

# YUV转换RGB显示的实现<sup>1</sup>

付富壮, 齐本胜, 杨书生

1 河海大学计算机及信息工程学院, 江苏 常州 213002

Email: [fuzh1984@126.com](mailto:fuzh1984@126.com)

**摘要:** 在本文中首先对 YUV 和 RGB 颜色空间进行了简要的介绍。给出了从 YUV 空间到 RGB 空间的转换的关系。指出了 YUV 数据和 RGB 数据的几种格式。并对采集到的 YUV 数据进行 RGB 转换, 并以位图格式把实验结果保持显示。

**关键字:** YUV; RGB; CCIR656; 位图;

**中图分类号:** TP391

## 1.引言

YUV<sup>[1]</sup>是被欧洲电视系统所采用的一种颜色编码方法。YUV主要用于优化彩色视频信号的传输, 使其向后兼容老式黑白电视。RGB色彩模式是一种颜色标准, 是通过红(R)、绿(G)、蓝(B)三个颜色的按照它们相互之间不同比例的叠加来得到各式各样的颜色, RGB<sup>[1]</sup>即是代表红、绿、蓝三种颜色, 根据这个标准合成的颜色几乎包括了人类视力所能感知的所有颜色, 是目前运用最广的颜色标准之一。

本文是将采集来自基于 FPGA 的视频画面分割器设计中的从摄像头经过 SAA7113 输出的 YUV 数据。转换成 RGB 形式, 并对得到的 RGB 值进行修正, 将结果以位图的形式保存显示, 效果良好。

## 2.RGB/YUV 颜色空间简介

### 2.1RGB 颜色空间

在色度学中, 为了确切表示某一种彩色, 采用亮度、色调和色饱和度三个基本参量。彩色视觉是人眼对这个三个参量的总体感觉<sup>[1]</sup>。亮度是光作用于人眼所引起的明亮程度的感觉。色调是反映了彩色的类别。也就是通常所说的红、绿、蓝等就指的是色调。色和度是指彩色光所呈现彩色的深浅程度。对于同一中颜色的彩色光, 彩色越浓, 色饱和度越高。

根据色度学的介绍, 不同波长的单色光会引起不同的彩色感觉, 但相同的彩色感觉却可以来源于不同的光谱成分组合。自然界中几乎所有的颜色都能用三种基本彩色混合配出, 在彩色电视技术中选择红色、绿色、和蓝色作为三基色。其他的颜色都可以用红色、绿色和蓝色按照不同的比例混合而成。所选取的红色、绿色和蓝色三基色空间。简称为 RGB 颜色空间。

### 2.2 YUV 颜色空间

在彩色的广播电视中, 并不是直接传送 RGB 三基色信号的。而是把三基色经过转换成可以代表三基色信号的新的三个基本参量来传输的。也就是一个亮度信号 Y 和两个色差信号 Cb 和 Cr。新的亮度信号和色差信号同三基色信号的转换关系如下:

$$\begin{aligned} Y &= 0.30R + 0.59G + 0.11B \\ (R - Y) &= 0.70R - 0.59G - 0.11B \\ (B - Y) &= -0.30R - 0.59G + 0.89B \end{aligned} \quad (1)$$

在发送时, 把经过平衡正交调制的色差信号同亮度信号叠加组成符合信号  $Y + C \sin(\omega_{sc}t + \theta)$  作为彩色电视图像信号。其中经过正交平衡调制的色差信号如下:

$$U_c(t) = (B - Y) \sin \omega_{sc} t + (R - Y) \cos \omega_{sc} t = C \sin(\omega_{sc} t + \theta) \quad (2)$$

由于得到的彩色图像的动态范围比较大, 其对高电平为  $(Y+C)$ ; 最低电平为  $(Y-C)$ ; 所以要对色差信号进行压缩, 公式如下:

$$\begin{aligned} U &= 0.493(B - Y) \\ V &= 0.877(R - Y) \end{aligned} \quad (3)$$

经过压缩的色差信号同前面的亮度信号组成新的色度空间, 简称为 YUV 空间。

### 3. YUV 数据采集和分析

#### 3.1 YUV 数据采集

这里的数据是采集来自基于 FPGA 的视频画面分割器设计中的从摄像头经过 SAA7113 输出的 YUV 数据。数据采集部分结构框图如图 1 所示。PROM 是用来配置 FPGA 的, SRAM 是用来存储采集数据的。FPGA 采用的是 XC3S400 芯片, ADC 采用的是 SAA7113, SRAM 采用的是两片 ISSI\_IS61LV25616; 微控制器采用的是 AT89C51 芯片。

SAA7113 是 PHILIPS 公司的一种高集成度视频解码芯片, 它支持隔行扫描和多种数据输出格式, 可通过其 I2C 接口对芯片内部电路进行控制。该芯片具有如下特点:

支持四路模拟输入, 内置信号源选择器。

有两个模拟预处理通道。

内置两个模拟抗混叠滤波器。

两个片内 9 位视频 A/D 转换器。

行 / 场同步信号自动检测。

多种数据输出格式。

由于我们要用串口采集图像数据, 数据量比较大, 而串口的数据速率比较低, 不能实时的传送到计算机上。所以我们先把从 SAA7113 输出的 YUV 一帧图像 YUV 数据存储到 SRAM 中, 然后通过 PC 串口把 SRAM 中的数据读取出来以 YUV 文件的形式保存在 PC 机上处理。

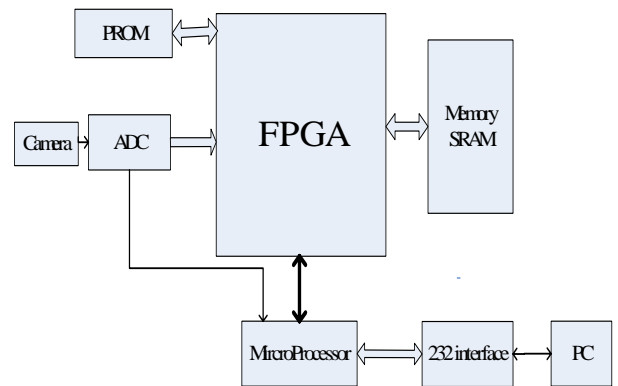


图 1 YUV 数据采集框图

Fig 1 YUV Data gathering Diagram

#### 3.2 YUV 数据分析

YUV格式通常有两大类: 打包 (packed) 格式和平面 (planar) 格式<sup>[2]</sup>。

打包类型的有以下几种: YUY2 格式, 以 4:2:2 方式打包; YUYV 格式, 以 4:2:2 方式打包; YVYU 格式, 以 4:2:2 方式打包; UYVY 格式, 以 4:2:2 方式打包; AYUV 带 Alpha 通道的 4:4:4 YUV 格式; Y41P 格式, 以 4:1:1 方式打包; Y411 格式, 以 4:1:1 方式打包; Y211 格式。

平面类型有以下几种: IF09 格式; IYUV 格式; YV12 格式; YVU9 格式<sup>[2]</sup>。

根据对 SAA7113 的配置情况, 我们这里的 YUV 数据是符合 ITU-CCIR656 协议的 UYVY 格式, 以 4:2:2 方式打包; 适合 625/50Hz 扫描标准电视显示的数据。一帧 YUV 数据分两场, 第一场奇数场, 第二场偶数场。第一场 312 行, 第二场 313 行。其中第一场的 1-22 行, 和 311-312 行为场消隐行。第二场的 313-335, 624-625 行为消隐行。有效视频数据部分 23 行的后半行-310 行, 336 行-623 行的前半行。每行数据由有效视频数据, 定时基准数据, 行消隐数据组成。每行数据由 1728 个字节构成, 0-1439 是有效视频数据, 剩余的 288 个字节, 其中定时基准数据占 8 个字节, 4 个字节的有效视频开始数据 (SAV), 4 个字节的有效视

频结束数据(EAV)。其余部分有消隐数据填充。如表 1 所示:

表 1 8 位输出总线的YUV数据格式<sup>[3]</sup>

Table 1 YUV data format on the 8-bit VPO-bus

消隐		定时基准码					4: 2: 2 视频数据							定时基准码				消隐	
80	10	FF	00	00	sav		Cb0	Y0	Cr0	Y1	Cb1	.....	Y719	FF	00	00	Eav	80	10

由于每行数据中只有 0-1439 是有效视频数据, 所以在这里我们只讨论 0-1439 之间 1440 个字节的数据转换为 RGB, 有效数据是每 4 个字节为一个宏像素, 其实是两个像素占用了 4 个字节。4 个字节中有两个亮度信号, 两个色差信号。两个亮度信号共用两个色差信号。

## 4. YUV 转换为 RGB 的实现并以位图文件保存

### 4.1 YUV 数据处理

从 SRAM 中读取的数据是符合 CCIR656 625/50Hz 格式的数据。每帧数据分为两场, 第一场是 312 行, 第二场是 313 行数据。每行数据有 1728 个字节, 在这里我们用 VC++ 把每行数据的消隐数据都不予处理, 只对每行的有效视频数据进行 RGB 的转换。首先我们将接收到的 YUV 数据文件, 把每个行的数据的消隐部分去掉, 仅留下 625 行数据行有效部分以新的 YUV 文件保存。得到的新的文件包含 625 行数据, 每行数据是 1440 个字节。360 个宏像素。

### 4.2 YUV/RGB 转换关系

CCIR656 格式的数据并不是标准的 YUV 格式的数据。它的 YUV 格式是经过伽马校正的 YUV 数据。由 RGB 转化来的公式如下:

$$\begin{aligned} Y &= INT(16.5 + (0.257R + 0.504G + 0.098B)) \\ C_b &= INT(128.5 + (-0.148R - 0.291G + 0.439B)) \\ C_r &= INT(128.5 + (0.439R - 0.368G - 0.071B)) \end{aligned} \quad (4) \quad [4]$$

由(4)可以推导出 YUV 转换成 RGB 的公式(5)如下:

$$\begin{aligned} R &= 1.1665 * (Y - 16.5) - 0.0483 * (C_b - 128.5) + 1.6455 * (C_r - 128.5) \\ G &= 1.1665 * (Y - 16.5) - 0.3922 * (C_b - 128.5) - 0.8151 * (C_r - 128.5) \\ B &= 1.1665 * (Y - 16.5) + 2.0218 * (C_b - 128.5) - 0.0013 * (C_r - 128.5) \end{aligned} \quad (5)$$

### 4.3 BMP 文件格式

BMP 是 bitmap 的缩写形式, 也就是位图。它一般由 4 部分组成: 文件头信息块、图像描述信息块、颜色表和图像数据区组成。在系统中以 BMP 为扩展名保存。在真彩色模式无颜色表, 我们在这里采用的位图文件格式就是用的真彩色模式。所以在写文件结构的时候就没有用到颜色表。

一个位图文件主要由以下四个部分构成的。位图文件信息头, 位图信息头, 调色板, 位图信息。

在位图文件信息头中, 有文件类型, 文件大小等信息, 占 14 个字节。

在位图信息头中, 包括, 位图宽度, 高度, 位图有效数据大小, RGB 格式等信息。占 40 个字节。

颜色表信息, 颜色表的大小根据所使用的颜色模式而定:

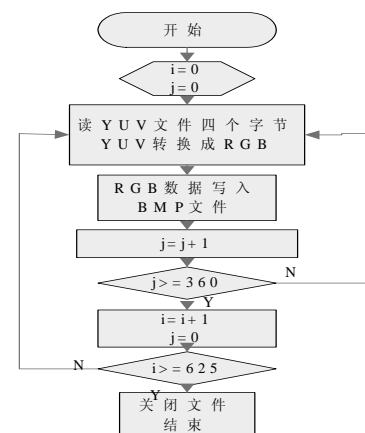


图 2 程序流程图

Fig2 Program flow diagram

2 色图像为 8 字节；16 色图像位 64 字节；256 色图像为 1024 字节。其中，每 4 字节表示一种颜色，并以 B（蓝色）、G（绿色）、R（红色）、alpha（32 位位图的透明度值，一般不需要）。即首先 4 字节表示颜色号 1 的颜色，接下来表示颜色号 2 的颜色，依此类推。

位图图像数据信息，颜色表接下来位为位图文件的图像数据区，在此部分记录着每点像素对应的颜色号，其记录方式也随颜色模式而定，既 2 色图像每点占 1 位；16 色图像每点占 4 位；256 色图像每点占 8 位；真彩色图像每点占 24 位。

我们在这里的位图信息，就是真正的 RGB 数据。在这里我们采用的是 RGB24 格式，即真彩色模式。每个象素占用 3 个字节，即 RGB 颜色信息各占一个字节。有颜色表的位图，在位图信息中存储的不是真正的 RGB 数据，而是 RGB 数据的索引值。

#### 4.4 RGB 数据以 BMP 文件保存

在经过去行消隐信号的 YUV 数据文件中，每行的 YUV 数据是 UYVY,UYVY.....UYVY 的顺序排列的。按照每四个字节，一个单位转换成 RGB 数据。两个亮度 Y 信号共用两个 U，V 信号。按照上述的转换公式，转换成两组 RGB 数据，

由于 RGB 的数值范围是 0-255 的，所以对于计算出的数值要取整，对与超出的范围要修正，大于 255 的部分，修正为 255，小于零的部分要修正为零。以求的 R 数值为例：

```
if(R<0)
    R=0;
if(R>255)
    R=255;
```

这样就计算得到了两组 RGB 数据，按照 RGB 顺序写入到 BMP 文件的位图信息部分，就得到了一个位图文件。转化程序流程图如图 2 所示。得到的位图文件打开如图 3 所示。由图像分析看出，一帧两场数据，场消隐间隔数据是黑色的，有效的视频数据显现出采集到数据。得到良好的效果。

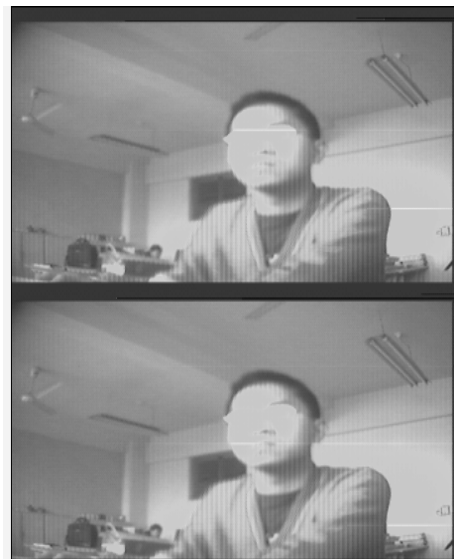


图 3 BMP 显示

Fig 3 BMP Demonstration

## 5. 结束语

从转换的到的位图文件可以看出，图像是符合 ITU-CCIR656 协议，625 行/50Hz 扫描标准的数据格式的。取得了良好的效果。视频格式转换在多媒体等领域应用广泛。

## 参考文献

- [1] 徐宝强 左庆丰 吕联荣等 电视原理与组网技术 [M] 北京：北京航空航天大学出版社，2001： 1-4 .
- [2] 陆其明 DirectShow 中常见的 RGB/YUV 格式[EB/OL] <http://www.ogg.cn/info/view-info-20.html> 2004/12/27
- [3] Datasheet, SAA7113H 9-bit video input processor [Z] 1999 Jul 01
- [4] Color Space Converter: R'G'B' to YCbCr [Z] Author: Benoit Payette September 12, 2002

## Implementation of conversion YUV to RGB

Fu Fu-zhuang , Qi Ben-sheng , Yang Shu-sheng

(College of Computer & Information Engineering, Hohai Univ. Changzhou 213002, China)

### Abstract

In this paper first a brief introduction of YUV and RGB color space, The conversion relation of YUV space to RGB space is given .point out several data format of YUV data, Then convert the gathered YUV data to RGB, and store the results in the format of Bitmap .

**Key words:** YUV ; RGB; CCIR656; bitmap

作者简介：付富壮，男，1984 年生，硕士研究生， 主要研究方向嵌入式系统设计