

智能汽车防密闭救生系统设计

王啟坤, 刘以玄, 封 涛, 郑 洋, 卢志刚, 杨连彪, 莫献丽, 赵盛萍*

玉溪师范学院物理与电子工程学院, 云南 玉溪

收稿日期: 2022年9月22日; 录用日期: 2022年10月14日; 发布日期: 2022年10月25日

摘 要

随着科技的进步, 汽车的使用越来越广泛, 但随之而来的安全隐患也引起了人们的重视, 其中, 车内窒息是影响行动不便或年龄过小人员生命安全的重要隐患, 因此, 设计出一款避免婴幼儿被误锁车内而窒息的设计是十分有必要的。本设计综合分析现有相关研究的优缺点, 主要由人员监测单元、车内环境监测单元和警报单元三个部分构成, 增加了车内环境监测单元, 既可以进行车内空气质量监测, 又能够辅助车内状况判断。考虑到婴幼儿的特点, 在警报单元增加了播放音频功能进行安抚, 系统功能更加丰富, 人员警报、救治更加及时。

关键词

防窒息, 智能系统, GSM, 氧气含量监测

Design of Intelligent Vehicle Anti-Airtight Lifesaving System

Qikun Wang, Yixuan Liu, Tao Feng, Yang Zheng, Zhigang Lu, Lianbiao Yang, Xianli Mo, Shengping Zhao*

School of Physics and Electronics Engineering, Yuxi Normal University, Yuxi Yuannan

Received: Sep. 22nd, 2022; accepted: Oct. 14th, 2022; published: Oct. 25th, 2022

Abstract

With the progress of science and technology, the use of cars is becoming more and more widespread, but the accompanying safety risks have also attracted people's attention, which is an important hidden danger affecting the life and safety of people who are unable to move or too young, so it is very necessary to design a design to prevent infants from being locked in the car by mistake

*通讯作者。

文章引用: 王啟坤, 刘以玄, 封涛, 郑洋, 卢志刚, 杨连彪, 莫献丽, 赵盛萍. 智能汽车防密闭救生系统设计[J]. 软件工程与应用, 2022, 11(5): 1097-1104. DOI: 10.12677/sea.2022.115112

and suffocation. This design comprehensively analyzes the advantages and disadvantages of existing related studies, which is mainly composed of three parts: personnel monitoring unit, vehicle environment monitoring unit and alarm unit. The vehicle interior environment monitoring unit is added, which can not only monitor the air quality in the vehicle, but also help judge the conditions in the vehicle. Considering the characteristics of infants and young children, the function of playing audio is added in the alarm unit to pacify them, the system functions are more abundant, and personnel alarm and treatment are timelier.

Keywords

Asphyxiation Prevention, Intelligent System, GSM, Oxygen Content Monitoring

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

汽车进入家家户户，但随之而来的就是人身安全问题，特别是儿童以及缺乏行动能力的人在乘车过程中的安全问题。在车窗关闭、车门锁死的情况下，幼儿无法打开。如果是夏天，白天车辆露天停放，车内温度迅速升高，1 h 后车内环境趋于稳定。在强阳光直射条件下，室外温度大约 34 摄氏度，利用测温仪对车内温度进行测试，结果显示，车内温度超过了 50 度[1]。同时，车内空气在长时间不流通的条件下，氧气含量下降、二氧化碳浓度升高就会造成窒息，再加上现在车窗都贴膜，外界不易察觉车内情况，很容易导致幼儿中暑、窒息甚至死亡。

通过资料整理分析，国内外相关研究设计包括三个主要部分：车辆停止判断、人员滞留情况和报警功能设计[1] [2] [3] [4] [5]。

车辆停止判断，常见的方法有通过车门是否被锁、车辆是否熄火、GPS 模块判断车辆是否移动等方法。本设计认为车辆停止对防密闭救生的影响不大，并且可以用其他传感器对车辆内部情况的检测来代替该部分。

人员滞留情况，常见的方法有使用压力传感器、红外传感器等实现车内是否有滞留人员的监测，但是，重点要能够区分货物和婴幼儿。通过多传感器的配合检查可以更准确地对车内情况进行综合判断。

报警功能，常见的设计有向手机端发送报警短信等，方法有效但比较单一，考虑到婴幼儿的特殊性，本设计增加了安抚设计，可以播放音频进行安抚。

本文通过汽车内环境变化对儿童乘车造成安全隐患进行提前预警，设计基于 STC 89C51 单片机的防密闭救生系统，采用多传感器联动对车内人员以及车内环境进行有效地监测判断，能够及时对车内是否存在安全风险进行更有效的判断，并及时警报提醒[4] [5]。

2. 系统设计

2.1. 防密闭救生系统设计

本设计主要由人员监测单元、车内环境监测单元和警报单元三个部分构成，如图 1 所示。通过红外监测和压力感应进行车内是否有人检测，如果确定有人被锁车内，单片机就会报警提示，并通过 GSM 信号发送短信提示，并预留了电动机接口，模拟降下车窗[6] [7]。并使用 Keil C51 系统开发环境中编写程序代码和代码的调试。

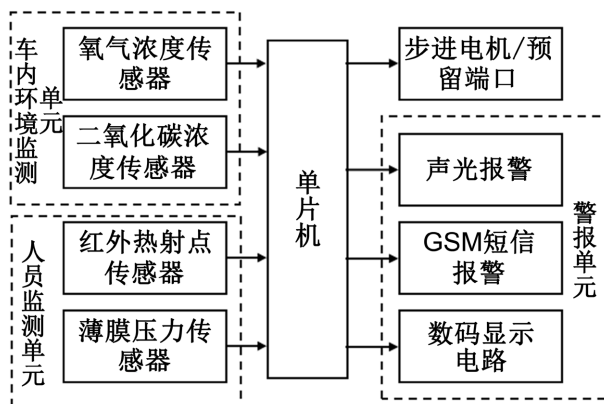


Figure 1. Composition of anti-airtight lifesaving system
图 1. 防密闭救生系统组成

红外热释电传感器：主要通过红外线检测人体。

薄膜压力传感器：通过压力判断是否有人遗留在车内。

声光报警电路：当检测到有人或出现紧急情况时，蜂鸣器产生报警，GSM 模块进行远程发送报警提示短信。

步进电机电路：检测有儿童遗留车内电机转动半周，模拟车窗下降。

氧气浓度传感器：检测车内氧气浓度。

二氧化碳传感器：检测车内二氧化碳是否超标。

数码管显示电路：数码管可以显示出当前的状态。

2.2. 人员监测单元

人员监测单元由红外热释电传感器和薄膜压力传感器组成，考虑到热释电传感器会受强光、温度变化的影响，造成检测出现较大的误差，加入压力传感器能辅助，通过红外检测和压力精确判断是否有人遗留车内[6] [7]。

红外热释电传感器模块(电路图如图 2)：红外热释电传感器探头在感应到人体时将信号传递到红外热释电传感器。传感器检测到人体时会输出一个高电平，发送到单片机进行信号处理。在本设计中，如果检测到有人时发光二极管会亮起，表示热释电传感器模块检测到人体。选用 XSC-ME003 人体感应模块，感应范围 7 米以内，符合车内检测需求。

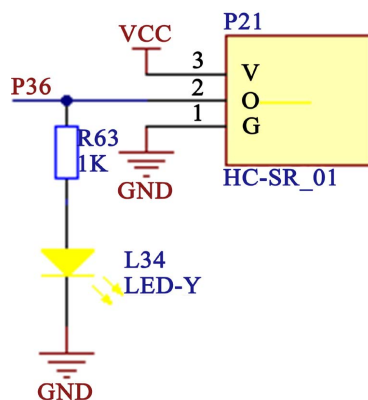


Figure 2. Circuit diagram of infrared pyroelectric sensor
图 2. 红外热释电传感器电路图

薄膜传感器(电路图如图 3): 薄膜压力传感器在系统中的作用是对车内人员做出感应, 不同于红外热释电传感器, 薄膜压力传感器是对压力或者重力做出检测, 所以在车内的所有不管人体或动物都可以感应。

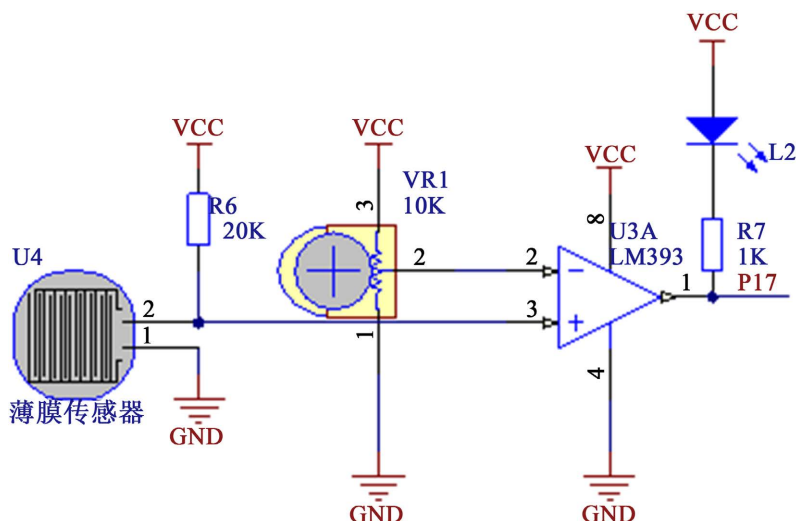


Figure 3. Circuit diagram of membrane pressure sensor
图 3. 薄膜压力传感器电路图

2.3. 人员监测单元

车内环境监测单元由二氧化碳检测模块和氧气浓度检测模块组成。空气不流通, 缺氧是车辆密闭窒息死亡的主要原因, 空气中正常含氧量为 21%, 人体的呼吸活动时二氧化碳含量由 0.09% 上升到 2.65%、氧气含量由 20.5% 下降到 17.1%。氧含量缺少时, 就会导致人员窒息, 是设计防密闭救生系统的重要考虑问题, 具体的氧气含量情况对人体的影响如下表 1 所示。基于上述分析, 本设计选用了 JXM-O₂ 系列氧气传感器采用电化学气体传感器, 检测范围为 10%~21%。同时, 为了提高车内环境判断的准确性, 添加了 SGP30 二氧化碳检测模块作为辅助, 对车内二氧化碳浓度进行检测。在系统启动时, 会自动检测车内二氧化碳浓度并反馈给单片机, 检测范围为 0.03%~5% [8]。

Table 1. Effect of oxygen content on human body
表 1. 氧气含量对人体影响

氧气含量	人体反应
12%~15%	呼吸急促、头痛、眩晕、浑身疲劳无力, 动作迟钝
10%~12%	恶心呕吐、无法行动乃至瘫痪
6%~8%	昏倒, 失去知觉
低于 6%	6~8 分钟死亡
低于 6%	6~8 分钟死亡

2.4. 警报单元

采用 GSM 移动通信系统实现通信和远程警报, 该系统主要是由交换网路子系统、无线基站子系统和移动终端设备三大部分组成。选用 SIM 800C 模块, 是一款四频 GSM/GPRS 模块, 为城堡孔封装。GSM

移动通信系统主要是由交换网路子系统、无线基站子系统和移动终端设备三大部分组成。在较偏远山区移动公司 SIM 卡仍有信号接收传输能力，所以选用移动的全球通 SIM 卡。SIM 800C 的使用可以实现超远距离信号传输。

GSM SIM 800 模块在本设计中的作用是对报警信号的发送。在检测到车内有人时，SIM 800C 会发送短信提示车主，车内有滞留人员。在车内有滞留人员情况下，车主也可以电话报警，为救援留足时间。

3. 系统软件设计

本设计主要实现两个主要功能：车内人体、氧气和二氧化碳检测以及当检测到人体处于时一系列报警动作。通过四个传感器分别对人体、氧气和二氧化碳进行检测，在同时检测到人体处于危险状态时，会发出报警信号，主要通过语音播报和短信提示车主，此后系统做出应急手段，电机转动模拟车窗的下降。如图 4 为系统工作流程图。

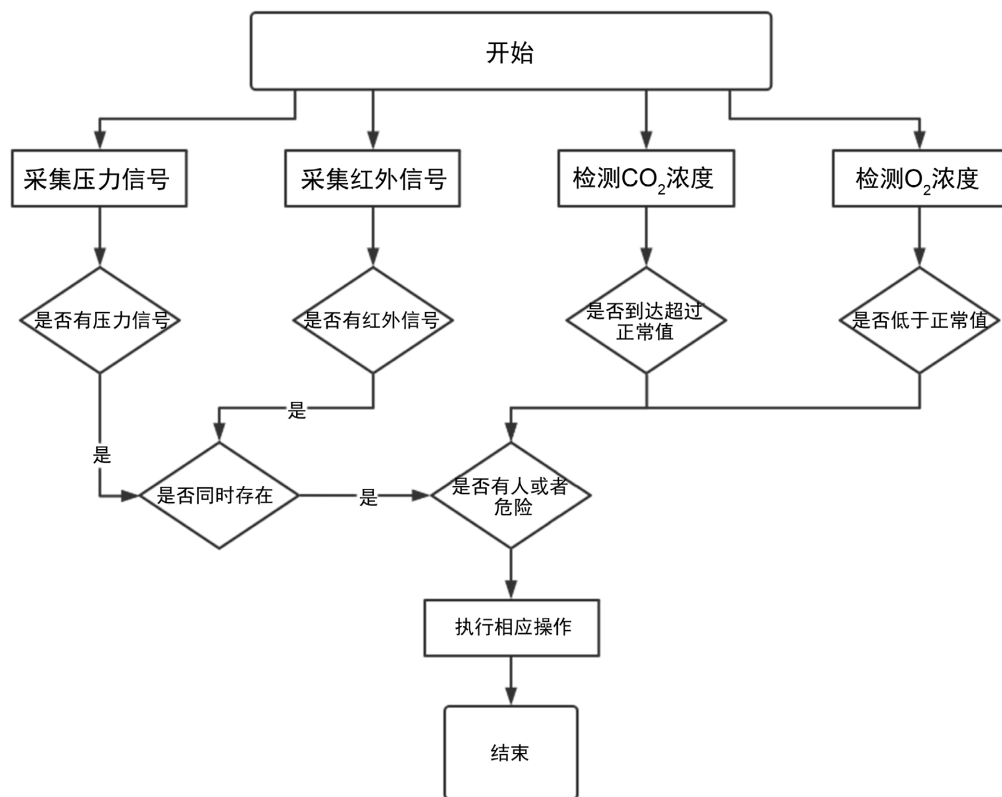


Figure 4. System work flow chart

图 4. 系统工作流程图

按下系统开始键，单片机初始化，最小系统启动，所有传感器开始检测。当红外热释电探头检测到人体发出的红外光谱时，热释电红外传感器将光信号处理转变为电信号，向外释放电荷，输出高电平；而薄膜压力传感器先采集传感器受到的压力，压力的变化会改变电阻阻值，电路输出电压也同时改变，此时，输出电压同设定值比较，高于阈值，则输出低电平，有信号传出。另外两个传感器进行车内氧气和二氧化碳的检测。当红外热释电传感器和压力薄膜传感器同时发出检测到人体信号而且出现氧气过低或者二氧化碳浓度过高的情况时，系统执行报警并开始播放家人提前设置好的语言对车内婴幼儿进行安抚，缓解焦虑情绪。如图 5 为报警部分流程图。

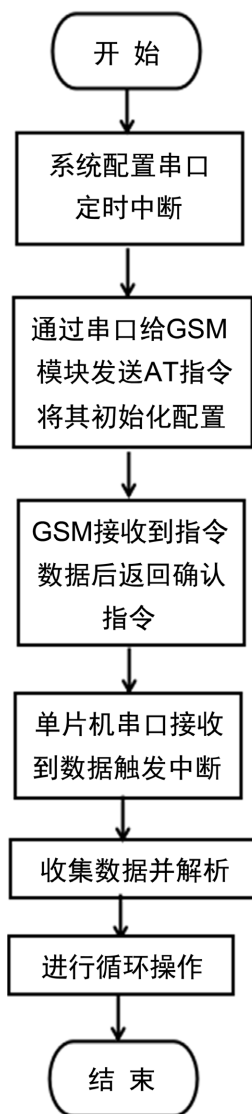


Figure 5. SIM alarm flow chart
图 5. SIM 报警流程图

短信报警模块在打开锡通后要经过配置串口定时中断，初始化 GSM 后开始工作，单片机通过 RS232 串口与 GSM 模块通信，使用标准的 AT 命令来控制 GSM 模块实现各种无线通信功能，当检测到车内有滞留人员时，单片机会将信号通过引脚输出到 GSM 模块，进而 GSM 模块发送短信提示车主。GSM 模块在报警信号启动前，需要对接收信息的 SIM 电话卡号进行设置。

4. 设备调试分析

4.1. 硬件调试

完成了硬件设计后进行调试分析，万用表检查电源和地是无短路，无接线错误或焊接出错。检查单片机与地之间的电压，为 1 点几 D 到 2 点几 V，单片机正常工作。如果单片机电压不对，则应检查最小系统，复位电路和晶振电路。上述硬件没问题后，对检测人体以及车内环境检测和报警等功能调试。图 6 为实物图。

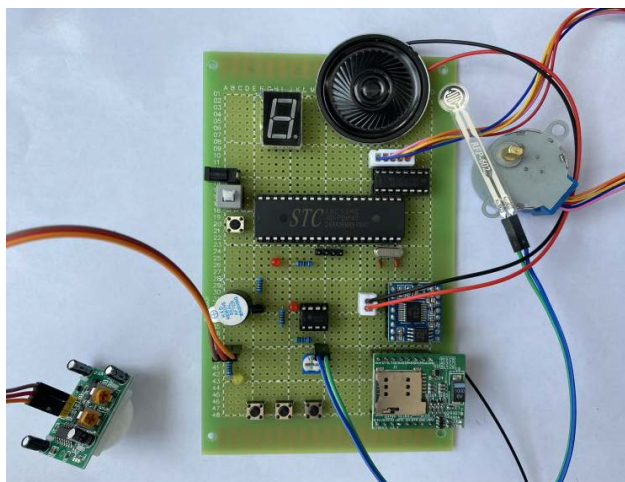


Figure 6. Physical picture
图 6. 实物图

4.2. 软件调试

对红外热释电传感器和压力薄膜传感器的调试：热释电传感器检测角度范围小于 100 度，应将它放置在感应人体小于 100 度的位置上，并调整好检测距离，避免距离太近，灵敏度过高，造成检测频繁，并且热释电传感器延时过大，容易出现检测到人体后不能及时输出信号的情况，要减小延时时长。

薄膜压力传感器较为简单，在设定电位器阈值后，压力传感器由于是与所受压力与阻值成反比，所以在受到压力越大，检测越灵敏，能够较好的重量变化进行检测。

氧气浓度传感器和二氧化碳传感器的调试只需要其能够在设定值内检测的相应浓度值即可。

对 GSM 模块调试：在系统通电后，用车主手机给系统所装的电话卡发送短信“PHONE SMS：车主电话号”，当所留手机号手机收到“Set End”时，表示 GSM 模块可以正常运行，并且可以接收到报警信息。

调整车内环境监测模块的阈值设定，在车上关闭车窗进行验证实验，能够较好的判断出车辆密闭、有人在车内，并发送短信发出警报并播放音频。

5. 结论

调试结果表明，设计的车内防窒息监测报警系统可以完成实时监测、车内环境检测、与车主通信、发出声音报警等功能，可以有效地保护车内婴幼儿。

本装置的创新之处有三点：

- 1) 多传感器同时工作，检测更加全面，能够对车内环境、人员情况做出更准确的判断。
- 2) 可发送短信并播放音频安抚婴幼儿，考虑到婴幼儿的特点，功能更全面。
- 3) 与其他研究不同，本设计没有设定车辆为静止状态，可以适用于运动过程中的驾驶员身体异常等特殊情况的密闭救生。

但是本设计还存在判断逻辑简单的问题，可以结合算法进行更精确的车内情况判断。此外，对应车辆密闭救生而言，最直接的解决方法为摇下车窗或破窗，本设计知识预留了接口，没有实现该功能。

基金项目

云南省地方高校联合专项 - 面上项目(202101BA070001-081)；云南省高校数学建模与数据分析重点实验室。

参考文献

- [1] 王星宇, 李康伟, 张帆, 孙海峰, 杨蟠, 李春华. 车内儿童防滞留系统的设计与实现[J]. 设备管理与维修, 2021(19): 114-117. <https://doi.org/10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2021.10.55>
- [2] 宋佳超, 林俊辉, 邢伟志, 张思涵, 蒋冰蕾, 吴文慧. 基于人脸年龄识别的车内儿童防滞留监测系统[J]. 电子制作, 2021(7): 23-25. <https://doi.org/10.16589/j.cnki.cn11-3571/tn.2021.07.007>
- [3] 王闯, 姚金杰, 樊亚红, 江润东, 赖城贤. 基于雷达及北斗定位的车内防遗监测系统[J]. 计算机测量与控制, 2019, 27(9): 32-36.
- [4] 王文乐, 郑鑫, 袁昊, 胡一品, 张轶, 季惠. 基于 Arduino 的车载儿童防滞留系统模拟设计[J]. 汽车实用技术, 2020(6): 56-58. <https://doi.org/10.16638/j.cnki.1671-7988.2020.06.018>
- [5] 王星宇, 李康伟, 张帆, 孙海峰, 杨蟠, 李春华. 车内儿童防滞留系统的设计与实现[J]. 设备管理与维修, 2021(19): 114-117.
- [6] 易立辉, 李忠任, 朱莹, 等. 车内智能防窒息系统设计[J]. 湖北农机化, 2019(20): 121.
- [7] 宋兆霞. LM324 的红外线报警电路设计及仿真[J]. 电子世界, 2021(4): 190-191.
- [8] 赵立经. “对人体吸入的空气与呼出气体的探究”实验改进[J]. 中学化学教学参考, 2021(20): 77.