

# SD 卡读取 BMP 图片显示例程

---

## 1 实验简介

在前面的实验中我们练习了 SD 卡读写，HDMI 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 HDMI、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 HDMI、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。

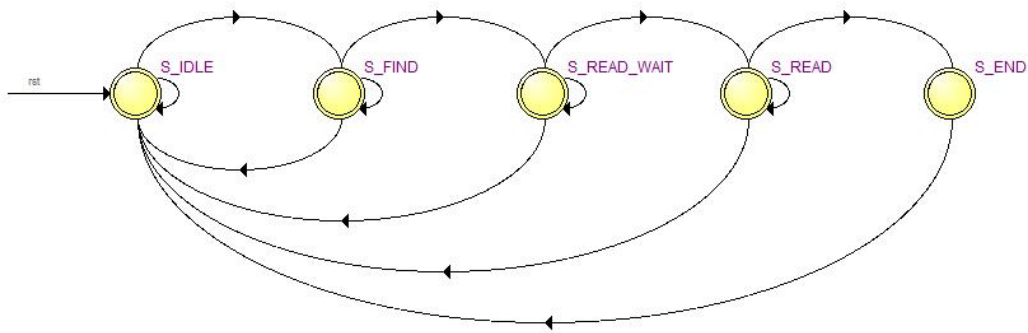
本实验使用不压缩, 24 (16M 色, 真彩色) 的 BMP 图片, 文件头大小是 54 个字节, 前两个字节为 “BM”, 紧接着 4 个字节是文件大小, 19-22 字节为图片宽度, 这些信息是程序设计中要使用的重要信息。

### 3 程序设计

由于 SD 卡读写实验, HDMI、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。

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

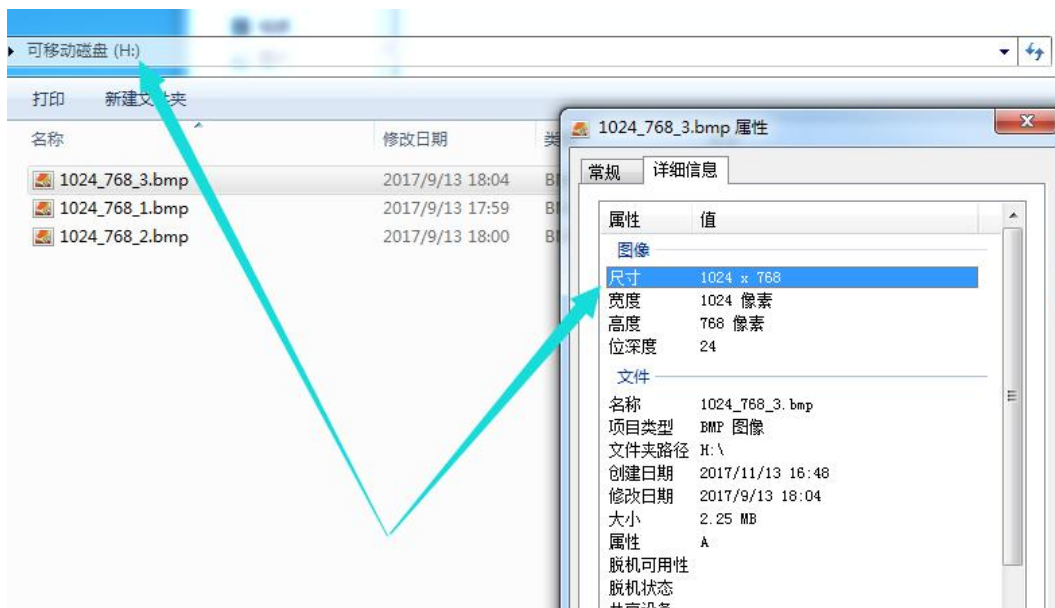
video\_timing\_data 模块完成视频时序到 FIFO 读取的信号的转换, 主要原理就是把视频时序中的“DE”做为 FIFO 的读信号, 但是读出的数据会有延时, 所以做了相应的对齐处理。

## 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)



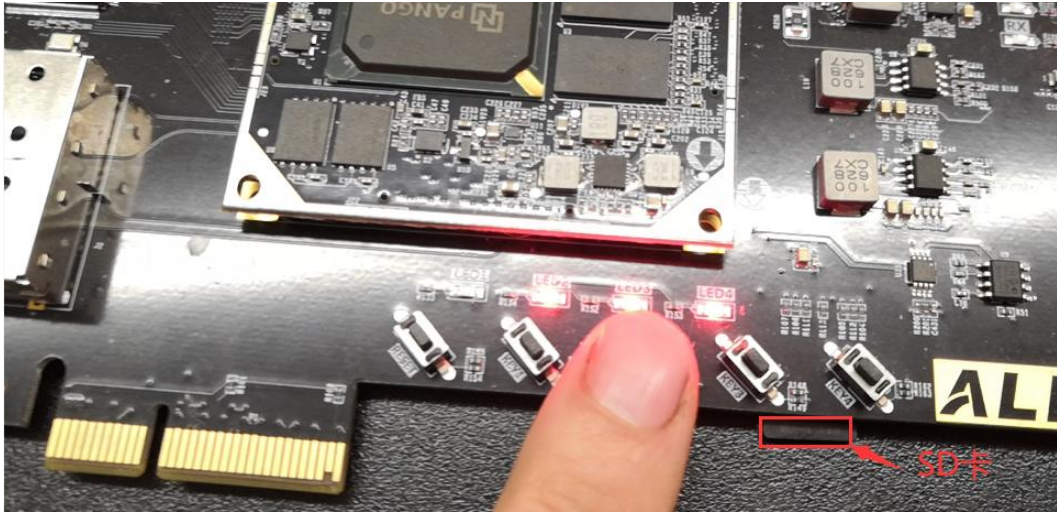
- (2) 把 BMP 格式文件放到 sd 卡中，需要注意，BMP 图片数据存储是倒序，所以先用图片处理工具上下颠倒一下。根据显示输出不同的分辨率，放置不同分辨率的图片，HDMI 输出采用 1024x768 分辨率，7 寸液晶屏模块 AN870 分辨率是 800x480, 4.3 寸液晶屏模块 AN430 分辨率是 480x272。



- (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，连接方法在《HDMI 测试实验教程》中已讲述）就会显示相应的图片。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。



开发板操作



显示效果