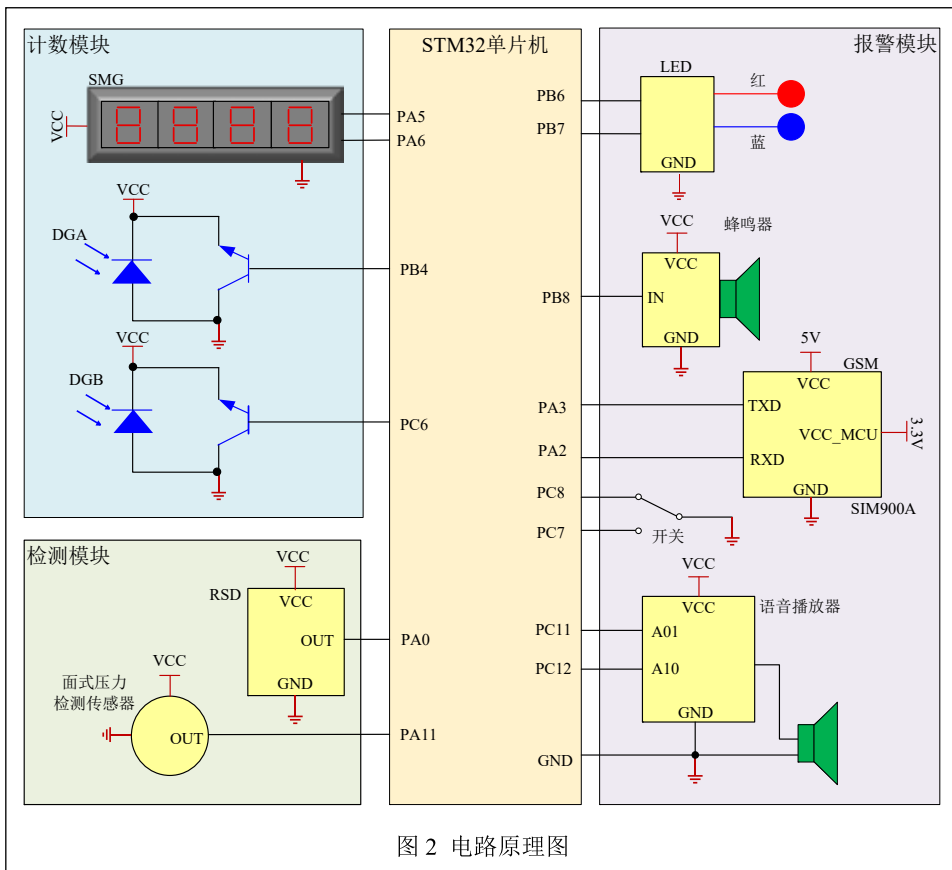


图2 电路原理图

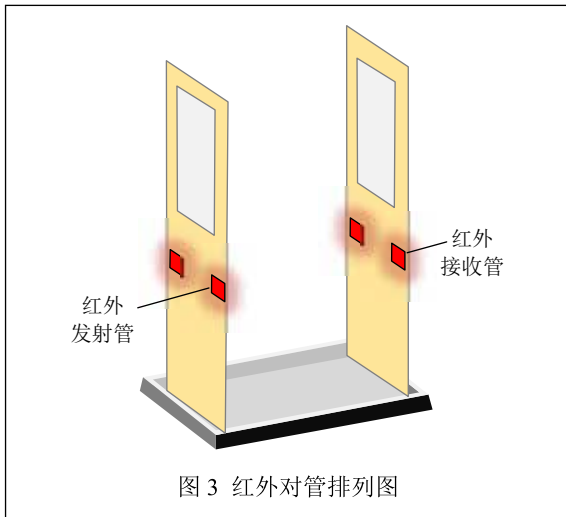


图3 红外对管排列图

表1 不同的响应类型

| 分类 | 状态 | 数码管显示 |
|----|------------------|-------|
| 无人 | 两组对管均为0 | 无 |
| 上车 | 先对管A: 1, 再对管B: 1 | 加1 |
| 下车 | 先对管B: 1, 再对管A: 1 | 减1 |

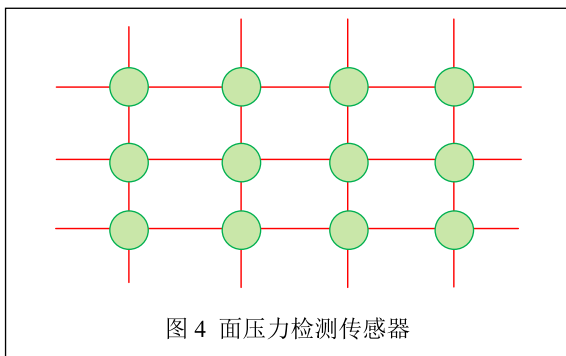


图4 面压力检测传感器

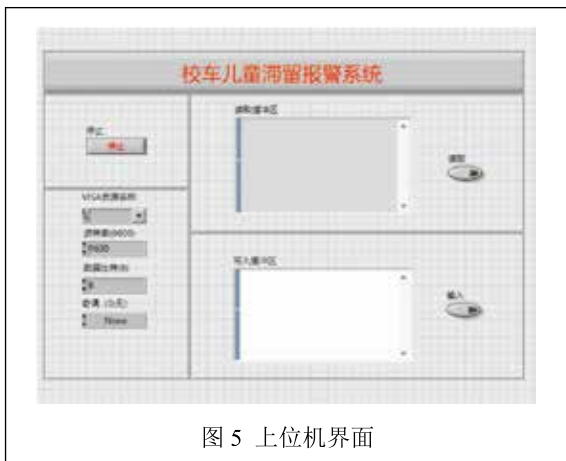


图5 上位机界面

(3) 系统的检测模块

检测模块主要用于当校车停驻时，检测车内是否滞留儿童。包括人体热释电传感器和面式压力检测传感器。驾驶员离车把开关拨到检测状态，启动检测模块，检测车内是否滞留儿童。两种传感器同时启动，一种是热释电红外传感器，即使人处于睡眠状态也能敏锐捕捉到人体散发的红外线，只要捕捉到就会启动蜂鸣器发出警报声，LED灯进行闪烁，继而播放器发出语音提示；另一种是面式压力检测传感器，如图5所示，当按钮被按下，蜂鸣器就会发出警报声，LED灯进行闪烁，继而播放器发出语音提示。

考虑到多种情况，如儿童可能会趴在地上睡着，只在座位安装压力传感器会检测不到，所以我们采用面式压力传感器，无论儿童处在什么地方，只要触碰到任何一个点，面式压力检测传感器都会感应到。面式压力传感器设计如图4所示，圆点代表压力检测传感器，直线代表导线，所有的压力检测传感器串联。

(4) 系统的报警模块

本系统的报警模块主要由SIM900A、蜂鸣器、LED灯、语音播放器构成。选用SIM900A芯片实现系统的远程信息交互。SIM900A是一种集成GSM和GPRS的模块，与单片机通过串口通讯。单片机可以通过AT指令集控制SIM900A模块发送报警短信。当蜂鸣器发出警报声，LED灯进行闪烁并且播放器发出语音提示时，系统自动给预留手机号发送短信和拨打电话。

系统通过发送短息和拨打电话提示司机，司机接收到信息后，可以通过手机控制报警模块，可通过发送短信stop，来停止报警系统的工作。

(5) 上位机的设计

通过市场调研发现校车运营方需要实时监测车内信息，我们通过使用Labview软件设计了一个上位机的界面。上位机界面如图5所示。此上位机可以与下位机进行交互，当下位机接收到信号时，可以把报警信号发送到上位机的读取缓冲区，使校车运营方实时监测；当上位机接收到下位机的信号时，可以通过写入缓冲区发送信号到下位机来控制报警模块的运行。交互信息流程图如图6所示。

3、系统的软件设计

本系统通过 C 语言编写程序，系统的流程图如图 7 所示。

首先查询工作状态，当司机打开空车车门把开关拨到计数状态，当儿童准备上车时，计数模块启动，通过两组红外对管来统计上车和下车人数。当儿童上车时，数码管加 1；当儿童下车时，数码管减 1。当无人上车或者数码管显示数字为零时，重新查询工作状态。当司机将开关

拨到检测模块时，热释电传感器和压力传感器开始工作，传感器检测后，若有儿童滞留，把信号发送给单片机，蜂鸣器开始发出警报声并且 LED 灯进行闪烁，此时 GSM 报警模块会把短信发送给之前预留的手机，并且拨打电话来对车内儿童进行救助。然后校车运营方可以通过上位机得到信息。最后进行复位。若无儿童滞留，会再次查询工作状态。部分软件设计如下：

主程序

```
#include "sys.h"
#include "delay.h"
#include "usart.h"
#include "usart2.h"
#include "smg.h"
#include "sensor.h"
#include "led.h"
#include "key.h"
#include "gsm.h"
#include "alarm.h"
char phone_num1[30]="AT+CMGS=\"18373149931\"";
char phone_num2[30]="AT+CMGS=\"18373149931\"";
char phone_num3[30]="18373149931";
char phone_flag=0;
int main(void)
{
    //u8 t=0;
    u8 No_recieve_stop=1;
    int times=0;
    int rec=0;
    // 各设备初始化
    delay_init(); // 延时函数初始化
    NVIC_PriorityGroupConfig(NVIC_PriorityGroup_2); // 设置 NVIC 中断分组 2:2 位抢占优先级, 2 位响应优先级
    uart2_init(9600); // 串口初始化为 9600
    KEY_Init();
    ALARM_Init(9999,1440);
```

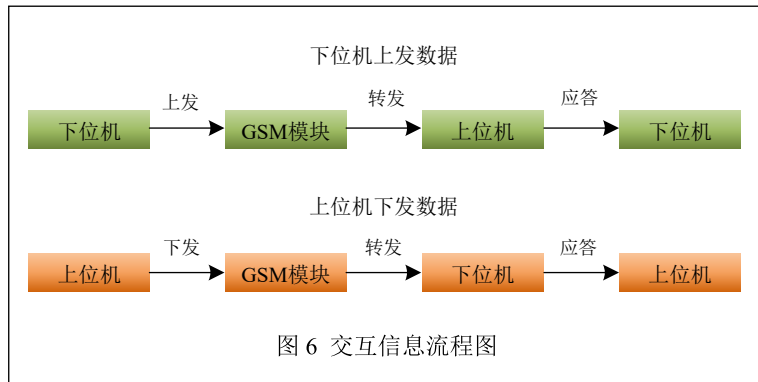


图 6 交互信息流程图

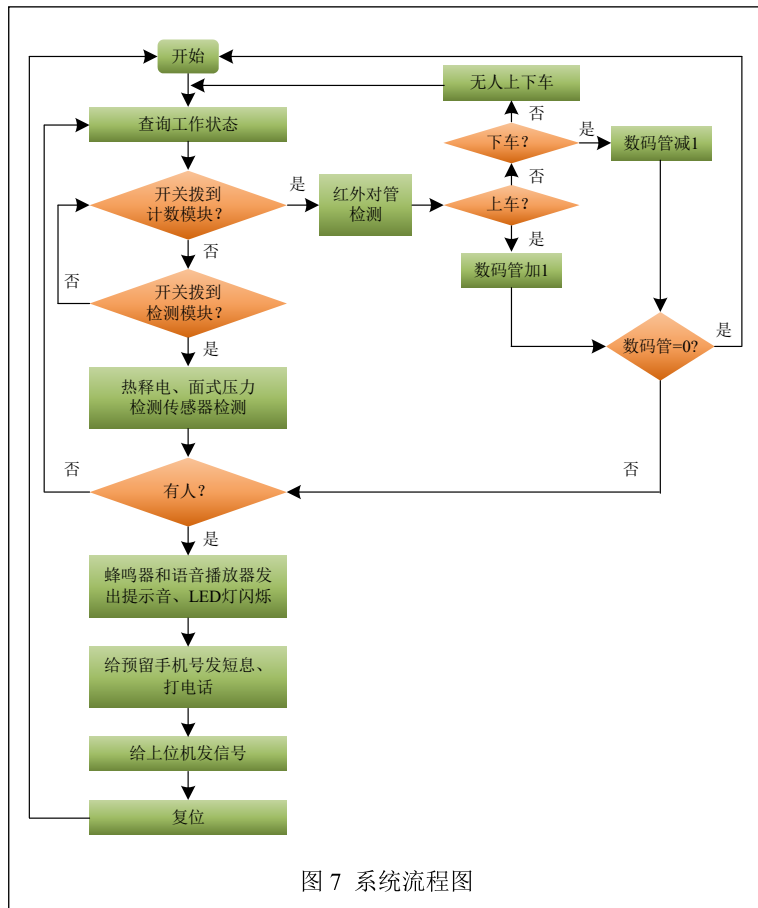


图 7 系统流程图

```

LED_Init();
SENSOR_Init();
SMG_Init();
receive_mode=1;
while(1)
{
    if(status_a== 0) // 开关拨向 a 端即执行计数功能
    {
        DG_status=1;
        SMG_Open(); // 打开数码管电源
        LED_Display(NUMBER);
    }
    else if(status_b==0) // 开关拨向 b 端即执行检测功能
    {
        DG_status=0;
        SMG_Close(); // 关闭数码管电源
        NUMBER =0;
        if(KEY1_flag==1) // 检测到传感器信号，执行报警
        {
            rsd_flag=0;
            KEY1_flag=0;
            Alarm_Buzzer_Control(1); // 打开蜂鸣器
            Alarm_Led_Control(1); // 打开警示灯
            MP3=0;
            send_text_message("Alarm!",phone_num1);
            phone_flag=1;
        }
        if(Find("CMTI"))// 等待用户发送反馈短信，如接收到
        反馈信心则关闭相应的报警设备
        {
            rec=read_message();// 读取短信内容
            if(rec==1)
            {
                if(Find("stop"))
                {

```

```

send_text_message("recieved",phone_num1);
Alarm_Buzzer_Control(0); // 关闭蜂鸣器
Alarm_Led_Control(0); // 关闭警示灯
LED0=1;
MP3_Close=0;
delay_ms(10);
No_recieve_stop=0;
}
}
times++; // 延时，如果延时之后单片机没收到反馈信息，
意味用户没有接收到短信，然后向用户拨打电话提示
delay_ms(100);
{
    if(times%500==0)
    {
        delay_ms(5000);
        UART2_SendString("ATD18373149931;\r\n");// 打
        电话指令，注意指令后面的分号不能少
        // 延时大约 3s
    }
}
if(times>10000000)
times=0;
}
}
}

```

三、系统的测试分析

系统的测试分析通过采用缩小比例的模型来进行分析，用 30:1 的比例进行验证。在此模型中，在门口处安装了两组红外对管和数码管，车内车座上安装压力传感器，车两侧安装人体热释电传感器，在车头安

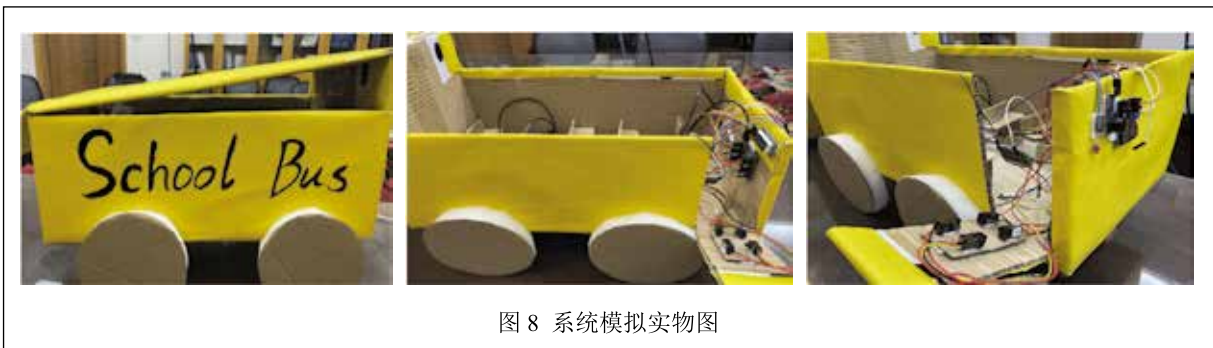


图 8 系统模拟实物图

表 2 计数模块测试结果

| 测试对象 | 上下车 | 通过次数 | 数码管加减次数 |
|------|-----|------|---------|
| 儿童 | 上车 | 15 | 加 15 |
| 儿童 | 下车 | 15 | 减 15 |

表 3 检测模块和报警模块测试结果

| 测试传感器 | 测试次数 | LED 灯闪烁次数 | 蜂鸣器鸣叫次数 | 语音播放器播报次数 | 接收短信和电话次数 |
|----------|------|-----------|---------|-----------|-----------|
| 人体热释电传感器 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 压力传感器 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |

装 GSM 等报警装置。实物如图 8 所示。

我们通过用人手来代替儿童测试此系统的功能。计数模块测试情况如表 2 所示。检测模块和报警模块测试情况如表 3 所示。

由表 2 和表 3 可以看出, 通过利用人的手代替儿童对计数模块、检测模块和报警模块进行测试。通过每个模块进行 15 次的测试, 每次测试均能成功。在本次选取次数的情况下此系统是非常可靠的。

四、系统的特点

(1) 由两组红外对管对车载人数进行统计, 结果更精准。

(2) 校车启动时, 通过红外对管来对车载人数进行统计; 校车停车时, 通过 STM32 单片机、传感器和 GSM 对车内是否有人进行检测, 若有人能及时报警和语音提示, 从而做到双重保障。

五、结束语

目前, 与校车儿童滞留报警系统相似的研究多数处于设计层面, 而且形式比较单一。本系统无论是在启动时还是停驻时都具有相应的检测模块。并且不仅仅只适用于校车, 还可以安装在儿童所乘坐的所有汽车上。该作品可以降低事故发生的可能性。同时该装置结构简单, 价格低廉, 易安装, 适用范围广。

参考文献

- [1] 高伟. 基于 ATmega16 和 TC35i 的校车防滞留系统设计 [J]. 计算机光盘软件与应用, 2014, 17(19): 73-74.
 [2] 成于思. 校车防滞留智能监测报警及救助系统 [J]. 电脑编程

技巧与维护, 2019, (01): 107-109, 131.

[3] 张永生, 张梦杰, 范金鑫, 刘琼琼, 游专. 基于 STM32F103 的车载儿童防滞留报警系统 [J]. 内燃机与配件, 2017(12): 132-133.

[4] 张燕, 任安虎, 田永毅. 校车防滞留检测报警系统的设计与实现 [J]. 电子测量技术, 2019, 42(06): 57-61.

[5] 黄文理, 叶晨. 智能车辆计数器的设计 [J]. 电子世界, 2018, (13): 115-117.

[6] 朱爽, 高强, 李本东, 许嘉欣. 校车防滞留报警系统设计 [J]. 科学技术创新, 2018, (31): 85-86.

[7] 张亚萍, 宗桂林, 鲁加宝. 儿童滞留校车报警系统的设计 [J]. 唐山学院学报, 2018, 31(06): 27-32.

Research on Detecting System for Children Forgotten in School Buses

LIU Bao-yu, CHENG Jin, ZOU Zhuo-cheng, ZHAO Jiao-qi, CHANG Chuang-chuang, YAO Yu-jun, LI Guang-dong, WANG Jun-qi, ZHOU Zi-xiao, YU Xing, ZOU Xiao-ping
 (Beijing Information Science and Technology University, Research Center for Sensor Technology, Beijing 100101, China)

Abstract: As more and more children choose to take the school buses, incidents of children forgotten in the school buses often occur. In order to prevent children from being forgotten in the school buses, a detection system is designed. This system uses STM32 single-chip microcomputer as the control module, two sets of infrared pair tubes and one digital tube as a counting module installed at the door of the school bus, human pyroelectric sensors and surface pressure sensors as a detection module installed in the bus, and a SIM900A as the core of alarm module. This system has detection

devices at startup and parking. The physical simulation show that this system meets the requirements.

Key words: Anti-forgotten; child; SIM900A; alarm device

作者简介

刘宝宇：北京信息科技大学，硕士研究生，研究方向为物联网技术与应用。

通讯地址：北京北四环 35 号教 3 楼 117 实验室

邮编：100101

邮箱：757311995@qq.com

程进：北京信息科技大学，北京市传感器重点实验室，副研究员，主要从事激光光纤声学传感器方面的研究。

邹卓成：北京信息科技大学，硕士研究生，研究方向为物联网技术与应用。

赵佳麒：北京信息科技大学，硕士研究生，研究方向为传感器技术与应用。

常创创：北京信息科技大学，硕士研究生，研究方向为物联网技术与应用。

姚宇军：北京信息科技大学，硕士研究生，研究方向为物联网技术与应用。

李光东：北京信息科技大学，硕士研究生，研究方向为物联网技术与应用。

王骏琦：北京信息科技大学，硕士研究生，研究方向为物联网技术与应用。

周子肖：北京信息科技大学，硕士研究生，研究方向为物联网技术与应用。

余兴：北京信息科技大学，硕士研究生，研究方向为物联网技术与应用。

邹小平：北京信息科技大学硕士生导师，北京市传感器重点实验室，研究员，主要从事物联网方面的研究。