#### 抖音-硬编码与软编码区别，如何选取硬编与软编

Android的视频相关的开发，大概一直是整个Android生态，以及Android API中，最为分裂以及兼容性问题最为突出的一部分。摄像头，以及视频编码相关的API，Google一直对这方面的控制力非常差，导致不同厂商对这两个API的实现有不少差异，而且从API的设计来看，一直以来优化也相当有限，甚至有人认为这是“Android上最难用的API之一”

以微信为例，我们录制一个540p的mp4文件，对于Android来说，大体上是遵循这么一个流程：

img

img

大体上就是从摄像头输出的YUV帧经过预处理之后，送入编码器，获得编码好的h264视频流。

上面只是针对视频流的编码，另外还需要对音频流单独录制，最后再将视频流和音频流进行合成出最终视频。

这篇文章主要将会对视频流的编码中两个常见问题进行分析：

1. 视频编码器的选择（**硬编** or **软编**）？
2. 如何对摄像头输出的YUV帧进行快速预处理（镜像，缩放，旋转）？

### 视频编码器的选择

对于录制视频的需求，不少app都需要对每一帧数据进行单独处理，因此很少会直接用到MediaRecorder来直接录取视频，一般来说，会有这么两个选择

1. **MediaCodec**
2. **FFMpeg+x264/openh264**

我们来逐个解析一下

### 1MediaCodec（硬编）

MediaCodec是API 16之后Google推出的用于音视频编解码的一套偏底层的API，可以直接利用硬件加速进行视频的编解码。调用的时候需要先初始化MediaCodec作为视频的编码器，然后只需要不停传入原始的YUV数据进入编码器就可以直接输出编码好的h264流，整个API设计模型来看，就是同时包含了输入端和输出端的两条队列：

img

img

因此，作为编码器，输入端队列存放的就是原始YUV数据，输出端队列输出的就是编码好的h264流，作为解码器则对应相反。在调用的时候，MediaCodec提供了同步和异步两种调用方式，但是异步使用Callback的方式是在API 21之后才加入的，以同步调用为例，一般来说调用方式大概是这样（摘自官方例子）：

MediaCodec codec = MediaCodec.createByCodecName(name);  
 codec.configure(format, …);  
 MediaFormat outputFormat = codec.getOutputFormat(); // option B  
 codec.start();  
 for (;;) {  
 int inputBufferId = codec.dequeueInputBuffer(timeoutUs);  
 if (inputBufferId >= 0) {  
 ByteBuffer inputBuffer = codec.getInputBuffer(…);  
 // fill inputBuffer with valid data  
 …  
 codec.queueInputBuffer(inputBufferId, …);  
 }  
 int outputBufferId = codec.dequeueOutputBuffer(…);  
 if (outputBufferId >= 0) {  
 ByteBuffer outputBuffer = codec.getOutputBuffer(outputBufferId);  
 MediaFormat bufferFormat = codec.getOutputFormat(outputBufferId); // option A  
 // bufferFormat is identical to outputFormat  
 // outputBuffer is ready to be processed or rendered.  
 …  
 codec.releaseOutputBuffer(outputBufferId, …);  
 } else if (outputBufferId == MediaCodec.INFO\_OUTPUT\_FORMAT\_CHANGED) {  
 // Subsequent data will conform to new format.  
 // Can ignore if using getOutputFormat(outputBufferId)  
 outputFormat = codec.getOutputFormat(); // option B  
 }  
 }  
 codec.stop();  
 codec.release();

简单解释一下，通过getInputBuffers获取输入队列，然后调用dequeueInputBuffer获取输入队列空闲数组下标，注意dequeueOutputBuffer会有几个特殊的返回值表示当前编解码状态的变化，然后再通过queueInputBuffer把原始YUV数据送入编码器，而在输出队列端同样通过getOutputBuffers和dequeueOutputBuffer获取输出的h264流，处理完输出数据之后，需要通过releaseOutputBuffer把输出buffer还给系统，重新放到输出队列中。 关于MediaCodec更复杂的使用例子，可以参照下CTS测试里面的使用方式：[EncodeDecodeTest.java](https://android.googlesource.com/platform/cts/+/jb-mr2-release/tests/tests/media/src/android/media/cts/EncodeDecodeTest.java)

从上面例子来看的确是非常原始的API，由于MediaCodec底层是直接调用了手机平台硬件的编解码能力，所以速度非常快，但是因为Google对整个Android硬件生态的掌控力非常弱，所以这个API有很多问题：

1. 颜色格式问题

MediaCodec在初始化的时候，在configure的时候，需要传入一个MediaFormat对象，当作为编码器使用的时候，我们一般需要在MediaFormat中指定视频的宽高，帧率，码率，I帧间隔等基本信息，除此之外，还有一个重要的信息就是，指定编码器接受的YUV帧的颜色格式。这个是因为由于YUV根据其采样比例，UV分量的排列顺序有很多种不同的颜色格式，而对于Android的摄像头在onPreviewFrame输出的YUV帧格式，如果没有配置任何参数的情况下，基本上都是NV21格式，但Google对MediaCodec的API在设计和规范的时候，显得很不厚道，过于贴近Android的HAL层了，导致了NV21格式并不是所有机器的MediaCodec都支持这种格式作为编码器的输入格式！ 因此，在初始化MediaCodec的时候，我们需要通过codecInfo.getCapabilitiesForType来查询机器上的MediaCodec实现具体支持哪些YUV格式作为输入格式，一般来说，起码在4.4+的系统上，这两种格式在大部分机器都有支持：

MediaCodecInfo.CodecCapabilities.COLOR\_FormatYUV420Planar MediaCodecInfo.CodecCapabilities.COLOR\_FormatYUV420SemiPlanar

两种格式分别是YUV420P和NV21，如果机器上只支持YUV420P格式的情况下，则需要先将摄像头输出的NV21格式先转换成YUV420P，才能送入编码器进行编码，否则最终出来的视频就会花屏，或者颜色出现错乱

这个算是一个不大不小的坑，基本上用上了MediaCodec进行视频编码都会遇上这个问题

1. 编码器支持特性相当有限

如果使用MediaCodec来编码H264视频流，对于H264格式来说，会有一些针对压缩率以及码率相关的视频质量设置，典型的诸如Profile(baseline, main, high)，Profile Level, Bitrate mode(CBR, CQ, VBR)，合理配置这些参数可以让我们在同等的码率下，获得更高的压缩率，从而提升视频的质量，Android也提供了对应的API进行设置，可以设置到MediaFormat中这些设置项:

MediaFormat.KEY\_BITRATE\_MODE MediaFormat.KEY\_PROFILE MediaFormat.KEY\_LEVEL

但问题是，对于Profile，Level, Bitrate mode这些设置，在大部分手机上都是不支持的，即使是设置了最终也不会生效，例如设置了Profile为high，最后出来的视频依然还会是Baseline，Shit....

这个问题，在7.0以下的机器几乎是必现的，其中一个可能的原因是，Android在源码层级[hardcode](http://androidxref.com/6.0.1_r10/xref/frameworks/av/media/libstagefright/ACodec.cpp)了profile的的设置：

// XXX if (h264type.eProfile != OMX\_VIDEO\_AVCProfileBaseline) { ALOGW("Use baseline profile instead of %d for AVC recording", h264type.eProfile); h264type.eProfile = OMX\_VIDEO\_AVCProfileBaseline; }

Android直到[7.0](http://androidxref.com/7.0.0_r1/xref/frameworks/av/media/libstagefright/ACodec.cpp)之后才取消了这段地方的Hardcode

if (h264type.eProfile == OMX\_VIDEO\_AVCProfileBaseline) { .... } else if (h264type.eProfile == OMX\_VIDEO\_AVCProfileMain || h264type.eProfile == OMX\_VIDEO\_AVCProfileHigh) { ..... }

这个问题可以说间接导致了MediaCodec编码出来的视频质量偏低，同等码率下，难以获得跟软编码甚至iOS那样的视频质量。

1. 16位对齐要求

前面说到，MediaCodec这个API在设计的时候，过于贴近HAL层，这在很多Soc的实现上，是直接把传入MediaCodec的buffer，在不经过任何前置处理的情况下就直接送入了Soc中。而在编码h264视频流的时候，由于h264的编码块大小一般是16x16，于是乎在一开始设置视频的宽高的时候，如果设置了一个没有对齐16的大小，例如960x540，在某些cpu上，最终编码出来的视频就会直接**花屏**！

很明显这还是因为厂商在实现这个API的时候，对传入的数据缺少校验以及前置处理导致的，目前来看，华为，三星的Soc出现这个问题会比较频繁，其他厂商的一些早期Soc也有这种问题，一般来说解决方法还是在设置视频宽高的时候，统一设置成对齐16位之后的大小就好了。

### 2 FFMpeg+x264/openh264（软编）

除了使用MediaCodec进行编码之外，另外一种比较流行的方案就是使用ffmpeg+x264/openh264进行软编码，ffmpeg是用于一些视频帧的预处理。这里主要是使用x264/openh264作为视频的编码器。

x264基本上被认为是当今市面上最快的商用视频编码器，而且基本上所有h264的特性都支持，通过合理配置各种参数还是能够得到较好的压缩率和编码速度的，限于篇幅，这里不再阐述h264的参数配置，有兴趣可以看下[这里](https://www.nmm-hd.org/d/index.php?title=X264%E4%BD%BF%E7%94%A8%E4%BB%8B%E7%BB%8D&variant=zh-cn)和[这里](http://www.cnblogs.com/wainiwann/p/5647521.html)对x264编码参数的调优。

[openh264](https://github.com/cisco/openh264)则是由思科开源的另外一个h264编码器，项目在2013年开源，对比起x264来说略显年轻，不过由于思科支付满了h264的年度专利费，所以对于外部用户来说，相当于可以直接免费使用了，另外，firefox直接内置了openh264，作为其在webRTC中的视频的编解码器使用。

但对比起x264，openh264在h264高级特性的支持比较差：

* Profile只支持到baseline, level 5.2
* 多线程编码只支持slice based，不支持frame based的多线程编码

从编码效率上来看，openh264的速度也并不会比x264快，不过其最大的好处，还是能够直接免费使用吧。

#### 软硬编对比

从上面的分析来看，

1. 硬编的好处主要在于速度快，而且系统自带不需要引入外部的库，但是特性支持有限，而且硬编的压缩率一般偏低，
2. 而对于软编码来说，虽然速度较慢，但是压缩率比较高，而且支持的H264特性也会比硬编码多很多，相对来说比较可控。就可用性而言，
3. 在4.4+的系统上，MediaCodec的可用性是能够基本保证的，但是不同等级的机器的编码器能力会有不少差别，建议可以根据机器的配置，选择不同的编码器配置。视频流合流然后包装到mp4文件，这部分我们可以通过