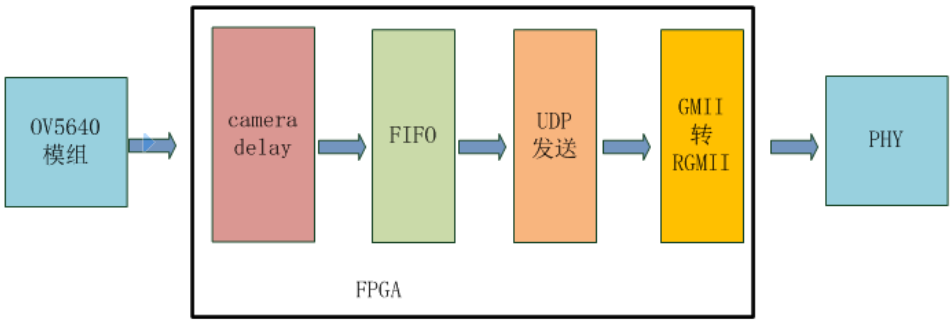
千兆以太网视频传输实验

黑金动力社区 2018-05-09

1 简介

本实验将实现视频图像的以太网传输，也相当于用 FPGA 来实现网络摄像头的功能。这里采用黑金的 500 万摄像头 AN5642 模组，通过配置 OV5640 的寄存器实现 JPEG 视频压缩的图像输出。以太网传输用 Ethernet UDP 通信协议，达到视频图像数据的快速传输。上位机通过接收网口的 UDP 数据包，提取 JPEG 的图像数据显示在电脑上。 在 FPGA 内部，我们使用一个 FIFO 模块用于存储摄像头 OV5640 采集的 JPG 图像数据，当 FIFO 数据的数量达到一个 UDP 数据包的长度时，触发一次 UDP 的数据包发送。实现的逻辑框图如下：



注意：在做此实验之前，首先要学习之前的例程，OV5640 的摄像头显示例程以及千兆以太网传输实验。如果此实验遇到问题，建议温习前面的例程。

2 程序设计

2.1 摄像头参数设置

我们对 ov5640 寄存器配置做了修改，在寄存器表里，将分辨率改成了 800*600。并且选择了 JPEG 模式。

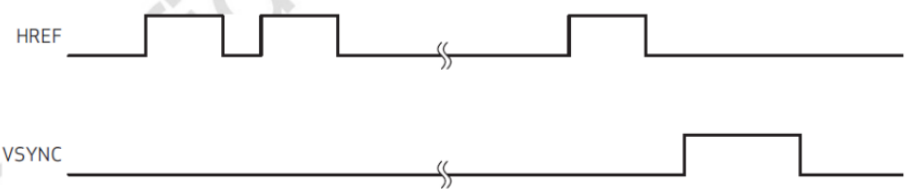
```
10'd218: lut_data <= {8'h78 , 24'h380304};// VS: Y address start high byte
10'd219: lut_data <= {8'h78 , 24'h38040a};// HW (HE)
10'd220: lut_data <= {8'h78 , 24'h38053f};// HW (HE)
10'd221: lut_data <= {8'h78 , 24'h380607};// VH (VE)
10'd222: lut_data <= {8'h78 , 24'h38070b};// VH (VE)
10'd223: lut_data <= {8'h78 , 24'h380803};// DVPHO           //800
10'd224: lut_data <= {8'h78 , 24'h380920};// DVPHO
10'd225: lut_data <= {8'h78 , 24'h380a02};// DVPVO           //600
10'd226: lut_data <= {8'h78 , 24'h380b58};// DVPVO
10'd227: lut_data <= {8'h78 , 24'h380c07};// HTS             //Total horizontal size
10'd228: lut_data <= {8'h78 , 24'h380d68};// HTS
10'd229: lut_data <= {8'h78 , 24'h380e03};// VTS             //total vertical size
10'd230: lut_data <= {8'h78 , 24'h380fd8};// VTS
10'd231: lut_data <= {8'h78 , 24'h381306};// Timing Voffset
10'd232: lut_data <= {8'h78 , 24'h361800};
10'd233: lut_data <= {8'h78 , 24'h361229};
10'd234: lut_data <= {8'h78 , 24'h370952};
10'd235: lut_data <= {8'h78 , 24'h370c03};
10'd236: lut_data <= {8'h78 , 24'h3a0217};// 60Hz max exposure, night mode 5fps
10'd237: lut_data <= {8'h78 , 24'h3a0310};// 60Hz max exposure // banding filters are calculated
10'd238: lut_data <= {8'h78 , 24'h3a1417};// 50Hz max exposure, night mode 5fps
10'd239: lut_data <= {8'h78 , 24'h3a1510};// 50Hz max exposure
10'd240: lut_data <= {8'h78 , 24'h400402};// BLC 2 lines
10'd241: lut_data <= {8'h78 , 24'h300200};// enable JFIFO, SFIFO, JPEG
10'd242: lut_data <= {8'h78 , 24'h3006ff};// enable clock of JPEG2x, JPEG
10'd243: lut_data <= {8'h78 , 24'h471302};// JPEG mode 2
10'd244: lut_data <= {8'h78 , 24'h440704};// Quantization scale
10'd245: lut_data <= {8'h78 , 24'h460b35};
10'd246: lut_data <= {8'h78 , 24'h460c22};
10'd247: lut_data <= {8'h78 , 24'h483722};// DVP CLK divider
10'd248: lut_data <= {8'h78 , 24'h382402};// DVP CLK divider
10'd249: lut_data <= {8'h78 , 24'h5001a3};// SDE on, scale on, UV average off, color matrix on,
10'd250: lut_data <= {8'h78 , 24'h350300};// AEC/AGC on
10'd251: lut_data <= {8'h78 , 24'h503d80};           //reg_data<=24'h503d80; test pattern selec
```

这里需要注意，JPEG 格式输出的视频图像的每一帧的数据大小是不一样的，JPEG 输出的数据模式有 6 种，我们程序中设置为 JPEG 模式 2，即每行的长度是固定的，每帧会有不同的行数，最后一行的数据没有达到固定的长度的话，会补充 dummy 数据。具体大家看一下 OV5640 的 datasheet。

6.1.2 compression mode 2 timing

Compression data is transmitted with programmable line width. PCLK is free running. The last line may contain dummy data to match the width. By default, the line number varies from frame to frame. The user can set register 4600[5] (0x4600) to ensure every frame has a fixed line number (programmable).

figure 6-2 compression mode 2 timing



每行的长度由以下的寄存器配置，这里我们程序中并没有设置，默认参数为 0x400,也就是每行的数据长度为 1024.

0x4602	VFIFO HSIZE	0x04	RW	JPEG Output Width High Byte
0x4603	VFIFO HSIZE	0x00	RW	JPEG Output Width Low Byte

2.2 以太网设置

在例化 mac_test.v 时，将 UDP 发送数据长度设置为 1024 字节。并对以太网做了上电复位处理，利用 power_on_rst.v 上电延迟 100ms 复位以太网模块。在 udp_tx.v 文件中，去掉了 UDP 数据的校验和计算，节省时间。在 mac_test.v 的状态机中，加入了 CHECK_FIFO 状态，由于以太网首部发送也要一定时间，因此提前判断 fifo 中的可读数据数量是否大于 1000，启动 UDP 数据发送。

```
.udp_send_data_length    (16'd1024),
.gmii_rxd                (gmii_rxd  ),
.gmii_tx_en              (gmii_tx_en ),
.gmii_txd                (gmii_txd )
```

3 下载和实验

注意：在做实验之前一定要确保 OV5640 摄像头显示没有问题，可结合 OV5640 摄像头显示例程确认。

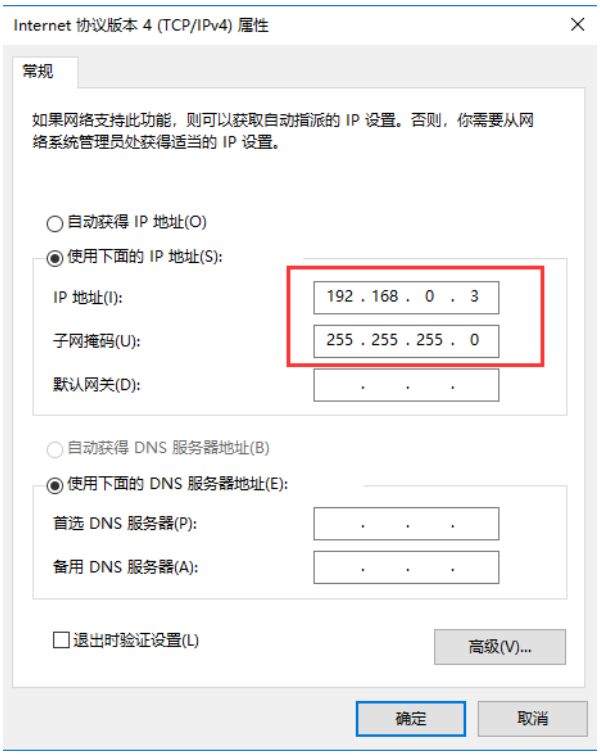
3.1 开发板连接

1）将 AN5642 摄像头模组插入开发板，模块依次接入 AX7101/AX7102/AX7103 的扩展口 J11、J4、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；

2）使用网线连接 PC 和开发板的以太网口，**这里的 PC 网卡需要千兆网卡和千兆网线。**AX7101 开发板的 4 个网口有 4 路视频同时输出，可用网线接任一网络端口；AX7102 开发板的 1 个网口，用网线连接网络端口即可；AX7103 开发板的 2 个网口有 2 路视频同时输出，可用网线接任一网络端口；切换摄像头视频时需按 KEY2 键。

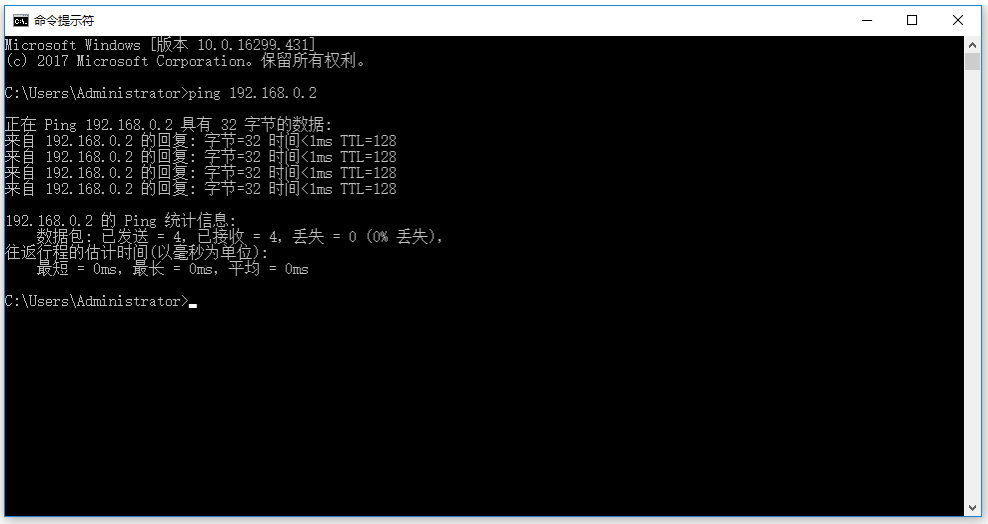
3.2 PC 端 IP 设置

设置 PC 端的 IP 地址为 192.168.0.3，如下图：



3.3 程序下载

下载 FPGA 程序，在打开上位机软件之前，首先检查网络是否连通，可在 CMD 窗口 ping 192.168.0.2 查看连通情况。



3.4 上位机软件

打开“CD\07_软件工具及驱动\以太网视频传输软件”文件夹中的 video.exe

Qt5Gui.dll	2016/3/3 20:28	应用程序扩展	5,514 KB
Qt5Svg.dll	2016/3/4 12:44	应用程序扩展	350 KB
Qt5Widgets.dll	2016/3/3 20:36	应用程序扩展	6,342 KB
video.exe	2018/5/16 14:13	应用程序	140 KB

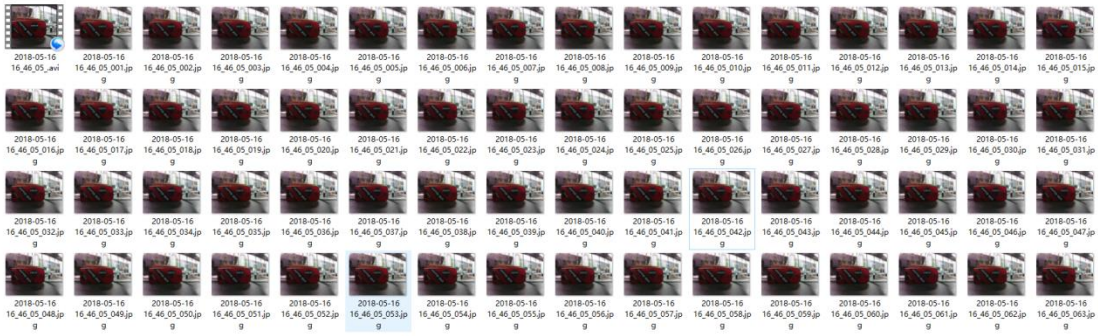
之后软件就可以显示图像，效果如下：

3.5 视频截图

在软件显示窗口，点击鼠标左键按住不放，可以保存图片及视频，松开即可停止保存。出现 jpg_save 文件，图片和视频保存在里面。

iconengines	2018/5/9 10:53	文件夹	
imageformats	2018/5/9 10:53	文件夹	
jpg_save	2018/5/16 16:46	文件夹	
platforms	2018/5/9 10:53	文件夹	
translations	2018/5/9 10:53	文件夹	
D3Dcompiler_47.dll	2017/9/29 21:42	应用程序扩展	3,561 KB
libEGL.dll	2016/3/3 20:18	应用程序扩展	21 KB
libgcc_s_dw2-1.dll	2014/12/22 0:07	应用程序扩展	118 KB
libGLESV2.dll	2016/3/3 20:18	应用程序扩展	2,240 KB
libopencv_calib3d340.dll	2018/4/10 19:45	应用程序扩展	2,478 KB
libopencv_core340.dll	2018/4/10 19:43	应用程序扩展	5,811 KB
libopencv_face340.dll	2018/4/10 19:48	应用程序扩展	1,172 KB
libopencv_features2d340.dll	2018/4/10 19:44	应用程序扩展	1,626 KB
libopencv_flann340.dll	2018/4/10 19:43	应用程序扩展	939 KB
libopencv_highgui340.dll	2018/4/10 19:44	应用程序扩展	784 KB
libopencv_imgcodecs340.dll	2018/4/10 19:43	应用程序扩展	4,527 KB
libopencv_imgproc340.dll	2018/4/10 19:43	应用程序扩展	6,735 KB
libopencv_ml340.dll	2018/4/10 19:43	应用程序扩展	1,421 KB
libopencv_objdetect340.dll	2018/4/10 19:43	应用程序扩展	921 KB
libopencv_video340.dll	2018/4/10 19:43	应用程序扩展	854 KB
libopencv_videoio340.dll	2018/4/10 19:44	应用程序扩展	740 KB
libstdc++-6.dll	2014/12/22 0:07	应用程序扩展	1,003 KB
libwinpthread-1.dll	2014/12/22 0:07	应用程序扩展	48 KB
opengl32sw.dll	2014/9/23 18:36	应用程序扩展	14,864 KB
Qt5Core.dll	2018/5/2 14:56	应用程序扩展	5,231 KB
Qt5Gui.dll	2016/3/3 20:28	应用程序扩展	5,514 KB
Qt5Svg.dll	2016/3/4 12:44	应用程序扩展	350 KB
Qt5Widgets.dll	2016/3/3 20:36	应用程序扩展	6,342 KB
video.exe	2018/5/16 16:21	应用程序	140 KB

打开文件夹，可以看到保存的图片和视频，注意要控制保存的时间，否则会很占用磁盘空间。每一张图片表示一帧图像。



4 常见问题

4.1 等待板卡连接

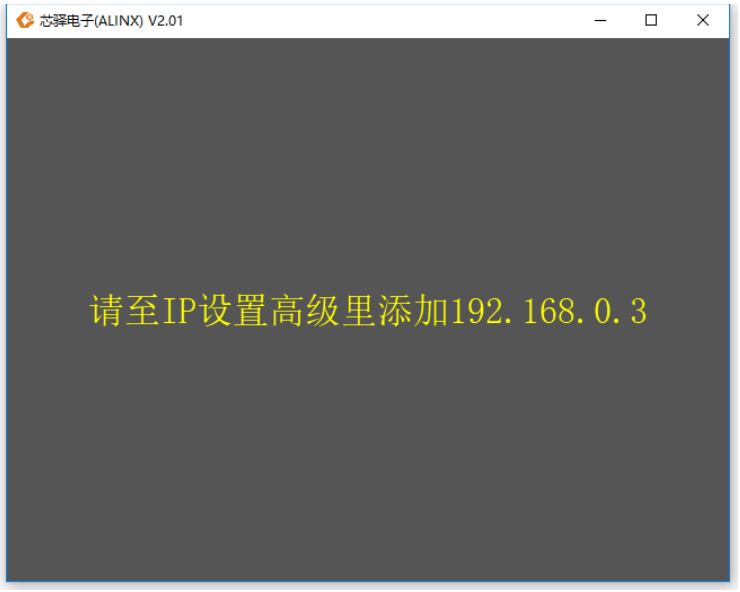
在打开软件后，如果出现以下情况，可能原因是摄像头或网线没有插好，请检查摄像头及网线连接情况。之后重新打开软件。

4.2 数据异常

如果出现以下情况，可能原因是摄像头配置不正常，有数据发送，但上位机无法解析，建议先用摄像头显示例程检查摄像头是否能正常使用或者重新插好摄像头。之后重新打开软件。

4.3 IP 地址未配置

如果出现以下情况，表示没有设置 IP 地址，请确认设置好 IP 后重新打开软件。



5 总结

到此为止，以太网传输视频的实验就做完了，程序比较简单，仅在原有的实验基础上做了扩展，理解起来相对容易些。