

## OV5640 摄像头显示例程

---

### 1 实验简介

本实验将采用 500 万像素的 OV5640 摄像头模组(模块型号：AN5642)为大家显示更高分辨率的视频画面。OV5640 摄像头模组最大支持 QSXGA (2592x1944)的拍照功能，支持 1080P、720P、VGA、QVGA 视频图像输出。本实验将 OV5640 配置为 RGB565 输出，先将视频数据写入外部存储器，再从外部存储器读取送到 VGA、HDMI、LCD 等显示模块。

### 2 实验原理

#### 2.1 OV5640 传感器简介

OV5640 摄像头模组采用美国 OmniVision(豪威)CMOS 芯片图像传感器 OV5640，支持自动对焦的功能。OV5640 芯片支持 DVP 和 MIPI 接口,本实验所用 OV5640 摄像头模组通过 DVP 接口和 FPGA 连接实现图像的传输。

#### 2.2 OV5640 的参数说明

像素：硬件像素 500W;

感光芯片：OV5640;

感光尺寸：1/4;

功能支持：自动对焦, 自动曝光控制(AEC),自动白平衡(AWB);

图像格式：RAW RGB, RGB565/555/444, YUV422/420 和 JPEG 压缩;

捕获画面：QSXGA(2592x1944), 1080p, 1280x960, VGA(640x480), QVGA(320x240);

工作温度：-30~70℃, 稳定工作温度为 0~50℃

### 2.3 OV5640 的寄存器配置

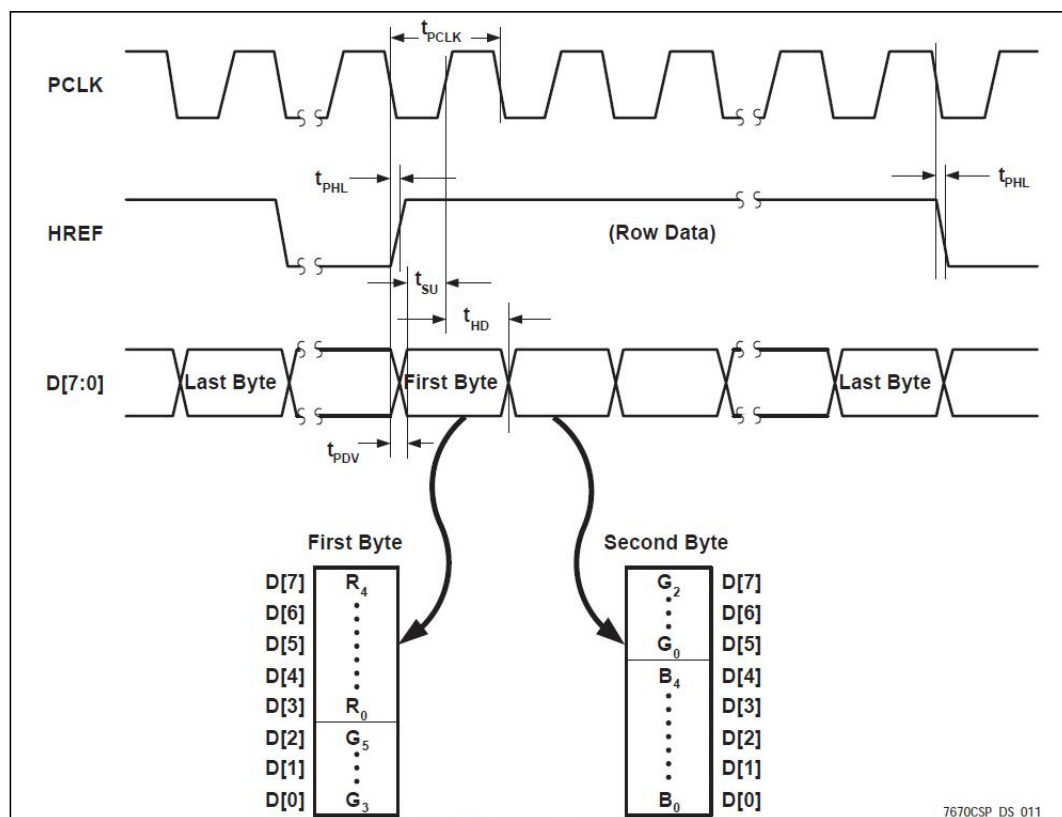
OV5640 的寄存器配置是通过 FPGA 的 I2C（也称为 SCCB 接口）接口来配置。用户需要配置正确的寄存器值让 OV5640 输出我们需要的图像格式，实验中我们把摄像头输出分辨率和显示设备分辨率配置成一样的，OV5640 的摄像头输出的数据格式在以下的 0x4300 的寄存器里配置，在我们的例程中 OV5640 配置成 RGB565 的输出格式。

Format Control 00			
Bit[7:4]: Output format of formatter module			
0x0: RAW			
Bit[3:0]: Output sequence			
0x0: BGBG... / GRGR...			
0x1: GBGB... / RGRG...			
0x2: GRGR... / BGBG...			
0x3: RGRG... / GBGB...			
0x4~0xF: Not allowed			
0x1: Y8			
Bit[3:0]: Does not matter			
0x2: YUV444/RGB888 (not available for full resolution)			
Bit[3:0]: Output sequence			
0x0: YUYVUY..., or GBGRGBR...			
0x1: YVUYVU..., or GRBGRB...			
0x2: UYVUYV..., or BGRBGR...			
0x3: VYUVYU..., or RGBRGB...			
0x4: UYVUYV..., or BRGBRG...			
0x5: VUYVUY..., or RBGRBG...			
0x6~0xE: Not allowed			
0xF: UYVUYV..., or BGRBGR...			
0x3: YUV422			
Bit[3:0]: Output sequence			
0x0: YUYV...			
0x1: YVYU...			
0x2: UYVY...			
0x3: VYUY...			
0x4~0xE: Not allowed			
0xF: UYVY...			
0x4: YUV420			
Bit[3:0]: Output sequence			
0x0: YUYV...			
0x1: YVYU...			
0x2: UYVY...			
0x3: VYUY...			
0x4~0xE: Not allowed			
0xF: UYVY...			

关于 OV5640 的寄存器还有很多很多，但很多寄存器用户无需去了解，寄存器的配置用户可以按照 OV5640 的应用指南来配置就可以了。如果您想了解更多的寄存器的信息，可以参考 OV5640 的 datasheet 中的寄存器说明。

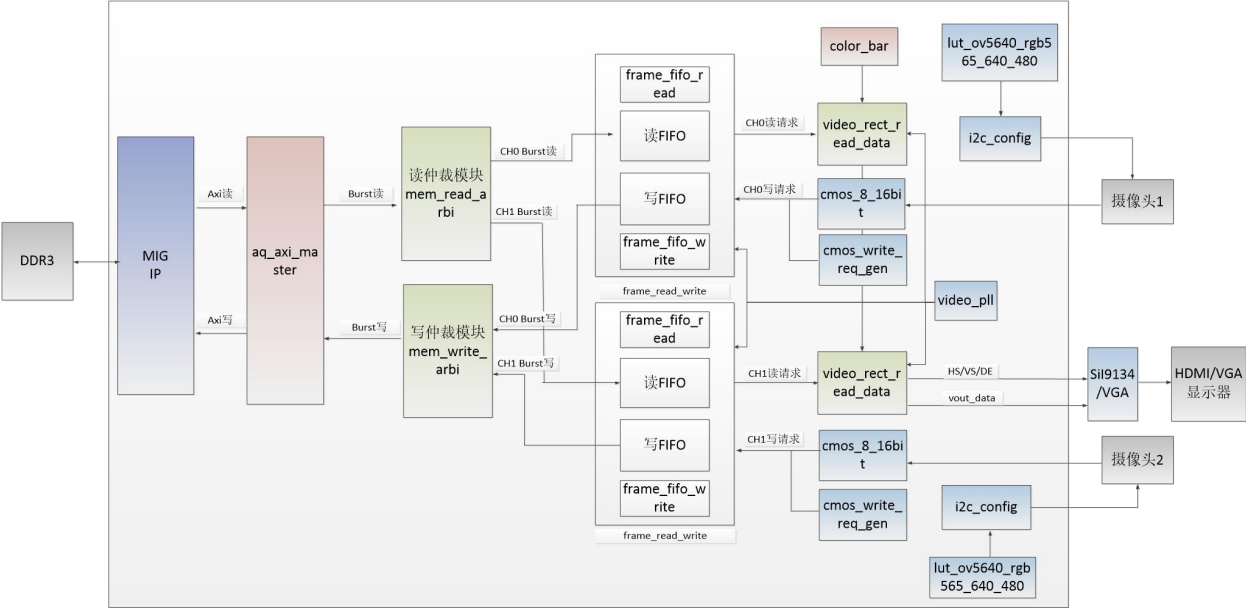
## 2.4 OV5640 的 RGB565 输出格式

OV5640 在 HREF 信号为高时输出一行的图像数据，输出数据在 PCLK 的上升沿的时候有效。因为 RGB565 显示每个像数为 16bit, 但 OV5640 每个 PCLK 输出的是 8bit, 所以每个图像的像数分两次输出，第一个 Byte 输出为 R4~R0 和 G5~G3，第二个 Byte 输出为 G2~G0 和 B4~B0，将前后 2 个字节拼接起来就是 16Bit RGB565 数据。

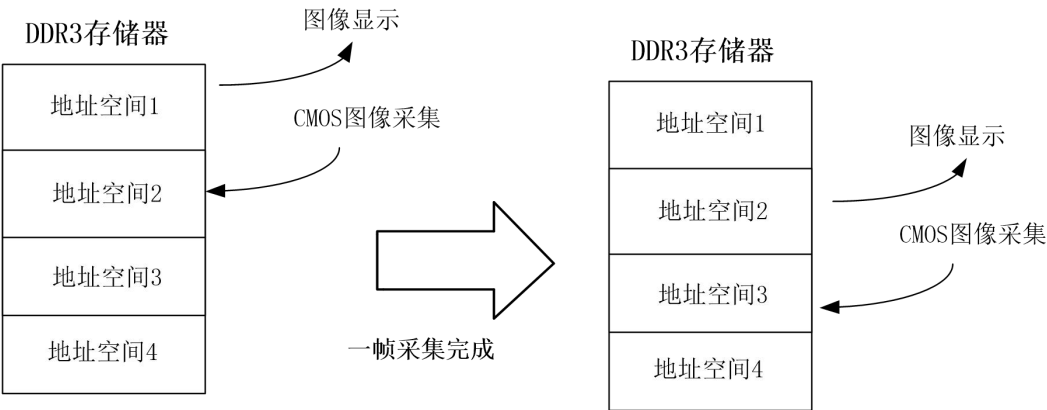


## 3 程序设计

程序中把两路摄像头的视频图像采集进来后转换成 16 位的数据，分别写入 FIFO 中，因为涉及到 2 路视频数据的存储，所以需要有一个写总裁模块把 2 路视频数据仲裁后写入到 DDR3 存储器里。视频显示也是同样需要读总裁模块从 DDR3 里读取视频数据，通过 video\_rect\_read\_data 模块把彩条，第一路视频和第二路视频组合成一个画面，在 VGA\HDMI 显示器里同时显示出来。这里配置的摄像头的输出视频图像大小为 640\*480，通过 I2C 总线配置 OV5640 的寄存器实现。



前面的实验已经为本实验做了大量的铺垫，包括 I2C 寄存器的配置、外部存储器的读写，本程序一个比较关键的地方在于视频同时读写，如果做到读写不冲突？在设计帧读写模块时就已经考虑到这点，所以有帧基地址选择，最大 4 帧选择，每次读视频帧地址和正在写的帧地址是不同的，而是上次写入的帧地址，这样就可以避免读写冲突，避免视频画面裂开错位。



cmos\_8\_16bit 模块完成输入 8bit 数据到 16bit 数据，数据位宽变成 2 倍，时钟频率不变，所以 16bit 数据是隔一个时钟周期有效，并不是一直有效。

信号名称	方向	说明
rst	in	异步复位输入，高复位
pclk	in	传感器像素时钟输入
pdata_i	in	传感器 8bit 数据输入
de_i	in	数据有效 (HREF)

pdata_o	out	16bit 数据输出
hblank	out	de_i 延时一个时钟周期
de_o	out	数据输出有效

cmos\_8\_16bit 模块端口

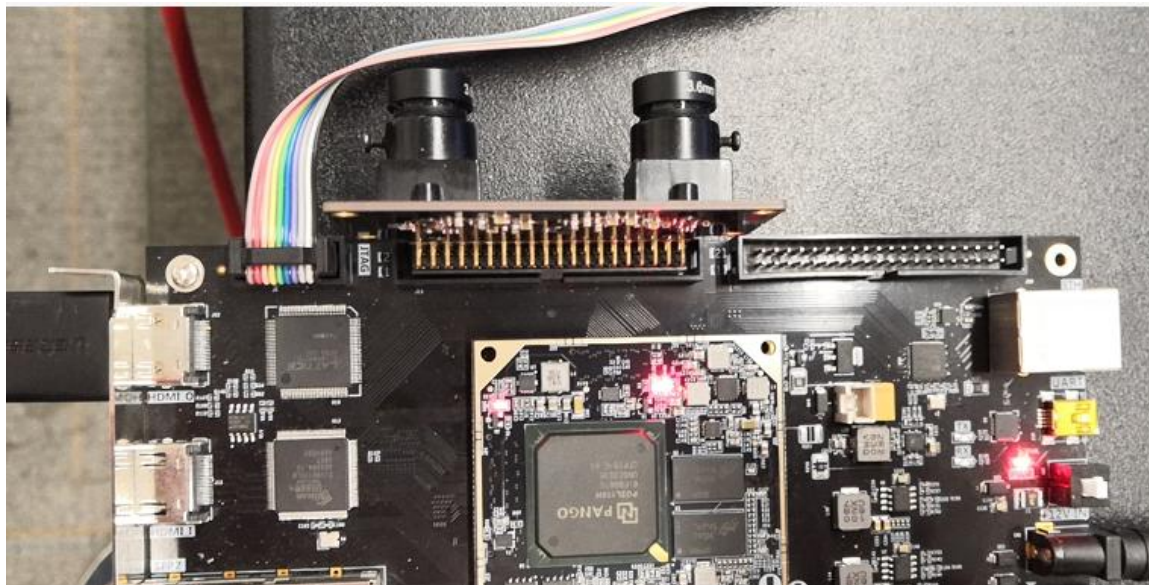
cmos\_write\_req\_gen 模块完成 ov5640 数据写入请求生成，请生成 write\_addr\_index 写地址选择和 read\_addr\_index 读地址选择。

信号名称	方向	说明
rst	in	异步复位输入，高复位
pclk	in	传感器像素时钟输入
cmos_vsync	in	场同步输入，没一帧视频都会变化一次，可以用于一帧的开始或结束
write_req	out	写数据请求
write_addr_index	out	写帧地址选择
read_addr_index	out	读帧地址选择
write_req_ack	in	写请求应答

cmos\_write\_req\_gen 模块端口

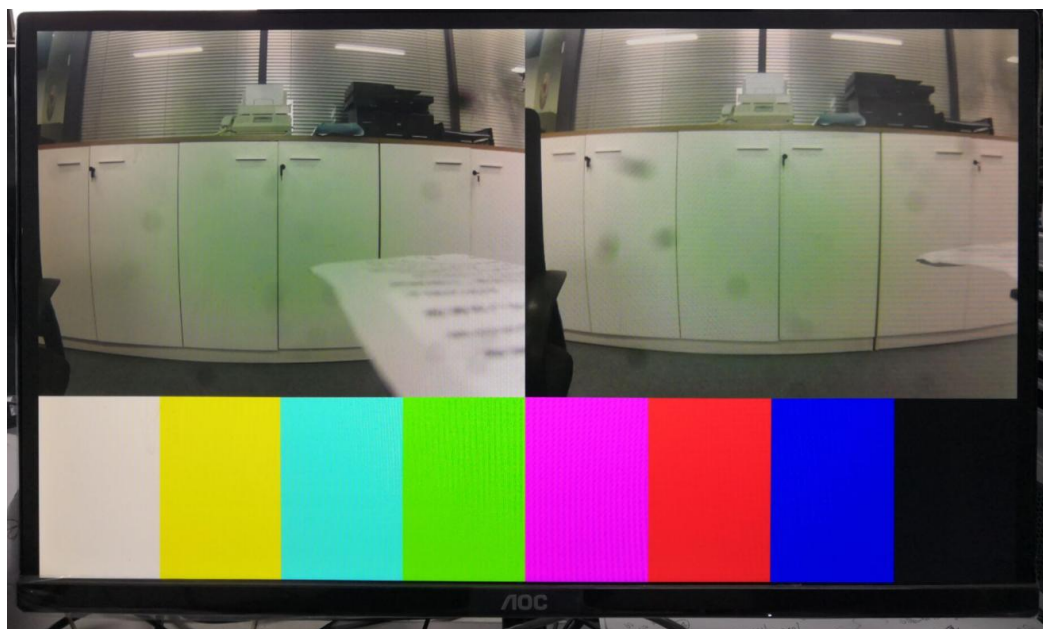
## 4 实验现象

- (1) 将摄像头模块插入开发板，模块接入开发板的扩展口 J13。保证 1 脚对齐，1 脚在焊盘形状和其他引脚是有明显区别的，是方形的。



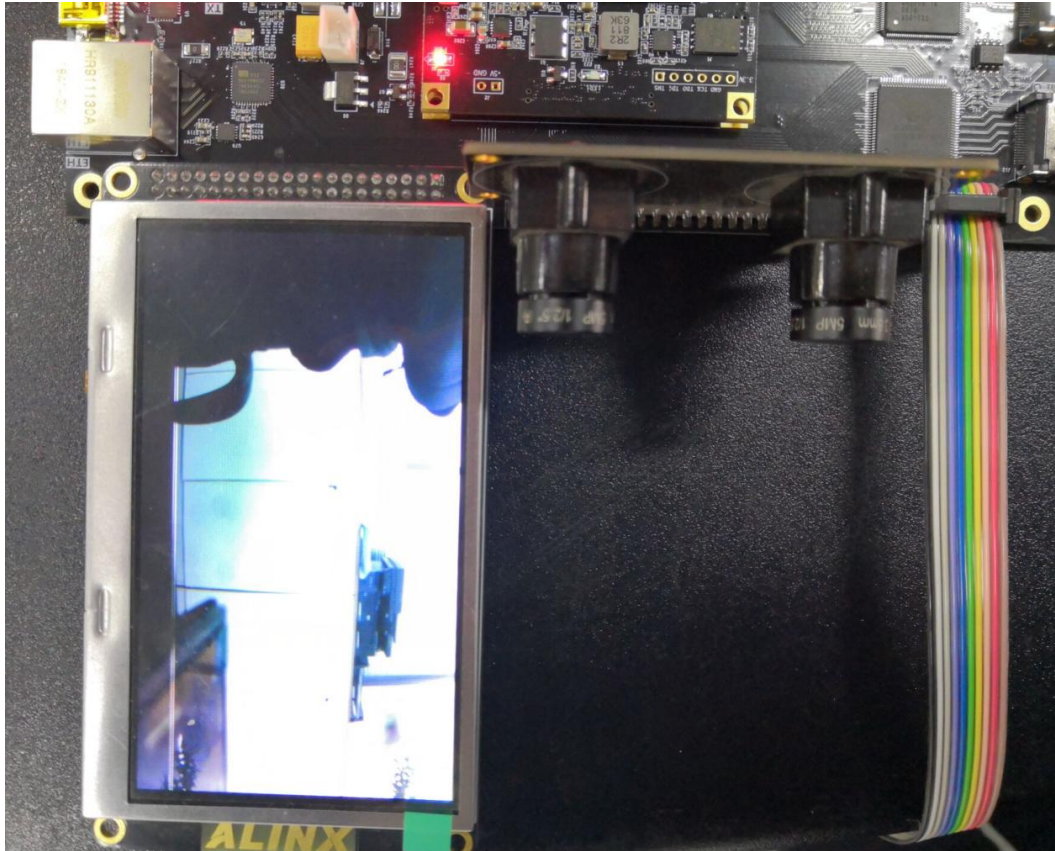
AN5642 摄像头模块连接图

- (2) 如果使用 HDMI 来显示，连接好 HDMI 显示器，如果使用液晶屏显示，液晶屏模块 (AN430/AN870) 接入开发板的扩展口 J11。不会的可参考《HDMI 测试实验》教程。
- (3) 下载相应的实验程序，可以看到摄像头模块输出的视频。HDMI 显示器显示图时不用任何操作，LCD 屏显示图像时需按 KEY2 键进行摄像头切换。效果如下图：



HDMI 显示器显示图





LCD 屏显示图

- (4) 注意：ov5640 模块焦距是可调的，如果焦距不合适，图像会模糊，旋转镜头，可以调节焦距。摄像头模块要轻拿轻放，不要用手触摸元器件。