

华东师范大学软件学院课程项目报告 - 附件

课程名称：创客实践	成绩：
姓名：张梓卫	学号：10235101526
指导老师：陈闻杰	日期：2024/8/10
项目名称：基于 LLM 的 ESP32 智能设备多功能控制系统	班级：软工 3 班

目录

一 项目附加文件	1
二 ESP-Wroom-32	2
三 MAX98357A	2
四 INMP441 MEMS	3
五 MPU6050 六轴传感器	3
六 MQ-135 有毒气体传感器	4
七 ESP32 Wifi Public Interfaces	4
八 Hmac-sha256 算法	5
九 引脚定义与硬件接线	6
1 主机（Master）接线表如下	6
2 从机（Slave）接线表如下	7

一 项目附加文件

- `partitions.csv` - 用于 ESP32 中 Flash 分区配置，存储程序、数据、参数等。
- `src` - 源代码目录，包含项目的源代码。
- `configuration.h` - 项目配置文件，包含项目的常量、宏定义、Wi-Fi 设置等。
- `include` - 头文件目录，包含项目的头文件。
- `lib` - 库文件目录，包含项目的库文件。

二 ESP-Wroom-32

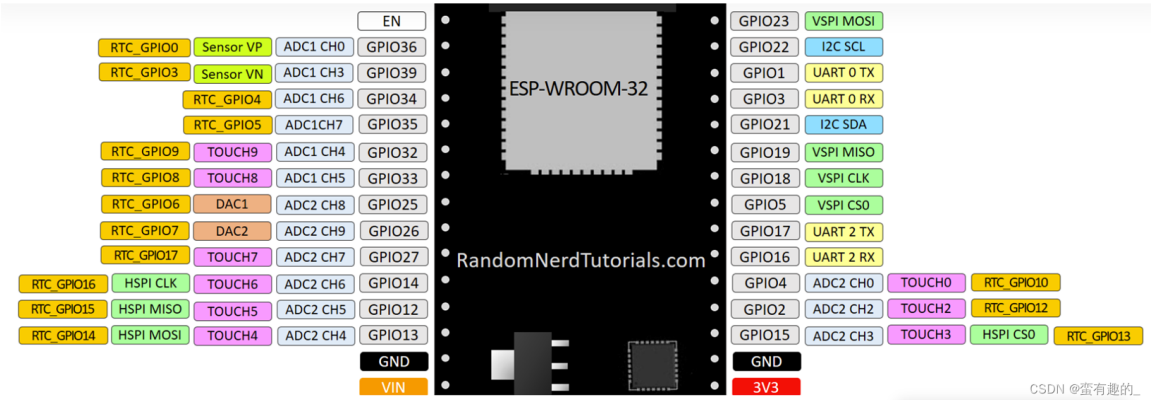


图 1: ESP-Wroom-32

三 MAX98357A

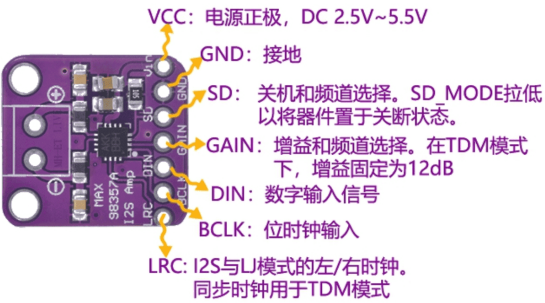


图 2: MAX98357A

MAX98357A 模块引脚	引脚说明
VIN	电源正 (2.5V-5.5V)
GND	电源地
SD	关机 and 频道选择。SD MODE 拉低以将器件处于关断状态。
GAIN	增益和频道选择。在 TDM 模式下，增益固定为 12dB
DIN	数字信号输入
BCLK	位时钟输入
LRC	I2S 与 LJ 模式的左/右时钟。同步时钟用于 TDM 模式

表 1: MAX98357A 模块引脚说明

四 INMP441 MEMS



图 3: INMP441 Mems

信号	描述
SCK	I2S 时钟线，是由主机产生的高频方波，用来控制每位数据的传输时序
SD	I2S 数据线，从机通过这根线把 ADC 采样值发送给主机
WS	I2S 声道选择线，I2S 协议可以传输左右两个声道的数据，WS 信号是由主机发送给从机的，从机根据 WS 的电平高低，判断当前数据帧发送左声道还是右声道数据。WS 低电平时，从机发送左声道数据，高电平发送右声道。
L/R	芯片左右声道选择线，每个麦克风只能检测一处声源，因此若要进行双声道录音，就要使用两个模块，一左一右放置。

表 2: I2S 信号线说明

五 MPU6050 六轴传感器

MPU6050 由具有微机电系统（MEMS）技术的三轴陀螺仪组成。



图 4: MPU6050

参数	描述
芯片型号	MPU6050
加速度计范围	±2g, ±4g, ±8g, ±16g
陀螺仪范围	±250, ±500, ±1000, ±2000 °/s
工作电压	3.3V-5V
接口	I2C (400kHz) / SPI
工作温度范围	-40°C 至 +85°C

表 3: MPU6050 参数

六 MQ-135 有毒气体传感器

MQ-135 是一种空气质量传感器，用于检测空气中的一氧化碳、氮氧化物、酒精、氨气和烟雾等有害气体。工作原理是通过化学反应来检测目标气体的浓度，并将结果转换为电信号输出。

对于需要读取不同的气体，需要设置不同的系数，系数表如下所示：

Gas	a	b
CO	605.18	-3.937
Alcohol	77.255	-3.18
CO2	110.47	-2.862
Toluen	44.947	-3.445
NH4	102.2	-2.473
Aceton	34.668	-3.369
Smoke	30000000	-8.308

表 4: MQ-135 系数表（来源：MQUnifiedsensor 库）

七 ESP32 Wifi Public Interfaces

- **begin()**
 - 使用存储的配置连接 Wi-Fi。
- **disconnect(bool wifioff, bool eraseap)**
 - 从当前网络断开，并可选择关闭 Wi-Fi 无线电或从非易失性存储中擦除 AP 配置。
- **config(IPAddress local_ip, IPAddress gateway, IPAddress subnet, IPAddress dns1, IPAddress dns2)**
 - 配置静态 IP 设置，禁用 DHCP。
- **isConnected()**
 - 如果 STA 接口已连接到 AP，则返回 `true`。
- **setAutoReconnect(bool autoReconnect)**
 - 启用或禁用连接丢失时的自动重连。
- **getAutoReconnect()**
 - 如果启用了自动重连，则返回 `true`。
- **waitForConnectResult(unsigned long timeoutLength)**
 - 等待连接完成，返回连接状态或断开状态。
- **localIP()**
 - 返回 STA 接口的本地 IP 地址。
- **macAddress(void)**
 - 返回 STA 接口的 MAC 地址作为字符串。
- **SSID() const**
 - 返回连接网络的 SSID。

八 Hmac-sha256 算法

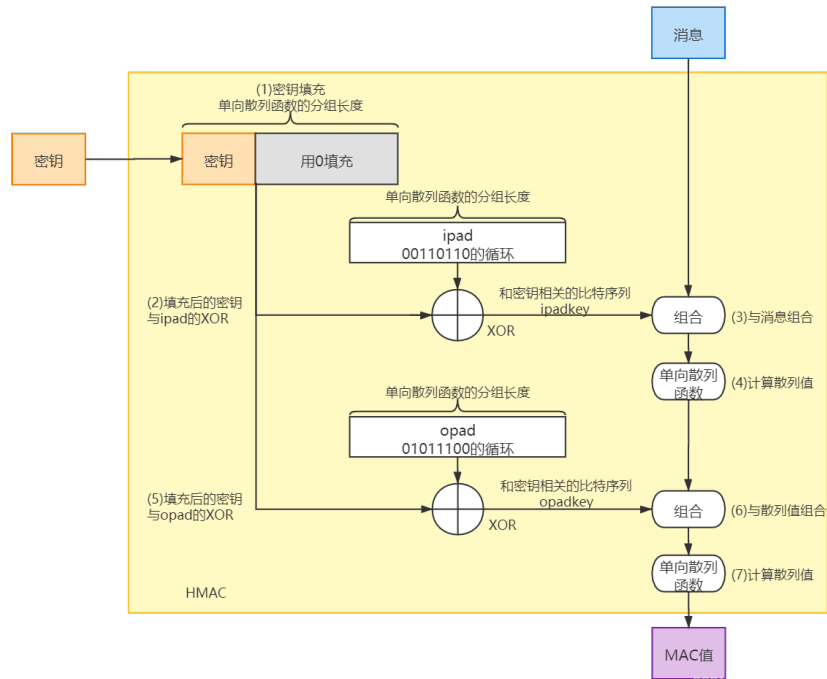


图 5: Hmac-sha256 算法

使用密钥 `APISecret` 和消息 `originalSignature` 计算 HMAC-SHA256:

$$\text{HMAC-SHA256} = \text{HMAC}(\text{APISecret}, \text{originalSignature}) \quad (1)$$

其中, HMAC 的计算公式为:

$$\text{HMAC}(\text{key}, \text{message}) = \text{hash}((\text{key} \oplus \text{opad}) \parallel \text{hash}((\text{key} \oplus \text{ipad}) \parallel \text{message})) \quad (2)$$

此部分内容过于复杂, 我并不将重点置于此, 搜索资料后发现, ESP32 的核心库中已包含 Mbed TLS, 已帮助实现了此部分算法。

mbedtls 开源库文档: <https://mbedtls.readthedocs.io/en/latest/>

数据与哈希加密运算中, 每个字节的数据都处于 0-255 之间, 所以使用 `unsigned char` 类型来定义变量, 处理字节数据。在 Arduino 环境中使用 Mbed TLS 库进行 HMAC-SHA256 计算时, 涉及的主要函数如下:

- 初始化消息摘要上下文

```
void mbedtls_md_init(mbedtls_md_context_t *ctx);
```

初始化消息摘要上下文结构体。

- 获取消息摘要信息

```
const mbedtls_md_info_t *mbedtls_md_info_from_type(mbedtls_md_type_t md_type);
```

根据指定的消息摘要类型返回对应的信息结构体。

- 设置上下文

```
int mbedtls_md_setup(mbedtls_md_context_t *ctx, const mbedtls_md_info_t *md_info, int hmac);
```

配置消息摘要上下文, 绑定指定的算法, 并为 HMAC 分配资源。

• 开始计算

```
int mbedtls_md_starts(mbedtls_md_context_t *ctx);
```

开始消息摘要或 HMAC 计算。

• 输入数据

```
int mbedtls_md_update(mbedtls_md_context_t *ctx, const unsigned char *input, size_t ilen);
```

将数据块输入到消息摘要或 HMAC 计算中，可以多次调用。

• 完成计算

```
int mbedtls_md_finish(mbedtls_md_context_t *ctx, unsigned char *output);
```

完成计算并将结果写入输出缓冲区。

• 释放资源

```
void mbedtls_md_free(mbedtls_md_context_t *ctx);
```

释放消息摘要上下文中分配的资源。

九 引脚定义与硬件接线

```
1 #define RAINDROP_PIN 33
2 #define MQ5_PIN 36
3 #define MQ135_PIN 35
4 #define LIGHT_PIN 34
5 #define DHT22_PIN 25
6 #define FIRE_PIN 39
7 #define DHTTYPE DHT22
```

1 主机（Master）接线表如下

引脚编号	引脚名称	接入点	功能/用途
1	VDD	3.3V	提供 3.3V 电压输出
2	GND	GND	接地
3	SD	GPIO22	麦克风数据引脚
4	WS	GPIO15	麦克风时钟同步
5	SCK	GPIO4	麦克风串行时钟
6	Vin	VIN	音频放大模块供电
7	GND	GND	接地
8	LRC	GPIO27	音频放大模块同步信号
9	BCLK	GPIO26	音频放大模块时钟信号
10	DIN	GPIO25	音频放大模块数据输入

表 5: 麦克风与音频放大模块接线引脚表

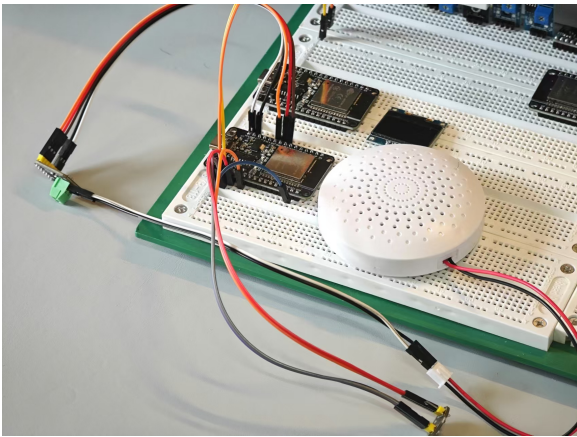


图 6: 主机（Master）接线图

2 从机（Slave）接线表如下

引脚编号	引脚名称	接入点	功能/用途
1	3V3	面包板长线	提供 3.3V 电压输出
2	GND	面包板长线	接地
4	GPIO36	MQ5 AO	获取 MQ5 模拟信号
5	GPIO25	DHT22 Output	获取 DHT22 数据
6	GPIO33	Raindrop Module	获取雨量数据
7	GPIO32	MQ135 Module	获取有毒气体数据
8	GPIO35	MQ135 Module	获取有毒气体数据
9	GPIO34	Light Module	获取光照强度数据
10	GPIO36	Fire Module	获取火焰传感器数据

表 6: ESP32 引脚接线表

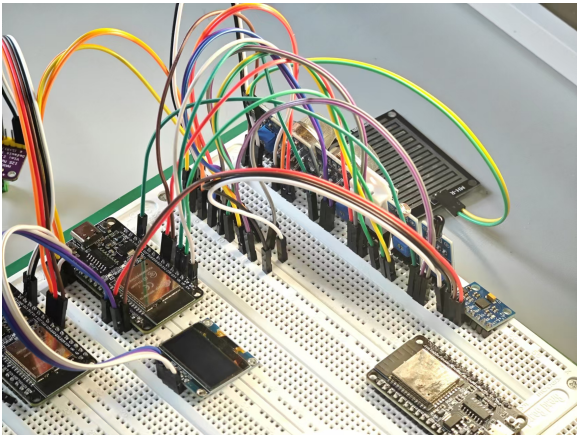


图 7: 从机（Slave）接线图