姓名：李嘉梁 班级：计算机 211 学号：211302104

题目：专注于人脸计算的计算机视觉安卓应用（FaceCV）

开发环境:Android Studio Giraffe | 2022.3.1 Patch 1

compileSdk:33;Java version:17;
camerax version:1.0.0-beta07;
pytorch_android_lite:1.12.1;
pytorch_android_torchvision_lite:1.12.1;

一、 设计思路：

1. **任务列表：**
   A. 实现点击按钮，存储照片，并提示存储成功
   B. 原有模型，点击按钮，计算并输出检测到的人脸的个数
   C. 新引模型，点击按钮，实现某一功能
   D. 改为 MVVM 结构
2. **任务排序：**A->B->D->C
3. **实现结果：**A/B/D/C 均已实现，额外实现任务 E.，任务列表补充：
   C. 点击按钮，实现功能切换(人脸检测<->**表情推断**)
   E. 点击按钮，实现摄像头转向

二、 设计原则：

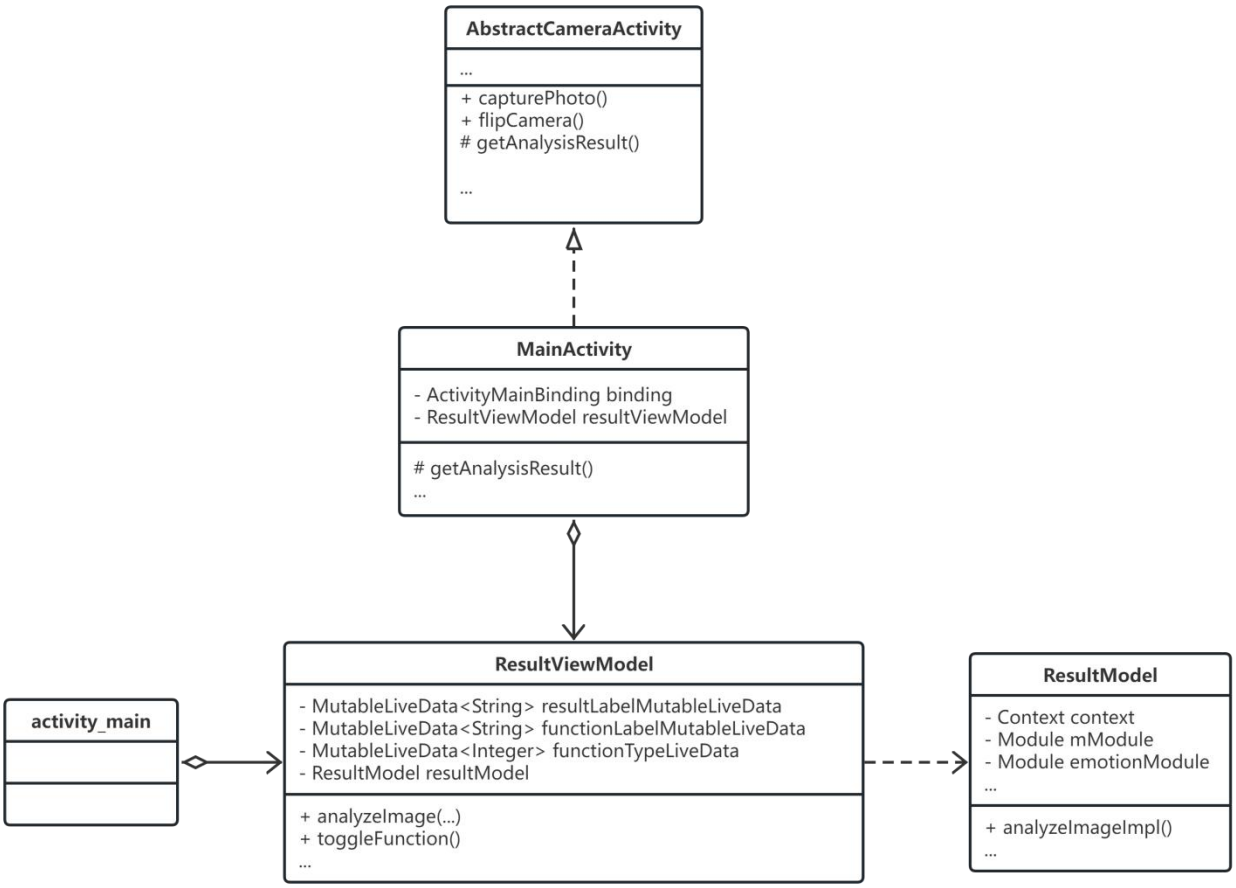
1. **数据**为**中心**
2. **职能**相**分离**

三、 设计思想：

1. 数据为中心：即以 VM 为数据对接中心；-->**data-binding**
2. 职能相分离：即使各个组件专注于属于自己的职能：-->**MVVM**
   VM 专注于数据的业务逻辑；
   M 专注于数据的处理逻辑；
   V 专注于数据的接入和响应；
   C:专注于相机的基础/原始功能逻辑；
   MA:专注于 MVVM 的控制中枢逻辑，扩展相机高级功能逻辑；

四、 设计实现：

1. **逻辑结构：**(下图显示最核心的组件、属性、方法)



下面介绍项目最核心的组件：

1) MainActivity.java: **MA**,专注于 MVVM 的控制中枢逻辑：即负责承载 app 的核心控制架构（data-binding 绑定关系），精简后仅 50 行（带空格和注释）。扩展相机高级功能逻辑：即区别于原始相机的高级功能特性，更直观来说就是实现了可以调用模型的分析结果的功能。

2) AbstractCameraActivity.java: **C**,专注于相机的基础/原始功能逻辑：MA 的 prototype；实现了原始相机的基础功能。

3) ResultViewModel.java：**VM**,专注于数据的业务逻辑：使 MA 基本不必管辖数据的流动和功能的实现（MA 甚至不知道目前所处的功能模式是什么）。

4) ResultModel.java：**M**,专注于数据的处理逻辑：是将 app 高级功能特性实现的组件。

5) activity_main.xml: **V**,专注于数据的接入和响应：是 app 数据流入和流出的端口。

3. **代码结构**:

下面介绍项目最核心的控制流和数据流：

1) 推理模块控制流：

AbstractCameraActivity::getAnalysisResult()抽象方法

-->调用

MA::getAnalysisResult()调用 VM 获取结果

-->调用

VM::analyzeImage()调用 M 获取结果

-->调用

M::analyzeImageImpl()计算结果

2) 推理模块数据流：

输入流：

ACA::getAnalysisResult(拍照的用例，旋转角，朝向，预览视图)

-->推送

MA::getAnalysisResult(...)

-->推送

VM::analyzeImage(...)+功能模式类型

-->推送

M::analyzeImageImpl(...,功能模式类型)

输出流：

ACA::[推理结果]getAnalysisResult()获取 boxing 部分显示在 V

<--返回

MA::[推理结果]getAnalysisResult()

<--返回

VM::[推理结果]analyzeImage()获取计数/表情结果显示在 V（通过 resultLabel**LiveData/结果标签 LD**）

<--返回

M::[推理结果]analyzeImageImpl()

3) 功能切换模块数据流：

V::通过 a 显示可供切换的功能;通过 d 切换功能；

<-->双向绑定

VM:: a) functionLabel**LiveData;按键标签 LD**

b) functionType**LiveData;功能模式 LD**

c) getFunctionLiveData():

d) toggleFunction():

-->函数中推送形参

M::得知当前功能模式

4) 拍摄存储/翻转摄像头模块控制流：

V::通过 a,b 接口告知 C；

-->调用

C:: a) capturePhoto();

b) flipCamera();

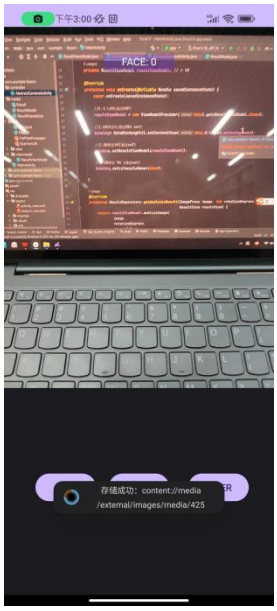
4. **流程结构**:

下面介绍项目推理模块的最核心的流程是:

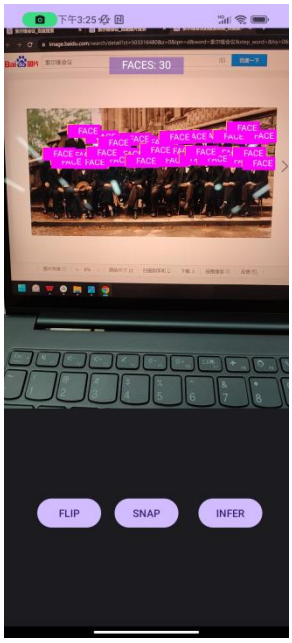
1) 初始化相机配置和视图控件
2) 定时获取 image
3) 将 image 解码为 Bitmap
4) 用 TensorImageUtils 处理为模型输入张量
5) 加载 PyTorch 模型并进行推理
6) 处理和显示推理结果

五、 实现结果：

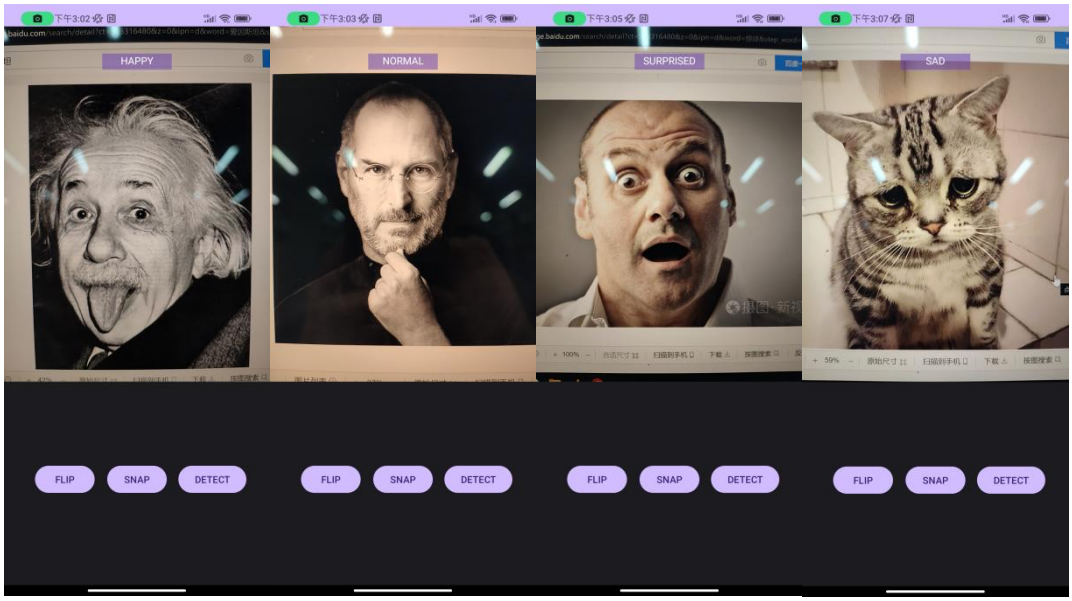
1. 拍摄存储功能：（点击“SNAP”，屏幕下方提示存储成功并显示存储路径）



2. 人脸检测功能：（app 默认功能，屏幕上方实时检测人脸数量）



3. 表情推断功能：（点击“INFER”，屏幕上方实时推断表情，可点击“DETECT”切换回人脸检测功能）



4. 翻转摄像头功能：（点击“FLIP”，实现摄像头翻转）

五、实现问题：

1. **问题：**想在运行过程中调换摄像头，但是无法调换，检查 Logcat 抛出异常：java.lang.NullPointerException: Attempt to invoke virtual method ‘android...

解决：经上网查询，推断问题出现在“FindViewById 必须在 onCreate()内”，而我的调换摄像头实现需要重新调用 startCamera()[原本是在 onCreate()中调用]，这个方法中又调用了 getCameraPreviewTextureView(),而后者方法中又调用了 FindViewById()！但是现在我是在运行过程中调用，所以会出异常。因此解决思路是只允许 getCameraPreviewTextureView()这个方法在第一次创建(onCreate())时调用，并将返回值保存在成员变量中，再次需要用只需访问成员变量即可。代码复现如下：

```
//  PreviewView textureView = getCameraPreviewTextureView();
// * new : Only onCreate() that findViewById() is permitted
textureView = firstIn?getCameraPreviewTextureView():textureView;
firstIn = false;
```

2. **问题：**抛出异常：java.lang.IllegalStateException: Cannot invoke setValue on a background thread

解决：经上网查询，得知报错原因为在非主线程中对 LiveData 数据进行 setValue()更新数据，setValue()必须在主线程中调用 ，不能在非主线程中调用，如果要在非主线程中调用，要使用 postValue()接口，它可以在主线程中调用，也可以在子线程中调用。

3. **问题：**对接 controller 的按键无响应,抛出异常：

java.lang.IllegalStateException: Could not find method capturePhoto(View) in a parent or ancestor Context for android:onClick attribute defined on view class com.google.android.material.button.MaterialButton with id 'capture_photo_button'

java.lang.IllegalStateException: Could not find method flipCamera(View) in a parent or ancestor Context for android:onClick attribute defined on view class com.google.android.material.button.MaterialButton with id 'flip_camera_button'

解决：经上网查询，得知原因为 controller 的对应调用方法必须为 public，并且接收一个形参 View view。

4. **问题：**点击翻转摄像头无响应。

解决：推断相机用例配置与相机对象绑定在一起，翻转摄像头需要再次 startCamera()重新绑定,经测试后假设得到验证。

5. **问题：**切换功能后，与当前功能显示输出不一致的问题，即会错位返回另一种功能显示输出 null 或数组越界。

解决：推断存在一个先后时间差 δ t=t2-t1，使得 VM 和 M 得到的功能指示不一致，具体来说，考虑如下场景，VM 已经在 t2 切换到 Function2 了，但得到的结果还是 M 从 t1 用 Function1 计算得到的输出。因此,存在至少两种思路:1.设定临时功能指示 Instruction1,保证 VM 和 M 在同一个 Transaction 参照同一种功能指示。（成功，代码复现如下）2.使用 synchronized 对功能加锁。（未成功）

```
//      // * 临时功能模式: 保证 VM <--> M 功能一致性
        Integer tempFunctionType = this.functionTypeLiveData.getValue();

        ResultRepository result =
                resultModel.analyzeImageImpl(image,rotationDegrees,changeToBack,
                        // * add
                        resultView, tempFunctionType); // 调用分析图像方法

        if(Objects.equals(tempFunctionType, FUNC_DETECT)){

            int numerationResult = result.getResults().size();
            String prefix = numerationResult <= 1 ? PREFIX_SINGULAR : PREFIX_PLURAL;
            this.resultLabelLiveData.postValue(prefix + numerationResult);

        }

        else if(Objects.equals(tempFunctionType, FUNC_INFER)){

            String emotionResult = result.getEmotionResult();
            this.resultLabelLiveData.postValue(emotionResult);

        }
```

六、 设计与实现总结：

通过本次实验我对 MVVM 的软件架构模式有了更深刻、更完整的理解，在 5 次代码重构中充分体会到了职能划分明确后代码结构的清晰明了、干净整洁、系统直观。从 MA 的 1000 行到 50 行,从一箩筐到体系化解离...每个用思维重建构的过程都相当于一次对 MVVM 知识点的复习、总结、呈现，使我完成了从原理理解到实践实现的知识迁移，正向使得原理与实现联系更加紧密，反向修补了理解中的知识漏洞。非常感激孙老师的生动引领教导！