文章编号:1007-2780(2014)05-0824-06

基于两视点视频融合技术的裸眼 3D 显示的研究

邹 虹,曾 鑫*,温 鑫
(重庆邮电大学 通信与信息工程学院,重庆 400065)

摘要:提出了一种主要针对小尺寸的显示器如笔记本电脑的、两视点视频信号实时融合的系统。首先,根据显示器的架构组成及数据接口形式选用合适的芯片,包括不同格式视频信号间的转换芯片及实现视频融合的芯片。然后,根据各芯片的输入输出引脚的定义及它们的位置关系,进行各元器件的合理布局、走线。最后,结合显示屏上贴的柱镜光栅的光学参数,下载程序到转板上的各芯片中。通过验证,转板上的视频信号的处理速率可达到 2.24 Gbits/s。系统能够高效地实现两视点视频融合,在贴有柱镜光栅的笔记本电脑上可以看到很好的裸眼 3D 视频实时显示效果。

关 键 词:两视点;视频融合;柱镜光栅;裸眼 3D;实时显示
中图分类号:TN27 **文献标识码**:B **doi**:10.3788/YJYXS20142905.0824

Glasses-free 3D display based on two-view video synthesize technology

ZOU Hong, ZENG Xin*, WEN Xin

(*College of Communication and Information Engineering, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing* 400065, *China*)

Abstract: A system of two-view video's real-time synthesis is put forward mainly for small size display devices such as notebook computers. Firstly, the appropriate chips are choosed based on the system architecture and the interface of the display device, including conversion chips between video signals of different formats and a video synthesis chip. After that, the placement of the electronic components and routing of the wires on the board are accomplished based on the definition and position relationships of the input and output pins on the chips. Finally, software programs were written and downloaded to all the used chips based on the optical parameters of the lenticular lens on the display device. It was proved that the processing rate of the video signal on the board can achieve up to 2.24 Gbits/s. The system was proved to achieve a real-time two-view video synthesis efficiently, and the notebook computer with lenticular lens can achieve a very good real-time glasses-free three-dimensional display effect.

Key words: two-view; video synthesize; lenticular lens; glasses-free 3D; real-time display

收稿日期:2014-01-03;**修订日期**:2014-02-06.
基金项目:国家自然科学基金资助项目(No. 61171190)
* 通信联系人,E-mail:zengxin206@sina.cn

1 引　　言

3D 显示的视频图像是在平面显示的基础上，增加了景物的深度信息及左右眼的视差信息，使其显示效果更具立体感和真实感，更能满足人们对事物真实性的追求[1]。其中，基于柱镜光栅的裸眼 3D 显示，相对于其他助视 3D 显示，观看方便且 3D 效果好，使其成为 3D 显示发展的一个趋势[2-4]。

基于柱镜光栅的裸眼 3D 显示，多视点视频图像的融合是非常重要的一个步骤。而视频图像融合的实现，目前很多都是采用纯软件的方式，编程实现播放器的功能，通过设置各种光学参数，并在播放器中打开视频图像源，在播放器中实现多视点视频图像的融合和融合后视频图像的播放[5]。很多播放器都需要安装，而且由于 3D 片源相对于一般的视频片源要求的容量更大，播放器在实现视频融合播放时的速率要求很高，这就对电脑主机的配置要求及内存占用非常高，在系统配置一般的电脑上播放 3D 片源时可能会出现卡屏的现象，视频播放不流畅直接影响裸眼 3D 显示效果。

对此文中提出了一种通过软硬件结合，实现将有左右视差的两视点视频图像融合的方案。在硬件方面采用集成芯片做成电路板，利用低压差分信号 LVDS（Low-Voltage Differential Signaling）和嵌入式显示接口 eDP（Embedded Display Port）格式的信号来传输两视点视频信号及融合后的视频信号，可实现视频信号的高速传输[6]。软件方面通过对各集成芯片下载程序，使它们共同实现视频图像的融合及信号传送。视频信号到达显示器后，显示器上能直接显示融合后的视频信号，配合柱镜光栅，一起实现裸眼 3D 视频图像的实时显示，从而观看到流畅的裸眼 3D 显示效果[7]。

2 系统整体架构设计

系统的功能架构如图 1 所示，高速视频信号处理的转板上输入的信号是由主控驱动板提供的 eDP 信号，该信号是有左右视差的两视点视频信号，通过 eDP 连接线将信号接到转板的信号输入接口。信号在转板上处理后，通过转板的 eDP 信号输出接口输出，输出的信号为经过融合后的视频信号，然后以 eDP 连接线的方式接入显示屏上，最终在显示屏上看到的是融合后的视频图像。

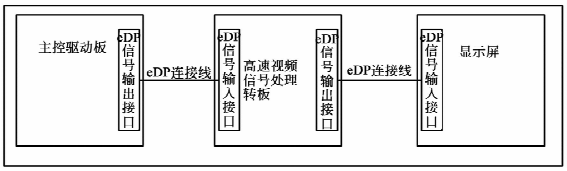


图 1　系统整体架构

Fig. 1　Structure of the system

3 高速视频信号转板的硬件电路设计

3.1 高速视频信号处理转板的框架

如图 2 所示，在该信号处理转板上，主要用到 3 种芯片，分别是将输入的 eDP 数据信号转换成 LVDS 数据信号的芯片 ANX1122；对两视点视频信号进行排图处理，实现两视点视频融合的芯片 SPD2900GS；将 LVDS 格式的数据信号转换成 eDP 信号输出的芯片 IT6251。

转板上的 DC/DC 电压转换电路主要功能是为以上的各个芯片提供工作电压。采用多种稳压芯片及 DC/DC 电路实现各种电压之间的转换，得到包括 5 V、3.3 V、2.5 V、1.2 V 等电压，根据各芯片工作电压的需要，分别给它们提供对应的电压，使它们都能够进行正常工作。

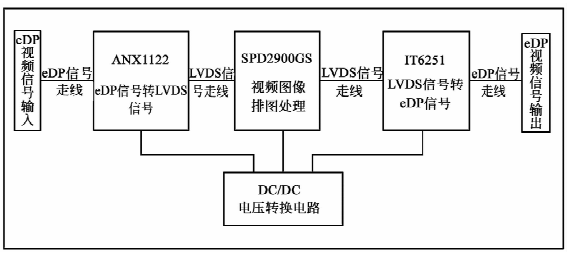


图 2　高速视频信号处理转板框架图

Fig. 2　Frame diagram of the high speed video signal processing board

3.2 高速差分信号线连接方式

各种芯片之间通过 PCB 板上的 LVDS 信号走线和 eDP 信号走线进行视频信号的传输。

LVDS 和 eDP 信号走线采用的都是低压差分信号走线方式，在信号走线中，每一个数据传输通道或时钟传输通道的输出都为两个信号（正输出端和负

输出端)。信号接收端只根据差分对的电压差来判定高低电平,差分对信号走线受到的干扰在接收端相减抵消,因而它们的抗干扰能力强,有很高的噪声抑制能力,能够实现高速率、远距离、高可靠性的信号传输,它们被广泛应用于液晶屏接口;其中 eDP 是一种嵌入式数码音频视讯传输接口,它的速率比 LVDS 的传输速率更高,在高分辨率面板传输接口居于主流地位,它是一种主要适用于平板电脑、笔记本等高分辨率显示屏的数字接口[8]。

根据 LVDS 信号及 eDP 信号的特点及各种芯片的信号输入输出方式和引脚定义,确定了它们之间的差分信号线连接方式如图 3 所示。

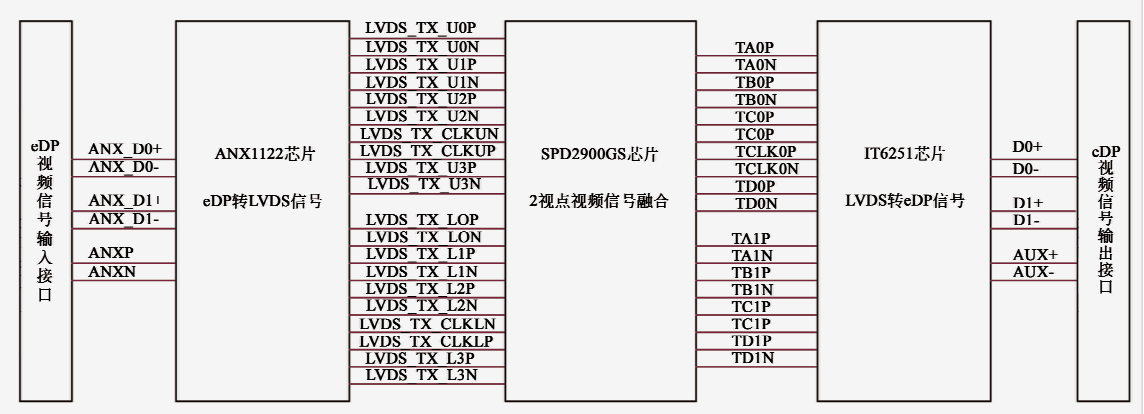


图 3 差分信号电路的连接方式

Fig. 3 Connection mode of differential signal circuit

该转板上信号方向为从左到右,eDP 输入信号包括 3 对(ANX_D0+、ANX_D0-、ANX_D1+、ANX_D1-、ANXP、ANXN),分别表示 2 通道数据信号和 1 通道时钟控制信号,输入到 ANX1122 芯片中,将 eDP 信号转换成 LVDS 信号;ANX1122 芯片输出的 LVDS 信号包括 10 对(LVDS_TX_UxN、LVDS_TX_UxP (x=0、1、2、3)、LVDS_TX_CLKUN、LVDS_TX_CLKUP、LVDS_TX_LxN、LVDS_TX_LxP (x=0、1、2、3)、LVDS_TX_CLKLN、LVDS_TX_CLKLP),分别表示 2 通道的 4 对数据信号和分别控制 2 通道的时钟控制信号,它们分别连接到 SPD2900GS 芯片的输入端,在该芯片中实现两视点视频信号的融合;SPD2900GS 芯片输出的 LVDS 信号有 9 对(Tx0N、Tx1N、Tx0P、Tx1P(x=A、B、C、D)、TCLK0N、TCLK0P),分别表示 2 通道的 4 对数据信号和控制所有数据传输的时钟信号,输入 IT6251 芯片,将 LVDS 信号转换成 eDP 信号;最后输出的 3 对 eDP 信号(D0+/-、D1+/-、AUX+/-),分别表示 2 通道数据信号和 1 通道时钟控制信号,这 3 对信号可通过 eDP 信号线连接到显示屏上,实现视频的实时显示。

3.3 高速差分对信号的 PCB 走线方式

由于 LVDS 和 eDP 都是差分信号,也都是高速传输的数字信号,为保证显示器端接收到的视频信号不受到外界的干扰,是正确无误的,在设计 PCB 板上的 LVDS 差分走线和 eDP 走线时,都需要采取必要的措施,以保证信号的完整性。

eDP 高速信号线上的速率比 LVDS 信号线上的速率更高,故其对等长要求更加严格,信号走线的长度差距会使接收端收到的信号产生偏移导致数据不对,产生错误,而且相对于等距,差分信号线对等长的要求更加严格,所以,在走线过程中尽量使每根信号线等长[9]。对于不能做到等长的差分对走线,可以通过绕线及圆滑微调等方式来实现等长。

各对信号走线之间通过覆地相互隔离,防止信号线之间相互干扰,当差分对之间、差分对和其他信号之间的间距大于走线宽度的 4 倍时,差分对受到的干扰几乎可以忽略,故走线间距大于 4 倍走线宽度即可。当差分线对不可避免的受到干扰时,尽量使 2 根线受到相同的干扰,共模干扰在接收端相减被抵消,使接收端收到的信号数据没有差错[10]。

根据各芯片上分配的信号输入输出接口的位置、芯片引脚之间走线的连接情况及板子上各元器件的布局情况，转板上的信号线都采用过孔的方式，将大部分差分信号走线放在底层。

以转板的 PCB layout 中的 eDP 信号线为例，图 4 所示为在 PADS router 软件中的差分信号走线长度的测量结果，绿色背景栏中的数值表示实际的走线长度，绿色表示该长度在设置的最小长度和最大长度的范围之内。从图中可以看出 eDP 信号输入的走线长度都为 22.987 mm，eDP 输出信号由两部分组成，它们的走线长度分别为 24.511 mm 和 4.807 mm，最终使得 eDP 输出信号线总长都为 29.318 mm。

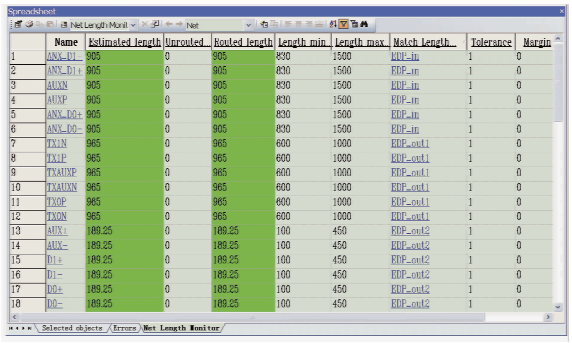


图 4　eDP 信号走线的长度（单位：mil）

Fig. 4　The length of eDP signal routing (unit: mil)

4　两视点视频融合的实现

文中采用支持视频信号格式转换及两视点视频信号融合功能的芯片，根据各芯片的功能及实现原理进行编程，并下载程序到对应芯片中，再将芯片贴到 PCB 板上，实现两视点视频信号的实时融合。

ANX1122 是高性能、低功耗的 eDP 到 LVDS 的信号转换芯片，它支持 VESA（Video Electronics Standards Association）eDP v1.3 的视频数据输入和单、双通道的 8 位 LVDS 数据输出，单、双通道支持高速差分信号输入的速率可达 5.4 Gbits/s[11]，并兼容 3D 视频格式。该芯片处理的 eDP 视频信号主要来自其接收端的主通道上，包括数据信号及时钟信号，它可以将收到的 eDP 信号按 VESA 格式标准转换成 LVDS 信号，再通过双通道的 LVDS 输出接口将视频信号输出。

SPD2900GS 是一种可以实现将有左右视差的两视点视频图像融合成单幅视频图像的排图处理芯片，融合后的视频用于 3D 显示[2]。该芯片采用双通道 LVDS 输入、输出，可达到6.16 Gbits/s的视频图像处理速率。将 ANX1122 输出的 LVDS 信号输入到该芯片中，根据显示屏上贴的柱镜光栅的各种参数如柱镜的宽度、每个柱镜下子像素的个数、柱镜光栅的倾斜角度、水平偏移量等，通过排图处理，实现视频信号融合。将融合后的 3D 视频图像通过 LVDS 输出端输出到 IT6251 芯片的信号输入端。

IT6251 是将 LVDS 信号转换成 eDP 信号的转换芯片，内部带有 LVDS 接收器和 eDP 发送器，可以将接收到的 LVDS 信号转换为 eDP 信号输出[13]，最后通过 eDP 信号线输入到显示屏上，使融合后的视频信号能够配合柱镜光栅的分光折射作用，一起实现 3D 显示。

5　视频融合效果

为验证文中设计的高速视频信号处理板方案的可行性，以系统配置为 1 920×1 080@60 Hz 的笔记本电脑为例，该笔记本电脑的 R、G、B 三基色都以 6 bits 二进制数据表示。在显示屏上显示的效果如图 5 所示：(a)为在播放器中显示的两个有左右视差的视频图像。将高速视频信号处理转板放到主控驱动板和贴有柱镜光栅的笔记本电脑的显示屏之间，并通过 eDP 连接线分别连接，连接方式如前面图 1 所示。(b)为经过视频信号处理，将两视点视频融合成单幅视频图像后，显示屏上显示的效果。从显示效果可以看出，文中设计的高速视频信号处理转板实现了两视点视频图像融合成 3D 视频的实时转换，实现了 3D 视频的实时播放，通过柱镜光栅的分光作用，可以看到效果非常好的 3D 立体显示。

根据笔记本电脑的系统配置，显示屏上有 1 920×1 080 个像素，每个像素有 R、G、B 三个子像素，每个子像素用 6 bits 二进制数据表示，则每一帧有 1 920×1 080×(3×6) bits 数据，以 60 Hz 刷新屏幕，那么，高速视频信号处理转板的视频信号处理的能力有 1 920×1 080×(3×6)×60 bits/s≈2.24 Gbits/s，可见，系统中设计的转



(a) 有视差的两视点视频图像

(a) two-view video image with optical parallax



(b) 经视频融合处理后的视频图像

(b) video image after video synthesize

图 5 两视点视频图像融合前后的效果图

Fig. 5 Two-view video image before and after video synthesize

板能够对笔记本电脑的主控驱动板上输出的有左右视差的两视点视频信号进行高速的视频融合处理及信号的高速传输,实现了裸眼 3D 视频的实时显示。

6 结 论

文中针对现有的采用纯软件编程实现的播放器中进行视频图像融合及播放 3D 视频,对电脑主机配置要求高,一般配置的电脑在播放 3D 视频图像时可能出现卡屏等现象,提出了一种软硬件结合的、适用于笔记本电脑等小尺寸显示器的两视点视频信号融合方案。方案中利用两视点视频融合处理芯片及视频信号格式转换芯片,制作出一片高速视频信号处理转板。经测试,该转板的视频信号处理能力达 2.24 Gbits/s,配合贴有柱镜光栅的显示屏上即可看到很好的裸眼 3D 显示效果。该方案可用于各种小尺寸的带 eDP 接口的显示器上,实现两视点视频信号的实时高效的融合处理及裸眼 3D 视频的流畅播放。

参 考 文 献:

[1] 刘晓林,谢佳,张永栋,等. 基于电控液晶透镜的自由立体显示技术研究与实现[J]. 液晶与显示,2013, 28(4): 552-555.
Liu X L, Xie J, Zhang Y D, *et al*. Study and realization of auto-stereoscopic display based on electric-field-driven LC lens [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2013, 28(4): 552-555. (in Chinese)

[2] 王琼华,梁栋,宋呈群. 助视 3D 显示技术概述 [J]. 真空电子技术,2011(5):7-10.
Wang Q H, Liang D, Song C Q. Overview on glasses-based 3D display technologies [J]. *Vacuum Electronics*, 2011(5):7-10. (in Chinese)

[3] 王嘉辉,邓玉桃,苏剑邦,等. 全高清裸眼 3D 显示效果的评价与测量[J]. 液晶与显示,2013, 28(5): 805-809.
Wang J H, Deng Y T, Su J B, *et al*. Evaluation and measurement of display effect in full high resolution autostereoscopic display [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2013, 28(5): 805-809. (in Chinese)

[4] 陈瑞改,陶宇虹,谢佳,等. 基于头部追踪的宽视角裸眼 3D 显示系统[J]. 液晶与显示,2013, 28(2): 233-237.
Chen R G, Tao Y H, Xie J, *et al*. Naked 3D display system with wide viewing angle based on head-tracking technology [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2013, 28(2): 233-237. (in Chinese)

[5] 安智(北京力天无限网络技术有限公司). 裸眼 3D 播放器:3DVPlayer 播放器 v5.1.2 正式版重磅更新 2D/3D 视频完美播 [OL]. [2013-11-25]. http://bbs.anzhi.com/thread-8568078-1-1.html.

[6] 金强宁,洪乙又,李慧芝,等. 基于 Mini-LVDS 技术的 TFT-LCD 彩色液晶显示屏的驱动研究及应用[J]. 光电子技术,2009,9(3):196-200.
Jin Q N, Hong Y Y, Li H Z, *et al*. The application and study of color TFT-LCD panel driver based on mini-LVDS technology [J]. *Optoelectronic Technology*, 2009, 9(3):196-200. (in Chinese)

[7] 张永栋,谢佳,陶宇虹. 裸眼 3D 显示液晶光栅贴合控制参数设计与实现[J]. 现代显示,2012,132(1):19-22.

Zhang Y D, Xie J, Tao Y H. Design for Glasses Free 3D Parallax Barrier Lamination Parameters [J]. *Advanced Display*, 2012, 132(1): 19-22. (in Chinese)

[8] 百度文库. 基于 eDP 传输方式的研究 [OL]. [2012-09-26]. http://wenku.baidu.com/link url=PSYY6uY8sgh0VvwVtkOrzvKTCn0awgwssNYHe8jufCbFC78Q6ycmEgcIyi_I6XvxEg5HN7jUq2alQqgZc6DZXRC5Nh3BiNTj8vQ6TcCsqNW.

[9] 柴海峰，朱卫良，章慧彬，等. LVDS(低压差分信号)测试技术研究[J]. 电子与封装，2011，11(11)：14-17.
Chai H F, Zhu W L, Zhang H B, *et al*. Research of LVDS Test Technology [J]. *Electronics & Packaging*, 2011, 11(11): 14-17. (in Chinese)

[10] 傅玲. 多路串行 LVDS 信号转发电路的设计与实现[J]. 电子元器件应用，2009，11(11)：50-53.
Fu L. Circuit design and implementation of multi serial LVDS signals [J]. *Electronics Component & Device Application*, 2009, 11(11): 50-53. (in Chinese)

[11] Analogix Semiconductor, Inc. ANX1122-1123_Data_Sheet.pdf[R/DK]. 2012.

[12] 上海超多维. SPD2900GS Rev. B Data Sheet v1.2.pdf[R/DK]. 2011.

[13] ITE Tech. Inc. IT6251_Datasheet_v02.pdf[R/DK]. 2010.

作者简介：邹虹(1970－)，女，江西宜春人，硕士，副教授，硕士研究生导师，主要从事视频信号处理、数字电路技术等方面的研究。