

9. HDMI 环路实验例程

9.1 实验目的

HDMI 输入接口采用宏晶微 MS7200 HDMI 接收芯片。芯片兼容 HDMI1.4b 及以下标准视频的 3D 传输格式，最高分辨率高达 4K@30Hz，最高采样率达到 300MHz，MS7200 支持 YUV 和 RGB 之间的色彩空间转换，数字接口支持 YUV 及 RGB 格式输出。

MS7200 的 IIC 配置接口与 FPGA 的 IO 相连，通过 FPGA 的编程来对芯片进行初始化和配置操作。

MES22GP 开发板上将 MS7200 的 SA 管脚下拉到地，故 IIC 的 ID 地址为 0x56（详情可查看“MES22GP 开发板硬件使用手册”）。

掌握 HDMI 接收芯片的配置及 HDMI 输出的实现。

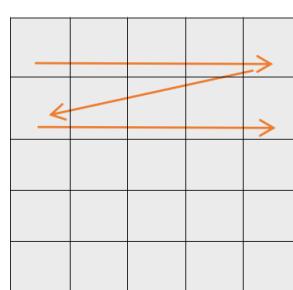
9.2 实验原理

本实验实现的数据源和输出的分辨率及帧率均为：1280*720@60。

HDMI 的 Source 端输入数据主要有像素点数据、行场同步、控制信号、辅助信号（音频）。显示器上一整幅画面由多个像素点组成，实际的显示过程是很快速的把显示器的各个像素点点亮。

9.2.1 显示时序标准

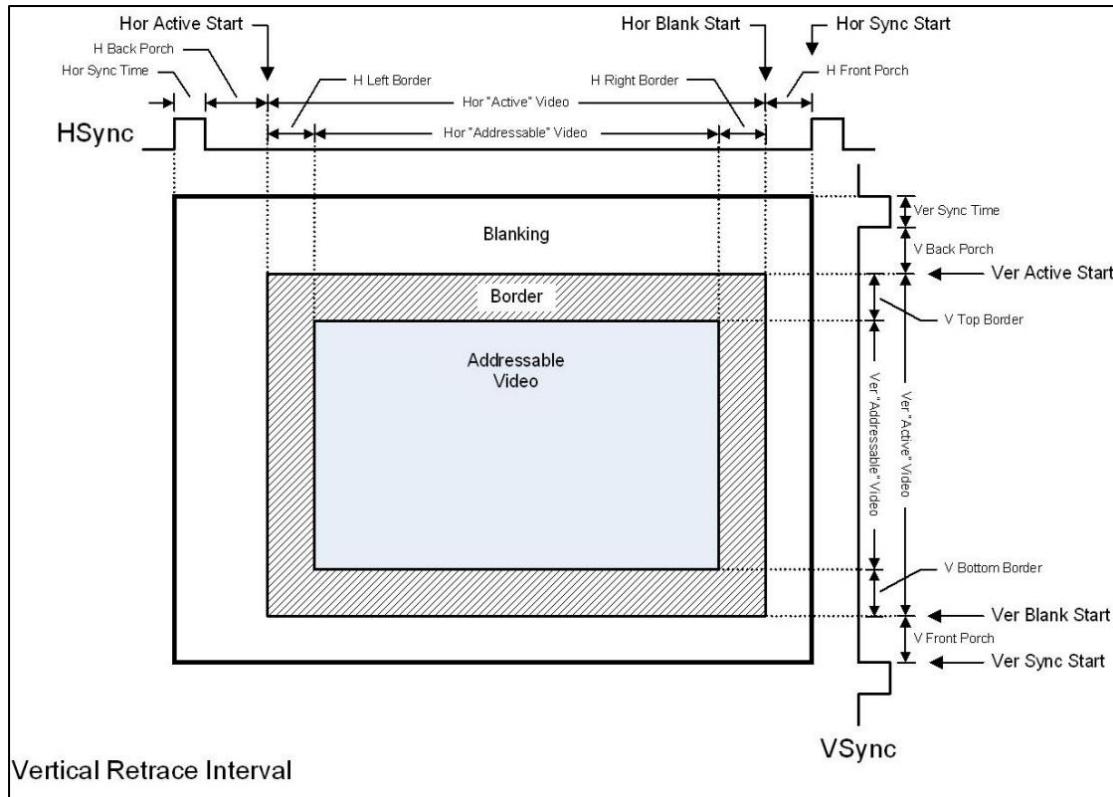
若下图表示一个 5*5 的画面，图中每个格子表示一个像素点，显示图像时像素点快速点亮的过程按表格中编号的顺序逐个点亮，从左到右，从上到下，按图中箭头方向的“Z”字形顺序。



以上图为例，每行 5 个像素点，每完成一行信号的传输，会转到下一行信号传输，直到完成第五行数据的传输，就完成了一个画面的数据传输了，一个画面也称为一场或一帧，显示每

秒中刷新的帧数称为帧率。比如 1920*1080P 像素，就是 1 行有效像素点 1920，一帧有效行为 1080 行。

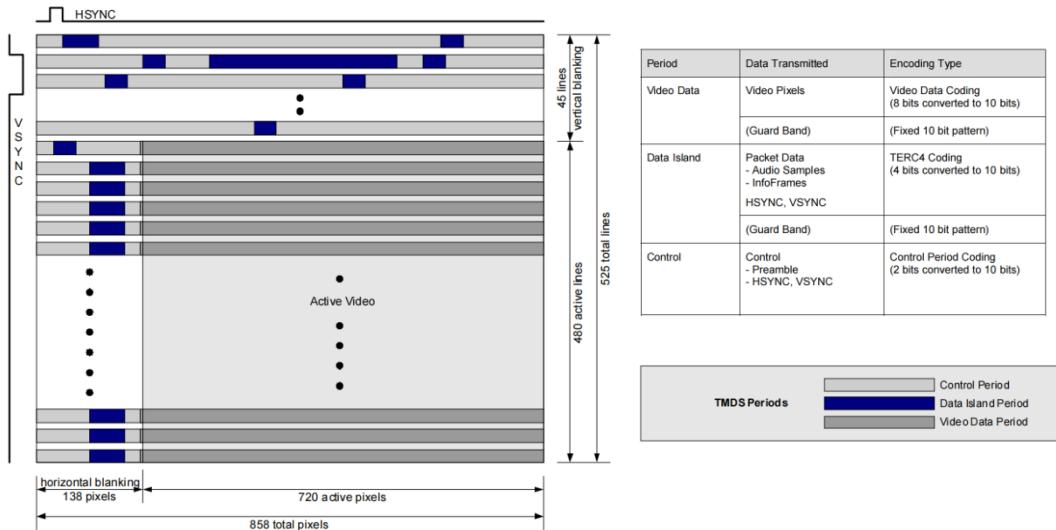
每个像素点的像素值数据，对应每个像素点的颜色。常见的像素值表示格式比如: RGB888，RGB 分别代表：红 R, 绿 G, 蓝 B, 888 是指 R、G、B 分别有 8bit，也就是 R、G、B 每一色光有 $2^{8}=256$ 级阶调，通过 RGB 三色光的不同组合，一个像素上最多可显示 24 位的 $256*256*256=16,777,216$ 色。



像素数据源源不断输送进来，行、场的切换通过行场同步信号来控制，即 hsync（行同步）和 vsync（场同步信号）。

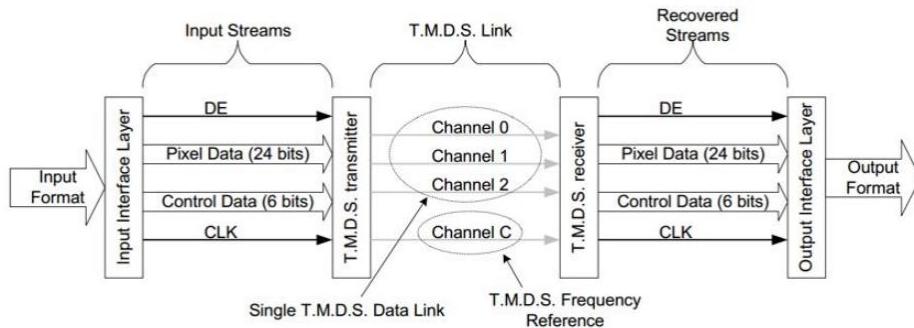
上图中 Addressable 部分内容是在显示器中可看到的区域，像素点是否有效通过 DE 信号标识；Border 可理解为显示黑边或者显示边框，通常 Border 显示的像素值是 0（黑色）。行、场切换过程都是在用户感受不到的区域进行的，这个区域就是 Blanking 部分，称为消隐区间。同步信号上升沿表示新的一行/一场开始，Hsync 对应行，Vsync 对应场。

下图是 HDMI 显示的 720X480 分辨率的 TMDS 编码帧结构。

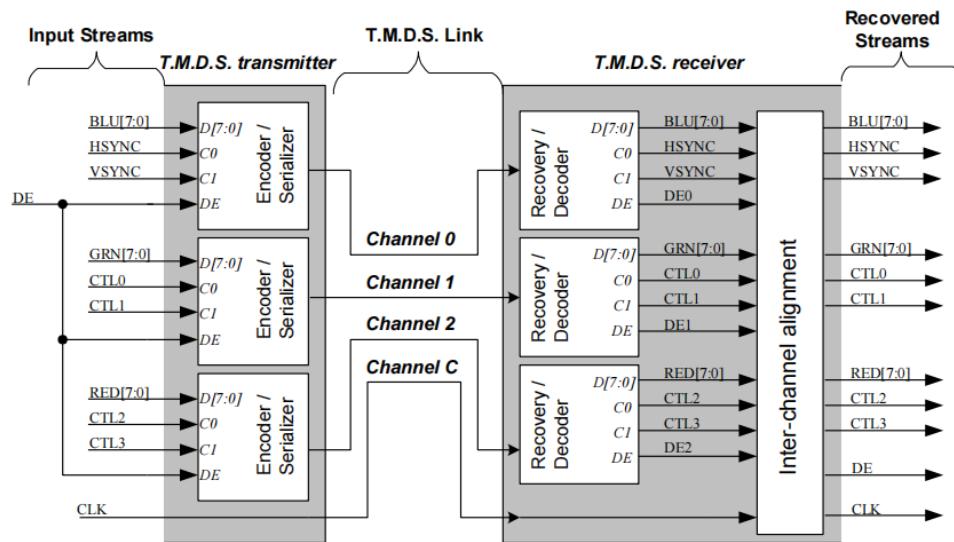


本实验只考虑 video 信号的传输，实现图像的 TMDS 编码时只需要 Video data Period 和 control period。

完整的信号链路如下：



每个 channel 链路如下：



9.2. 2TMDS 编码

TMDS 的编码会把 D[7:0] 或 C[1:0] 编码成 10bit 的数据，编码的目的是为了在传输过程中维持直流平衡，也就是说传输的 0 和 1 的数量保持基本一致。下图是 TMDS 编码的流程图。

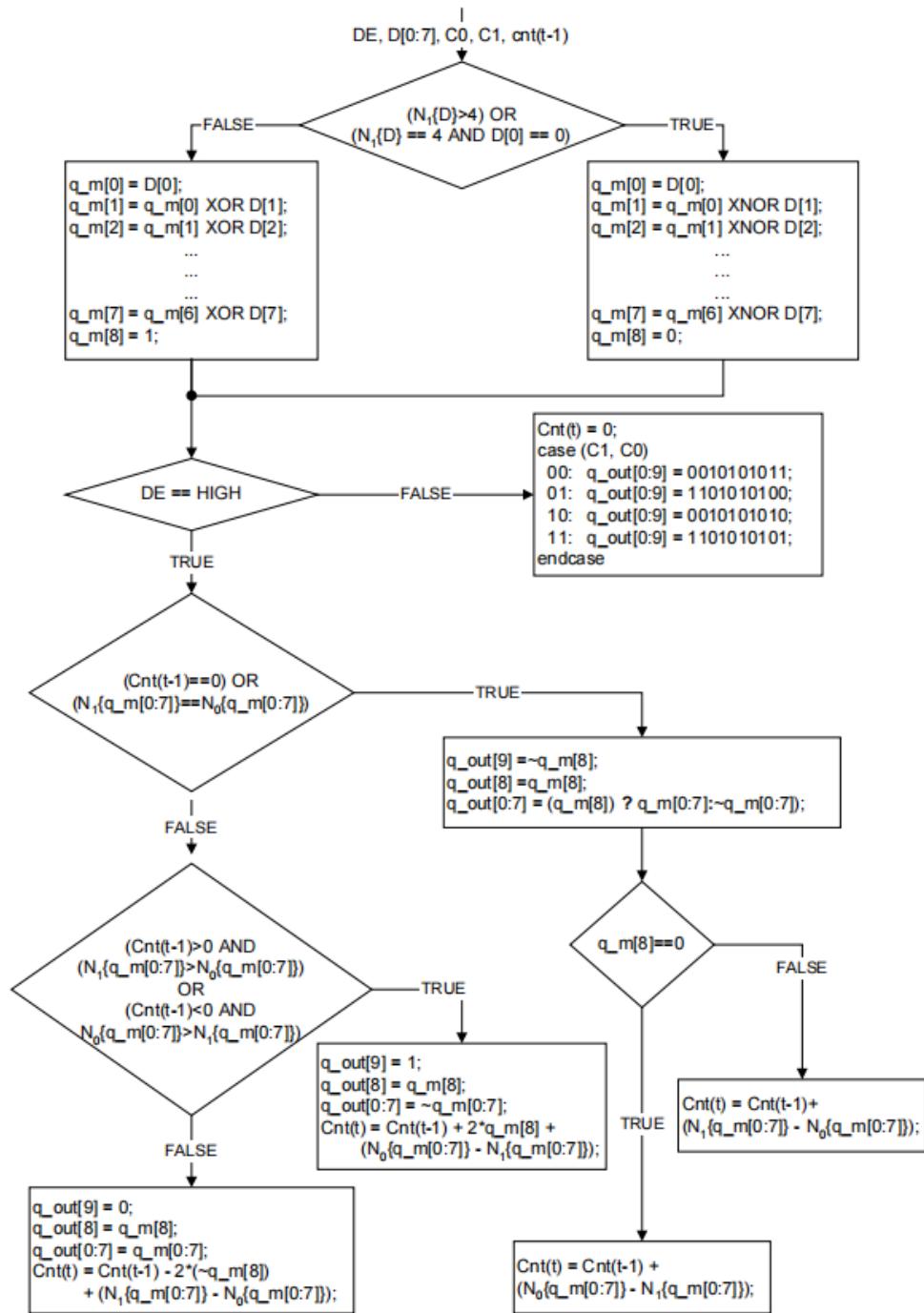
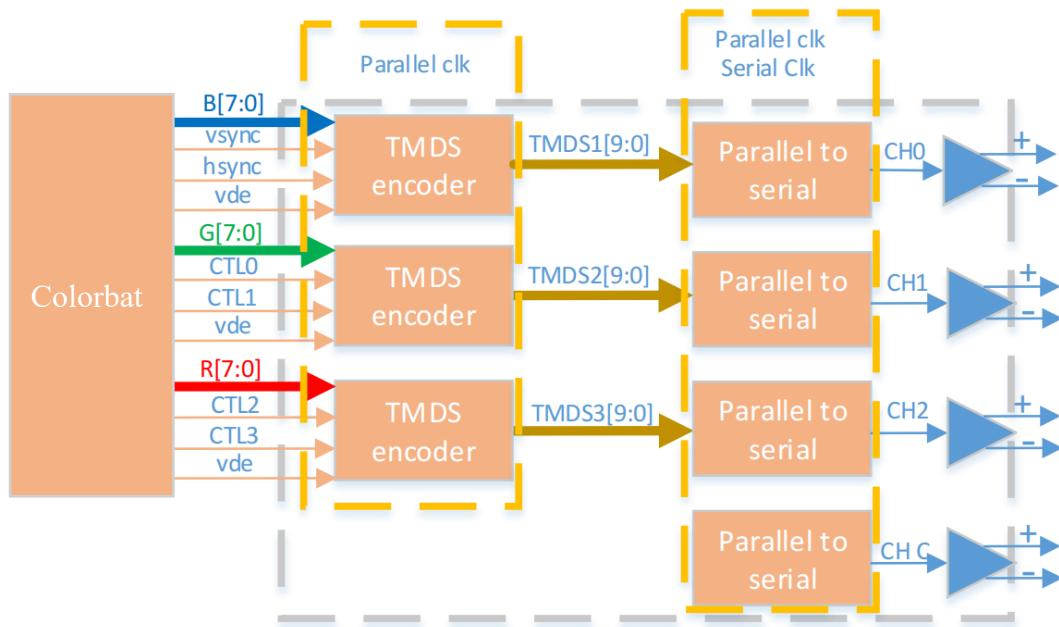


Figure 3-5. T.M.D.S. Encode Algorithm



9.3 实验源码

实验源码详见参考例程。

9.4 实验现象

开发板的 HDMI 输入接口连接电脑端 HDMI 输出接口，开发板的 HDMI 输出接口连接一个 HDMI 的屏幕。然后将显示器 2（即 HDMI 的屏幕）的实际分辨率改为 **1280*720@60**，下载程序，便可以看到 HDMI 屏幕显示与电脑桌面一致的图像。

下图为电脑端设置分辨率步骤。



HDMI 屏幕显示图像示意:

