

一种智能多功能车库的设计

张雪华¹, 张雪峰², 扬毛措¹, 蒋维^{1*}, 李琦^{1*}

¹青海民族大学物理与电子信息工程学院, 青海 西宁

²青海民族大学计算机学院, 青海 西宁

收稿日期: 2023年12月10日; 录用日期: 2024年3月5日; 发布日期: 2024年3月13日

摘要

阐述了基于STM32微控制器的多功能车位的设计与实现方法。从传统智能车库的不足出发, 详细讨论了多功能车库的硬件组成并给出了软件设计的方法。该系统主要由STM32微控制器、定位系统、烟雾传感器、灭火装置和洗车装置等组成。STM32微控制器作为核心控制单元, 负责实现各项功能的协调与控制。实现了车主自动定位车辆所在位置及自动灭火、洗车的功能。同时, 在软件设计方面, 我们采用了先进的算法和控制策略。经过实践验证, 本设计的功能已经得到有效实现, 车辆自动定位及灭火中的烟雾检测基本达到了标准的同时, 也降低了系统成本, 可靠性较高, 人机交互便利。

关键词

STM32F103C8T6, WIFI定位, iBeacon, ATGM336H-5N, MQ-2 (MQ-2 Gas Sensor)

The Design of an Intelligent Multi-Functional Garage

Xuehua Zhang¹, Xuefeng Zhang², Maocuo Yang¹, Wei Jiang^{1*}, Qi Li^{1*}

¹College of Physics and Electronic Information Engineering, Qinghai Nationalities University, Xining Qinghai

²College of Computer Science, Qinghai Nationalities University, Xining Qinghai

Received: Dec. 10th, 2023; accepted: Mar. 5th, 2024; published: Mar. 13th, 2024

Abstract

The design and implementation method of multi-functional parking space based on stm32 micro-controller are described. Based on the shortcoming of traditional intelligent garage, the hardware composition of multifunctional garage is discussed in detail and the method of software design is

*通讯作者。

文章引用: 张雪华, 张雪峰, 扬毛措, 蒋维, 李琦. 一种智能多功能车库的设计[J]. 电气工程, 2024, 12(1): 1-11.

DOI: 10.12677/jee.2024.121001

given. The system is mainly composed of STM32 microcontroller, positioning system, smoke sensor, fire extinguishing device and car washing device. As the core control unit, the STM32 microcontroller is responsible for the coordination and control of various functions. The car owner can automatically locate the location of the vehicle and automatically extinguish the fire and wash the car. At the same time, in terms of software design, we have adopted advanced algorithms and control strategies. After practice verification, the function of this design has been effectively realized, the automatic positioning of vehicles and smoke detection in fire fighting have basically reached the standard, but also reduce the system cost, high reliability, human-computer interaction is convenient.

Keywords

STM32F103C8T6, WIFI Locartion, iBeacon, ATGM336H-5N, MQ-2 (MQ-2 Gas Sensor)

Copyright © 2024 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

当今停车场已经成为各个地区不可缺少的公共场所，但是由于不合理的规划和停车管理不善，用户经常会出现无车位可用、找不到车位等问题。由于缺乏实时空位监测和自动寻车位与寻车功能。这导致用户在停车或寻车时难以快速找到空位和自己停车的位置，从而造成时间上的浪费。此外，传统车库中的车辆经常由于静电或充电而容易发生自燃事故，但这类问题通常难以被及时发现和处理。结合当今物联网技术的发展和地方方针政策等因素，我们提出了一种多功能智能车库，它采用传感器实现自动寻车位、寻车和测量空气的功能。该设计通过小程序实现人机交互，用户可以通过小程序提供的路线快速找到空车位；当用户需要寻找车辆时，也可以通过小程序迅速定位到车辆的位置。另外我们的车库通过在每个停车位上安装传感器，可以实现对空气烟雾浓度的实时监测，并在检测到异常情况时自动警报。这有助于我们更好的管理停车场的环境与资源分配。

2. 智能多功能车库的研究现状与政策支持

现有的绝大多数智能化车库仅提供自动化的进出口管理，却缺乏实时空位监测和自动寻车位与寻车功能，这导致用户在停车或寻车时难以快速找到空位和自己停车的位置因此，该智能车库不仅提高了车位管理和车辆查找的效率，而且可以实现实时环境监测和自燃风险的检测和解决，是一种具有前瞻性的创新方案。

科学技术是第一生产力，科技兴则民族兴，科技强则国家强。2021年12月24日，十三届全国人大常委会第三十二次会议表决通过修订后的科学技术进步法。此次修订通过健全科技创新保障措施，完善国家创新体系，破除自主创新障碍因素等，为走中国特色自主创新道路，促进实现高水平科技自立自强提供法治保障。科学技术进步法已自2022年1月1日起施行。

另外，《关于进一步完善城市停车场规划建设和用地政策的通知》明确提出，鼓励社会资本参与停车产业，推进建设用地的多功能立体开发和复合利用。智能停车是今后的发展趋势，想合理利用停车位，提高停车位的使用率、周转率，就得靠信息化，鼓励停车场纳入互联网信息平台，实现数据共享。

当下正是我国实现中华民族伟大复兴的关键时期，也是践行科技为民的重要时代，我们应当通过互

联网技术与人工智能技术来设计出更为便捷的车库系统，为人民提供更便捷的生活方式，提高人们的生活效率。

3. 系统整体设计方案

我们的设计以 STM32 单片机为核心控制系统，总体设计框图如图 1 所示，该设计主要具备寻找车位、寻找车辆的功能。我们在车库入口设有智能摄像头，该摄像头会收集车辆信息，另外在入口会提供二维码，用户可通过移动设备扫描二维码进入小程序，在找空车位时用户可以通过小程序快速的找到空车位，图 2 为车辆进入停车场流程图；当用户需要寻找车子时，也可以通过小程迅速定位到车辆的位置，图 3 为车辆离开停车场流程图。该智能多功能车库的定位方式分为室内、室外两种情况。室内定位导航，我们使用的是 WIFI 定位，车库中的每一个无线 AP (路由器) 都有一个唯一的 MAC 地址，通常无线 AP 基本是不会被移动的。在设备(比如：手机)开启 WIFI 功能后，可以搜索到周围的无线 AP 信号。不管无线 AP 是否加密，是否连接上设备，都可以获取到无线 AP 的 MAC 地址[1]。然后设备将获取的无线 AP 的 MAC 地址发送到位置服务器，服务器收到无线 AP 的 MAC 地址后就可以通过计算或推算设备的位置；显示空闲车位的位置，并规划好路线，方便车主及时、快速、高效的停车或寻车。室外我们则使用了 ATGM336H-5N，该方案简单高效，消耗低、高度集成且抗干扰性强。

另外我们还配备了烟雾检测设备，可以实现对空气烟雾浓度的实时监测，在出现车辆自燃冒烟等异常情况时，传感器将信号传向处理器，自动报警并控制水泵出水以便灭火，图 4 为车辆监测流程图。智能车位还配备了自助洗车功能，仅需通过按键开关或者小程序上的洗车选项这简单的人机交互就可以实现程序繁杂的洗车任务，图 5 为车辆洗车流程图。此外，如果在停车期间车辆出现特殊情况，如车辆刮蹭、人为破坏损坏等情况，服务器会立刻收到反馈，并通过小程序向用户反馈信息。

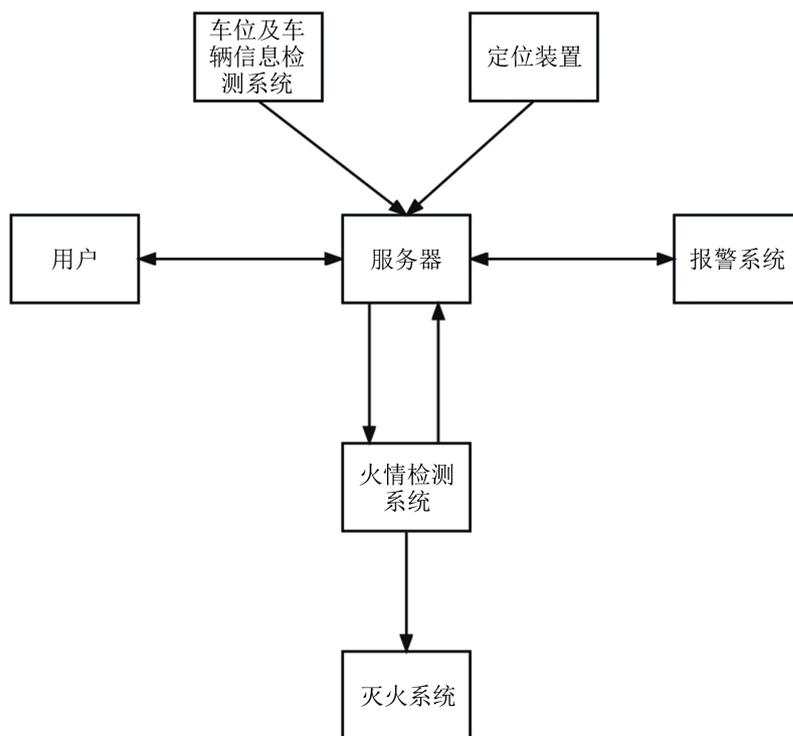


Figure 1. General block diagram of system design
图 1. 系统设计总框图

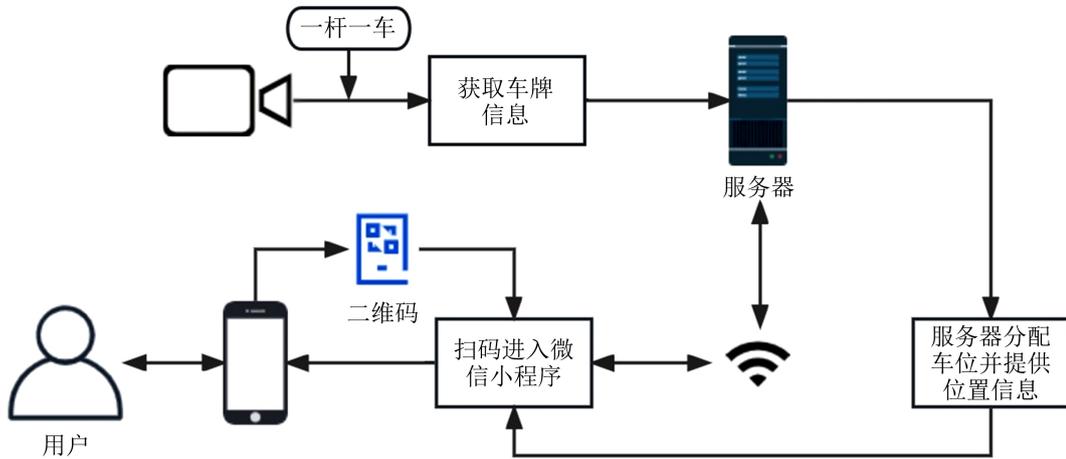


Figure 2. Flow chart of vehicles entering the parking lot
图 2. 车辆进入停车场流程图

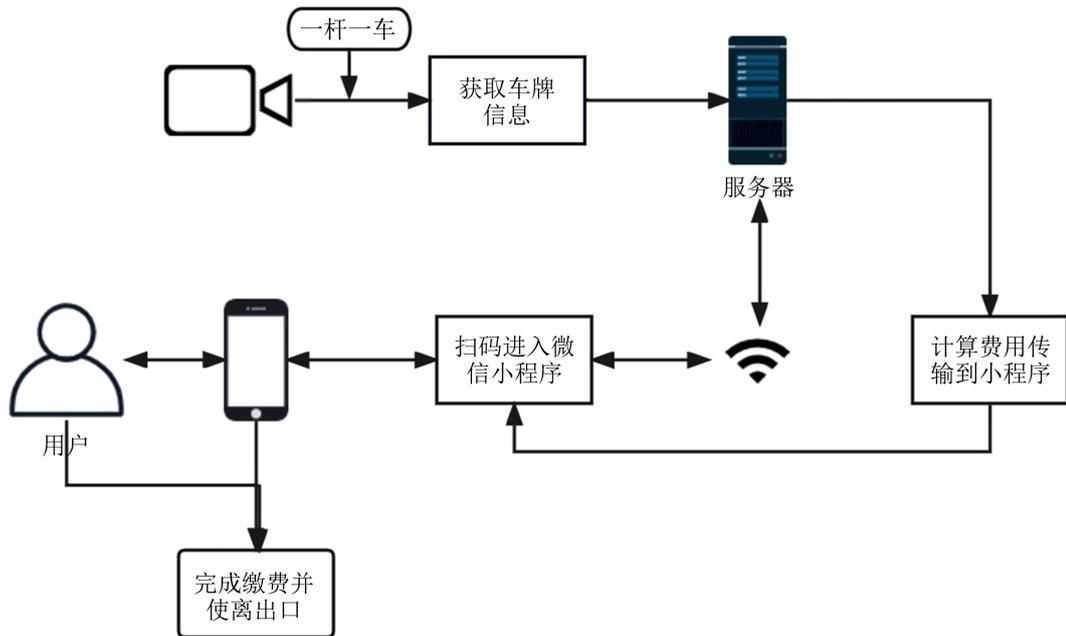


Figure 3. Flow chart of vehicles leaving the parking lot
图 3. 车辆离开停车场流程图

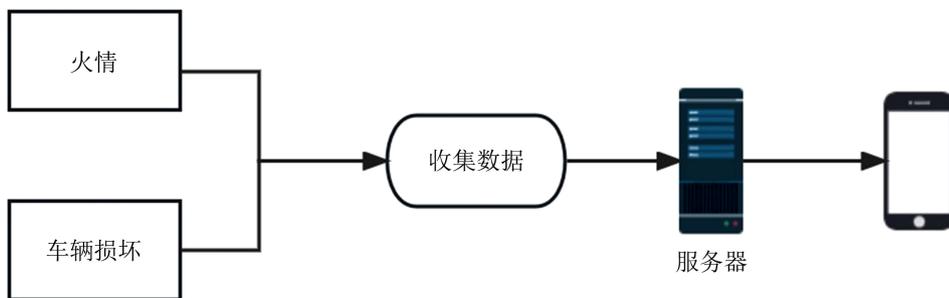


Figure 4. Flow chart of vehicle monitoring
图 4. 车辆监测流程图

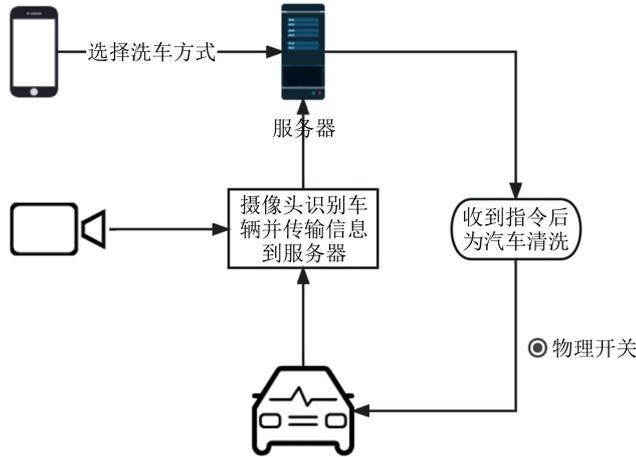


Figure 5. Flow chart of vehicle washing
图 5. 车辆洗车流程图

4. 系统硬件电路设计

总体构架包括单片机最小系统、无线 AP 的布置、服务器与用户端的信息交互、烟雾的测量与反馈，需要严格按照电子设计的要求。有关电路布局、元件焊接、组件排布等方面，要力求稳定、安全、可靠。

4.1. STM32F103C8T6 最小系统

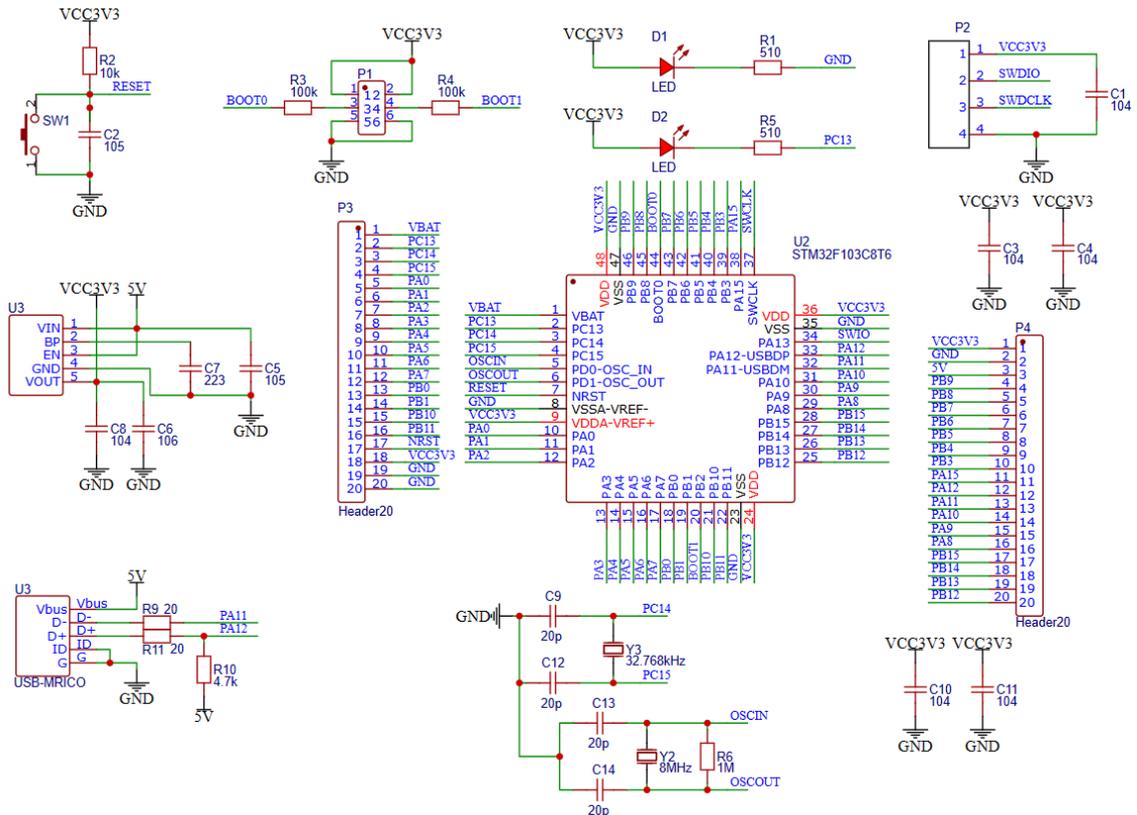


Figure 6. STM32F103C8T6 minimum system
图 6. STM32F103C8T6 最小系统

经过我们对数据、实际情况等因素的分析对比,最后我们决定采用 stm32 单片机作为主要控制模块,如图 6 所示。相比较其他的单片机,是一款使用起来十分方便快捷的单片机,STM32 是一种基于 ARM Cortex-M 架构的 32 位单片机系列产品,由 STMicroelectronics 公司开发和销售。作为一种高性能、低功耗、易于开发的微控制器,STM32 在嵌入式应用领域得到了广泛应用。STM32 系列单片机广泛应用于工业控制、汽车电子、医疗设备、通信设备、家庭电器、安防监控等各种嵌入式应用领域。

4.2. 室外车位定位导航的硬件设计

在室外,该系统选用国产中科微 ATGM336H,如图 7 所示,该模组具备高灵敏度,支持 BDS/GPS/GLONASS 卫星导航系统的单系统定位,以及任意组合的多系统联合定位的接收机模块,有着出色的定位导航功能,并支持 QZSS 和 SBAS 系统[2]。

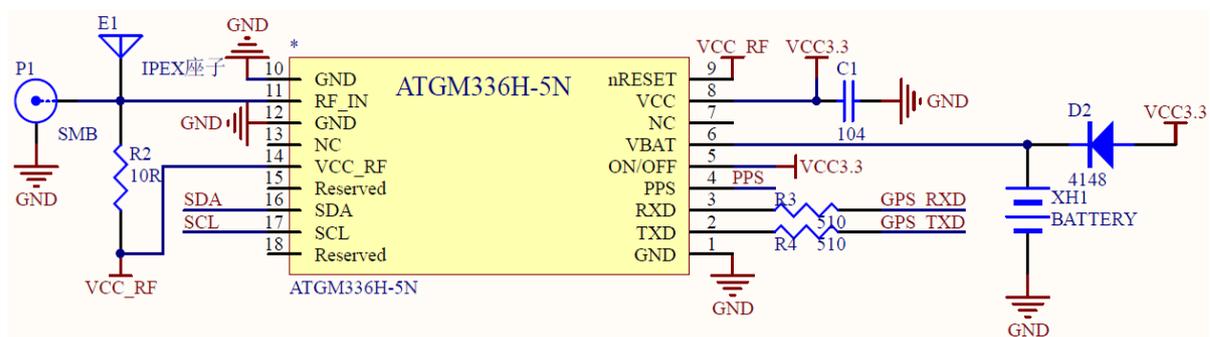


Figure 7. ATGM336H-5N module

图 7. ATGM336H-5N 模块

图 8 为系统读取的车辆的坐标,以供系统计算车辆驶向停车位的最佳路线。

```
$GNRMC,084852.000,A,2236.9453,N,11408.4790,E,0.53,292.44,141216,,A*75
```

Figure 8. Coordinate reading

图 8. 坐标读取

数据格式:度分格式,换算成地图的格式:

纬度: $ddmm.mmmm$ 北纬 $2236.945322 + (36.9453/60) = 22.615755$

经度: $dddmm.mmmm$ 东经 $11408.4790114 + (08.4790/60) = 114.141317$

4.3. 室内车位定位导航的硬件设计

由于北斗系统的定位精度在室内环境中受到信号衰减和多路径效应等因素的限制,这些会阻碍卫星信号的传播和接收,导致定位精度下降,使其在室内定位方面表现较差,所以我们选择 WIFI 定位来进行室内导航。

WIFI 定位在本系统中使用指纹算法,指纹算法类似于机器学习算法,分为两个阶段:

1) 离线训练阶段

需要室内定位区域划分网格,建立采样点(间距 1~2 m),使用 WIFI 接受设备逐个采样点采样,记录该点位置、所获取的 RSSI 及 AP 地址,对采样数据进行处理(滤波、均值等)。

2) 在线定位阶段

用户持移动设备在定位区域移动, 实时获取当前 RSSI 及 AP 地址, 将该信息上传到服务器进行匹配(匹配算法有 NN、KNN、神经网络等)得到估算位置[3]。

- 指纹算法相比较三角定位算法精度更高。
- 三角定位算法需要提前知道所有 AP 的位置[4]。
- 指纹算法需要提前绘制一幅信号 Map。

智能手机基于 WIFI 的室内定位应用, 更适合使用基于 RSSI 信号的指纹算法, 原因在于我们不需要提前知道所有 AP 的位置, 而且指纹算法可以应对 AP 位置或状态的改变。可以提前将测绘指纹数据库储存到服务器上, 移动设备在定位区域将自己得到的周围 AP 信息实时发送给服务器, 由服务器进行匹配并返回坐标位置给客户端。一旦 AP 状态或位置变化, 只需要更新定位区域数据库而并不需要在客户端作出改变[5]。

此外, 该智能多功能车库还提供了蓝牙室内导航系统——iBeacon。iBeacon 是苹果公司于 2013 年推出的一种低功耗蓝牙技术, 用于室内定位、距离感知和广告推送等应用。它采用蓝牙 4.0 (BLE) 技术, 主要由三个部分组成: iBeacon 硬件设备、iBeacon 应用程序和 iBeacon 云平台。iBeacon 硬件设备是一个小型的信标, 可以发射出低功耗的蓝牙信号, 告诉手机或其他设备当前位置的信息, 以及一些广告信息。将 iBeacon 硬件设备安装在室内的不同位置, 当用户的手机或其他支持蓝牙 4.0 的设备靠近 iBeacon 时, iBeacon 会发送蓝牙信号。手机或其他设备接收到信号后, 就能够知道自己所在的位置, 并将该信息传输给预先安装的 iBeacon 应用程序。iBeacon 应用程序根据接收到的信号数据, 计算出当前设备与 iBeacon 之间的距离, 从而确定设备所在的位置。场景中不同的 iBeacon 可以用于判断设备在该场景中的具体位置。iBeacon 在国内大多数场景下都在运用。如图书馆; 运用 iBeacon 的三角定位技术手段, 通过精准算法, 帮助用户在越来越庞大的图书馆建筑内部找到合适自己的线路, 引导读者在对的时间和对的地点找到心仪的、对的资源, 使连者突破时空维度的阅读需求在步入图书馆的一刻得到满足[6]。

4.4. MQ-2 烟雾传感器

为了实现烟雾报警功能, 我们采用了 MQ-2 型烟雾传感器作为检测设备, 如图 9。MQ-2 传感器具备重复性和长期稳定性, 在初始条件下表现稳定, 对烟雾的响应时间短且长时间工作表现良好。MQ-2 传感器应用气敏材料, 烟雾浓度越高, 相应的导电率越大, 输出电阻越低, 信号输出越大。当烟雾浓度超过设定值时, 传感器能够及时实现报警。从而 MQ-2 传感器可以快速准确地检测火灾情况, 及时传递报警信息。

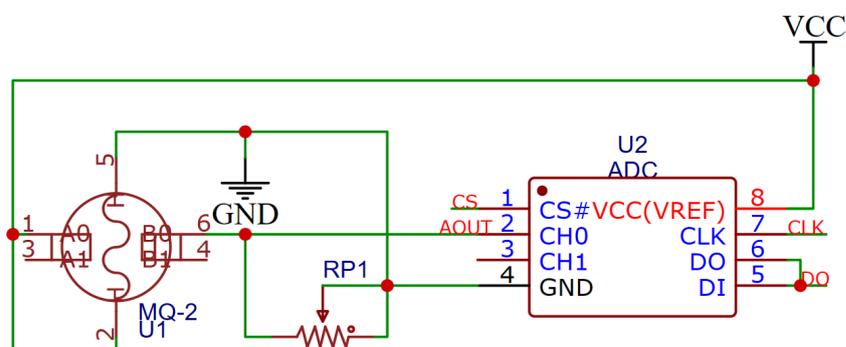


Figure 9. MQ-2 smoke sensor module

图 9. MQ-2 烟雾传感器模块

图 10 为测试过程中向烟雾传感器提供着火信号后,传感器的信号传递引脚检测到高电平。该模块会将信号传向控制器,随后控制器向灭火系统发送指令,执行灭火操作。图 11 为控制器向灭火系统发出灭火指令时的信号电平。待系统检测到火情得到控制时,控制器会停止发送指令,灭火系统自动停止工作,即信号电平恢复为低电平。

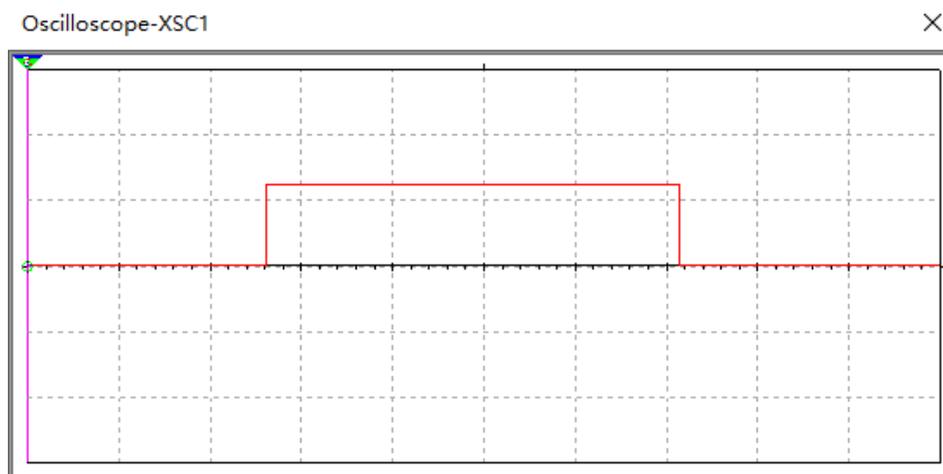


Figure 10. Level signal of smoke sensor

图 10. 烟雾传感器电平信号

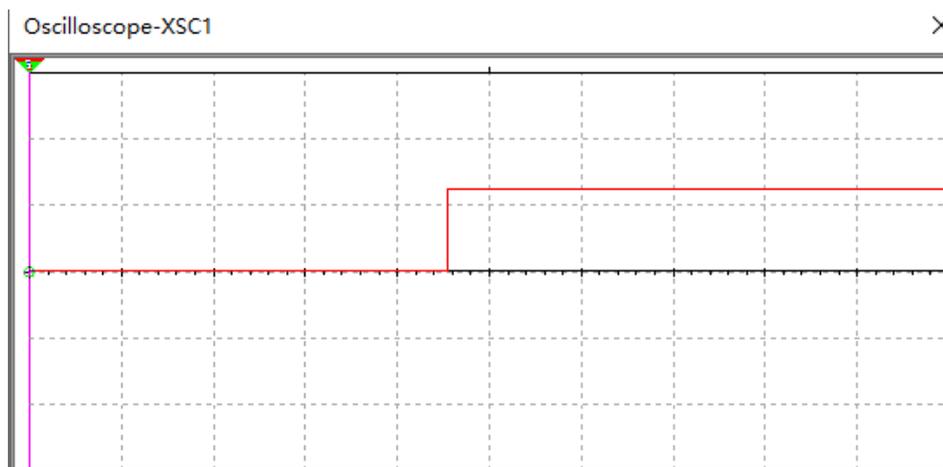


Figure 11. Level signal when the controller sends the fire extinguishing signal

图 11. 控制器发出灭火信号时的电平信号

5. 智能多功能车库成果分析

本设计通过一系列的设计与验证,最终我们通过调节软件硬件的参数,系统可读取坐标,并传输到地图供用户导航,且烟雾传感器检测到烟雾后可向控制器传递信息,然后灭火装置开始工作,另外,该系统的摄像头可获取车辆车牌信息并上传到控制器,程序自动划分车位,该设计可正常工作。在 MQ-2 烟雾传感器检测到物体燃烧产生的烟雾并且达到警报阈值的时候会正常工作,并向处理器传输数据及信息,并且控制的灭火装置会自动工作,反应灵敏。图 12 为读取坐标结果;图 13 为烟雾传感器工作图;图 14 为扫描车牌工作图;图 15 为车牌扫描结果;表 1 为功能测试结果。

```

接收
$GPTXT,01,01,
01,ANTENNA OK*35

$GNGLL,104838.000,3635.11702,N,1
0149.51268,E,1,08,3.0,2177.4,M,0
.0,M,,*4B
$GNGLL,3635.11702,N,1
0149.51268,E,104838.000,A,A*42

$GPGSA,A,3,05,12,15,25,,,,,,,,,4
.7,3.0,3.6*32
$BDGSA,A,3,07,10,
40,41,,,,,,,,,4.7,3.0,3.6*21
$G
PGSV,2,1,07,05,76,328,18,06,09,0
99,,12,13,213,27,15,27,190,38*70

$GPGSV,2,2,07,20,59,035,,25,18
,246,30,29,52,307,22*43
$BDGSV,
0,21,175,23,41,44,216,24*6D
$GN
RMC,104839.000,A,3635.11688,N,10
149.51248,E,0.00,34.96,030523,,
A*4A
$GNVTG,34.96,T,,M,0.00,N,0
.00,K,A*1B
$GNZDA,104839.000,03
,05,2023,00,00*4A

```

Figure 12. Reading the coordinates

图 12. 读取坐标

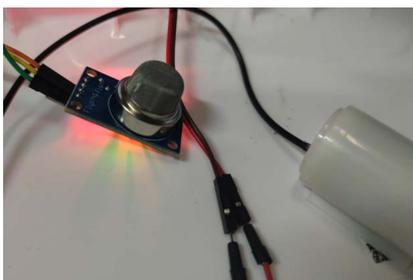


Figure 13. Smoke sensor in action

图 13. 烟雾传感器工作



Figure 14. Scanning the license plate

图 14. 扫描车牌

```

京N·8P8F8

```

Figure 15. License plate scan results

图 15. 车牌扫描结果

Table 1. Functional test results
表 1. 功能测试结果

	车牌扫描	火情检测并灭火	车位分配
检测次数	50	50	50
成功次数	50	48	47

6. 对比分析

智能停车系统在国内外都有不同程度的应用。国内：中国的城市化进程加快，停车难成为了一个社会问题，因此智能停车系统开始在国内得到广泛应用。目前，国内的大型商场、医院、机场、高速公路服务区等场所都推广了智能停车。智能停车系统通过无线电信号、红外线感应、车牌识别等方式实现车辆自主停放和调度，大大提高了路边停车的效率和便捷性。国外：欧洲、美洲等地的一些城市，智能停车系统也逐渐得到了广泛的应用。例如德国的一些城市，早已经开始推广了 P + R (park and ride) 系统，即在城市的闹市区外设置停车场，人们可以停车后乘坐公共交通工具到达目的地，这样可以减少城市内部的车流。另外，美国也积极研发智能停车系统，目前这些系统主要应用于许多大城市的市政停车场，例如芝加哥、纽约、旧金山等地的停车管理局正在使用这些系统来优化停车场的管理，提高停车的效率和安全性。

通过对国内外现有产品的对比分析可知，这款智能车位给人们提供了更好的服务水平，为了解决城市停车难的问题而设计的一种创新型停车方案。相比传统普通多功能车库，智能车位更为智能、高效、自动化。通过智能化的设备，无论是进入车库、寻找车位、停车，还是离开车库，都能够得到更加便捷的体验。在汽车出现自燃等意外情况时，车位会保证车主的人身及财产安全。此外，智能车位还可以更为有效地利用停车场的空间资源，提高城市停车空间的利用率，缓解城市交通压力，对于城市的可持续发展也具有重要意义。所以智能多功能车库具有一定的实用性和很好的市场前景。

7. 结束语

智能多功能车库，领先科技智慧汇聚，为用户提供更加智能化、便捷化的停车解决方案，致力于将先进的科技与创新融入车库系统，通过智能导航、车况检测等功能，为用户带来无与伦比的停车体验。我们更注重环保，通过智能能源管理系统，最大化减少能耗，共同为可持续发展贡献力量。在安全方面，智能多功能车库采用高级监控和预警系统，确保用户车辆和个人安全无忧。无论用户是商务出行还是日常生活，智能多功能车库都将满足用户的需求。舒适、高效、智能是本系统的承诺，让智能多功能车库为用户的停车体验增添一份便捷和创新。智能多功能车库，引领人们新的停车体验。

基金项目

青海民族大学 2023 年度大学生创新创业训练计划资助。

参考文献

- [1] 颜丽华. 基于 CSI 和 PDR 的室内人员轨迹跟踪方法研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 西北师范大学, 2021.
- [2] 李志华, 刘亚, 王静宜, 周伟. 基于 RDSS + 4G 双网传输的 GNSS 车载定位终端设计[J]. 智能矿山, 2023, 4(7): 61-66.
- [3] 刘宏刚. 基于神经网络的室内定位算法的研究与实现[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京工业大学, 2018.
- [4] 吴树坤, 王新珩, 董育宁. 基于智能手机的多传感器结合室内定位[J]. 计算机技术与发展, 2019, 29(1):

178-181+187.

- [5] 林志, 茆云霞. 一种基于 WIFI 信号指纹的室内定位技术[J]. 信息通信, 2017(7): 153-156.
- [6] 刘丽. 基于 iBeacon 的高校图书馆室内定位技术的研究与实现[J]. 四川职业技术学院学报, 2023, 33(1): 154-158.