* 由 未知用户 (zth3612)创建, 最终由 [Li Zhaofeng(Jeffrey)](https://confluence.arcsoft.com.cn/display/~zli)修改于 [三月 29, 2022](https://confluence.arcsoft.com.cn/pages/diffpagesbyversion.action?pageId=78579876&selectedPageVersions=15&selectedPageVersions=16)

**引言：**

在手机中的camera，主要是由lens和sensor组成。一般sensor有CMOS和CCD两大类。CCD的功耗高，拍摄质量高，造价高，适合在数码相机或DV中使用，而手机中对像素要求不是特别严格，但是对空间和成本有比较高要求的话，一般都会选择CMOS的摄像头。

**相机成像工作原理：**

sensor接收外界光线后转化为电能，再透过芯片上的模-数转换器（ADC）将获得的图像信号转变为数字信号输出

**图片格式基本概念：**

图片的输出格式可以分为JPEG、RGB、YUV、RAW这几种格式。  
**JPEG**作为一种存储格式它是非常普遍的，但是作为sensor的输出格式的话，一般是低分辨率的，其自带JPEG engine可以直接输出压缩后的jpg格式的数据。  
**RGB是**传统的红绿蓝格式，比如RGB565通俗点说它的颜色混合方式就好像有红、绿、蓝三盏灯，当它们的光相互叠合的时候，色彩相混，而亮度却等于两者亮度之总和即加法混合,越混合亮度越高。  
**YUV**是指亮度和色度分开表示的像素格式，其中Y指颜色的明视度(Luminance),即亮度(Brightness),其实Y就是图像的灰度值(Gray value),而U和V则是指色度(Chrominance),即描述图像色彩及饱和度的属性。它将亮度信息（Y）与色彩信息（UV）分离，没有UV信息一样能够显示完整的图像，只不过是黑白的。（UV）作用是描述影像色彩及饱和度，用于指定像素的颜色，色度信号是由两个互相独立的信号组成。视颜色系统和格式不同，两种色度信号经常被称作U和V或Pb和Pr或Cb和Cr。  
**RAW**文件是一种记录了图像感应器将捕捉到的光源信号转化为数字信号的原始数据，同时记录了由相机拍摄所产生的一些原数据（Metadata，如ISO的设置、快门速度、光圈值、白平衡等）的文件。RAW是未经处理、也未经压缩的格式。

**成像过程中图片格式的转换**

相机的原始数据应该是用RAW格式保存的，里面的数据可能会是RAW RGB来表示，然后sensor模组里面自带的ISP(Image Signal Processor)会将数据转换成YUV格式的输出出来，DSP(Digital Signal Processing)会将YUV格式转换成RGB的，然后在输出到屏上。

**YUV格式**

**1.为什么用YUV格式**

虽然相机能够直接输出RGB格式的数据，但是我们要在照片质量和处理速度上做一个权衡。首先，RAW格式是数据量最小，但是数据传输过来要经过一次性大量的计算才能将里面的信息提取出来，一般5M以上sensor就只输出RAW数据以保证比较快的输出速度，后端通过一个DSP来处理输出的数据。

而RGB和YUV一个像素都是占用了2B的大小，RGB可以数据读出来直接刷到屏上，选择YUV格式的原因在于**YUV对输出亮度信号没有任何损失**，而色偏信号人眼并不是特别敏感，**RGB565输出格式是R5G3 G3B5会丢掉很多原始信息**，所以YUV图像质量和稳定性要比RGB565好的多。

**2.YUV的存储格式**

YUV的格式有两大类：planar和packed：

对于planar的YUV格式，先连续存储所有像素点的Y，紧接着存储所有像素点的U，随后是所有像素点的V。

对于packed的YUV格式，每个像素点的Y、U、V都是连续交叉存储的。

**3.YUV的采样方式**

一般所讲的YUV大多是指YCbCr, YCbcr有许多取样格式,如4:4:4, 4:2:2,4:1:1和4:2:0。其中Y与YUV中的Y含义一致,Cb, Cr同样都指色彩,只是在表示方法上不同而已。其中Y信号是黑白信号，是以全分辨率存储的，但是，由于人眼对于彩色信息的敏感度较低，色度信号并不是用全分辨率存储的。

**a.YUV4:4:4**

每一个Y对应一组UV分量。，色度信号分辨率最高的格式是4:4:4，每4点Y采样，就有4点Cb和4点Cr在这种格式中，色度信号的分辨率和亮度信号的分辨率是相同的。

YUV4:4:4示意图

**b.YUV4:2:2**

每两个Y共用一组UV分量。就是说，每4点Y采样，就有2点Cb和2点Cr。在这种格式中，色度信号的扫描线数量和亮度信号一样多，但是每条扫描线上的色度采样点数却只有亮度信号的一半。

YUV4:2:2示意图

**c.YUV4:2:0**

每四个Y共用一组UV分量。色度信号分辨率最低的格式，4:2:0是一个容易被误会的格式，按照字面上理解，4:2:0应该是每4点Y采样，就有2点Cb和0点Cr，但事实上完全不是这样。事实上，4:2:0的意思是，色度采样在每条横向扫描线上只有亮度采样的一半，扫描线的条数上，也只有亮度的一半,无论是横向还是纵向，色度信号的分辨率都只有亮度信号的一半。

YUV4:2:0示意图

**d.YUV4:1:1**

YUV4:1:1示意图

**4.平面格式（Planar formats）**

平面格式是指用三个不同的数组来表示 YCbCr的三个 Component，每一个 Component都是通过不同的平面表示。为此，每一个Component会对应一个 plane。yuv420一共有三个平面分别是Y，U，V，每一个平面都是用8bit二进制数字表示，我们把8bit称作位深。

**5.YUV420格式储存大小**

根据前面的介绍，如果用yuv420来表示分辨率为1280\*720的图片，每一个像素都需要一个luma值，即y的储存大小那么总共需要 1280 \* 720 = 921600 bytes。每四个像素需要一个u值，那么总共需要 1280 \* 720 / 4 = 230400 bytes。每四个像素需要一个v值，那么总共需要 1280 \* 720 / 4 = 230400 bytes。把 y、u、v三个plane加起来就是：921600 + 230400 + 230400 = 1382400 bytes。

**6.YUV420p（I420、YV12）和YUV420sp（NV12、NV21）的区别**

YUV420p：又叫planer平面模式，Y，U，V分别在不同平面，也就是有三个平面。根据存储UV的顺序不一样又分为I420和YV12。

**a.I420**也叫做YU12，存储顺序是先存Y，再存U，最后存V。

**b.YV12**:存储顺序是先存Y，再存V，最后存U

YUV420sp：又叫bi-planer或two-planer双平面，Y一个平面，UV在同一个平面交叉存储。根据存储UV的顺序不一样又分为NV12和NV21

**c.NV12**: 是 iOS相机（AVCaptureOutput）可直接输出的两种视频帧格式之一。存储顺序是先存Y，再UV交替存储。

**d.NV21**: Android相机（Camera）默认的输出格式。。存储顺序是先存Y，再存U，再VU交替存储。

**6.颜色空间转换公式**

要在屏幕上显示图像,就必须以RGB表示图像的颜色。所以需要把YCrCb模型向RGB模型转换。数字信号的转换，数字RGB转YUV的推导公式为:

注意：公式中Wr Wg Wb的值如下表所示：

这里仅仅列出数字YUV（YCbCr）与数字RGB相互转换的BT601(标清国际定义)的转换公式: