

新型投影融合拼接控制器的设计与实现

孙鹏飞¹, 柴海峰^{1,2}, 李娟¹, 孟志国¹, 张丽珠³, 熊绍珍¹

(1. 南开大学 光电子所, 天津市光电子薄膜器件与技术重点实验室, 天津 300071;
2. 石家庄机械化步兵学院 文化教研室, 石家庄 050083; 3. 天津工程师范学院, 天津 300222)

摘 要: 设计了一个全数字硬件架构的投影图像边缘融合处理器。该处理器有别于目前业界已有基于计算机体系构架的传统控制器, 以FPGA为中心、配以相关IC芯片, 精选融合函数的设计, 再结合硬件描述语言将图像的边缘作淡入淡出处理。在处理中将每幅投影单元图像融合区的亮度变化抽象成相应的融合曲线, 通过引入适当的融合函数和根据显示终端的电光特性予以伽马校正, 并提出根据实际投影效果实时调整的融合方案。文章最后给出了实现高质量无缝拼接的实例结果。

关键词: 数字硬件; 边缘融合; 伽马校正; 实时调整

中图分类号: TN27 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-488X(2008)02-0105-04

Design and Realization of the New Seamless Tiling of Projection Display Controller

SUN Peng-fei¹, CHAI Hai-feng^{1,2}, LI Juan¹, MENG Zhi-guo¹, ZHANG Li-zhu³, XIONG Shao-zhen¹

(1. Institute of Photo-electronics, Tianjin Key Laboratory of Photo-electronic Thin Film Devices and Technology, Nankai University, Tianjin 300071, CHN;

2. Department of Academy, Shijiazhuang Mechanized Infantry Military Institute, Shijiazhuang 050083, CHN;

3. Tianjin Engineering Teachers Collage, Tianjin 300222, CHN)

Abstract: The paper presented the design of a new seamless tiling of projection display controller, which is different from the common processor based on the computer system. This controller is constructed with the FPGA device and some coding and decoding IC and the software is designed by the VERILOG hardware description language to realize the fade-in and fade-out principle. In this design, the change of the brightness is according to the function. It can be realized that the high-quality seamless tiling through the proper amalgamation function which can be adjusted by the gamma correction and the real display effect.

Key words: digital hardware; edge-blending; gamma correction; real-time adjust

收稿日期: 2007-11-22

• 基金项目: 国家自然科学基金重点基金资助项目(60437030); 天津市自然科学基金资助项目(05YFJMJ01400)

作者简介: 孙鹏飞(1986—), 男, 硕士研究生。主要研究大屏幕投影无缝拼接控制电路。(E-mail: sunpengfei-nk@126.com)

柴海峰(1973—), 男, 硕士研究生。主要研究大屏幕投影无缝拼接技术。

李娟(1976—), 女, 博士研究生。主要从事硅基薄膜材料与器件及新型显示技术的研究。

前 言

无缝拼接大面积投影是当今最有效实现超大屏幕、超高分辨的显示技术,它广泛运用在各类指挥、调度、大型广告、家庭影院等军用、生产、生活娱乐等方面,已经成为少有能够满足大面积要求的、不可或缺的显示门类^[1]。但是现在多源投影的硬拼接常产生拼缝和图像不匹配等缺点,这主要由两点原因造成:一是由于在融合区的图像是由两束来源于不同投影仪的光束叠加,受到入射角、反射媒质、亮度叠加等多方面的因素影响,不便于有效控制;二是目前普通商用投影仪的光学系统的精密程度有限,在投影图像的边缘处常常会产生亮度和色彩衰减,造成拼接效果不稳定的现象^[2]。

为了在一定程度上解决目前无缝拼接上的技术缺陷,并且尽量降低设备成本,扩大市场,我们研究了一种基于可编程门级阵列(FPGA)的新型融合拼接控制器。FPGA 作为一种设计灵活,没有掩膜成本的可编程逻辑器件,广泛用于视频、通信各个场合。本项目旨在通过软数字拼接方法及相关的图像校正技术,采用以FPGA 为核心的“机顶盒”模式,解决多屏幕拼接时产生的拼缝及其他不匹配等问题,以实现真正的大屏幕、超高分辨的显示效果。

1 系统原理和硬件设计

采用边缘融合方法,即在两个分图像中划分一个相互重叠的区域,此时若将两个分图像直接叠加,重合区内的图像将是两倍光强叠加,会产生“亮带”。但如果我们对此重合区内的信号,分别进行某种“融合”处理,使得直接重叠的“亮带”效应尽量消除,则可达到真正的无缝效果^[3]。

在 FPGA 内通过编程对解码后的 RGB 像素信号及控制信号进行处理,先分解为非重叠区像素数据和重叠区像素数据,并对重叠区的像素数据按融合曲线进行处理。考虑到在融合区处的图像的亮度能够与非融合区良好过渡而不产生拼缝,我们要求融合曲线能在连接部连续过渡,因此,经过比较,决定选用余弦函数曲线作为最初的融合曲线。图 1 示出交叠区结合部选用不同融合函数的比较。由图可知,采用余弦融合,从未处理部分到处理部分的交界结合部,函数的过渡是平滑的。倘若选用线性函数,则在结合部有一个较为明显的陡峭变化,其结果将显得有生硬的拼接感觉。

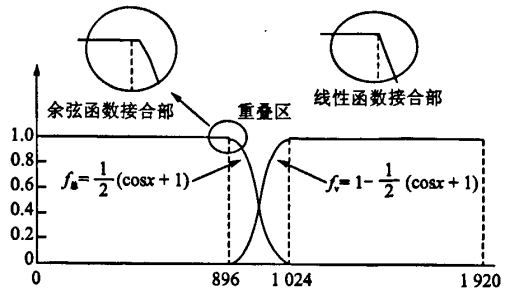


图 1 以余弦函数作模拟融合的示意图,插图示出选用不同融合函数在结合部的衔接情况

Fig. 1 The sketch map of simulated by cosine function

为了使信号能精确按照预想的曲线变化,采用 FPGA,通过数据编程处理,可实现精确地按照融合函数对输入的 RGB 信号进行调变,这也是本设计的关键之一。图 2 给出本设计的数据处理软件框图^[4]。该框图所含软件程序中将数字电路的数据宽度限定为 8 位。

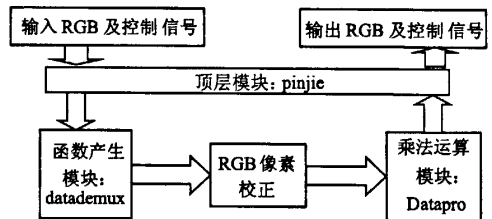


图 2 软件模块图

Fig. 2 The software module

该程序主要由三个模块组成:顶层模块,函数产生模块,乘法运算模块。当即将开始扫描一行像素时,控制信号 hs 会发出一高电平信号,此时将计数器 $count$ 清零,开始扫描时, de 信号变为高电平, $count$ 对每个像素计数, $count$ 的值就代表了该像素在整个屏幕的位置,而函数产生模块将根据 $count$ 的值,也就是该像素的位置,按照融合曲线,给出相应的乘数,在下一个模块——乘法运算模块中,该乘数与像素数据相乘,即完成了对像素的淡入淡出的处理。

2 分色伽马校正的实现

投影终端上的电光特性,描述的是信号电压(或电流)与光学影像之间的关系。如施加在 LCD 某像素两电极间的电压与它的透过率之间的关系, $T-V$ 曲线;又如在 DLP 中,加载在像素上信号电压使微

镜偏转的角度与该微镜的反射率之间,往往是非线性的。为了尽可能真实地反映原物体或原图像的视觉信息,我们需要校正像素的数据值(即为像素电压),使投影终端显示出我们最初想看到的信息,这就是所谓的伽马校正^[5]。在本设计中,伽马校正通过校正融合曲线实现的。

在LCD投影仪中,其色彩的获得是各基色电压信号,先分别传输到R,G,B三块液晶面板上,由光学系统合成得到彩色图像信号。对DLP投影仪的RGB三色光,则是由色轮的不同部分与图像电压信号输入的同时投射到DLP的微镜上,由其反射出的基色再由光学系统合成而得。因此,在物理结构上就引起了RGB三种不同伽马值的伽马校正。人的视觉对信号的感知亮度 Y 是由RGB三色信号构成的,根据ITU2R BT. 709的规定,可简单表达如下:

$$Y=0.2121R+0.7152G+0.0722B$$

人眼对同一灰度级的R、G、B三基色信号所感知的亮度是不一样的,因此,在本设计中,我们采用“分色”的伽马校正方法,即对R、G、B三基色信号分别进行校正^[6],以达到视觉上的最佳效果,使投影拼接的图像逼真,清晰,浑然一体,这是本设计的特点之一。

对图像进行淡入淡出处理时,先将图像分为红、绿、蓝三个灰度级图像,对各个图像分别进行伽马校正,这样,在最终的处理结果中,既不会损失灰度层次,图像的实际效果还能得到改善。的,经过各基色进行分色融和函数处理以及伽马校正处理后,其彩色合成的结果如图3所示,除在两端待融合处给出有淡入淡出的处理效果外,中间未经融和函数处理

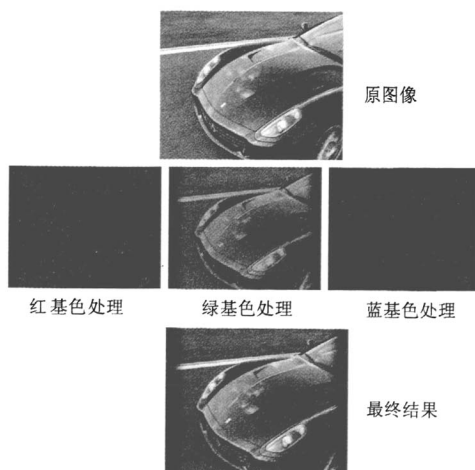


图3 分色校正示意图

Fig.3 The correction by colors

的部分与原图象差别甚微,几乎无从分辨。

3 实时调整功能的设计

为了给观众最佳的视觉效果,我们在设计中加入了对融合曲线实时调整的功能。因为在实际投影拼接过程中,拼接效果往往受到实际场地的投影屏幕、投影仪的安装、投射角度、媒质等多方面因素的影响,整个影像的投影过程中,若从头至尾仅选用一条融合曲线不可能适用于全部情况。当前,有关投影无缝拼接图像色彩的自匹配校正是研究的热点之一,大部分基于计算机的图像处理技术的方法需要相对复杂和昂贵的处理系统。而在本设计中,我们将拼接图像的实时校正集中在对融合曲线的调整上,提出以伽马校正特性为模型,伽马值为自变量来设计实时调整曲线,其函数融合情况如图4所示。最初的余弦曲线选取为: $\frac{1}{2} + [\frac{1}{2} \times \cos(\frac{\pi}{127}x)]$ 与 $\frac{1}{2} - [\frac{1}{2} \times \cos(\frac{\pi}{127}x)]$ 的形式。

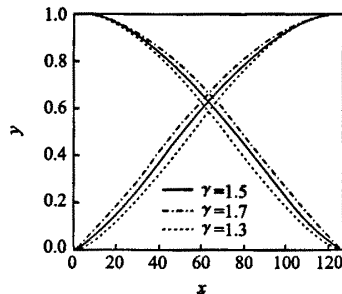


图4 不同校正情况的融合曲线

Fig.4 The fuctions corrected by different gamma

若需选用不同的伽马值 γ ,则可调整为以下表达式:

$$[\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \cos(\frac{\pi}{127}x)]^{1/\gamma}$$

和
$$[\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \times \cos(\frac{\pi}{127}x)]^{1/\gamma}$$

用户可以通过外接的选择信号,去选择效果最佳的融合曲线,参见图4示例。当起始选用实线($\gamma=1.5$)作为融合曲线,但拼接效果不令用户满意时,可以选择虚线($\gamma=1.7$)或点线($\gamma=1.3$)。这些曲线的数据已经预先计算完成。同时亦可以一定 γ 变化的步长($\Delta\gamma$),引入上式的 γ ,此时 $\gamma=1+\Delta\gamma$,如此可以按需要任意改变校正结果,直至效果最好为止。鉴于这些函数的数据已经预先计算好了并存入预定RAM中,因此处理不存在占用时间的问题,完全能

满足时序要求,不会影响显示质量。

这个功能也就是在原软件框架的基础上增加了一个如图5所示的select模块,去选取相应的校正曲线,提供给函数产生模块datademux而实现的。

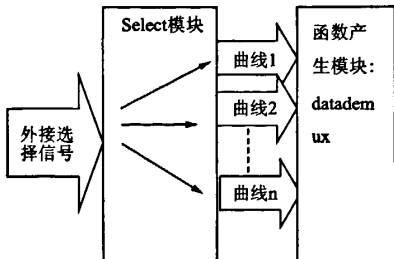


图5 曲线选择模块

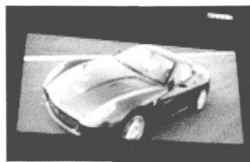
Fig. 5 The fuction select module

如图5所示,外接选择信号可以由用户用按键、开关、甚至遥控器产生。select模块检测到此信号后,内部寄存器sel的值按预先的设计发生变化,而sel寄存器的值决定了哪条曲线被选取,由此,曲线之间开始了切换。

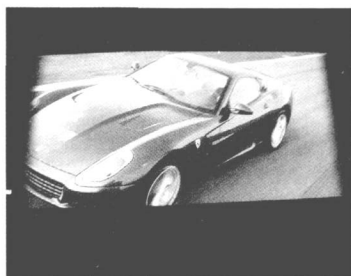
4 实际投影效果和前景展望

我们用自行设计制作的融合及校正系统,对两个投影仪投放的图像进行了融合拼接实验,结果如图6所示。其中图6(a)为原始图像(照得稍微发虚)。选择适当的融合曲线,并对重叠区的融合曲线用R, G, B三基色分别校正,最终投影得到图6(b)。鉴于拼接显示,事先将图6(a)分成两幅,并相应进行了融合处理后再行拼接,因此拼接后的幅面显得宽大起来!另外,图6(b)中的两边仍可见到两条分别从外到里逐渐变亮的条线,是因为我们所进行的处理,是对任一幅图像均对左右两边进行淡入淡出的处理,以便能够从横向方向上进行无限拼接的结果。而拼接前后两幅图像存在的色彩差异,是我们所选用的左右两台投影仪的质量差异而至。

从最终的效果来看,初步达到了拼接处色彩自然过渡的要求,感觉不到强烈的拼缝和色彩不匹配的现象。但本设计仍有很多需要继续改进之处,如进



(a) 原始图像



(b) 拼接后加大的图像

图6 实际投影效果

Fig. 6 The actual project effect

一步优化程序,增强电路在高频工作下的稳定性,减小像素的缺失和信号的衰减,提高图像的质量^[7]。然而,我们看到,利用FPGA作为图像边缘融合控制器能很大程度节省资源,简化电路硬件结构,节约成本,并有很大的升级改进空间,这对于相关问题的进一步研究是有积极意义的。

参 考 文 献

- [1] 曹双喜,陈福民.多投影仪拼接显示的实现[J].计算机工程与应用,2005(2):84-86.
- [2] Ezekiel S. Bhasker, Aditi Majumder. Self-Calibrating tiled displays[C]. SID,2007;23-26.
- [3] 高国保,柴海峰,郝大收,等.拼接投影的边缘融合处理问题[J].现代显示,2007(3):49-53.
- [4] Bhasker J, Verilog HDL 硬件描述语言[M].徐振林,等译.北京:机械工业出版社,2004.
- [5] 彭国福,林正浩.图像处理中Gamma校正的研究和实现.电子工程师,2006,32(2):30-32.
- [6] Takanori Tsunashima, Hiroyuki Kimura, Tetsuya Kawamura. Novel gamma correction method using an advanced capacitive coupling driving[C]. SID,2007;1 014-1 017.
- [7] 夏宇闻.从算法设计到硬件逻辑的实现[M].北京:高等教育出版社,2000.

作者：[孙鹏飞](#), [柴海峰](#), [李娟](#), [孟志国](#), [张丽珠](#), [熊绍珍](#), [SUN Peng-fei](#), [CHAI Hai-feng](#), [LI Juan](#), [MENG Zhi-guo](#), [ZHANG Li-zhu](#), [XIONG Shao-zhen](#)

作者单位：[孙鹏飞, 李娟, 孟志国, 熊绍珍, SUN Peng-fei, LI Juan, MENG Zhi-guo, XIONG Shao-zhen\(南开大学, 光电子所, 天津市光电子薄膜器件与技术重点实验室, 天津, 300071\)](#), [柴海峰, CHAI Hai-feng\(南开大学, 光电子所, 天津市光电子薄膜器件与技术重点实验室, 天津, 300071; 石家庄机械化步兵学院, 文化教研室, 石家庄, 050083\)](#), [张丽珠, ZHANG Li-zhu\(天津工程师范学院, 天津, 300222\)](#)

刊名：[光电子技术](#) **ISTIC** **PKU**

英文刊名：[OPTOELECTRONIC TECHNOLOGY](#)

年, 卷(期): 2008, 28(2)

被引用次数: 0次

参考文献(7条)

1. [曹双喜, 陈福民](#) [多投影仪拼接显示的实现](#) [期刊论文] - [计算机工程与应用](#) 2005(02)
2. [Ezekiel S. Bhasker, Aditi Majumder](#) [Self-Calibrating tiled displays](#) 2007
3. [高国保, 柴海峰, 郝大收](#) [拼接投影的边缘融合处理问题](#) [期刊论文] - [现代显示](#) 2007(03)
4. [Bhasker J, 徐振林](#) [Verilog HDL硬件描述语言](#) 2004
5. [彭国福, 林正浩](#) [图像处理中Gamma校正的研究和实现](#) [期刊论文] - [电子工程师](#) 2006(02)
6. [Takanori Tsunashima, Hiroyuki Kimura, Tetsuya Kawamura](#) [Novel gamma correction method using an advanced capacitive coupling driving](#) 2007
7. [夏宇闻](#) [从算法设计到硬线逻辑的实现](#) 2000

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gdzjs200802009.aspx

授权使用: 北京信息职业技术学院(xxzyjs), 授权号: 81cb1dcf-915f-401e-bec8-9e3801502520

下载时间: 2010年11月24日