

## SD 卡读取 BMP 图片显示例程

黑金动力社区 2020-03-13

### 1 实验简介

在前面的实验中我们练习了 SD 卡读写, VGA 视频显示等例程, 本实验将 SD 卡里的 BMP 图片读出, 写入到外部存储器, 再通过 VGA、LCD 等显示。

本实验如果通过液晶屏显示, 需要有液晶屏模块。

### 2 实验原理

在前面的实验中我们在 VGA、LCD 上显示的是彩条, 是 FPGA 内部产生的数据, 本实验将彩条替换为 SD 内的 BMP 图片数据, 但是 SD 卡读取速度远远不能满足显示速度的要求, 只能先写入外部高速 RAM, 再读出后给视频时序模块显示。

#### BMP 图片格式

本实验直接在 SD 卡中搜索 BMP 文件, 假设每个文件都是从 SD 的某个扇区第一个字节开始, 根据 BMP 文件头的特征找到 BMP。

BMP ( 全称 Bitmap ) 是 Windows 操作系统中的标准图像文件格式, 可以分成两类: 设备相关位图 ( DDB ) 和设备无关位图 ( DIB ), 使用非常广。它采用位映射存储格式, 除了图像深度可选以外, 不采用其他任何压缩, 因此, BMP 文件所占用的空间很大。BMP 文件的图像深度可选 1bit、4bit、8bit 及 24bit。BMP 文件存储数据时, 图像的扫描方式是按从左到右、从下到上的顺序。由于 BMP 文件格式是 Windows 环境中交换与图有关的数据的一种标准, 因此在 Windows 环境中运行的图形图像软件都支持 BMP 图像格式。

对于程序设计来说最重要的是找到 BMP 文件头, BMP 图像文件头格式如下:

1) 1-2: (这里的数字代表的是字节, 下同) 图像文件头。0x4d42='BM', 表示是 Windows 支持的 BMP 格式。(注意: 查 ascii 表 B 0x42, M 0x4d, bfType 为两个字节, B 为 low 字节, M 为 high 字节所以 bfType=0x4D42, 而不是 0x424D, 请注意)

- 2 ) 3-6 : 整个文件大小。4690 0000 , 为 00009046h=36934。
- 3 ) 7-8 : 保留 , 必须设置为 0。
- 4 ) 9-10 : 保留 , 必须设置为 0。
- 5 ) 11-14 : 从文件开始到位图数据之间的偏移量( $14+40+4*(2^{biBitCount})$  )(在有颜色板的情况下)。4600 0000 , 为 00000046h=70 , 上面的文件头就是 35 字=70 字节。

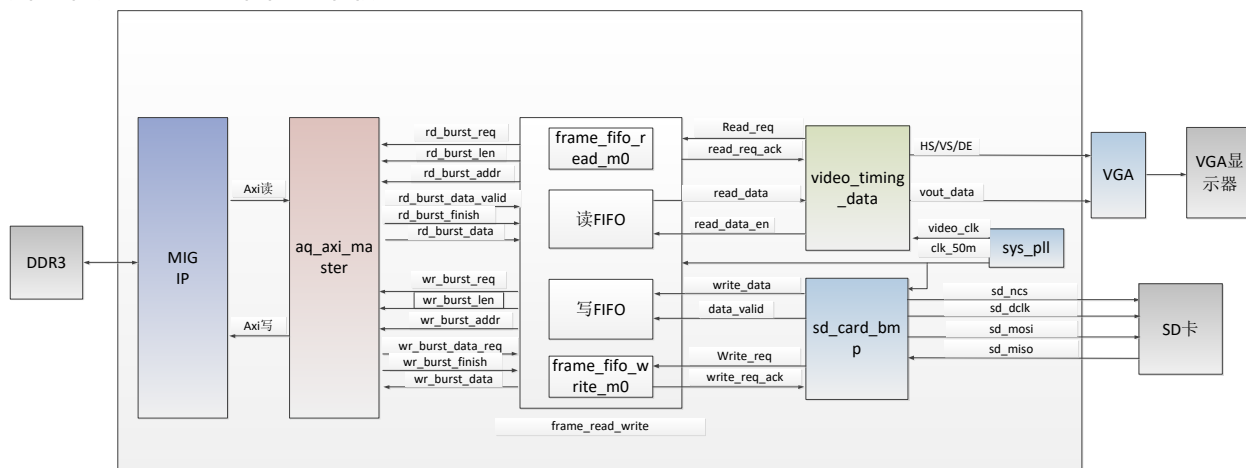
### 位图信息头

- 6 ) 15-18 : 位图图信息头长度。
- 7 ) 19-22 : 位图宽度 , 以像素为单位。8000 0000 , 为 00000080h=128。
- 8 ) 23-26 : 位图高度 , 以像素为单位。9000 0000 , 为 00000090h=144。
- 9 ) 27-28 : 位图的位面数 , 该值总是 1。0100 , 为 0001h=1。
- 10 ) 29-30 : 每个像素的位数。有 1 ( 单色 ) , 4 ( 16 色 ) , 8 ( 256 色 ) , 16 ( 64K 色 , 高彩色 ) , 24 ( 16M 色 , 真彩色 ) , 32 ( 4096M 色 , 增强型真彩色 )。1000 为 0010h=16。
- 11 ) 31-34 : 压缩说明 : 有 0 ( 不压缩 ) , 1 ( RLE 8 , 8 位 RLE 压缩 ) , 2 ( RLE 4 , 4 位 RLE 压缩 , 3 ( Bitfields , 位域存放 )。
- 12 ) 35-38 : 用字节数表示的位图数据的大小 , 该数必须是 4 的倍数 , 数值上等于:一行所占的字节数×位图高度。0090 0000 为 00009000h=80×90×2h=36864。假设位图是 24 位,宽为 41 , 高为 30 , 则数值=  $(biWidth*biBitCount+31)/32*4*biHeight$ ,即= $(41*24+31)/32*4*30=3720$
- 13 ) 39-42 : 用像素/米表示的水平分辨率。A00F 0000 为 0000 0FA0h=4000。
- 14 ) 43-46 : 用像素/米表示的垂直分辨率。A00F 0000 为 0000 0FA0h=4000。
- 15 ) 47-50 : 位图使用的颜色索引数。设为 0 的话 , 则说明使用所有调色板项。
- 16 ) 51-54 : 对图象显示有重要影响的颜色索引的数目。如果是 0 , 表示都重要。

本实验使用不压缩，24（16M 色，真彩色）的 BMP 图片，文件头大小是 54 个字节，前两个字节为“BM”，紧接着 4 个字节是文件大小，19-22 字节为图片宽度，这些信息是程序设计中要使用的重要信息。

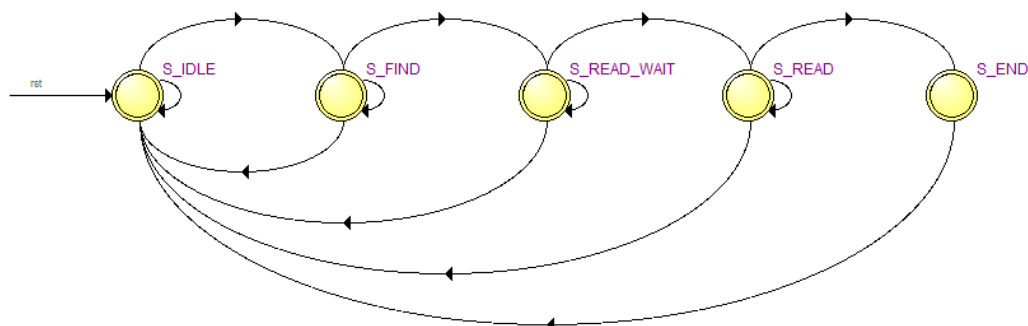
### 3 程序设计

程序先把 SD 卡里的图片数据存到外部的 DDR3 存储器中，然后取出显示到 VGA 显示器上。由于 SD 卡读写实验，VGA、LCD 显示实验种我们已经练习过 SD 卡和视频相关知识，这里不再讲解。程序的逻辑框图如下图所示：



sd\_card\_bmp 包含 3 个模块：BMP 图片读取模块 bmp\_read，SD 卡控制模块 sd\_card\_top 和按键检测模块 ax\_debounce。本实验的重点模块是 BMP 图片读取模块 bmp\_read，bmp\_read 模块完成 SD 卡中读取一个扇区的数据，然后和 BMP 的文件头对比，如果前 2 个字节等于“BM”，然后再找到 19-22 字节，对比图片的宽度和输入要求的宽度是否一致，如果一致就认为找到一张 BMP 图片，读取出来，去掉前面 54 字节的文件头，写入外部存储器。

bmp\_read 状态机如下所示，有搜索命令以后，进入搜索状态“S\_FIND”，开始不断地读取 SD 卡，找到符合要求的 BMP 图片，找到以后进入“S\_READ\_WAIT”，判断 FIFO 空间大小，如果 FIFO 空间足够大，进入“S\_READ”状态。



bmp\_read 模块状态机

信号名称	方向	说明
clk	in	时钟输入
rst	in	异步复位输入，高复位
ready	out	空闲状态指示
find	in	搜索播放请求
sd_init_done	in	sd 卡初始化完成
state_code	out	状态码  0，表示 sd 还在初始化  1，sd 卡初始化完成，等待按键按下  2，正在搜索 BMP 文件  3，找到 BMP 文件，正在读取
bmp_width	in	搜索 BMP 图片的宽度
write_req	out	写外部存储器请求
write_req_ack	in	写外部存储器请求应答
sd_sec_read	out	sd 卡读请求
sd_sec_read_addr	out	sd 卡读请求扇区地址
sd_sec_read_data	in	sd 卡读到的数据
sd_sec_read_data_valid	in	sd 卡读数据有效
sd_sec_read_end	in	sd 卡读请求完成
bmp_data_wr_en	out	bmp 文件写使能
bmp_data	out	bmp 文件的音频数据

bmp\_read 模块端口

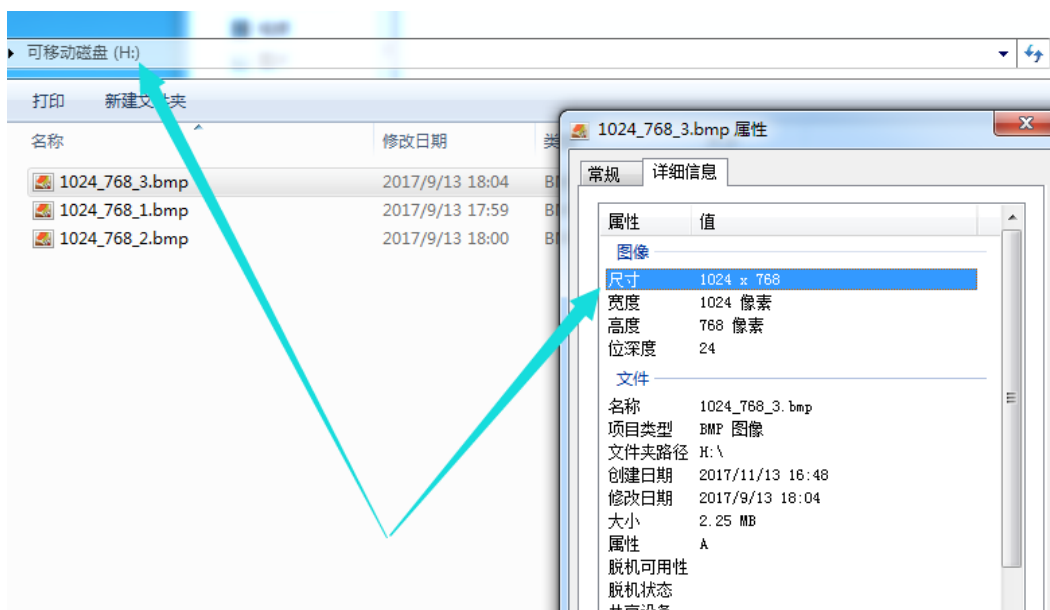
video\_timing\_data 模块完成视频时序到 FIFO 读取的信号的转换，主要原理就是把视频时序中的“DE”做为 FIFO 的读信号，但是读出的数据会有延时，所以做了相应的对齐处理。

## 4 实验现象

(1) 格式化 sd 卡 (fat32 格式)，sd 卡必须是 2.0 以上的版本 (容量大于 4G)

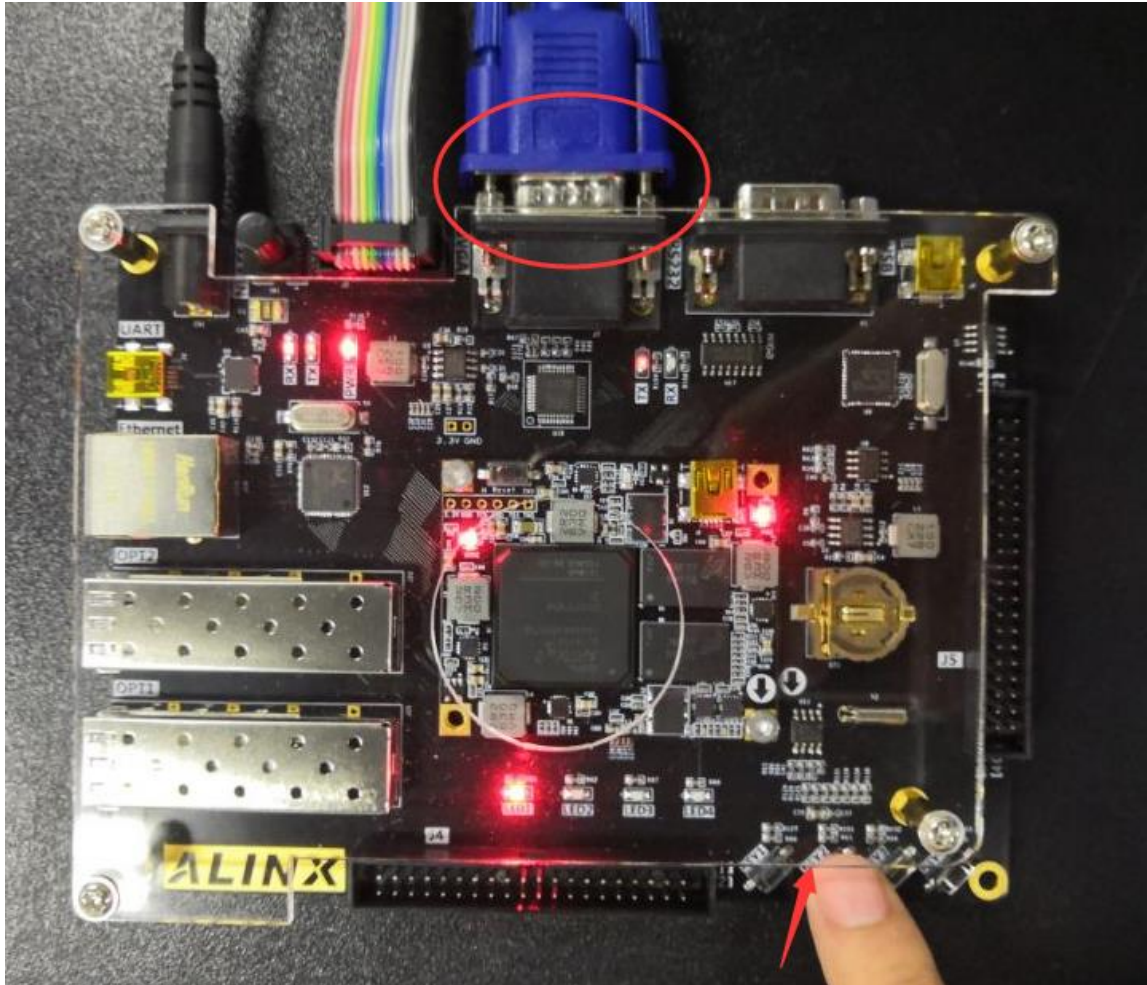


- (2) 把 BMP 格式文件放到 sd 卡中，需要注意，BMP 图片数据存储是倒序，所以先用图片处理工具上下颠倒一下。根据显示输出不同的分辨率，放置不同分辨率的图片，VGA 输出采用 1024x768 分辨率，7 寸液晶屏模块 AN070 分辨率是 800x480, 4.3 寸液晶屏模块 AN430 分辨率是 480x272。



- (3) 将准备好的 sd 卡注入开发板的 sd 卡槽（sd 卡不能带电插拔），上电，下载实验程序，等待 LED1 变亮时，按下 KEY2，这个时候 LED2 会变亮，表示正在搜索 BMP 文件，如果

找到 BMP 图片 LED1、LED2 会显示会同时亮，这时候显示器（或者液晶屏模块，根据实验工程选择）就会显示相应的图片。液晶屏模块实验时，AN430、AN070 模块接 AX7102 板的 J5 扩展口，如果 sd 卡内有多张 BMP，可以再次按按键 KEY2，会显示下一张图片。



AX7102 开发板





显示效果