
2023 届全国大学生嵌入式
芯片与系统设计竞赛芯片应用赛道



基于博流开发平台的智能安防系统设计

团队编号：12129

团队名称：虹悦城附属鼠鼠乐园

目录

摘要	4
1 设计概述	5
1.1 设计目的	5
1.2 应用领域	5
1.3 主要技术特点	5
1.4 关键性能指标	6
1.5 主要创新点	6
1.5.1 蓝牙配网	6
1.5.2 无线组网	6
1.5.3 无线图传	6
1.5.4 应用设计	7
2 系统组成及功能说明	7
2.1 整体介绍	7
2.1.1 智能门锁子系统	7
2.1.2 智能猫眼子系统	9
2.1.3 智能监控子系统	10
2.2 硬件模块介绍	11
2.2.1 主控模块微控制器 1	11
2.2.2 主控模块微控制器 2	12
2.2.3 蓝牙通信模块	12
2.2.4 WIFI 通信模块 1	13
2.2.5 WIFI 通信模块 2	13
2.2.6 LCD 显示模块	13
2.2.7 摄像头模块	14
2.2.8 音频模块	14
2.2.9 指纹模块	15
2.2.10 舵机模块	15
2.2.11 矩阵键盘模块	15
2.2.12 EEPROM 模块	16
2.3 软件模块介绍	16
2.3.1 智能门锁子系统软件设计	16
2.3.2 智能猫眼子系统软件设计	19

2.3.3 智能监控子系统软件设计	22
2.4 手机应用介绍	23
3 完成情况及性能参数	23
3.1 外设性能参数	23
3.2 无线性能参数	24
4 总结	25
4.1 可扩展之处	25
4.1.1 手机应用优化	25
4.1.2 音频功能优化	25
4.1.3 云端平台优化	25
4.1.4 无线图传优化	26
4.1.5 屏幕显示优化	26
4.1.6 密码修改优化	26
4.2 心得体会	26
5 参考文献	27
6 附录	27

摘要

伴随电子信息技术的高速发展，随着人工智能领域的高速发展以及物联网领域的快速扩张，智能家居的风潮在全球各地兴起且已经在全国各地呈现普及趋势。同时，随着文明的发展，人们的安全意识同样开始提高，大家开始逐渐重视安防系统在自己日常生活中的运用。

故基于上述社会背景，本次比赛提出一款多功能的智能安防系统设计，该智能安防系统，其囊括了智能电子猫眼、智能电子门锁以及智能电子监控三个安防子系统，以及设计利用无线信息传输的功能完成三个子系统的协同运作以组建成完整的安防系统。对比其他市场产品，使用者可以通过该智能安防系统完成安防系数的提高，为自己带来更大的安全保障。

本智能安防系统所设计的功能对于实际的应用场景是十分重要的，其深入每个家庭的实际应用场景，基于实际的使用情况和实际的使用需求完成本系统的相关设计如：智能监控可以检测家门前是否有人并向远端发出报警信息、智能门锁的指纹识别功能能够免去带钥匙以及忘带钥匙的烦恼、电子猫眼能够看到门前图像信息以及语音信息提示输出等新技术功能，能够对当代安防领域的安全系数起到较好的提高作用。

关键字：智能安防，物联网，源生无线功能

基于博流开发平台的智能安防系统设计

涂佳轶 刘金硕 伏广杰

1 设计概述

1.1 设计目的

随着人工智能领域和物联网领域的发展，智能家具已经在全国各地呈现普及趋势。随着文明的发展，人们的安全意识同样开始提高，大家开始逐渐重视安防系统在自己日常生活中的运用。故本次比赛基于此社会背景提出一款多功能的智能安防系统设计，该智能安防系统囊括了智能电子猫眼、智能电子门锁以及智能电子监控三个安防子系统，最后利用无线信息传输的功能完成三个子系统的协同功能组建成完整的安防系统。对比其他产品，使用者可以通过该智能安防系统完成安防系数的提高，为自己带来更大的安全保障。

1.2 应用领域

伴随电子信息技术的高速发展，智能化产品市场不断扩张，安防系统逐渐与智能化相结合，对人们的生活方式产生了巨大影响。越来越多的人开始重视家庭安全问题，本智能安防系统深入每个家庭的实际应用场景，基于实际的使用情况和实际的使用需求完成本系统的相关设计。本智能安防系统所设计的功能对于实际的应用场景是十分重要的，如：智能监控可以检测家门前是否有人并向远端发出报警信息、智能门锁的指纹识别功能能够免去带钥匙以及忘带钥匙的烦恼、电子猫眼能够看到门前图像信息以及语音信息提示输出等新技术功能，能够对当代安防领域的安全系数起到较好的提高作用。

1.3 主要技术特点

在开发平台的选择上，因本系统设计需要进行信息的协同传输，在经过方案对比后，选择利用无线射频技术完成信息的协同传输，故选择博流的开发平台 BL618 开发板，其具有低功耗以及片内无线射频的优点。在外设的选择上，我们结合当今智能安防领域的背景信息以及深入调研相关产品，进行了功能的设计，最后选择了基于 IIC 和 DVP 接口的 Camera 外设和 LCD 屏幕完成电子猫眼的功能，利用 ES8388 芯片进行语音输出完成提示以及利用指纹模块完成智能门锁指纹识

别的功能；将利用这些外设实现的功能合理地分配至三块开发板上形成不同功能的子系统，最后利用 WIFI 的无线高速传输功能完成信息的协同传输。

1.4 关键性能指标

本次比赛项目所选择的方向侧重于智能网关方向，故本系统的关键性能指标从两方面进行入手。第一方面，是各个子系统上的相关外设运行时的性能指标；第二方面是整个系统在利用无线网络进行信息协同传输方面的性能指标。

对于相关外设的性能指标，团队对所使用到的部分重要外设进行相关调研以及分析，首先，团队分析了 Camera 外设进行图像采集并在 LCD 屏幕上完成显示的帧率；其次，团队分析了语音提示信息，即音频输出的音频质量；然后，团队分析了指纹模块对于指纹录入、指纹删除以及指纹识别的准确性以及灵敏性；最后，团队分析了利用 PWM 波输出控制模拟舵机旋转的准确性。

对于无线传输的性能指标，团队对整个完整系统进行了联合调试，对其反应速率以及信息的传输有效率进行了测试。

1.5 主要创新点

1.5.1 蓝牙配网

本安防系统的每个子系统可以利用蓝牙的信息传输功能并通过自主研发的手机 APP 完成 WIFI 账号密码发送后的获取，其中蓝牙的功能实现未依靠外挂模块，而是利用芯片内部集成的蓝牙功能实现，其对比传统的串口蓝牙模块具有更高的传输速率和响应速度，开发板利用获取到的账号密码完成无线网络的连接。

1.5.2 无线组网

本安防系统的每个子系统在连接至无线网络之后，可以自动完成组网操作。无线组网是利用 WIFI 网络实现，其中 WIFI 的功能实现依靠芯片内部集成的相关功能，未依靠其他模块，相比较于传统的 AT 指令实现，其响应速率更高、传输更稳定。每个子系统可以利用云端平台获取信息或者发送信息，比如每个子系统能发送经外设采集处理后的安防信息，能够达到较好的信息的协同传输。

1.5.3 无线图传

本安防系统下的智能猫眼子系统具有无线图传的功能，手机端连接至和智能

猫眼子系统相同的无线局域网下，开发板和手机进行局域网直连，这样智能猫眼子系统就能够将其实时采集到的图像信息发送至自主设计的 APP 的页面，以达到图像实时传输的功能。

1.5.4 应用设计

为更适配本次安防系统的设计以及体现嵌入式开发中软硬件结合的思想，本团队利用 Android Studio 软件进行了智能安防系统 APP 的开发。在该应用上，设计了主页面、蓝牙配网页面、图传显示页面以及相关外设的操作页面。

2 系统组成及功能说明

2.1 整体介绍

本智能安防系统主要由三个子系统组成，其分别为：智能门锁子系统、智能猫眼子系统以及智能监控子系统。三块子系统之间依靠 WIFI 组网完成信息的协同传输。其完整系统示意框图如图 1 所示，完整系统实物图如图 2 所示。



图 1 完整系统框图



图 2 完整系统实物图

2.1.1 智能门锁子系统

智能门锁子系统实现的功能有：蓝牙配网、无线组网、指纹识别、开门密码

掉电储存、密码修改、指纹增加或删除的功能，同时为了使和用户的交互性更好，设计了 LCD 屏幕显示相关提示信息。其子系统框图如图 3 所示，子系统实物图如图 4 所示。

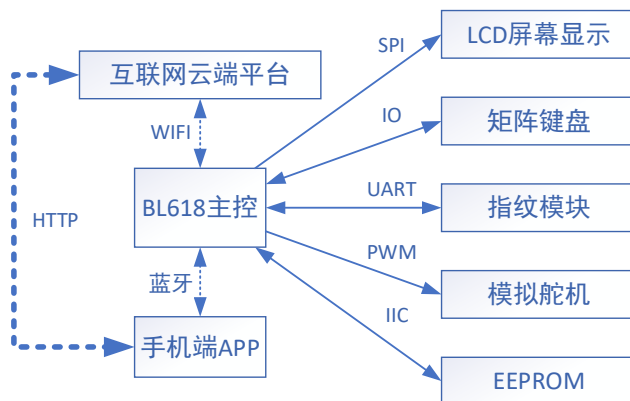


图 3 智能门锁子系统框图



图 4 智能门锁子系统实物图

1. 无线功能

如图 3 中所示，该智能门锁系统的第一部分是无线功能。首先，用户进行蓝牙配网的操作，即使用自主研发的手机 APP 连接至开发板的蓝牙，开发板通过蓝牙的信息传输功能完成 WIFI 账号密码的获取后，连接至无线网完成组网；接着，开发板创建 Socket 完成与云端平台的连接，根据本地外设的状态上传数据流且获取云端的数据流完成本地相关外设的控制，如可利用自主研发的 APP 控制门锁的打开和关闭。

2. 本地门锁功能

其第二部分是本地门锁功能。首先，用户可以通过按下手指利用指纹识别功

能完成开锁的操作；其次，用户也可采用在矩阵键盘上输入密码的方式完成开锁操作，同时在矩阵键盘上设置了功能按键，可以完成指纹增加、指纹删除和修改密码的操作；然后，在执行不同的操作时，LCD 屏幕上会显示不同的提示信息达成较好的交互体验感；最后，本地的操作会发送不同的数据流至前文所提的云端平台，会在智能猫眼子系统上输出对应的语音提示信息。

2.1.2 智能猫眼子系统

智能猫眼子系统实现的功能有：蓝牙配网、无线组网、图像实时采集、LCD 屏幕实时显示图像、语音信号输出以及无线图传的功能。其子系统框图如图 5 所示，子系统实物图如图 6 所示。

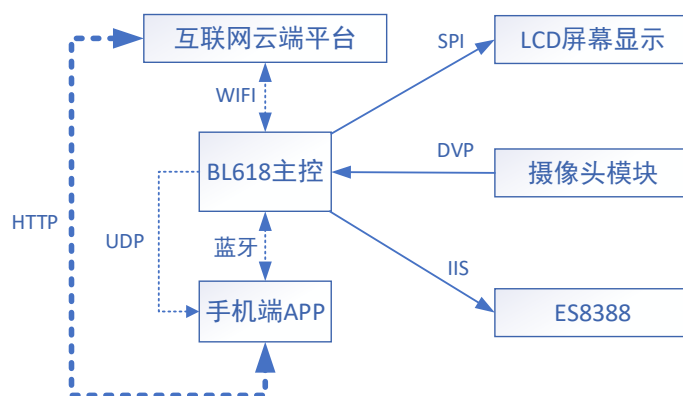


图 5 智能猫眼子系统框图

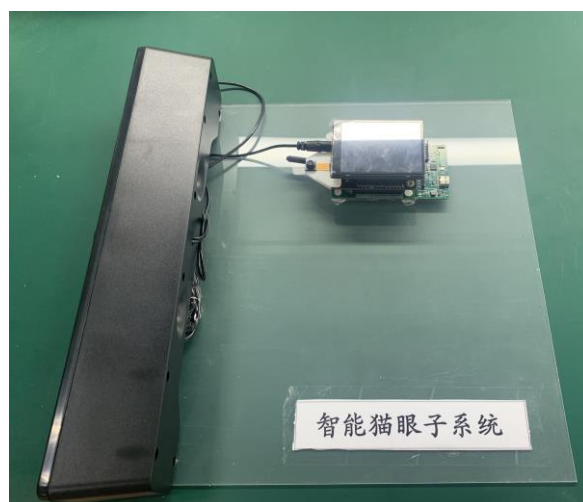


图 6 智能猫眼子系统实物图

1. 无线功能

如图 5 中所示，该智能猫眼系统的第一部分是无线功能。首先用户进行蓝

牙配网的操作，即使用自主研发的手机 APP 连接至开发板的蓝牙，开发板通过蓝牙的信息传输功能完成 WIFI 账号密码的获取后，连接至无线网完成组网；接着，开发板创建 Socket 完成与云端平台的连接，不断获取云端的数据流完成本地相关外设的控制，如获取智能门锁子系统上传的数据流完成对应语音信息的输出；最后，开发板可通过局域网直连的方式完成图像信息的传输。

2. 本地猫眼功能

其第二部分是本地猫眼功能。首先，用户可在家通过摄像头采集的图像信息在 LCD 屏幕上实时显示完成门外情况的观察；其次，用户在对智能门锁子系统进行相关操作时，该子系统会输出相关的语音提示信息；最后，用户可使用自主开发的配套 APP 获取开发板通过无线图传发送的图像信息。

2.1.3 智能监控子系统

智能监控子系统实现的功能有：蓝牙配网、无线组网、位置旋转、摄像头采集、判断是否有人的功能。其子系统框图如图 7 所示，子系统实物图如图 8 所示。

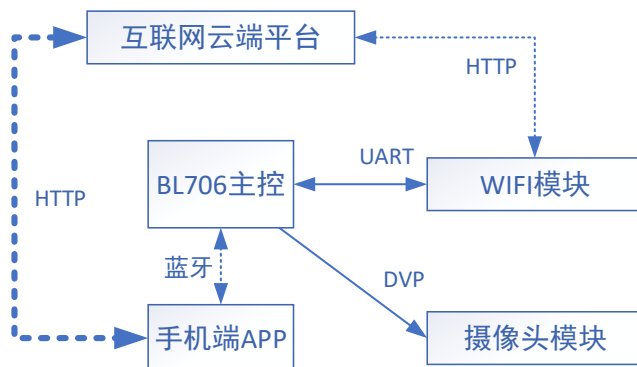


图 7 智能监控子系统框图

1. 无线功能

如图 7 中所示，该智能监控子系统的第一部分是无线功能。首先用户进行蓝牙配网的操作，即使用自主研发的手机 APP 连接至开发板的蓝牙，开发板通过蓝牙的信息传输功能完成 WIFI 账号密码的获取后，连接至无线网完成组网；接着，开发板 AT 指令完成与云端平台的连接，根据本地外设的状态上传数据流且获取云端的数据流完成本地相关外设的控制，如可利用自主研发的 APP 控制监控转动相关的角度。

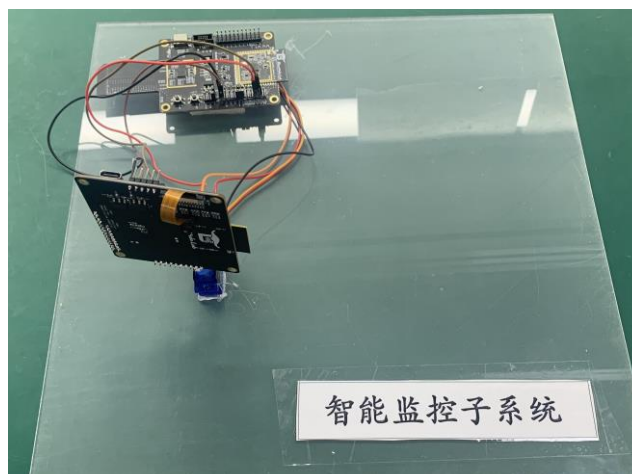


图 8 智能监控子系统实物图

2. 本地监控功能

其第二部分是本地监控功能。首先，该子系统可以通过摄像头实时采集图像数据，并利用 TensorFlow 推理框架完成画面中是否有人判断，同时通过前文的无线功能将其数据流发送出去；其次，用户可使用自主开发的配套 APP 获取开发板对于是否有人判断的结果，以达到更好的预警信息；最后，用户可使用自主开发的配套 APP 控制该子系统位置的旋转。

2.2 硬件模块介绍

2.2.1 主控模块微控制器 1

主控制芯片是整个硬件结构的一个主要核心元器件，其主要工作是获取各功能模块采集的数据信息，并且要对其进行解析，然后传送数据至显示屏，这也是决定系统各项功能最终能否实现的关键所在，因此对主控制芯片的选型十分重要。

在考虑成本及要求编程相对简单的需求下，同时也要适合本硬件设计系统的 MCU, 应当考虑的因素有：体积小，低功耗，低成本；因为本系统需兼顾后期的硬件调试，所以需要的串口数量相应较多，MCU 至少要有两个串口；用于数据采集的处理效率要高；集成度要高，性能稳定可靠。综上所述，结合各方面需要考虑的因素，本系统的核心处理器采用博流系列处理器 BL618。其如图 9 所示。该主控模块微控制 1 用于智能门锁子系统以及智能猫眼子系统的主控。苏

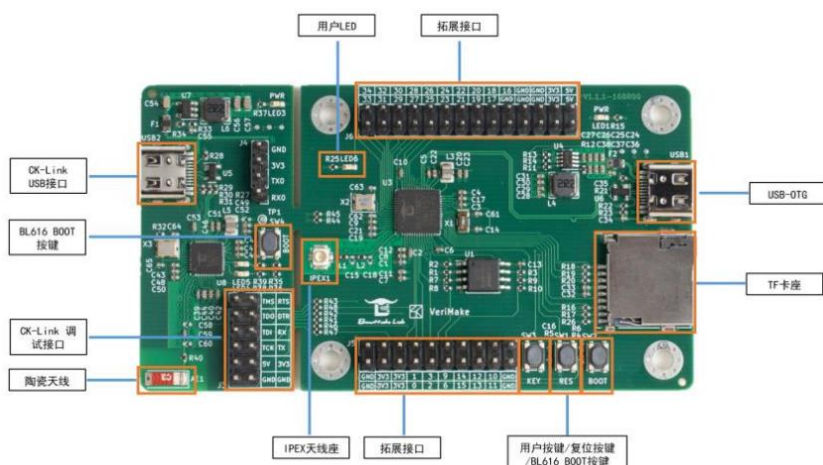


图 9 主控模块微控制器 1 实物图

2.2.2 主控模块微控制器 2

为了整体系统的完成度更高以及考虑到为了检测无线组网功能对于不同主控芯片的兼容性，故在智能监控子系统上选择了博流公司推出的另外一块博流系列处理器 BL706，其如图 10 所示。该处理器同样在选型上兼具上述的相关优点，以及该处理器能较好的验证整体系统的兼容性。

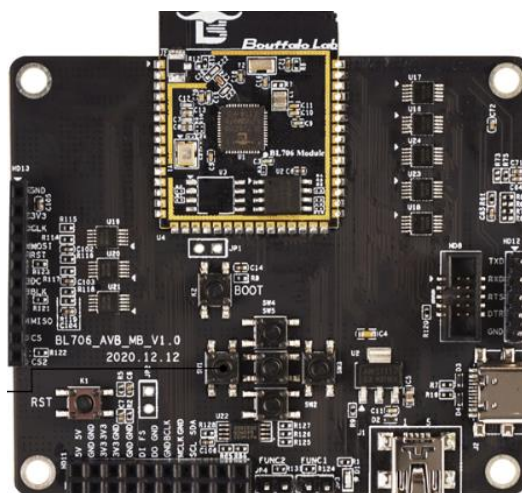


图 10 主控模块微控制器 2 实物图

2.2.3 蓝牙通信模块

各个子系统所选用的蓝牙通信模块是博流系列芯片内部集成的模块，无论是 BL618 还是 BL706 微处理器均具有芯片内部集成的蓝牙功能。当蓝牙设备与蓝牙设备彼此配对连接成功后，在某种意义上，开发者可以不考虑蓝牙的内部通信协议直接将蓝牙当作串口使用，以使得开发更为简单。而使用片内集成的蓝牙功能，

其免去了外接其余蓝牙模块，使得成本也更低。蓝牙模块可与各类具备蓝牙功能的终端配对，比如电脑、手机和 PAD 等，其使用具有较强的便捷。

2.2.4 WIFI 通信模块 1

智能猫眼子系统和智能门锁子系统所选用的 WIFI 通信模块是博流系列芯片 BL618 内部集成的模块。对于该 WIFI 无线通信的使用是通过 LWIP 相关函数完成对于 WIFI 各项指令的控制，如：WIFI 的连接等操作。

2.2.5 WIFI 通信模块 2

智能监控子系统所选用的 WIFI 通信模块是 BL604 芯片内置的 WIFI 模块，可实现串口设备与无线网络之间的数据通讯，模块只需要连接普通 WIFI 或热点即可连接串口设备。主控芯片 BL706 可通过串口发送 AT 指令控制该模块。该模块性能稳定，相比其他型号 WIFI 模块安全性能和稳定性能更优。BL604WiFi 通信模块的实物图如图 11 所示。

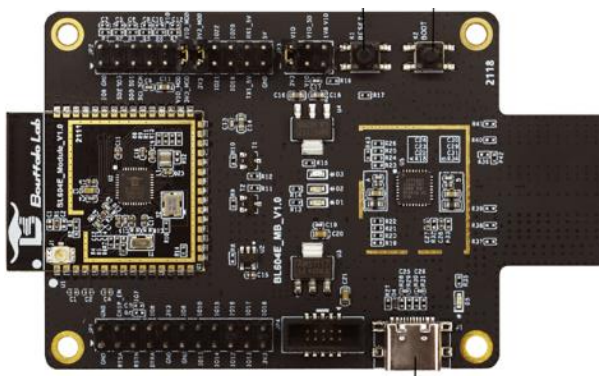


图 11 BL604WIFI 模块实物图

2.2.6 LCD 显示模块

在本系统的设计中，智能猫眼子系统和智能门锁子系统均使用到了 LCD 显示模块。其均选取了基于 SPI 协议的 LCD 屏幕，区别在于屏幕的尺寸不同。

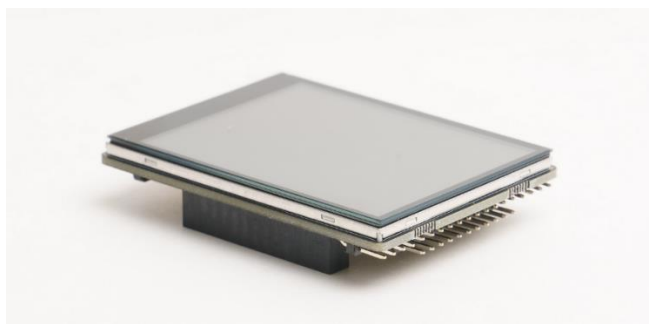


图 12 LCD 显示屏实物图

对于智能门锁子系统的设计,在实际使用中需要充分考虑到门锁整体的体积尺寸不可太大,厚度也相对要薄等,所以选取了 1.44 寸 LCD 显示屏作为显示模块。对于智能猫眼子系统的设计,需要一块稍大的屏幕完成图像的显示,所以选取了 5.1 寸 LCD 显示屏作为显示模块。LCD 器件的核心层厚度非常薄,无视角限制,抗震能力强,耐低温。同时 LCD 显示屏所需要的制作材料也较少,使得成本相对较低。本次系统设计选用的 LCD 显示屏实物图如图 12 所示。

2.2.7 摄像头模块

在本次的智能安防系统设计中,智能监控子系统和智能猫眼子系统使用到了摄像头模块采集图像数据。团队均采用了型号为 GC0308 的摄像头,其为 DVP 接口的传输协议。GC0308 的 two-wire serial interface 总线读写地址为 0x42/0x43,芯片判断通过 0x00 只读寄存器来实现,如果读出值为 0x9b,则为 GC0308。其具有成本低、与博流开发平台适配度高的优点,本次系统设计选用的摄像头模块实物图如图 13 所示。



图 13 摄像头模块实物图

2.2.8 音频模块

在智能猫眼子系统中,其语音信号输出的功能由 ES8388 芯片完成,该芯片支持 24 位 8-96KHz 立体声录音或播放。

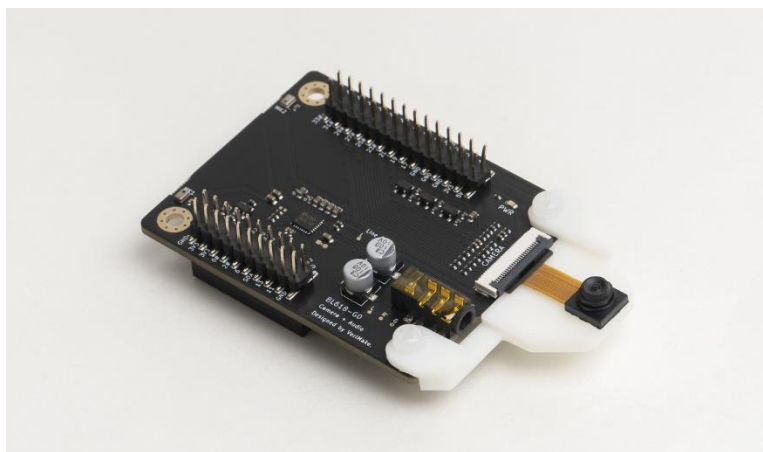


图 14 音频模块实物图

在开发板上板载两个麦克风，连接到 ES8388 的 LIN1 和 RIN1。耳机座的麦克风引脚连接到 ES8388 的 LIN2 和 RIN2，支持使用常见的耳机麦克风录音，即采用 CTIA 线序的麦克风。本次系统设计选用的音频模块实物图如图 14 所示。

2.2.9 指纹模块

在智能门锁子系统中，指纹相关功能的实现采用 AS608 功能模块。该芯片内置 DSP 运算单元，继承了指纹识别算法，能高效快速采集图像并识别指纹特征。模块配备了串口、USB 通讯接口，用户无需研究复杂的图像处理以及指纹识别算法，只需要通过简单的串口、USB 按照通讯协议便可控制模块。本次系统设计选用的指纹模块实物图如图 15 所示。



图 15 指纹模块实物图

2.2.10 舵机模块

在智能门锁子系统和智能监控子系统中均采用了舵机模块完成相关的操作，如：舵机带动监控的旋转以及舵机旋转控制门锁的状态。在设计中采用了 SG90 模拟舵机，其具有成本低、使用便捷的优点。本次系统设计选用的舵机模块实物图如图 16 所示。



图 16 舵机模块实物图

2.2.11 矩阵键盘模块

在智能门锁子系统中，功能按键以及密码的输入均使用矩阵键盘模块实现。

矩阵键盘模块具有使用便捷、编程实现简单等特点。本次系统设计选用的矩阵键盘模块实物图如图 17 所示。

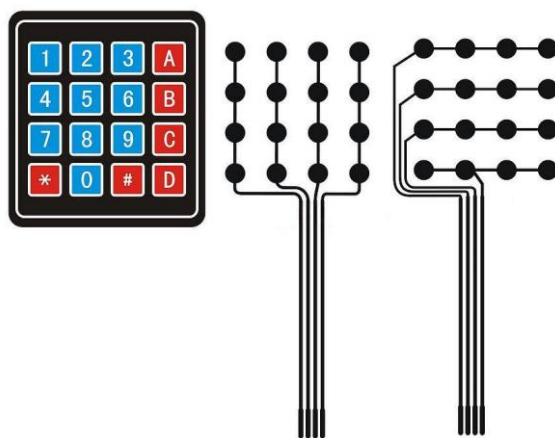


图 17 矩阵键盘模块实物图

2.2.12 EEPROM 模块

在智能门锁子系统中，为实现门锁密码的掉电储存功能，故采用 EEPROM 模块实现此功能。EEPROM 模块采用 IIC 协议完成模块和开发板之间的通信。本次系统设计选用的 EEPROM 模块实物图如图 18 所示。

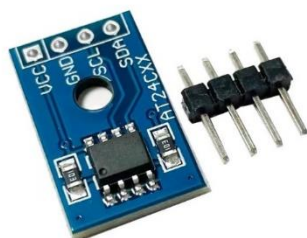


图 18 EEPROM 模块实物图

2.3 软件模块介绍

在本次安防系统软件设计中，使用了丰富的编程代码以及移植了丰富的第三方库实现本次的软件设计。

2.3.1 智能门锁子系统软件设计

智能门锁子系统采用的 BL618 作为本系统中的微控制处理器单元，先进行板载资源初始化、LCD 屏幕初始化、蓝牙初始化、FreeRTOS 实时操作系统初始化并创建需要使用到的任务，然后开启 FreeRTOS 任务调度。本子系统的整体软件流

程示意图如图 19 所示。



图 19 智能门锁子系统整体流程示意图

因其中使用了 FreeRTOS 实时操作系统,则智能门锁子系统创建的 FreeRTOS 任务有: 蓝牙通讯任务、WIFI 通讯任务、云端通信任务、PWM 输出任务、门锁控制任务。

2.3.1.1 蓝牙通讯任务程序设计

在蓝牙通讯任务程序设计部分,在测试终端蓝牙中进行蓝牙设备搜索,搜索到 BL618 蓝牙设备以后,点击设备名称进行配对连接,成功连接后可以正常的数据收发,对于数据收发的逻辑处理在蓝牙的服务函数中可以进行相关的编写和处理。当接收的数据符合 WIFI 连接的数据格式,则蓝牙连接断开。其流程图如图 20 所示。

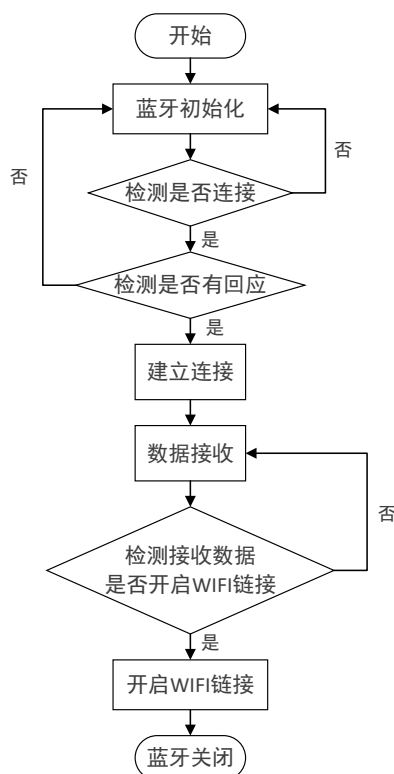


图 20 蓝牙通讯程序任务流程图

2.3.1.2 WIFI 通信任务程序设计

本子系统在前述蓝牙信息传输中,若接收到 WIFI 网络的账号密码之后则蓝牙自动断开,开始进行 WIFI 的连接,此时通过 BL618 芯片内置 WIFI 模块完成 WIFI 的相关通讯操作。并在其余任务中,开发板连接无线网络接入节点后,与云端平台服务器建立 TCP 连接,

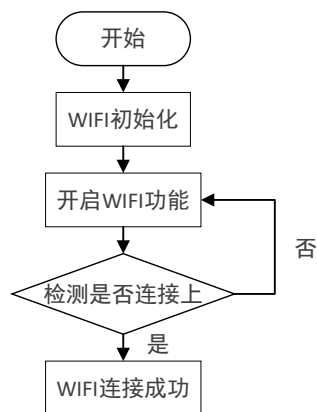


图 21 WIFI 通讯任务程序流程图

对控制命令从云平台进行解析与接受，并使用 HTTP 协议上传数据包。其流程图如图 21 所示。

2.3.1.3 云端传输任务程序设计

本子系统中，开发板连接无线网络接入节点后，与云端平台服务器建立 TCP 连接，对控制命令从云平台进行解析与接受，并使用 HTTP 协议上传数据包。同时利用 LWIP 第三方库完成与云端数据的交互，可以获取云端的数据流控制本地外设的状态以及根据自己外设的状态上传数据流。其流程图如图 22 所示。

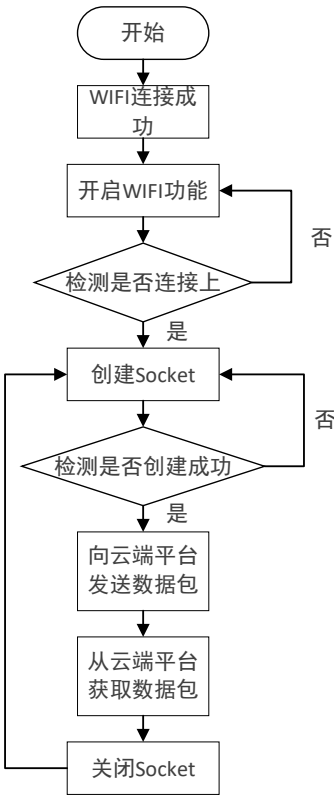


图 22 云端传输任务程序流程图

2.3.1.4 PWM 输出任务程序设计

本子系统中，利用全局变量控制 PWM 的输出，进一步完成模拟舵机外设的控制。其流程图如图 23 所示。

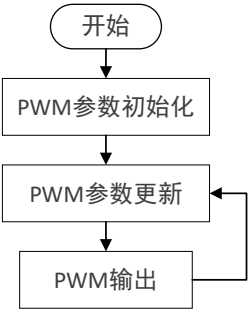


图 23 PWM 输出任务程序流程图

2.3.1.5 门锁控制任务程序设计

本子系统中，对于本地门锁进行相关的控制。在空闲状态下，用户可以在任何时刻按下手指通过相关指纹识别完成开锁的操作，或者可以通过矩阵键盘上的功能按键实现开锁、增加指纹、删除指纹以及修改密码等操作。修改完成的密码会通过 IIC 协议存储至 EEPROM 中，以达到掉电储存的目的。其流程图如图 24 所

示。

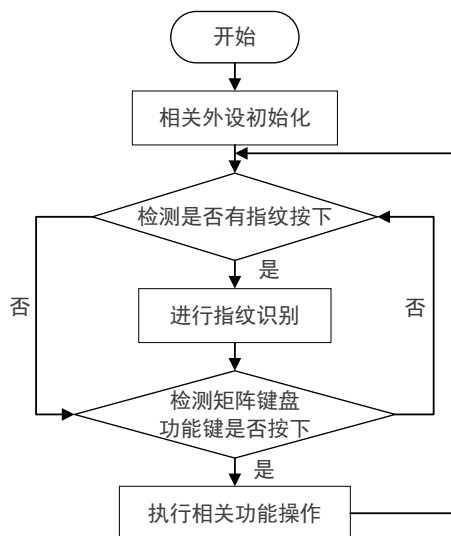


图 24 门锁控制任务程序流程图

2.3.2 智能猫眼子系统软件设计

智能猫眼子系统采用的 BL618 作为本系统中的微控制处理器单元，先进行并创建需要使用到的任务，然后开启 FreeRTOS 任务调度。本子系统的整体软件流程图如图 25 所示。



图 25 智能猫眼子系统整体流程图

因其中使用了 FreeRTOS 实时操作系统，则智能门锁子系统创建统的 FreeRTOS 任务有：蓝牙通讯任务、WIFI 通讯任务、云端通信任务、图像采集显示任务、音频控制输出任务、无线图传任务。

2.3.2.1 蓝牙通讯任务程序设计

在蓝牙通讯任务程序设计部分，在测试终端蓝牙中进行蓝牙设备搜索，搜索到 BL618 蓝牙设备以后，点击设备名称进行配对连接，成功连接后可以正常的数据收发，对于数据收发的逻辑处理在蓝牙的服务函数中可以进行相关的编写和处理。当接收的数据符合 WIFI 连接的数据格式，则蓝牙连接断开。其流程图如图 26 所示。

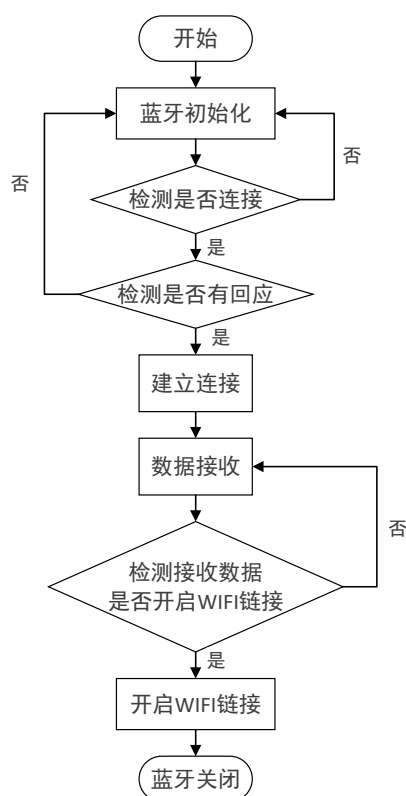


图 26 蓝牙通讯任务程序流程图

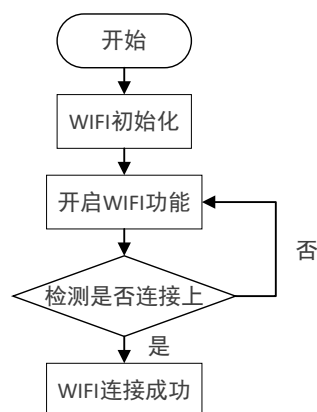


图 27 WIFI 通讯任务程序流程图

2.3.2.2 WIFI 通信任务程序设计

本子系统在前述蓝牙信息传输中，若接收到 WIFI 网络的账号密码之后则蓝牙自动断开开始进行 WIFI 的连接，此时通过 BL618 芯片内置 WIFI 模块完成 WIFI 的相关通讯操作。开发板连接无线网络接入节点后，与云端平台服务器建立 TCP 连接，对控制命令从云平台进行解析与接受，并使用 HTTP 协议上传数据包。其流程图如图 27 所示。

2.3.2.3 云端传输控制任务程序设计

本子系统中，开发板连接无线网络接入节点后，与云端平台服务器建立 TCP 连接，对控制命令从云平台进行解析与接受，并使用 HTTP 协议上传数据包。同时利用 LWIP 第三方库完成与云端数据的交互，可以获取云端的数据流控制本地外设的状态以及根据自己外设的状态上传数据流。其流程图如图 28 所示。

2.3.2.4 图像采集显示任务程序设计

本子系统中，首先通过摄像头传感器采集图像数据，再将图像数据传输至 LCD 屏幕上显示。同时，LCD 与 FreeRTOS 的一起使用，能充分利用 CPU 资源，

服务于其他高优先级任务如无线图传、云端传输控制等任务，同时 LCD 与 FreeRTOS 的共同使用使得整个系统的设计动画更为流畅，没有明显的卡顿。其流程图如图 29 所示。

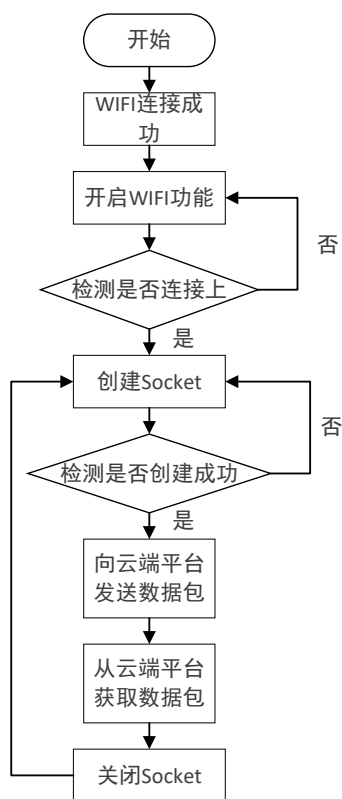


图 28 云端传输任务程序流程图

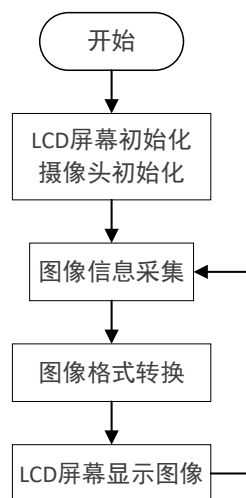


图 29 图像采集显示任务程序流程图

2.3.2.5 音频控制输出任务程序设计

在语音输出功能完成初始化以后，在每次需要使用语音输出功能的位置开启语音输出的 DMA 通道，然后在其传输完成中断函数里关闭该 DMA 通道。其流程图如图 30 所示。

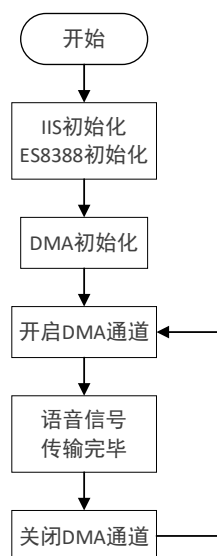


图 30 音频控制输出程序流程图

2.3.2.6 无线图传程序设计

在本子系统中，设计了无线图传程序。首先在完成 WIFI 联网后，创建一个 Socket 连接至手机对应的 IP 地址；其次，利用 mjpeg 功能对摄像头采集的图像进行压缩后发送至手机端；最后，在手机端使用自主设计的 APP 完成传输图像的显示。其流程图如图 31 所示。

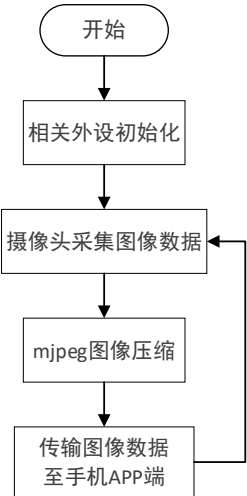


图 31 无线图传程序流程图

2.3.3 智能监控子系统软件设计

智能监控子系统因程序设计相对简单，完成功能，如：图像采集以及识别、WIFI 组网等，逻辑简单，故采用单线程的方式进行程序设计，没有采用 FreeRTOS 实时操作系统进行程序设计。其程序流程图如图 32 所示。

其中，首先，完成了 WIFI 的配网操作，其主要利用的 AT 指令完成本操作。本系统在完成 BL604 的 AT 指令交互时，主要通过 BL604 与 BL706，集成 WIFI 模块的 BL604 与主控制模块建立 UART 通信。主控模块 BL706 控制 WIFI 模块 BL604 是，主要通过 AT 指令集来实现，与云端平台服务器建立 TCP 连接，对控制命令从云平台进行解析与接受，并使用 HTTP 协议上传数据包。其次，利用从云端平台获取的控制命令进行解析，并控制位置角度的旋转。最后，对摄像头采集到的图像进行推理，将图像中是否有人的判断结果上传至云端平台。

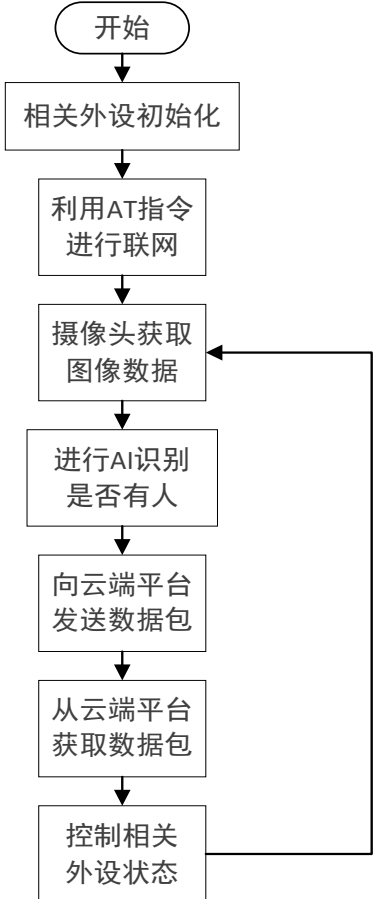


图 32 智能监控子系统程序流程图

2.4 手机应用介绍

为适配本次安防系统设计，团队设计了安卓 APP 应用，以达到更高的适配状态。该 Android 手机端 APP 利用 Android Studio 软件完成开发。设备作为从机，我们需要 APP 进行主机扫描，因此这里我们采用四页面设计，一个主界面进行功能的选择，一个界面作为蓝牙扫描和配网页面，一个界面作为无线图传的图像显示界面，最后一个页面作为云端数据获取和利用云端控制的页面。页面详细情况如图 33 所示。



图 33 APP 设计页面

3 完成情况及性能参数

在本次设计过程中，我们团队完成了基于博流开发平台的安防系统设计。该安防系统通过三个子系统：智能门锁子系统、智能猫眼子系统以及智能监控子系统组成。每个子系统上设计的相关功能均得到了实现，整个作品完成度高，下面将从不同的方面进行性能参数的分析。

3.1 外设性能参数

首先对于各个主要外设的性能参数进行分析。经过多次测试，其结果如下表 1 所示。

从表 1 中不难看出，舵机模块旋转角度稳定，其误差在可接受范围之内；LCD 屏幕显示模块帧率接近 20 帧，无明显卡顿，画面清晰；指纹模块识别灵敏性和

准确性均处于较高值。

表 1 外设性能测试结果

外设名称	理论情况	实际情况	误差情况分析
舵机模块	90°	89.5°	舵机模块旋转度数三次测量误差均在 1° 以内， 可认为舵机模块处于正常状态
	45°	45.2°	
	0°	0.3°	
LCD 模块	20 帧	约 20 帧	因图像格式转换带来理论帧率的降低，但其画面基本流畅，不影响用户的体验。
指纹模块	成功率 100%	成功率 98%	指纹模块对于指纹的识别准确性高。

注：指纹模块的成功率计算是通过测试极端情况（如按下指纹时，手指偏移）以及正常情况下，指纹识别的成功率。

3.2 无线性能参数

因本安防系统，蓝牙配网、无线组网和无线图传为三大创新点。故对其功能的运行进行性能分析。首先我们进行蓝牙配网的成功率进行分析，经过多次测试，其结果如下表 2 所示。

表 2 蓝牙配网性能测试结果

测试总次数	成功次数	失败次数	成功率
50	47	3	94%

从表中不难看出，蓝牙配网有着较高的成功率。其存在的极少次的不成功原因可能是因为硬件设备限制以及手机热点信号的不稳定情况导致。接着，我们对于无线组网的性能进行测试，其主要从设备端发送数据、云端接收数据以及设备端接收数据的准确性和灵敏性进行分析测试，经过多次测试，其结果如下表 3 所示。

表 3 无线组网性能测试结果

测试总次数	成功次数	失败次数	成功率
50	48	2	96%

注：成功是指组网信息发送和接收并完成相关响应的延迟小于 0.5 秒。

从表中不难看出，整个系统中三个子系统共同构成的无线网络有着较高的灵

敏性和准确性。最后，进行无线图传的性能分析，对比智能猫眼子系统上 LCD 屏幕的显示内容和 APP 上显示的图像可以发现，无明显图像掉帧，基本能保持一致，故无线图传功能性能较好。

4 总结

本设计结合当下人工智能领域和物联网领域对于智能家居的影响背景，完成了基于博流开发平台的安防系统设计。该安防系统通过三个子系统：智能门锁子系统、智能猫眼子系统以及智能监控子系统组成。可以实现，有人逗留的报警功能、蓝牙配网、无线组网、无线图传、音频输出、传统密码锁、传统猫眼等功能。同时，在本次比赛过程中，团队完成了适配 APP 应用的开发，在该应用上可以查看报警信息，以及完成开关锁等操作。本系统软硬件结合的设计，为嵌入式领域开辟了新的道路。

4.1 可扩展之处

智能安防系统是一个精密而复杂的系统，本设计虽然达到了预期的目标，但是要作为一款上市产品还有较长的一段路需要走。在后续的改进开发中，仍然要对整个系统进行改善，同时考虑增加更多的功能。

4.1.1 手机应用优化

手机 APP 的 UI 设计等在后期可进一步优化，使用户能得到更加好的体验效果，增加使用的舒适性。

4.1.2 音频功能优化

在智能猫眼子系统所使用的拓展板上还接有两块麦克风还没有纳入此安防系统的设计。在后续的优化过程中，可以考虑增加远程语音对讲或者室内外语音对讲的功能，使本安防系统功能更加全面。

4.1.3 云端平台优化

本安防系统设计的无线组网的功能是基于第三方开源平台完成。为了更好的安全性考虑，在后续的优化过程中可以考虑自己搭建服务器书写端口完成云端数据的传输过程。

4.1.4 无线图传优化

在本次设计中，无线图传只在智能猫眼子系统上进行了实现，而在后续可以将其移植到智能监控子系统上，使两个子系统均能实现无线图传至手机的功能，以保证更强的安全系数。

4.1.5 屏幕显示优化

本次设计中所采用的均是基于 SPI 协议的 LCD 屏幕，其帧率存在上限，无法实现十分流畅的传输，故在后续的优化过程中可以针对这一问题，进行屏幕和通讯协议的优化，以达到更高的屏幕显示流畅度。

4.1.6 密码修改优化

在智能门锁子系统中进行密码修改的操作是依靠人工在矩阵键盘上输入密码进行操作的，其存在一定的不便捷性。为使得密码的修改更加便捷，在后续的优化过程中可以考虑在手机 APP 上增加密码修改的功能。

4.2 心得体会

综上所述，对于当前的技术而言，一款智能安防系统的设计虽然比较常见，但在本次安防系统设计的过程中，如何使功能更加完善以及对于用户的使用过程来说更加人性化，并且对于真正在安防系数的提高以及保障用户家居安全中发挥作用并不简单。具体系统的设计过程需要深入市场完成相关实际应用的调研，考虑到设计系统的初衷，并促使智能安防系统的功能最大化，能够帮助每家每户最大限度地消除安全隐患。

在本次设计的过程中，团队成员体会到了智能化风潮在各个领域的运用，安防领域与智能化的结合是不可阻挡的趋势。团队成员在考量相关市场的实际情况之后，进行系统功能的设计规划。在这一过程中，体会到了嵌入式领域在进行项目设计开发时均应结合对应市场的实际情况。

同时，团队成员在比赛中完成了安卓应用的开发，其锻炼了团队对于某一不熟悉的领域的学习能力，同时也体现了当今软件与硬件开发的结合，达到了较好的学科融合的目的。

经过这次项目，我们团队从更深层次重新认识了嵌入式芯片与系统理念。嵌入式系统是软硬件的结合，是对代码能力和硬件知识的双重考验。在这过程中，

我遇到了种种困难，但是并未轻易放弃，而是通过改写 BUG，调试硬件，将困难逐一解决。

最后，在本次的项目实践过程中，我深深体会到了国产 MCU 平台在芯片领域对于国家的贡献。正如博流公司作为一家国产 MCU 生产公司，在本次项目进行过程中对其进行了进一步的研究，了解了其不同于其他芯片厂商的架构以及其公司相关技术人员对于在校大学生的不同程度上的指导和支持。在此，祝愿博流公司越走越远。

世上无难事，只怕有心人。对待嵌入式项目乃至其他任何项目都需要经过沉淀和打磨，很少有一次就成功的。每一行代码，每一根连线，都值得深思，寻求改进，这样才能大彻大悟，形成对嵌入式系统设计开发的独到见解。

5 参考文献

- [1] 屈继成. 基于物联网技术的智能安防领域的运用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023, No. 316 (03): 157-159. DOI:10.13655/j.cnki.ibci.2023.03.047.
- [2] 孙飞飞. 基于 HarmonyOS 的智能安防系统的应用设计与实现[J]. 黑龙江科学, 2023, 14 (06): 142-144.
- [3] 赵威, 黄晓, 李冰婵. 基于物联网的家庭移动安防系统的设计[J]. 信息与电脑 (理论版), 2022, 34 (23): 25-27.
- [4] 陈家敏, 刘静. 基于物联网的智能家居安防系统研究[J]. 电子测试, 2022, 36 (20): 72-73+62. DOI:10.16520/j.cnki.1000-8519.2022.20.038.
- [5] 张强志, 房楚杰, 杨永华等. 基于 STM32 的智能门控安防系统设计[J]. 嘉应学院学报, 2022, 40 (03): 14-19.
- [6] 赵晖. 基于无线传输的家居安防系统设计[D]. 武汉轻工大学, 2022. DOI:10.27776/d.cnki.gwhgy.2022.000312.

6 附录

[1]完整工程代码

GitHub 仓库地址: https://github.com/Tujiayi/SocChina_Bouffalo