

文章编号:1006-6268(2007)03-0049-05

* 本文受国家重点基金(No.60437030)、天津市基金(No.05YFJMJ01400)及国家
出国留学人员回国基金资助

拼接投影的边缘融合处理问题

高国保^{1,2},柴海峰^{1,3},郝大收¹,李学东¹,杭力¹,刘召军¹,吴春亚¹,孟志国¹,熊绍珍¹
(1.南开大学光电子所,天津市光电子薄膜与技术重点实验室,天津 300071;2.中国人民解放军
62201 部队通讯科,青海西宁 810008;3.兰州大学物理科学与技术学院,兰州 730000)

摘要:介绍了投影拼接显示系统中的关键技术——边缘融合处理技术。设计了一个为实现拼接的显示控制电路的示例:将一个高分辨率的图像分为两个分图像,按两部分在边缘交叠的方式分别投影。在投影之前,先对相重叠部分的图像信号按线性函数关系进行淡入淡出的边缘融合处理,叠加后在重叠部分则有助于消除重叠痕迹。在文章最后,给出了经这种处理后边缘处淡入淡出的图例及实测结果。

关键词:无缝拼接;DLP;边缘融合;投影显示

中图分类号: TN873

文献标识码: A

Edge-Blending of Seamless Tiling of Projection Display System

GAO Guo-bao^{1,2}, CHAI Hai-feng^{1,3}, HAO Da-shou¹, LI Xue-dong¹, HANG Li¹,
LIU Zhao-jun¹, WU Chun-ya¹, MENG Zhi-guo¹, XIONG Shao-zhen¹
(1. Institute Photo-Electronics, Nankai University, Tianjin Key Laboratory of Photo-
electronic Thin Film Devices and Technology, Tianjin, 300072, China; 2. Communication
Section of 62201 Unit, People's Liberation Army of China, Xining, 810008, China; 3. School
of Physical science and technology, Lanzhou University, Lanzhou, 730000, China)

Abstract: The key technology of seamless tiling of large- screen projection display system is edge- blending. That is at first to divide a high- resolution image into two sub- images in which there is the same overlap part at the superposition edge of each sub- image. And then the image signals on the overlap parts of the sub- images were processed according to the linear function and the fade in- out principle. The superposition trace in the overlap parts would be eliminated when the two sub- images through this treatment were composed and projected. Thus an integrated, high- definition, seamless image, and was reached the goal of seamless integration can be gotten. And the end of the paper, the treated image with fade in- out overlap part on both edge of a screen and the results measured by PR650 were shown.

Keywords: seamless tiled; DLP; edge- blending; projection display

1 引言

随着投影显示技术的不断发展,以及人们欣赏水平的逐渐提高,超大画面、超高亮度、以及更高分辨率便成为显示系统的迫切需求,如增加整幅画面显示尺寸、增加显示亮度、提高显示分辨率、缩短投影距离等。在诸多方法中,通过拼接达到大面积的目的,是颇为有效而又不易造成图像失真的理想选择方案。多屏拼接系统是大屏幕投影显示系统的灵魂,只有通过多屏拼接,大屏幕投影显示才能显示出其超高分辨率的优越性。但是传统的电视墙、硬拼接投影屏和箱体拼接墙等很难满足人们在这方面的要求。目前迅速崛起的边缘融合大屏幕"无缝"拼接投影显示技术,正在逐步成为适应这一需求的有效途径^[1]。其特点是能有效消除拼接缝隙,使得更大幅面的图像具有很强的整体感和现实感。能够赋予以上特色的关键是边沿融合技术。该技术国外也只是在20世纪90年代末才开始,鉴于保密缘故少有文章报道。而目前国内公司多以代理国外产品为主,进行自主开发的尚为数不多。为此,本文就自主研制工作的体会,浅谈研究所得融合技术的初步结果。

2 现有大面积硬拼接存在的问题及解决思路

早期的拼接系统主要是以CRT拼接墙为主,但CRT的拼接墙成本很高,显示效果也很差。用LCD投影机拼接也存在着致命的缺陷,如对比度低、光栅效应明显、单台投影机的颜色一致性差、长时间使用后色彩衰变快等。这些缺陷使得LCD投影技术难于占据拼接显示领域的主流位置。美国德州仪器公司(Texas Instrument, TI)主导的DLP数字光处理技术近年来得到长足发展,DLP投影机的市场迅速扩展开来,以其为主的背投式拼接系统亦受到普遍关注。由于其具有价格低、显示及拼接效果明显优于CRT拼接墙的特点更为广大用户所接受,所以DLP投影技术应是未来3~5年拼接墙系统的主流^{[2][3]}。

通常的大屏幕拼接投影显示系统,是由多台投影机、多个投影屏以及图像控制器构成的。所有输入信号全部通过图像控制器处理之后再分配输出到各台投影机,每个显示画面可以跨越投影屏边界,并要求尽量保证图像单元之间的缝隙越小越好。图1示出当前硬拼接投影系统构造框图,它描述了不同信号源的合成与投影的控制过程。其中,图像拼接处理器是拼接式投影显示系统的核心,各种要显示的信号送到图像拼接控制器,经处理后,由它再将图像信号送到相应的投影单元。每个投影单元只显示整个图像的一个部分,全部投影单元拼在一起就构成了一幅完整的大画面,大画面的像素数是各个投影单元像素数之和。

直接将若干个屏幕(硬件)通过并、串排列构成一幅大屏幕的硬拼接,虽尽量减小各屏之间的缝隙,力图达到所谓的"无缝"拼接的效果(缝隙小于1mm可认为"无缝"),但因总归存在着屏幕之间的物理缝隙,如图2a所示,很难消除割裂感。如果能采用无缝拼接技术,消除物理缝隙,实现如图2b所示的一种理想图像,则清晰可见其整体观感。要达到此目的,最好的办法是将图像合成、投影在一个自身无缝的大屏幕上。显然,这需要解决两个问题,一个是整体屏幕大,这在电影屏幕中已经得到解决;另一个关键问题则是在投影合成之前,对需合成的多幅图像,在各边沿部分予以重叠。但是,如果对重叠部分不进行处理,这种合成的结果也会产生重叠部分出现光学"亮带现象"的硬拼接效果(见图3a^[4])。故相互重叠部分必须对图像数据进行适当的处理,以便消除重叠痕迹,达到无缝的目的。

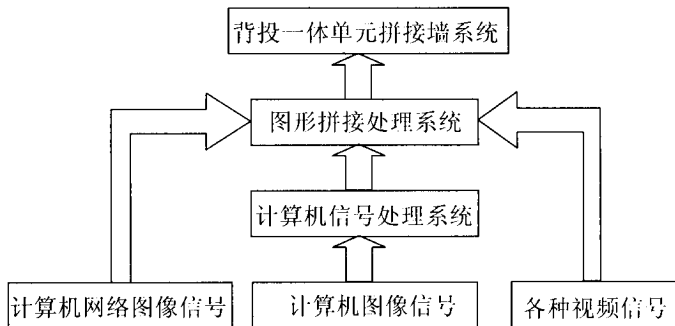


图1 拼接系统框图

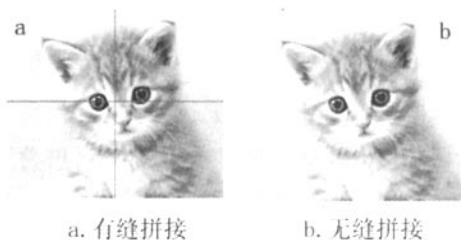


图2 有缝和无缝拼接的结果比较示意图

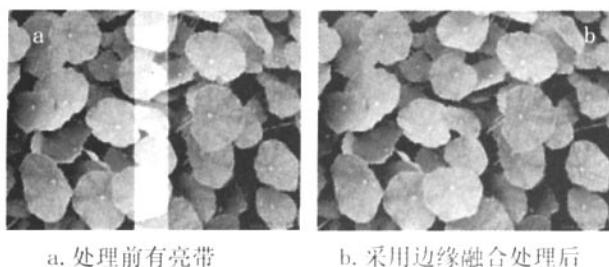


图3 边缘融合处理前后图像对比

3 无缝拼接的边缘融合技术

为达到“无缝”拼接,一种“边缘融合”技术应运而生。边缘融合是指消除上述亮带效应以及其他相关不良效应,改善图像拼接效果的综合技术,是当前投影界的方向。本研究室在自主研发的基础上,设计、制作了用于无缝拼接的控制电路与相应软件,初步掌握拼接所需元素,取得些许结果,介绍如下。

3.1 边缘融合无缝拼接系统的设计

边缘融合投影显示系统通常应包含图像分割、边缘融合处理器以及控制、输出系统。本试验研究的初期,仅着重于对后端的研究。其中的核心是如何进行边缘融合处理。本研究中拟选取分辨率为 1024×768 的显示屏进行横向拼接,每行拼接128个像素点。若是两个屏横向拼接,就可构成一个 1920×768 的整幅屏。输入、输出均采用DVI接口。

我们在进行边缘融合时,采用以下三步:

(1)图像分割:首先是将待显示的一个大的图像,分割成几个部分(注:在本示例中分割成两个部分),这些部分只在各个边沿区域选用若干列的像素用来重叠,称之为重叠区。重叠区的像素列数,由单台投影机的分辨率和拼接后图像的分辨率综合决定。在我们

选用的每个分显示区域的像素数为 1024×768 ,为了观察重叠效果,我们选重叠的像素数为128列。图像分割是进行拼接的第一步,目前市场上有此类产品销售,如AV2061系列等。在此不予赘述。

(2)重叠像素的处理:对拟重叠的图像信号进行融合处理是无缝拼接的核心。所谓融合就是将一个图像中位于重叠区中的每个像素的亮度都乘以某个值,从而使得当它被叠加到另一个图像中其对应的像素上时,能得到实际期望的亮度值。所乘的某个值是取值范围介于0和1之间的函数 $f(x)$,被称之为融合函数。为简单计,我们先选用简单的线性函数 $y=kx$ 作为融合函数(如图4所示)。在左边的重叠区,信号从左至右,逐渐按 $1-kx$ 的线性关系从1平滑减小至0(即图4中重叠区的虚线部分),而右边的重叠区图像信号从右至左,按照 kx 从0逐渐增至1(见图4中重叠区的实线部分)。这样重合的结果,重叠区各像素点的信号均能保持为“1”,即有: $kx+1-kx=1$,此处的“1”是指与输入信号之比为“1”的意思,即表示维持输入图像信号不变。因而可以获得既无亮线又无拼接痕迹且面积加大的连续图像(如图3b的结果)。

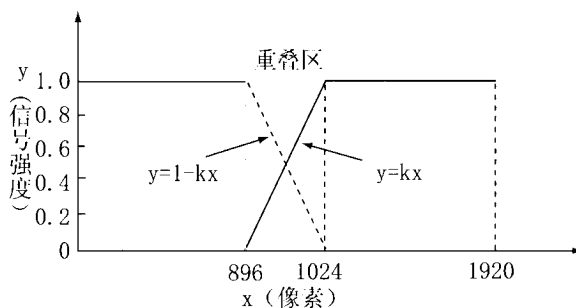


图4 边缘像素融合处理原理

(3)拼接显示:拼接显示在此指的是投影机输出的光信号在大屏幕上将各子投影机的图像叠加合成。在研制阶段,此合成部分借用显示屏来完成。即将两个计算机的屏幕作为子图像信号的显示屏。按照要将此屏幕的边沿进行叠加合成的要求,对各重叠区图像信号分别进行融合处理。为便于任意的横向拼接,控制电路只需分别对各个屏的左或右进行处理即可,但为了使我们的控制电路具有延伸拼接的灵活性,在研制中选择将每个屏幕的两边都进行

融合处理,实际应用时,采用选择开关,则可方便地选择单边或双边进行融合。

由于 DLP 投影机具有许多优点,特别是它具有全数字的优势,因此所研究的融合处理控制系统选用的输入、输出信号均设计为数字信号的接口电路。

3.2 系统组成及构建

采用融合技术进行无缝图像拼接时,其过程大致为:首先,要针对 DLP 为数字投影机的特点,需要有数字接口芯片接收信号,再将接收到的整幅图画信号进行编码,然后按照子屏的个数,将整幅图像信号进行拆分。随后将拆分的信号,按照融合函数分别进行处理,处理之后再各个对应子屏的信号同时送到合成屏上,达到大面积、边缘融合(指子图像的边缘)的无缝拼接显示效果。依照上述思路,系统的构成及相关功能示于图 5 之中。图 5 所示的系统框图分为三个部分:输入信号的解码部分、数据处理部分和编码输出部分。

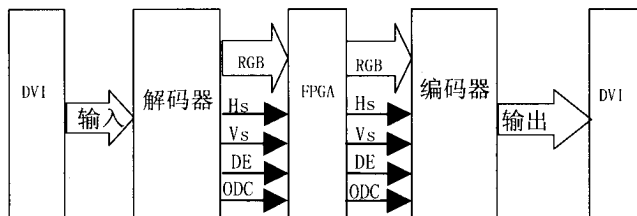


图 5 系统框图

(1) 解码器部分:在所设计的控制电路系统中,解码器主要完成的任务是将输入 DVI 格式的信号分解为 24 位的 RGB 象素数字信号、同步信号及控制信号。此项工作的意义在于如何选得所需满足性能要求的器件、具有普适性、易于升级以及如何更好地能为后续信号的编码提供方便。

因为系统的输入信号是 DVI 的 TMDS 格式,因而需要一个解码器来接收 TMDS 格式并解调回到原本的数字信号。Silicon Image 公司是 TMDS 的发明者,也是业界领先的企业,在此选用的是 Silicon Image 公司的解码芯片。

(2) 控制处理部分:由它实现主控功能。借用 FPGA 能够提供设计、按预期目标实现多功能电路的能力,在此通过对它的设计、仿真与校验,来完成

边缘融合处理的全过程,这部分的工作是本文的重点。实现的方法是在 FPGA 内通过编程将解码后的 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函数调变法进行处理,经处理后的像素数据应按亮度函数关系衰减或相应增加。

(3) 输出解码器部分:鉴于合成显示屏我们选用的是 DLP,而 DLP 为数字屏,它的接口都是通过 DVI 接口接入,所以处理好的信号又要进行解码,以便送到 DLP 投影屏的 DVI 接口去。解码器主要完成的任务是将经 FPGA 进行边缘融合处理后的大幅图像像素信号、同步信号及控制信号进行 TMDS 编码,产生符合 DVI 接口标准的信号输出,并送到合成屏上去合成。这部分的解码器同样选用 Silicon Image 公司的产品。

3.3 融和处理控制电路及其测试结果

(1) 器件与编程

编程由对可编程器件的编译来完成。选用的 FPGA 器件是 Altera 公司的 ACEK1K 系列的器件。ACEK1K 器件性能高、价格低。开发语言是 Verilog HDL 语言。

(2) 制作和测试

当选定相应的解码、编码芯片和 FPGA 器件后,设计并制作了试验板,并将程序下载到试验板,两端分别采用 DVI 完成输入和输出功能(控制电路板的结构见图 6)。

为了便于横向多屏拼接,对一个 1024×768 的图像的左右两边分别进行了融合处理,最后用液晶显示器代替 DLP 投影屏显示。此过程仅涉及对子屏图像边沿的处理,目的在于检查对接入信号处理的

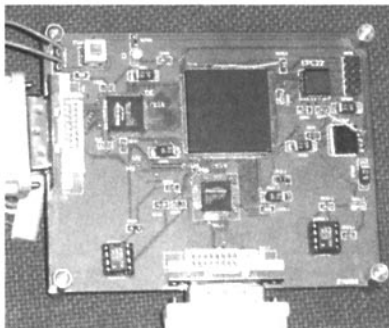


图 6 控制电路板

正确与否。经过对融合函数选择及其程序的优化,图像处理前后对比的结果如图 7 所示。其中图 7a 为未经处理过的图像,图 7b 的屏的左右两边分别示出了融合部分,而中心是未融合部分的显示结果。与未经处理过的原始图像相比,未融合的中心部分与之相差甚微。说明图像在被分割、分别传输的过程中没有受到融合处理的影响,信号时序的处理是比较正确的。图 7b 两个边缘区的图像均经过融合处理,可以看到左右两条分别呈现由暗到亮、由亮变暗的待重叠的区域,以供后续两幅相对应的子屏幕图像合成之用。它清晰显示出亮度渐变的过程。

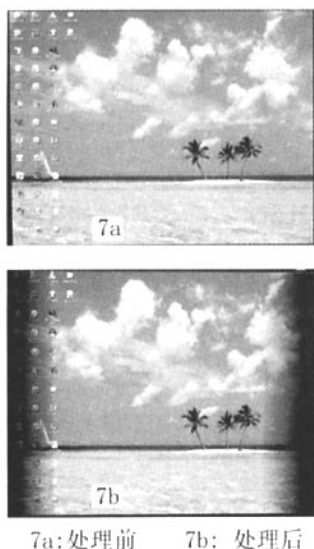


图 7 边缘处理前、后显示结果比较

当显示白光模式时,用 PR650 对屏幕经融合处理后的左端部分的显示亮度,进行了实际测量(本文省略处理后的白光渐变图像)。图 8 给出该区亮度沿屏幕位置变化的关系。可见,这种处理已经达到淡入淡出的效果,满足线性融和函数设计所需的信号要求。

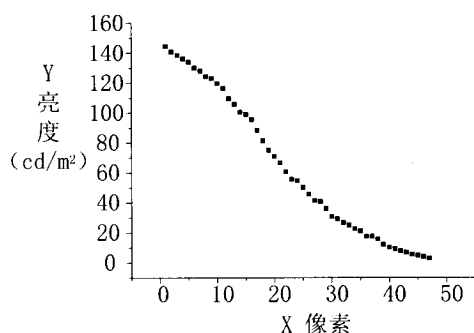


图 8 融合区相对亮度实测结果的变化曲线

4 结束语

本文报道了无缝拼接控制系统的组成以及软件编译与信号处理后的显示效果。该拼接控制系统的设计,是以"机顶盒"模式为目的。它是针对目前大多数无内嵌拼接功能单元的投影机设计的,通过外接此无缝拼接系统后,进行拼接显示时,可实现无缝显示。本文所设计的系统无需对拼接控制器和投影机进行改动,是一个独立于原投影系统之外的单独系统,具有模块化的结构,方便使用。同时实现本系统的主要器件采用的是高性能的数字器件,可以减小电路设计的复杂性,提高了所设计电路的稳定性,实现代价也较低。

参考文献:

- [1] Moriya T, Beniyama F, Utsugi K, et al. Multi-camera and multi-projector based seamless live image display system [J]. <Multimedia Modeling Conference, 2004. Proceedings 10th International>, 5- 7 Jan 2004. 265- 272.
- [2] Ramesh Raskar, Jeroen van Baar. Low- Cost Multi- Projector Curved Screen Displays [M]. SID 2005. 884- 887.
- [3] Aditi Majumder. Luminance Management for Seamless Multi- Projector Displays. SID 2005 [M]. 1056- 1057.
- [4] Deligiannidis L, Whitman L. User interaction in a power- wall based virtual reality environment [J]. <Virtual Reality, 2003, proceedings >, IEEE, 22- 26 March 2003. 279- 280.

作者简介:高国保(1969-),男,江西人,1991年自广州解放军军事学院毕业,2002由解放军总政治部派往南开大学攻读硕士学位,主要进行显示控制电路以及DLP大面积无缝拼接投影显示技术的研究,2005年毕业于南开大学光电子所,获硕士学位,现任职于中国人民解放军62201部队通讯科。

作者: [高国保](#), [柴海峰](#), [郝大收](#), [李学东](#), [杭力](#), [刘召军](#), [吴春亚](#), [孟志国](#), [熊绍珍](#), [GAO Guo-bao](#), [CHAI Hai-feng](#), [HAO Da-shou](#), [LI Xue-dong](#), [HANG Li](#), [LIU Zhao-jun](#), [WU Chun-ya](#), [MENG Zhi-guo](#), [XIONG Shao-zhen](#)

作者单位: [高国保, GAO Guo-bao\(南开大学光电子所, 天津市光电子薄膜与技术重点实验室, 天津, 300071; 中国人民解放军62201部队通讯科, 青海西宁, 810008\)](#), [柴海峰, CHAI Hai-feng\(南开大学光电子所, 天津市光电子薄膜与技术重点实验室, 天津, 300071; 兰州大学物理科学与技术学院, 兰州, 730000\)](#), [郝大收, 李学东, 杭力, 刘召军, 吴春亚, 孟志国, 熊绍珍, HAO Da-shou, LI Xue-dong, HANG Li, LIU Zhao-jun, WU Chun-ya, MENG Zhi-guo, XIONG Shao-zhen\(南开大学光电子所, 天津市光电子薄膜与技术重点实验室, 天津, 300071\)](#)

刊名: [现代显示](#)

英文刊名: [ADVANCED DISPLAY](#)

年, 卷(期): 2007, ""(3)

被引用次数: 2次

参考文献(4条)

1. [Moriya T, Beniyama F, Utsugi K](#) Multicamera and multi-projector based seamless live image display system 2004
2. [Ramesh Raskar, Jeroen van Baar](#) Low-Cost Multi-Projector Curved Screen Displays 2005
3. [Aditi Majumder](#) Luminance Management for Seamless Multi-Projector Displays 2005
4. [Deligiannidis L, Whitman L](#) User interaction in a power-wall based virtual reality environment 2003

相似文献(3条)

1. 学位论文 [柴海峰](#) DLP投影显示系统无缝拼接的研究 2007
随着时代的发展和经济的进步, 计算机网络已在各行业得到广泛应用, 多媒体技术对显示设备的功能和性能提出了更高的要求, 因此大屏幕投影无缝拼接系统已成为最重要的显示设备之一。大屏幕显示系统广泛应用于交通管理中心、指挥中心、电视台、工业监控等场合, 可实现对视频监控信号、计算机图形监控系统、GPS等计算机图像信息的综合显示, 形成一个信息准确、查询便捷、管理高效、美观实用的信息显示管理系统。
本课题设计并制作了一个DLP投影系统边缘融合拼接处理器的实验板, 实现了将一个高分辨率的图像分为两个分图像, 按两部分在边缘交叠的方式分别投影。在投影之前, 先对相重叠部分的图像信号, 按融合函数关系进行淡入淡出的边缘融合处理, 叠加后在重叠部分可以消除重叠痕迹, 实现了无缝拼接的目标。
本文介绍了大屏幕投影显示系统的一般构成, 并分析了DLP的投影显示的工作原理; 详细阐述了边缘融合技术和Gamma校正的原理; 陈述了硬件系统中器件的选取及PCB板的设计、制作过程; 通过MATLAB模拟融合结果, 使用带有DVI接口的LCD显示器显示实验结果, 并对使用PR650光谱光度/色度计对显示结果进行测量; 分析了模拟、显示和测量的结果。
DLP的无缝拼接投影显示系统具有良好的市场前景, 是目前十分重要的一种投影技术, 所以在南开大学光电子所所承接的国家科技部863平板显示项目的支持下, 作为兰州大学和南开大学联合培养学生, 我选择DLP的无缝拼接投影显示系统的研究作为我的论文课题。
2. 学位论文 [陈槐](#) 大屏幕拼接显示系统的研究与应用 2006
随着社会信息化的高速增长, 信息的可视化需求也急剧扩大, 同时高端可视化的实现难度也越来越高。单台显示设备所能显示的信息量已经远远不能满足市场需求, 特别是一些监控中心、指挥中心、调度中心等重要场所, 大屏幕背投拼接显示系统已经成为信息可视化不可或缺的核心基础系统。
本文基于这种现状, 作者先对大屏幕显示系统的功能性能, 以及国内外的发展现状进行了介绍。然后, 作者对大屏幕显示系统的硬件系统进行了剖析, 选择了DLP投影机 and DATAPATH的采集、显示硬件作为本系统的载体。最后, 对基于一系列特殊硬件的大屏幕显示系统的软件系统进行了深入的研究。
这套软件分为图像拼接软件和拼接控制软件, 其核心就是通过拼接控制软件驱动图像拼接处理器以及其它一系列硬件协调工作, 共同完成图像拼接显示任务。
作者深入研究了三个“无缝”要求, 即: 单屏信号源无缝切换、整屏无缝切换以及投影区域无缝拼接。本文详细阐述了流程运行的过程, 使它成为了本系统的一大特色。为了增加系统的可用性和稳定性, 本系统设计了一整套应急措施。
3. 学位论文 [高国保](#) 大屏幕投影显示系统无缝拼接研究 2005
大屏幕投影显示系统以其高亮度、高分辨率等优点, 在指挥控制、过程监控、教育培训以及消费娱乐等领域, 越来越受到人们的青睐。不断研究大屏幕投影显示的新技术, 开发符合市场需求的新产品, 已成为目前大屏幕显示领域的热点。大屏幕投影显示系统的无缝拼接技术能够消除拼接时的物理拼接和光学拼接, 提供整体感更强、更完美的显示图像, 已成为大屏幕投影拼接显示系统的首选技术, 代表着大屏幕显示系统的发展方向。
本课题设计了一个实现无缝拼接系统的示例: 将一个高分辨率的图像分割为两个分图像, 按两部分在边缘交叠的方式分别投影。在投影之前, 先对相重叠的图像部分分别进行淡出淡入的边缘融合处理。这样, 经叠加后的重叠部分则可消除重叠痕迹。将处理过的两个分图像用投影机投影叠加显示时, 就可以得到一幅完整的高分辨率的无缝图像, 达到无缝拼接的目标。
文中介绍了大屏幕投影显示系统的一般构成, 对四种投影显示的技术进行了比较, 并具体分析了DLP投影显示的工作原理; 详细阐述了无缝拼接时边缘融合的原理及实现框图, 结合DVI信号和FPGA器件的特点, 设计了无缝拼接淡出淡入处理(边缘融合)的实现方案, 编写了有关程序, 并给出了仿真波形图(Max+plus II)。
鉴于DLP的无缝拼接的投影显示系统具有很好的市场前景, 被认为是可与PDP、LCD投影、LCoS投影相媲美、并更有特色的重要投影技术, 故在光电子所承接的国家科技部863平板显示项目的支持下, 我选择DLP投影的无缝拼接大屏幕显示技术的研究作为我的论文课题。它属于是对大面积高画质平板显示技术领域的探索性研究, 预期有鲜明的发展前景和经济效益。

引证文献(2条)

1. [孙鹏飞, 柴海峰, 李娟, 孟志国, 张丽珠, 熊绍珍](#) 新型投影融合拼接控制器的设计与实现[期刊论文]-[光电子技术](#) 2008(2)
2. [柴海峰, 高国保, 郝大收, 李学东, 王中, 杭力, 刘召军, 孙鹏飞, 吴春亚, 孟志国, 熊绍珍](#) 大屏幕投影拼接系统的设计[期刊论文]-[液晶与显示](#) 2007(3)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_xdxs200703010.aspx

授权使用: 北京信息职业技术学院(xxzyjs), 授权号: 05f83947-bd2f-4304-8f6e-9e380150f4a8

下载时间: 2010年11月24日