

上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

工程实践与科技创新

SCIENCE AND TECHNOLOGY INNOVATION

跨平台智能小车监控解决方案

CROSS-PLATFORM SMART CAR BASED MONITORING SOLUTION

项目报告

PROJECT REPORT



小组成员: 朱耀明 包伟铭 庞博 钱奕辉

小组编号: III C - 34

指导教师: 张士文

学 院: 电子信息与电气工程学院





目录

1	项目简介.....	4
1.1	成员介绍.....	4
1.2	选题：多功能智能车平台.....	4
1.3	简介.....	4
1.4	实现功能：.....	5
2	实现方案.....	7
2.1	整体架构及概述：.....	7
2.2	小车运动端.....	8
2.2.1.	Arduino Mega2560 单片机开发板.....	8
2.2.2.	HC-06 主从一体蓝牙模块.....	8
2.2.3.	Futaba S3003 舵机.....	9
2.2.4.	L9110 两路电机驱动.....	9
2.2.5.	Android 6.0 手机两台.....	10
2.2.6.	整车组合.....	10
2.2.7.	单片机代码.....	12
2.3	安卓控制端.....	15
2.3.1	UI Design：[7].....	15
2.3.2	控制端初始化：.....	17
2.3.3	Gesture Mode：.....	18
2.3.4	Gravity Mode：[8].....	19
2.3.5	Voice mode[9].....	21

2.3.6	Key Mode	22
2.3.7	拍照与查看.....	24
2.3.8	NFC 接受 IP 地址[13].....	25
2.4	安卓小车端.....	26
2.4.1	IP 地址的获取	26
2.4.2	快捷传递 IP 地址 (NFC)	26
2.4.3	视频流传输.....	27
3	成果.....	29
4	特色.....	30
5	感悟.....	30
6	参考文献.....	33
7	致谢.....	33

1 项目简介

1.1 成员介绍

组号	34			
姓名	朱耀明	庞博	包伟铭	钱奕辉
照片				
分工	单片机开发、报告撰写、中期检查、课程指导书	UI 设计、报告撰写、视频剪辑、中期检查、课程指导书	Android APP 开发、网页制作、课程指导书	报告撰写、课程指导书

1.2 选题：多功能智能车平台

小车上装有一台手机与手持的控制端手机通过 WiFi 实时视频传输，控制端手机以蓝牙控制小车单片机，可通过多种方式控制小车运行方向，并在运行中可对前方物体做出检测。

1.3 简介

项目实现了一套跨 Android 与 Arduino 平台的智能实时可遥控远程视频监控解决方案，分“控制端”与“小车端”两部分。“控制端”集成于 Android 平台 APP (S-er)；“小车端”由 Arduino 平台小车与 Android 平台 APP (S-ee) 构成。

项目原型配置：“控制端”APP 配置于一台 Android 智能手机，“小车端”硬件由 Arduino 平台自制小车实现，小车上搭载一部装有 S-ee 的 Android 手机。

“控制端”与“小车端”APP间通信基于Android Socket实现，可实时传输控制指令与视频流。“控制端”APP通过蓝牙连接Arduino小车。系统支持4项附加功能，以及4种遥控模式控制小车行进。

4种遥控模式：

- “按键控制”模式 - 通过控制端手机APP上的按键控制小车前后左右移动。
- “重力感应”模式 - 通过控制端手机的姿态变化控制小车的行进方向。
- “手势控制”模式 - 通过在控制端手机屏幕上前后左右划动控制小车行进。
- “语音控制”模式 - 向控制端手机说出“前进”、“后退”、“向左”、“向右”、“停车”等指令，控制小车行进。

4项附加功能：

- NFC速连 - 通过NFC近场通讯技术，实现两台Android手机终端“碰一碰”传递IP地址，快速建立网络连接。
- 人脸识别 - “小车端”摄像头内出现人脸时，可识别人脸，并弹出提示信息。
- 拍照记录 - 运行过程中可遥控“小车端”手机拍照并存储，支持浏览回看。
- 报警按钮 - “控制端”提供报警按钮，预留接口支持报警。

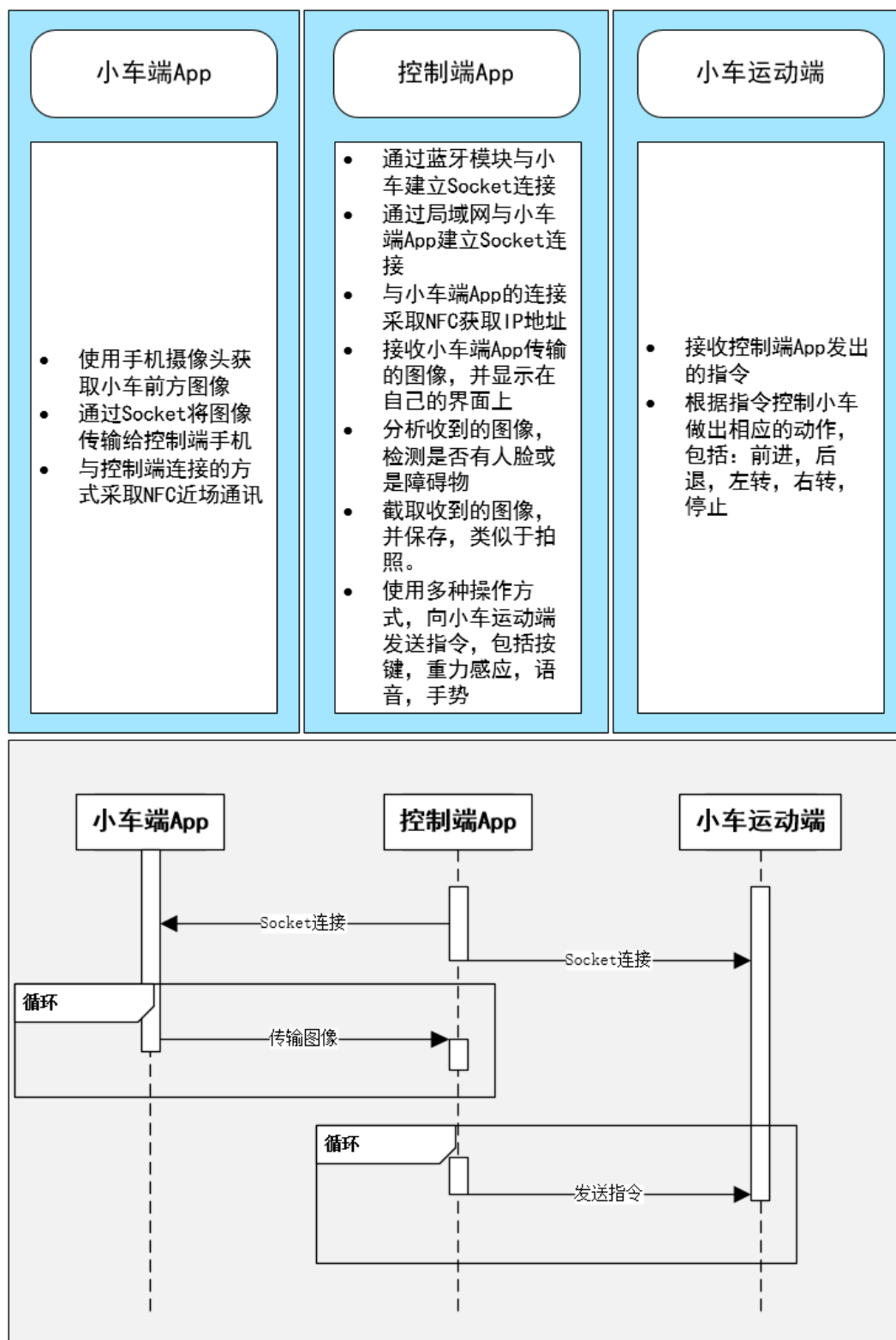
1.4 实现功能：

- 基于WiFi，在小车端手机与手控制端手机之间，实现摄像头所拍摄视频的实时互传。
- 运行过程中能用手机拍照并存储，可浏览过去拍摄的照片。
- 小车运行过程中，当小车端手机摄像头内出现人脸时，可识别人脸，并输出提示信息。

- 用控制端手机 APP 上的按键控制小车前后左右移动。
- 通过重力感应，用控制端手机前后左右倾斜的方式来控制小车移动方向。
- 通过手势控制，即手指在控制端手机屏幕上前后左右划动来控制小车移动方向。
- 通过语音控制，即向控制端手机说出“前进”、“后退”、“向左”、“向右”的指令来控制小车移动方向。
- 实现两台手机通过 NFC 传递 IP 地址，即可建立视频连接。

2 实现方案

2.1 整体架构及概述：



2.2 小车运动端

2.2.1. Arduino Mega2560 单片机开发板



图 1: ARDUINO MEGA2560

小车的控制部件采用 Arduino Mega2560 单片机平台，控制端手机发送的控制信号由它接收，并以此控制车载电机和舵机，进而使得小车按照手机所发出的控制指令确定运动方向。[1]

2.2.2. HC-06 主从一体蓝牙模块



图 2: HC-06 蓝牙模块

HC-06 主从一体蓝牙模块将主模块与从模块相结合，既能接收配对请求，也能发送配对请求。本模块所采用的是低成本、低功耗 CSR 芯片，支持蓝牙 v2.0 协议标准，当终端处在空旷环境下时，它可实现 10M 内的通讯，目前的应用量相当大。

我们组的小车中，我们用 HC-06 与控制端手机配对，以此接收手机传

递的字符串，并通过单片机的 RX、TX 端口与单片机进行通信。[2]

2.2.3. Futaba S3003 舵机



图 3: FUTABA S3003 舵机

舵机，也称为伺服电机，主要由直流电机、减速齿轮组、传感器和控制电路组成，可根据接收到的 PWM 信号调整转过的角度。

我们小组的小车利用舵机来控制小车前进的方向，使用的最大角度范围约 $\pm 60^\circ$ 。

2.2.4. L9110 两路电机驱动

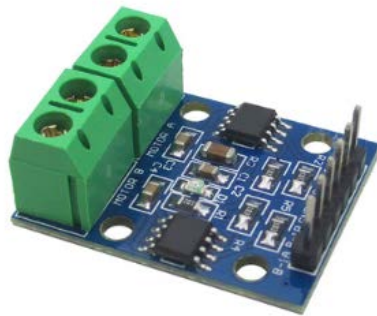


图 4: L9110 两路电机驱动

该电机驱动模块这双 L9110S 的电机驱动，供电电压介于 2.5V~12V 之间，最大工作电流为 0.8A，可同时驱动 2 个直流电机。

在实际应用中，单片机端子能提供的最大电流其实比较有限，这会限制小车的运动速度，我们小组使用这个电机驱动模块，也是出于这个原因，控

制信号由单片机提供，而小车的电源则直接由电池供给。[3]

2.2.5. Android 6.0 手机两台



图 5: □ ANDROID 6.0 手机

Android 6.0 系统的两台手机，分别为小车端和控制端。小车端手机固定在小车上，控制端手机用于手持操作。

小车端手机和控制端手机通过 WiFi 互相传输视频信息。控制端手机可对小车端手机在运动过程中实时拍摄的视频做出分析，通过蓝牙向单片机平台发送控制信号，决定小车的运动方向。

2.2.6. 整车组合

我们小车端电路系统连线如上图所示，通过在不同端口置高电位或者低电位，设置不同的 PWM 来控制电机、舵机，进而控制小车的运动。

因为移动电源占据的空间和重量都相对过大，用它为 Arduino 系统供电比较麻烦，所以我们小组采用自制电源进行供电。此外由于电源本身会导致 Arduino 对电机供电不足的问题，我们又另外使用了电机驱动板，使电机可获得充足的供电。

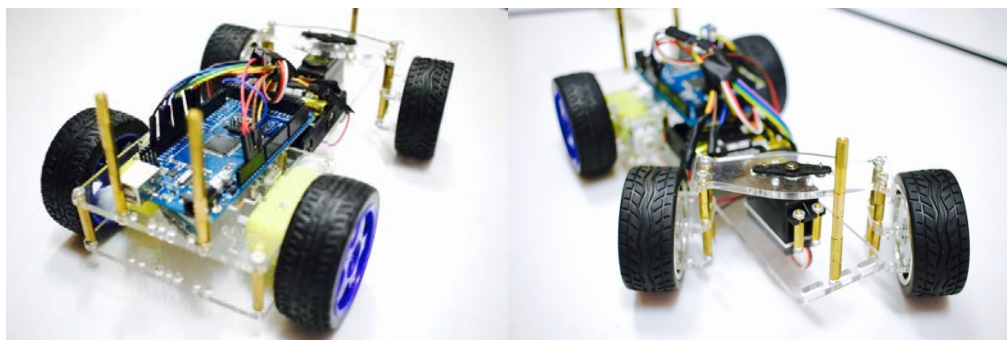
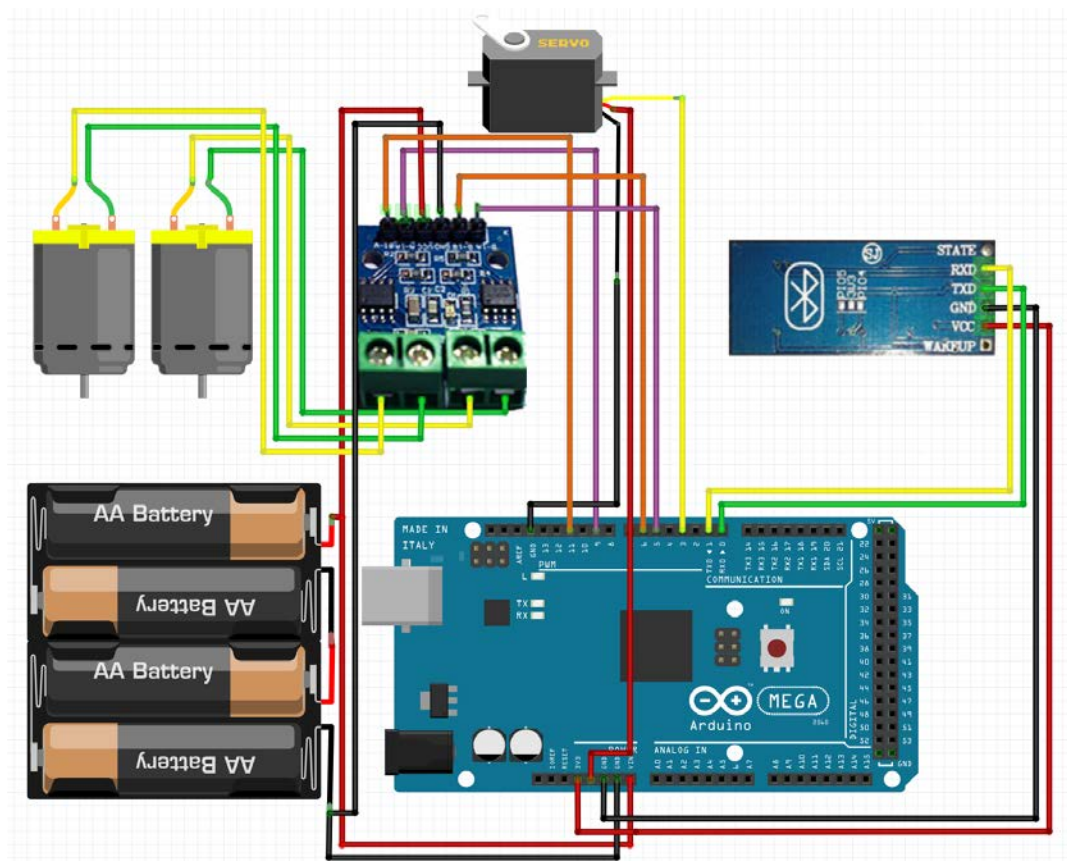


图 6：小车整体布局

2.2.7. 单片机代码

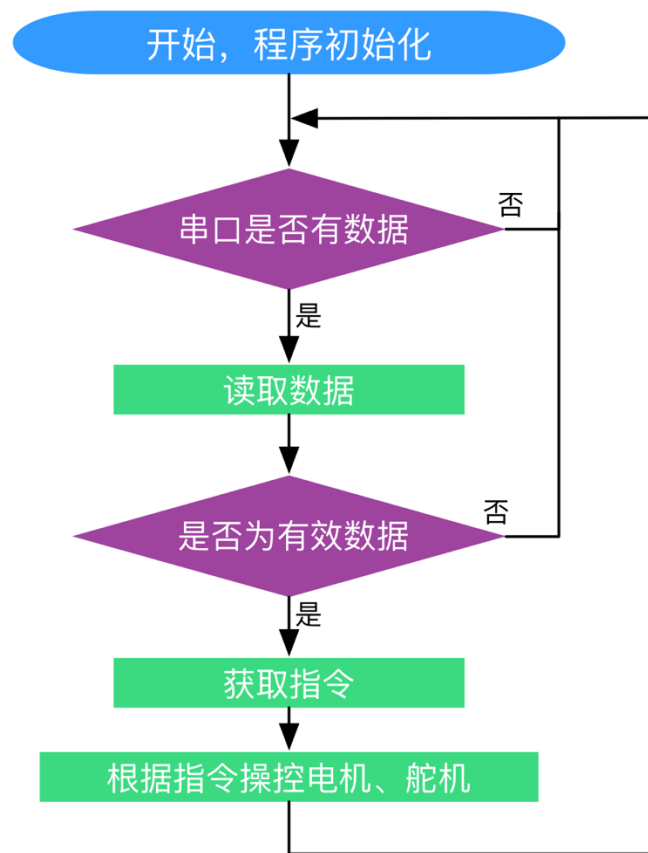


图 7：单片机代码流程

➤ 控制逻辑设计

我们使用 Arduino Mega 2560 v3 进行单片机开发，主要思路是电脑通过蓝牙传送一个字符给单片机，单片机接收不同字符，进而控制电机与舵机状态。

主要有以下几种指令，括号内为对应的蓝牙需要接受的字符：

➤ 电机控制：

前进 (W)：电机正转

后退 (S)：电机反转

停止 (Q)：电机停止

➤ 舵机控制：

左转 (A)：舵机左转 10° ，最大可偏离正前方向 -50°

右转 (D)：舵机右转 10° ，最大可偏离正前方向 50°

对于电机的启动与方向，我们直接操纵单片机引脚输出的高低电平来进行的控制。

对于舵机的控制，我们使用了一个控制舵机的库——“Servo.h”。先给舵机实例化一个对象 ServoX，并用 ServoX.attach(int I/O)来绑定，通过函数 ServoX.write(int angle)来控制舵机的角度。根据 Arduino 开发手册，当 $angle=90$ 时，舵机方向为正前方。基于我们之前的设计，有效的偏转角度区间为[40,140] [4]。

➤ 初始化设置

程序初始化的工作为[5][6]：

- 管脚定义：包括蓝牙、舵机、电机
- 舵机方向初始化
- 电机初始化
- 串口与指令字符初始化

➤ 程序调试

在跟主机端一起调试之前，我们使用 SSCOM3.2 串口调试工具来

进行调试。在用蓝牙跟 hc-06 建立了连接以后，选择对应的串口，发送指定的字符串，观察小车的运行情况。



图 8：小车指令响应测试程序

经测试，发送指令后小车能按指令运动，则测试成功。

2.3 安卓控制端

2.3.1 UI Design : [7]

- UI 以黑 ,金 ,红三个颜色为主色调 ,彰显强大的功能和稳定的性能。



图 9: UI 展示

- 方向键与拍照键五键合一，化零为整，方便使用，增强交互。

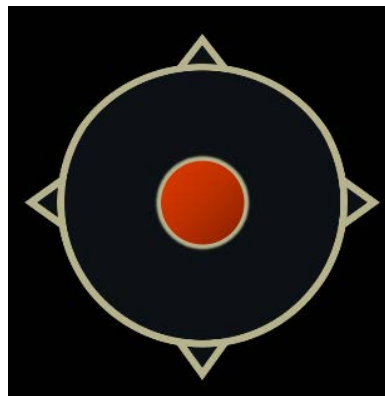


图 10: 方向键与拍照键

- 模式更换等辅助操作按钮与基本方向操作键分开放置，减少误操作。
- 语音识别，重力感应等数据做可视化处理，方便操作及矫正。



图 11：可视化重力感应

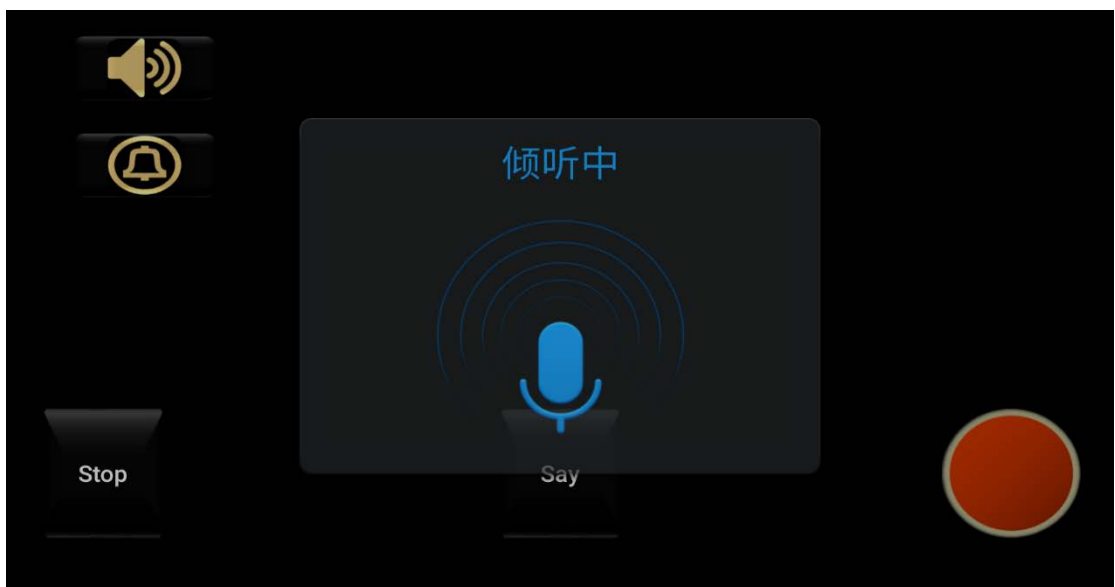


图 12：语音识别可视化

2.3.2 控制端初始化：

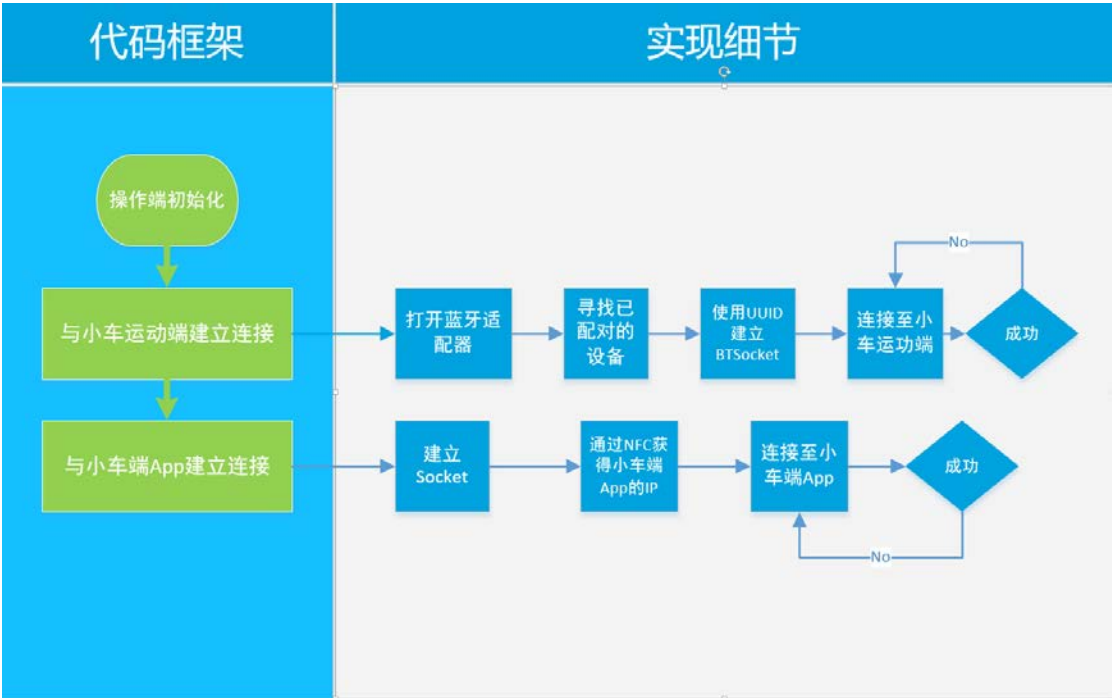


图 13：控制端初始化流程

➤ 与小车运动端建立连接 [11]：

```
public BluetoothSocket mmSocket;
public OutputStream mmOutputStream;
public InputStream mmInputStream;

private BluetoothDevice mmDevice;
private BluetoothAdapter mBTAdapter;
private UUID uuid;
```

图 14：与小车运动端连接所需类

使用 BluetoothAdapter.getDefaultAdapter()建立 mBTAdapter，将蓝牙适配器绑定到 mmDevice 上,通过 SSP(UUID :00001101-0000-1000-8000-00805F9B34FB)与 createRfcommSocketToServiceRecord 方法建立 Socket,之后尝试连接小车运动端，直至成功连接。

➤ 与小车端 App 建立连接： [10]

通过 SocketServer 类建立 Socket 并通过局域网与小车端 App 进行连接，尝试连接直至成功。

NFC 近场通讯配对连接的部分将在后边 NFC 的部分详细讲述，这里不做详细阐述。

2.3.3 Gesture Mode :

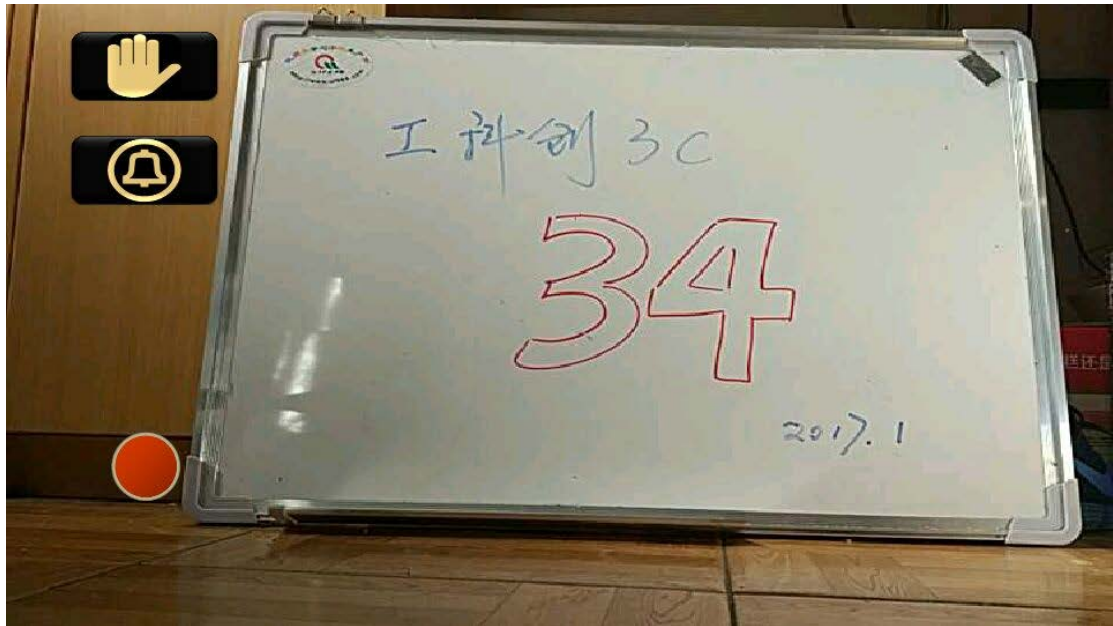


图 15：手势操作 UI

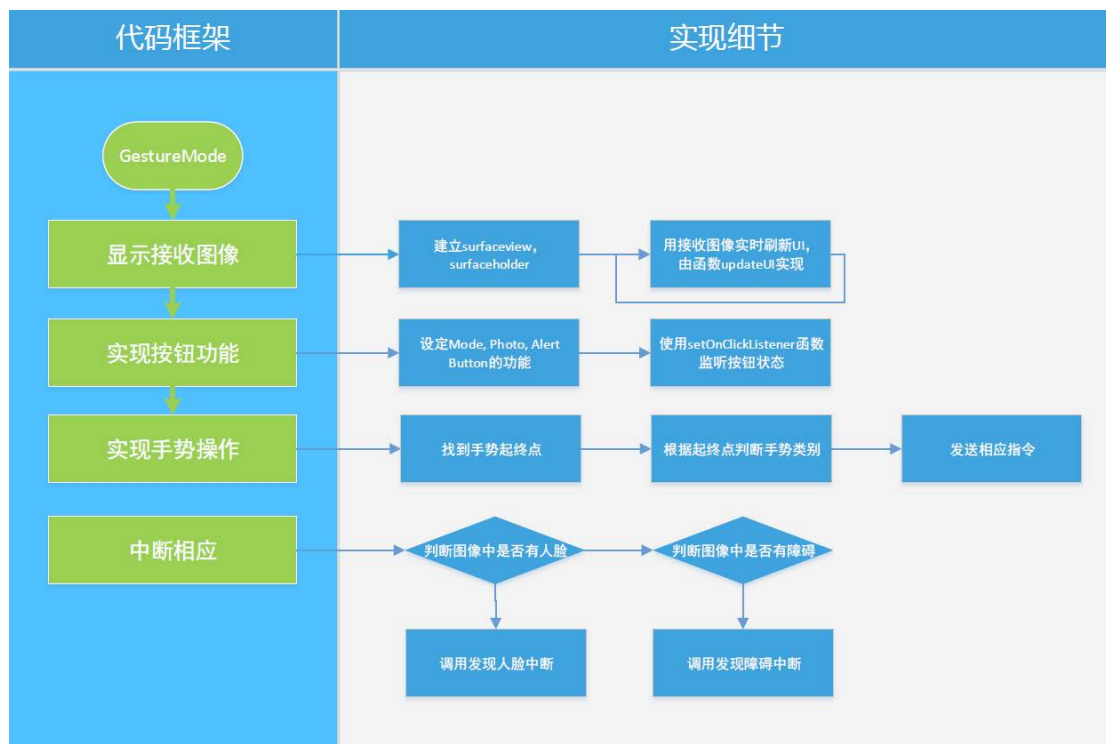


图 16：手势操作模式代码流程

- Mode button: 变换至照片浏览界面
- Photo button: 按下按钮后拍照
- Alert button: 发出警报
- Gesture manipulations: 响应手势操作
 - 输入手势的起终点位置
 - 计算手势位移
 - 发送响应指令
- 响应发现人脸，发现障碍的中断：
 - 获取事件编号
 - 调用相应中断响应程序

2.3.4 Gravity Mode : [8]

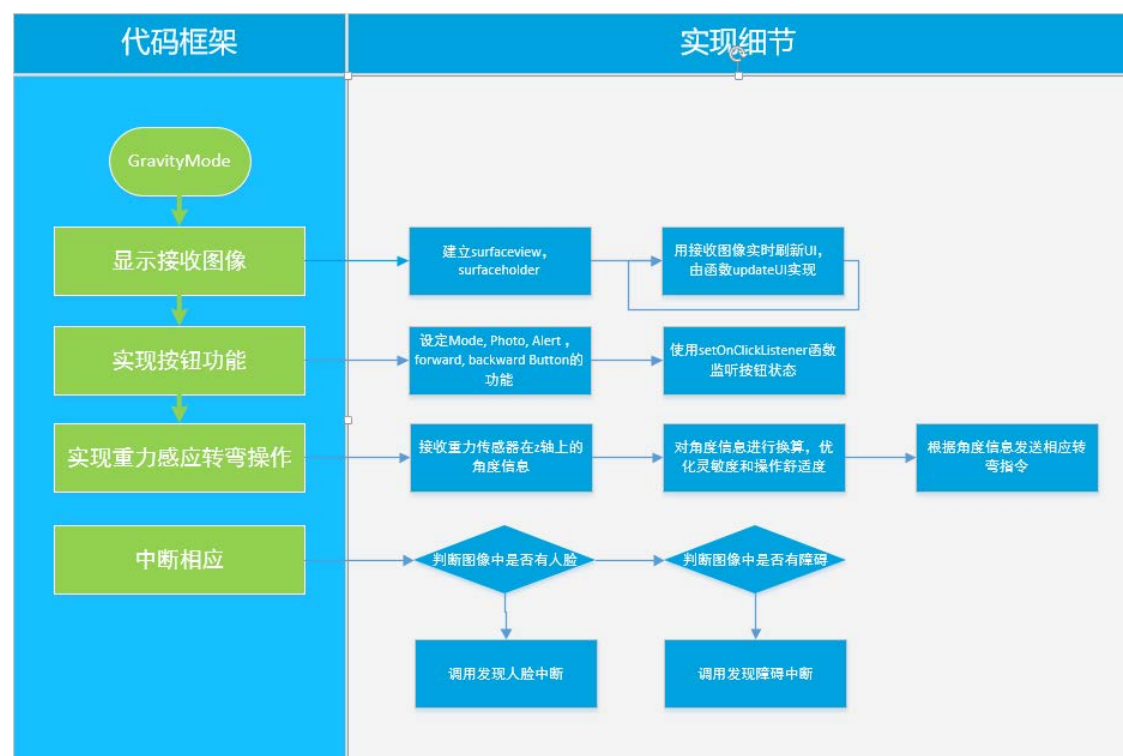


图 17: 重力操作模式代码流程

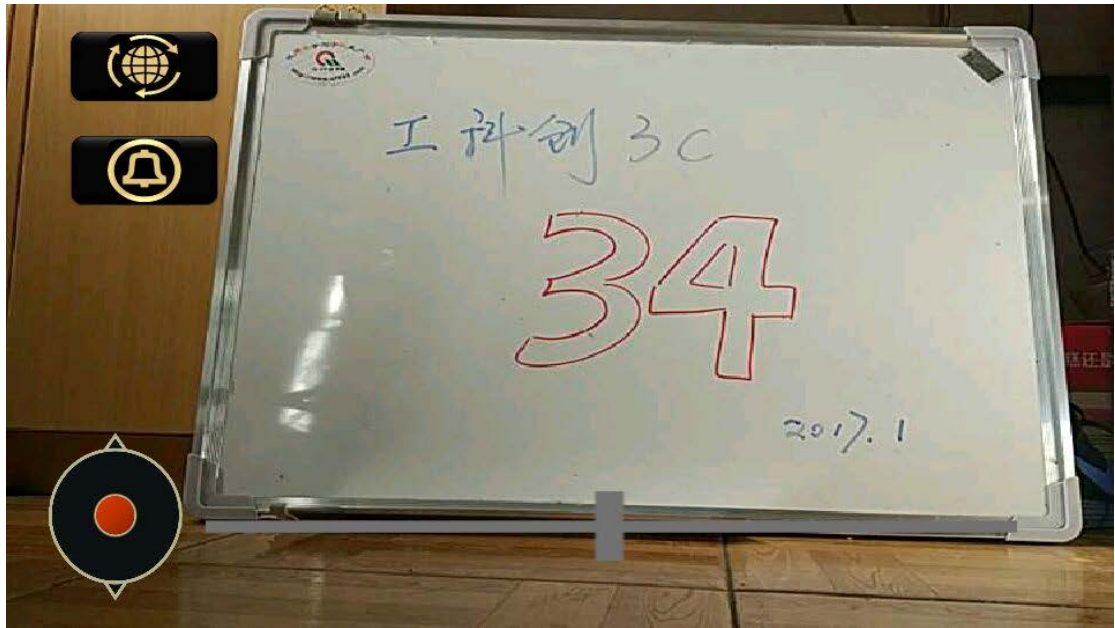


图 18: 手势操作模式 UI

大部分的实现方式与 Gesture 相同,这里不做赘述,仅介绍一下重力传感器相关实现方式。

➤ 重力传感器实现转弯：

- 得到三个轴的角度信息。
- 对 y 轴方向的角度信息进行一些数值处理，优化操作灵敏度。
- 根据角度信息发送相应控制指令。

2.3.5 Voice mode[9]

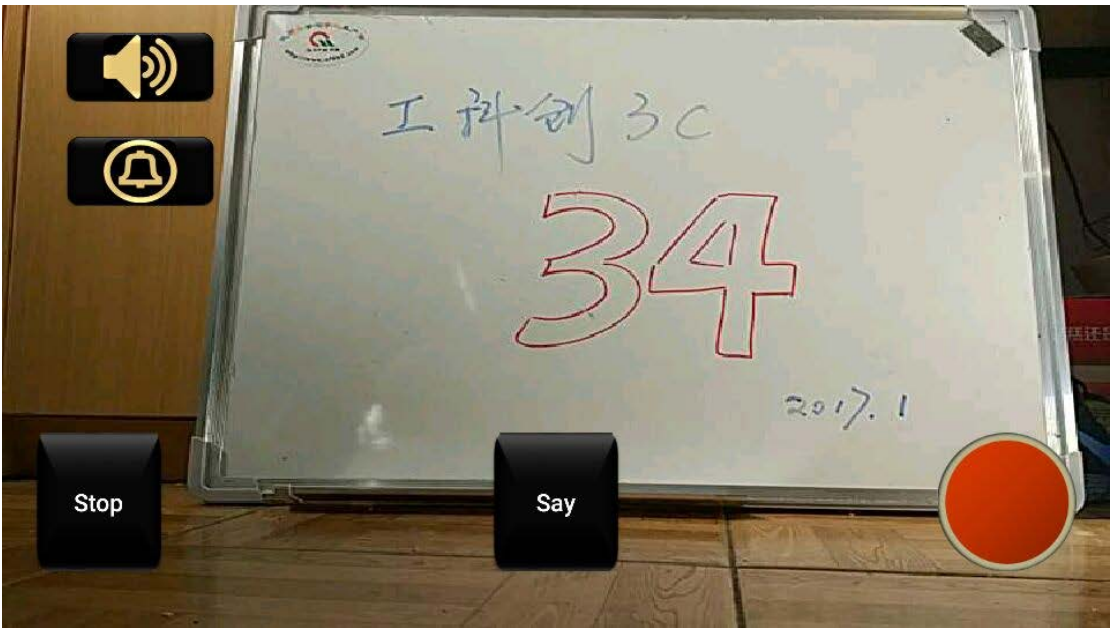


图 19：语音操作模式 UI

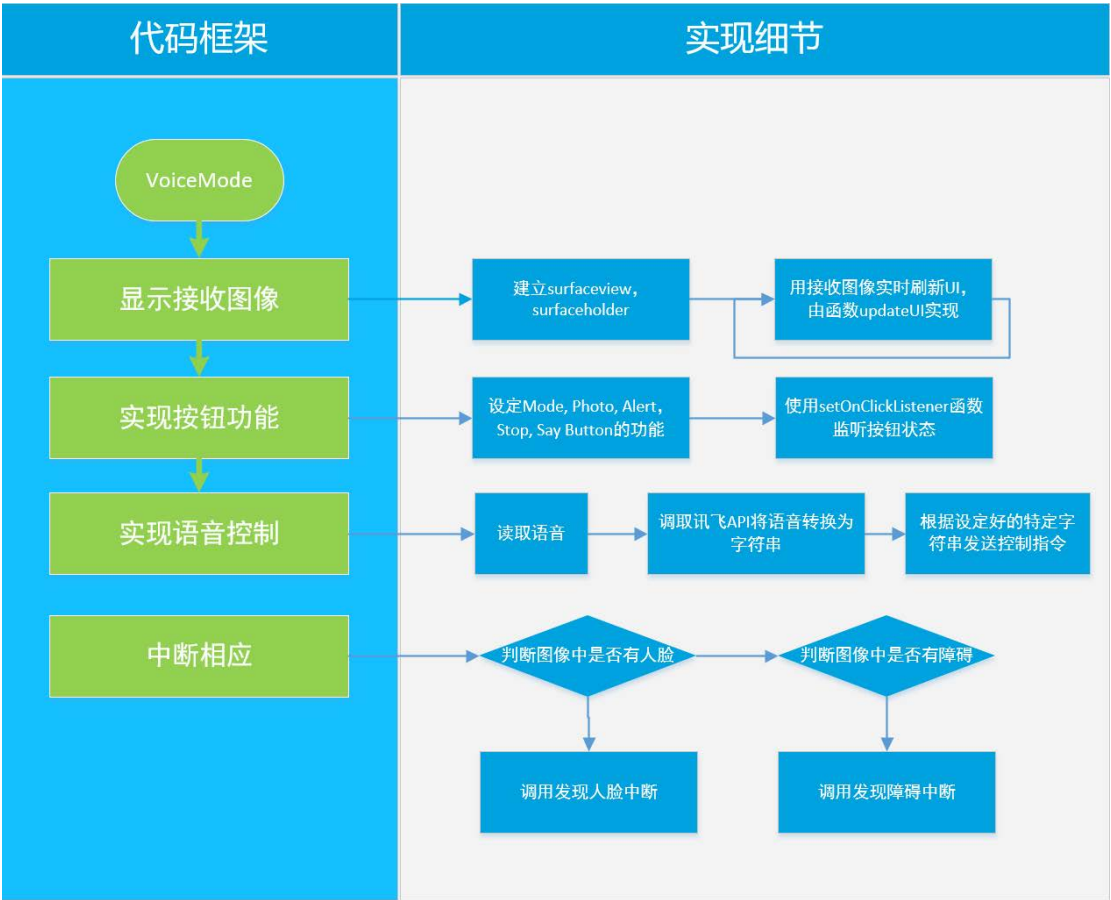


图 20：语音操作模式代码流程

- 从语音中分析字符串：
 - 显示讯飞语音听写功能的 UI。
 - 调用讯飞语音的 API 进行语音转换，获得说话人说的字符串。

- 根据字符串产生指令：
 - 输入得到的语音内容的字符串。
 - 根据字符串中包含的关键词发送指令。

2.3.6 Key Mode

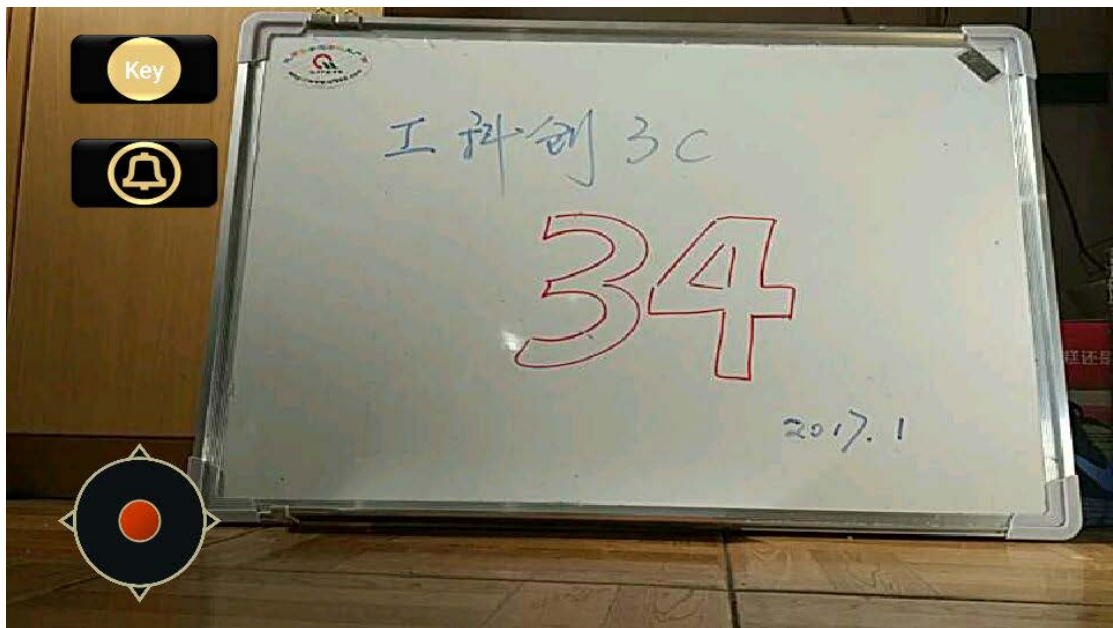


图 21：按键操作模式 UI

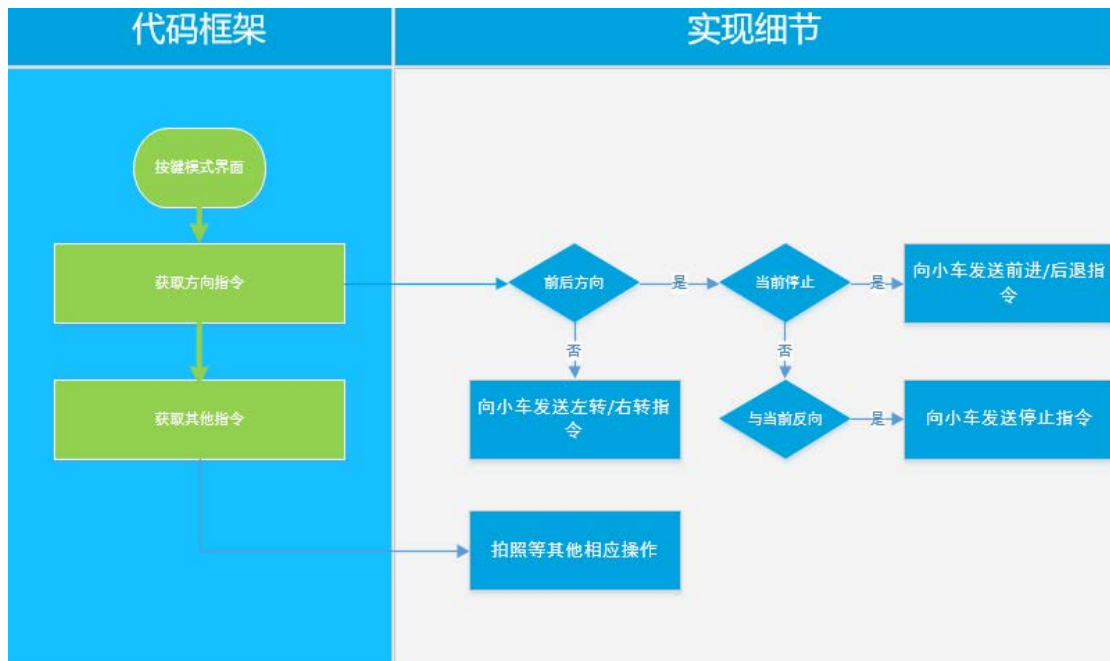


图 22：按键操作模式代码流程

按键功能通过 Android 内部类 ImageButton 来获取 UI 界面的按钮是否被用户触发。

发送信息使用了 sendData 方法，该方法通 Android 内部类 OutputStream 的一个实例化对象来实现与串口的通信。

当用户触发相应按钮时，通过 sendData 方法向蓝牙发送对应的控制字符串。

2.3.7 拍照与查看

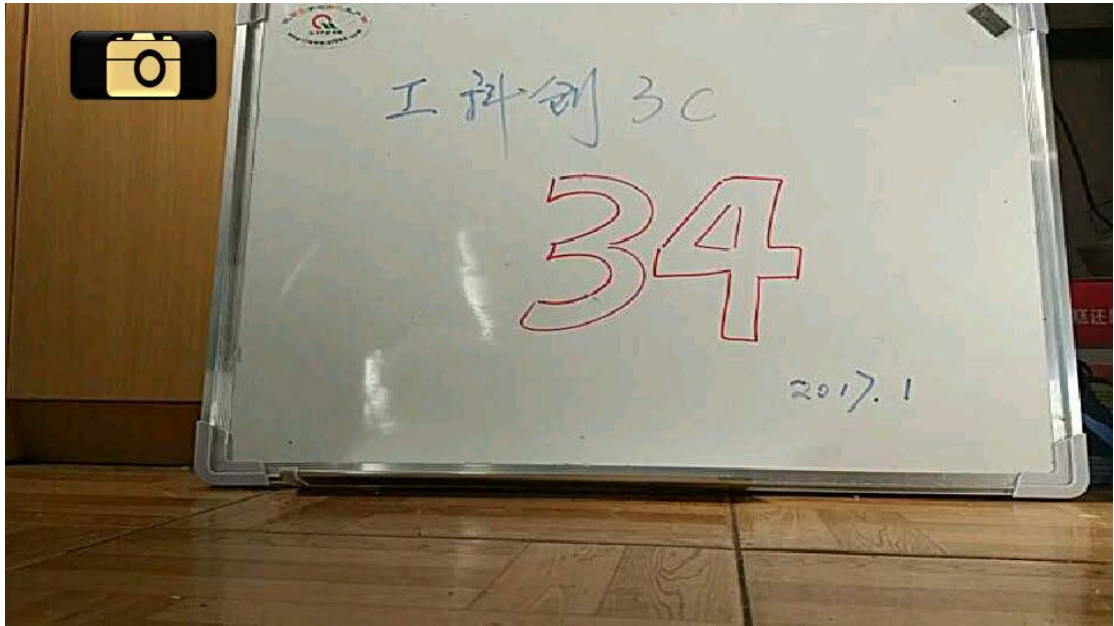


图 23: 照片查看 UI

照片的拍摄也是使用了 Android 内部类 `ImageButtom`，按下 UI 界面上的对应按钮后，充当 S-ee 的手机传送来当前画面。我们使用了内部类 `Bitmap` 来作为图片的保存方式，并使用了 `LinkedList` 建立链表来作为 `Bitmap` 的容器使用，将这个图片链表实例化。之后每次拍摄进行视频流当前图像的发送并将成功信息返回至界面。

照片的查看实现比较简单，和手势操作类似，使用了 `MotionEvent` 类来获取用户在 UI 界面上的手势以切换当前照片。不同点在于判定条件，这里为了防止误操作我们对位置移动的判定更加严格

此外我们利用了 `Bitmap` 的一个迭代器，用于查找前后的图片。[12]

```
public LinkedList<Bitmap> phts;  
  
private ListIterator<Bitmap> it;
```

图 24: 照片查看功能用到的结构

2.3.8 NFC 接受 IP 地址[13]

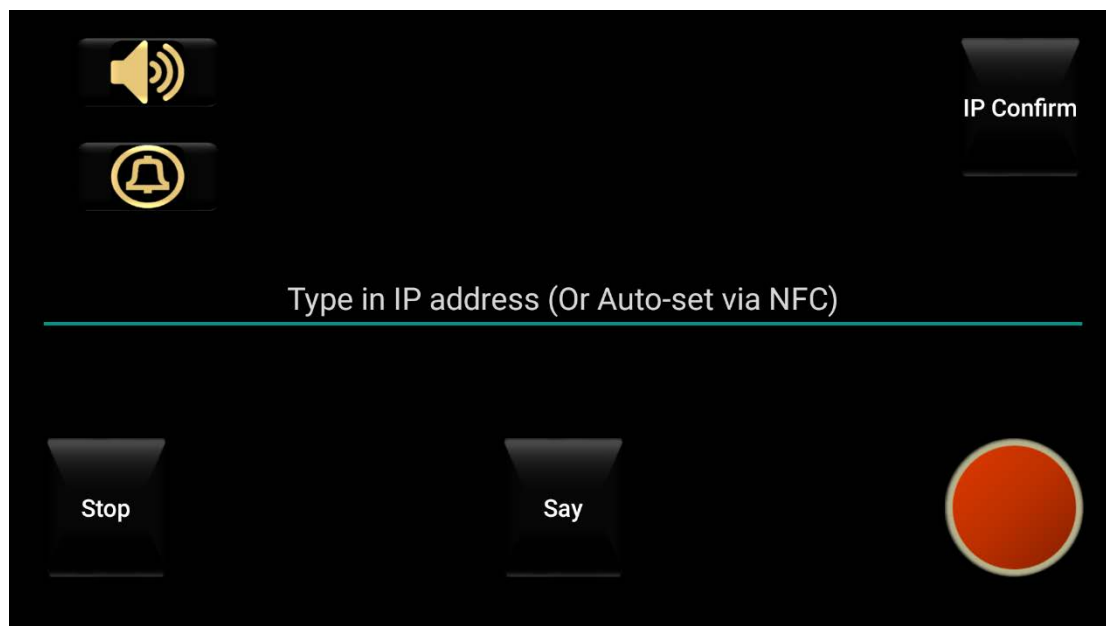


图 25: S-EE 在 NFC 连接成功前的界面

使用 NFC 功能需要引入以下 Android 类,这里先介绍控制端手机 NFC 接收 IP 地址的实现, S-ee 端获取 IP 地址与输出在后面的部分分析。

```
import android.nfc.NdefMessage;  
import android.nfc.NdefRecord;  
import android.nfc.NfcAdapter;
```

图 26: NFC 连接用到的类

NfcAdapter 用于获取匹配的 NFC 设备。配对成功后, 使用 NdefMessage 类来获取小车端手机的信息, 在本程序中获取的是 IP 地址; 在此过程中我们会利用 NdefRecord 类 将获取的字符串与 Package Name 比较, 以防止 Android 应用记录的传递。

完成获取后, 我们将得到的 IP 字符串转换为 EditText 类型, 由此可以将 IP 字符串显示到 UI 的输入文本框里等待用户确认。

因为目前许多的 Android 6.0 设备还没有 NFC 硬件, 由此我们也对 IP 地址的传递提供了备选方案 :UI 界面的文本框输入。采用内部类 EditText 可以比较容易地实现。

2.4 安卓小车端

2.4.1 IP 地址的获取

获取 IP 地址可调用 `getSystemService (WIFI_SERVICE)`; 方法获取 `WifiManager` 对象 ,再调用该对象的 `getConnectionInfo().getIpAddress()` 成员方法得到。

获取的 IP 地址需进行格式化。

```
private String getIpAddress(){
    WifiManager wifiManager = (WifiManager) getSystemService(WIFI_SERVICE);
    int ipAddress = wifiManager.getConnectionInfo().getIpAddress();
    String ipAddressFormatted = String.format("%d.%d.%d.%d", (ipAddress & 0xff), (ipAddress >> 8 & 0xff),
        (ipAddress >> 16 & 0xff), (ipAddress >> 24 & 0xff));
    return ipAddressFormatted;
}
```

图 27: GETIPADDRESS()方法

获取到的 IP 地址将显示在屏幕上，如下图所示。

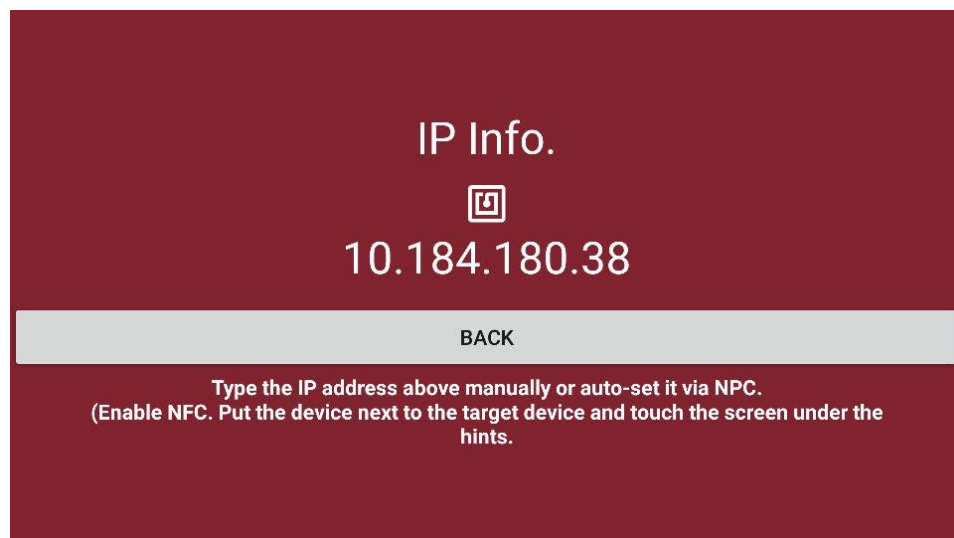


图 28: S-EE 获取 IP 后显示界面

2.4.2 快捷传递 IP 地址 (NFC)

获取到的 IP 地址可通过 NFC(需两台手机都支持)"碰一碰" 快速传递。

本项目中 NFC 基于 Android Beam 功能实现 ,以 Android Beam 消息的形式传输 , 其中定义的套接字规范 `NdefMessage` (将在控制端实现中展开)。

通过 Android Beam 传输数据的条件有：两台手机都开启 Android Beam 功能；发送端应用处于前台非锁屏状态，接收端处于非锁屏状态。两台手机近距离接触后，会震动提醒用户识别到 NFC 设备，同时两手机屏幕缩小，此时用户单击发送端屏幕，则对应消息即从发送端发出至控制端。

Android Beam 方式实现 NFC 可以有以下三个方法：
enableForegroundNdefPush()，setNdefPushMessageCallback() 与 setNdefPushMessage()。本实现中使用第二种“回调函数法”。

“回调函数法”首先以 Activity 对象 implement 方式创建 NfcAdapter.CreateNdefMessageCallback，在对象成员 onCreate()方法中获取 NFCAdapter 实例并调用 setNdefPushMessageCallback()函数。

待发送的信息由 messageToSendArray 装载准备。

```
public class InfoNfc extends Activity implements NfcAdapter.CreateNdefMessageCallback{  
    private NfcAdapter nfcAdapter;  
    private ArrayList<String> messagesToSendArray;
```

图 29: NFC 回调函数法实现

```
    nfcAdapter = NfcAdapter.getDefaultAdapter(getActivity());  
    nfcAdapter.setNdefPushMessageCallback(this, getActivity());
```

图 30: ONCREATE()函数中相关操作

2.4.3 视频流传输

视频流传递实现主要是基于以下关于摄像机硬件的内部类：

```
import android.hardware.Camera;  
import android.hardware.Camera.Parameters;  
import android.hardware.Camera.PreviewCallback;  
import android.hardware.Camera.Size;
```

图 31: 摄像机硬件内部类

此外，为了使多媒体流更加丰富，还使用了以下几个音频类

```
import android.media.AudioManager;  
import android.media.SoundPool;
```

图 32: 音频类

首先实例化出一个 Camera 对象

```
private Camera mCamera;
```

图 33: CAMERA 实例

之后对 Camera 对象进行初始化,即对拍摄格式、拍摄尺寸、预览尺寸、FPS、聚焦模式等的设置,因为手机摄像机的设置在 Android 程序设计中十分常见,有较充足的范例,这里就不再细节分析了。

在 S-ee 中 UI 界面只需要展示小车前方图像即可,因此我们调用 Camera.setPreviewDisplay,使用摄像机预览作为 UI

当前获取的图像会存储在 onPreviewFrame 重载类之中,该函数里面有两个参数,第一个参数为 byte[],为摄像头当前图像数据,这里我们再次利用 LinkedList 作为容器来存储图像。这里的实例化对象 mQueue 可看作视频流缓存;同时我们还可以轻松地完成获取图像、清空目前视频图像缓存等操作。

关于视频流的建立同样是基于 socket,详情请参考实现架构部分。传输时我们使用 YuvImage 方法来将缓存中的数据转换为图像,再通过 ByteArrayOutputStream 来实现视频传输。

3 成果

实现的功能：

➤ 基础功能：

小车可自由运动（前后左右，转弯等）

小车成功接收安卓手机指令

➤ 拓展功能：

主从连接 IP 配置双模式：NFC 自动传递 / 手动键入；

UI 设计：多界面切换，组合按钮设计，增强交互；

四种控制模式：

- 语音控制
- 重力感应控制
- 手势控制
- 虚拟按键控制

附加功能：人脸识别，障碍物识别，拍照与照片查看，报警功能。

4 特色

- 多个终端连接简易方便，可扩展至所有安装有终端的设备之上。
- 控制端 App 与小车端 App 采用 NFC 互联，快捷方便；控制端 App 与小车运动端采用蓝牙互联，普遍试用。
- 多模式操作，满足不同操作需求，包括语音，手势，按键及重力感应操作。
- 简约风格设计。在提高美观度的同时简化操作，提高人机交互效率。
- 各终端交互效率高。精简逻辑结构，使得小车运行，画面传输流畅，没有迟钝或是卡顿的现象。

5 感悟

- 朱耀明：

这次科创 3C 与以前做过的 2B 有许多相似点，但又有许多不同。之前 2B 使用 opencv 完成的是老师给定的任务，在网上查阅 opencv 的库函数、相关资料以及相关图形学的算法就能完成问题。

而这一次项目的自由度非常大，除了手机控制小车前后左右移动的基本功能外，我们需要自己结合现实为其增强功能。而增加的功能不能太过简单而显得多余，也不能太过复杂导致难以实现。为此我们进行了很多设想和尝试。类似 NFC、语音控制等功能也让我们查阅并学习了很多开源框架与第三方库。3C 对代码能力的需求也比 2B 更高了，因为我是第一次接触 Android 编程，这让我也自学了很多 Android 与 Java 的相关知识，特别是对其信息

传输方法的实现。

总而言之这次科创项目让我收获了很多。同时我也要感谢我的队友们，是他们的辛勤劳动让我们小组得以顺利实现诸多的功能。

- 包伟铭：

本学期我们运用课程相关知识，实现了一套跨 Android 与 Arduino 平台的智能实时可遥控远程视频监控解决方案。我们选择了自制小车，并选用了相对熟悉的 Arduino 开发平台。由于自己之前在 Android 编程方面接触不深，在整个项目进行过程中，碰到了不少问题，但辛苦是有价值的，收获良多。

Android 应用开发在前期已有相关经验，对相关功能的实现思路也大致了解，但动手实践过程中仍会出现许许多多意料之外的突发状况。前期反复设想心中再有底，到实际动手是仍会出现或多或少的问题需要尝试解决。我想这也是工程的魅力所在。而只有潜下心，全情投入，面对种种出现的问题有恒心、毅力，不浮躁，轻言放弃，最终才能在这最困难也是最有收获的阶段真正收获更多。

感谢小伙伴的全情参与及前人、老师的指导帮助，在整个项目过程中，我收获了一份记忆深刻的体验，在相关理论、技术应用能力提高的过程中，更收获了许多兴奋与快乐！

- 庞博：

通过学习《工程实践与科技创新 II-B》这门课程，使得我对于库函数的

使用有了更深的了解，使我对编程的理解和使用都有所提高。这也是我第一次接触图像处理，本来以前认为非常深奥的东西，通过这一次的学习之后，我有了新的看法，也不再对这一块儿一无所知。这门课让我学到了很多。

实际成果的诞生给予了我们所有成员极大的成就感，提高了我学习编程语言的积极性和自信心，让我感受到了设计与创新的乐趣。

最后感谢小组成员的共同努力与配合，感谢老师的指导。

- 钱奕辉：

工科创 3C 的课程相比 2B 有了更多的任务和挑战。控制平台由电脑换成了手机，实现的功能种类和复杂度都提高了许多。因此，我们面临着更高的要求。控制平台的转变使我们开始使用之前从未接触过的 Android Studio，实现功能要求的增加使我们要处理的代码量、函数数量都增加了不少。实践中使用的 WiFi 和蓝牙传输数据、图像识别、语音识别等看起来都是不同的领域，需要广泛的学习，并将它们整合起来。

此外，老师的指导、团队的合作都是完成整个实践的必不可少的因素。虽然遇到此前未曾接触过的问题时，学会自主学习、查阅资料也是这项课程教给我们的宝贵经验，毕竟老师和同学不可能时刻在我们身边，但他们在必要时时刻给予我们的热情帮助也给了我极大的鼓舞。我衷心地感谢给我们指导和帮助的老师 and 同学们。

6 参考文献

- [1]. Arduino Mega Introduction.
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega>. [2017-1-16]
- [2]. Arduino IC 引脚图完全版.
<http://plclive.com/a/jibenyuanyiqian/kongzhiqu/2016/0430/495.html>. [2016-04-30/2017-1-16]
- [3]. 两路电机驱动 H 桥 L9110 步进电机驱动模块
<http://www.yd-tech.com.tw/pdf/ARDUINO/Arduino%20TARDL9110.pdf>. [2017-1-16]
- [4]. Android 界面设计适配和 Android Studio 中的资源.
http://blog.csdn.net/zx_android/article/details/51982555. [2019-07-21/2017-1-16]
- [5]. Android 重力感应实现方式简介.
<http://outofmemory.cn/code-snippet/2231/Android-zhongli-ganying-achieve-mode-intro>. [2017-1-16]
- [6]. 讯飞 MSC (Mobile Speech Client, 移动语音终端) Android 版 SDK 的用户指南
<http://www.xfyun.cn/doccenter/awd>. [2017-1-16]
- [7]. 基于 android 的 Socket 通信
<http://blog.csdn.net/maoxiao1229/article/details/22886337>. [2014-04-03/2017-1-16]
- [8]. Android Bluetooth (蓝牙) 实例
<http://www.yiibai.com/android/android bluetooth.html>. [2017-1-16]
- [9]. Android 学习之位图 BitMap
<http://www.cnblogs.com/summers/p/4096776.html>. [2014-11-14/2017-1-16]
- [10] Endoscope lets you to stream live video between android devices over Wi-Fi. <https://github.com/hypeapps/Endoscope>. [2016-09-01/2017-1-16]
- [11]. 《工程实践与科技创新III-C》课程材料

7 致谢

感谢《工程实践与科技创新III-C》课程组张士文等老师及助教的指导帮助。

感谢该门课程让我们获得这一份充实、有意义的学习体验。学习探索的过程中，在实践能力、工程意识、团队协作、创新精神等方面都深感收获良多。

感谢课程中小组成员积极参与、交流探讨，分工协作，共同进步。