

多投影仪画面的融合技术探讨

文 / 夏 季¹

摘 要: 本文介绍了一种用软件实现多投影仪画面无缝拼接的方法, 分析了其中融合技术的原理以及自动融合的实现, 实践证明该方法效果理想, 成本投入低, 易于操作。

关键词: 多投影仪; 无缝拼接; 边缘融合

随着科学技术的发展以及信息量的急速膨胀, 人们对显示画面的绘制速度、可视尺寸以及显示分辨率等方面的要求越来越高。现在许多展馆展示中, 越来越多的利用通过网络互连的 PC 集群系统, 及多台投影仪进行投影拼接, 来实现超高分辨率的显示。现在虽然有能实现拼接融合的投影仪硬件, 但其昂贵的价格和不便调试维护等诸多缺点严重阻碍了其普及与推广。

1 技术方案概要

本文以 2 屏为例, 一台主控机通过程序同步控制 2 台客户机的显示画面, 为达到理想的显示效果, 客户机还需要对原始图像进行几何校正、边缘融合、亮度调节等处理, 最后将处理后的图像输出到投影仪。为实现计算机对融

合效果自动调整, 还需要一个摄像机实时采集投影幕的画面效果, 方案示意图如图 1 所示。

1.1 几何校正

在实际环境中, 由于投影仪摆放的位置、角度等因素, 各个投影仪显示的画面可能存在一定的形变, 需要软件对画面做相应的变形处理, 以抵消实际环境带来的形变。

在技术实现上, 本文选用微软公司的 DirectX, 其中有专门负责多媒体操作的 DirectShow 模块, 它通过高效的 C/C++ 语言进行调用, 可以进行快速、高效的程序开发, 这样既可以保证程序的健壮性, 又可以保证程序运行的速度。而且 DirectX 是 Windows 系统的图像加速接口, 只要系统安装了最新版本版的 DirectX, 就可以运行该播放程序, 兼容性很高。

1.2 融合方案

如何让不同投影仪的画面均匀的排列在一起, 形成统一的大画面效果, 这是系统中直接影响最终效果的关键技术。目前常见的方法有: 无融合硬拼、简单重叠、边缘融合。

无融合硬拼即画面之间没有重叠部分, 生硬的将画面并排在一起, 处理简单, 但会形成一条无法消除

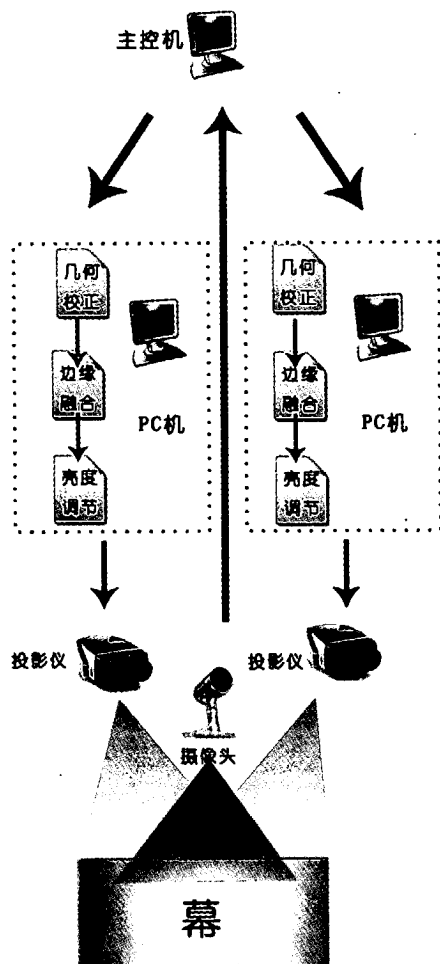


图1 方案示意图

¹ 夏季, 水晶石数字科技有限公司·上海 VR 程序员。

的缝; 简单重叠即两台投影仪的画面有部分重叠, 但没有作淡进淡出处理, 因此重叠部分的亮度明显高于整幅其余部分, 形成一条亮带。

本文采用的是第三种: 边缘融合。这种方法是对相邻画面边缘部分的亮度进行衰减, 使得拼接后的 2 个画面中间自然的过渡。

具体实现的方法, 在需要显示的图像上加一层大小一致的蒙版 Mask, 蒙版由 $m=0 \sim 255$ 不同灰级的像素构成, 当蒙版上对应的是白点 ($m=255$) 时, 不对原图做任何衰减, 当对应点为全黑 ($m=0$) 时, 完全衰减, 即呈全黑。具体的衰减公式如下:

衰减后亮度 = 原图亮度 * (蒙版灰度值 / 255)

但是由于普通投影仪的亮度输出并非线性关系, 也就是说, 2 个画面 50% 的亮度重叠后, 并非等于一个画面 100% 的亮度, 所以, 不能简单的将融合区衰减后亮度互补为 100% 这样处理。为了过渡更加平滑, 减少颜色亮度的陡变, 本文采用抛物曲线对边缘进行衰减, 如图 2 所示。

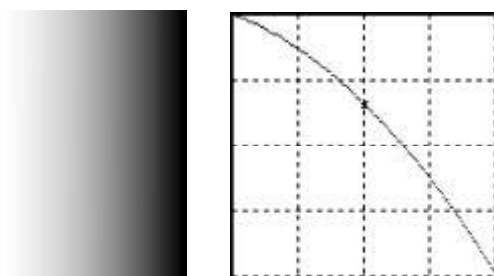


图2 抛物曲线衰减边缘

生成的方法: 假定融合区宽度为 w , 左下和右上的 2 点固定: $p_1 (0, 0)$, $p_3 (w, 255)$ 。根据抛物线方程式 $y = ax^2 + bx + c$ 可知, 只需要在中间任取一点 $p_2 (x, y)$, 即可通过抛物线方程式计算出曲线的三个参数 a 、 b 、 c , 也就确定了抛物线轨迹。根据算出的抛物线轨迹画出蒙版, 再对图像进行衰减。可通过人眼对整体融合的观察, 手动调整其中 p_2 点的坐标 (x, y) 来控制衰减曲线, 使融合区过渡的更自然。

但由于衰减曲线的参数选择依赖于图像融合区的亮度, 而普通的动画影片的亮度是不断变化的, 所以用固定的衰减曲线去融合整部影片, 会出现融合区有时偏暗有时偏亮的情况, 针对这个问题, 本文的解决方案是使用动态融合参数, 即先对影片进行一次预处理, 每隔几帧或几秒进行一次融合区衰减曲线调整, 记录下衰减参数值, 在播放的时候便按保存的参数动态的调整影片融合区的衰减曲线, 使影片从始至

终都能很好的融合。

2 自动融合的实现

显然, 由人工去手动调整一部影片是不太可行的, 本文采用的方案是引入一台摄像机, 对融合的画面进行实时的采集, 再由程序对画面进行分析, 根据得出的结果对衰减曲线进行调整, 如此反复直到程序认可当前融合效果。

要实现必须解决两个问题: 一是在采集的画面中对融合区进行定位, 二是如何判定融合区的明暗。

对于问题一, 比较简单的方法是假定融合区刚好在采集画面的中间或其他特定位置, 在这个假定下, 程序不用去做融合区定位的工作, 直接进行明暗的判定。但实际环境搭建中要做到和假定的一致, 尤其是多投影仪的情况下, 是相当困难的。本文采用的定位方法是让画面显示特定的颜色块, 比如在融合区显示白色, 然后在摄像机采集到的画面中, 对白色部分进行提取和定位, 即可完成对融合区的定位, 也可得出摄像机图像坐标到原图坐标的映射关系。

问题二, 可以计算融合区的平均亮度, 和左右相邻区域的平均亮度比较, 即可得出结论。但这种方法不适用于亮度不均匀的图像, 本文采用的方案是, 将采集到的融合区及相邻的图像, 和原图相应的区域进行亮度比对, 分析其比值得出结论。具体方法如下:

现在假设摄像机画面中, 融合区的左上点位于 (X_{rh}, Y_{rh}) , 区域大小为 (W_{rh}, H_{rh}) 。对应于原图中是 (X'_{rh}, Y'_{rh}) 和 (W'_{rh}, H'_{rh}) 。

先将摄像机图像和原图图像由 RGB 空间转换到 HLS 空间, 假设他们的 L 通道 (即亮度信息) 分别是 L 、 L' ;

对各自的 L 通道用以下公式计算融合区的平均亮度:

$$C_{ave} = \frac{\sum_{x=X_{rh}}^{X_{rh}+W_{rh}} \sum_{y=Y_{rh}}^{Y_{rh}+H_{rh}} L_{(x,y)}}{W_{rh} \times H_{rh}}$$

$$C'_{ave} = \frac{\sum_{x=X'_{rh}}^{X'_{rh}+W'_{rh}} \sum_{y=Y'_{rh}}^{Y'_{rh}+H'_{rh}} L'_{(x,y)}}{W'_{rh} \times H'_{rh}}$$

用同样公式计算摄像机图像和原图图像的融合区左右相邻的区域平均亮度 L_{ave} 、 R_{ave} 及 L'_{ave} 、 R'_{ave} , 再计算他们的平均值: $LR_{ave} = \frac{L_{ave} + R_{ave}}{2}$ 、 $LR'_{ave} = \frac{L'_{ave} + R'_{ave}}{2}$;

计算 C_{ave} 和 C'_{ave} 的比值 r_c , 及 LR_{ave} 和 LR'_{ave} 的比值 r_{LR} , 用一比率值表示融合区和相邻区域亮度的相差量:

$$r_{\Delta} = \frac{|r_c - r_{LR}|}{r_{LR}}, \text{ 并设一门槛值 } n, \text{ 当 } r_{\Delta} > n \text{ 时认为融合区的}$$

亮度需要调整。

调整的幅度可参考 $r_{\Delta} \times LR'_{ave} \times s$, 其中 s 为缩放因子, 可根据实际情况增大或缩小, 让衰减曲线的自动调整更快完成。

这样做的好处是避免了同一图像上不同区域的横向比较, 即使图像本身的亮度不均匀, 也能获得较好的融合效果。

3 结 论

采用上面的方法, 用 Microsoft DirectShow 实现了一个简单的多屏拼接融合系统。系统包括三台 PC 和两台 LCD 投影仪, 两台客户机 PC 的显卡分别接到投影仪上, 另一台 PC 作为主控机通过网络来实现系统的同步及控制。在每台投影仪 1024×768 的分辨率下播放影片测试, 由于投影仪最低亮度的原因, 在显示很暗的画面时, 能够看到重叠部分, 但在显示一般亮度的图像时, 基本感觉不到有重叠部分。[csta](#)

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] Peter J. Burt and Edward H. Adelson. A Multiresolution Spline With Application to Image Mosaics [J]. ACM Transactions on Graphics, Vol. 2, No.4, October 1983, Pages 217~236.

[3] Aditi Majumder, Rick Stevens. Color Nonuniformity in Projection-Based Displays: Analysis and Solutions [J]. IEEE Transactions On Visualization And Computer Graphics, Vol. Xx, No.Y, Month 2003, Pages 100~111.

[4] A. Majumder and R. Stevens. LAM: Luminance Attenuation Map for Photometric Uniformity in Projection Based Displays[C]. Proceedings of ACM Virtual Reality and Software Technology, 2002.

[5] A. Majumder, Z. He, H. Towles, and G. Welch. Achieving Color Uniformity Across Multi-Projector Displays. Proceedings of IEEE Visualization, 2000.

[6] Intel. Open Source Computer Vision Library (OpenCV), <http://www.intel.com/research/mrl/research/opencv/>.

(上接第 47 页)

这里, 建议在相关的部门建立专门的研究机构, 专业研究国外食品物流的相关法律法规。一是要全面搜集国外特别是我国重要贸易伙伴的相关法律法规, 包括一切有关食品物流的标准和业务规范, 做到“知己知彼”, 国外这方面的东西变化很快, 要及时跟踪, 务求全面、及时。二是要有专业人士对此进行分析比较, 找出我国食品物流业有关方面的不足, 建议相关部门进行补充、修改和完善。三是要代表我国食品物流业与外国有关政府部门、行业协会进行交流, 讨论和协商在国际贸易中食品物流业法律法规和技术方面的对接问题, 使我国食品物流业变被动为主动。

(二) 认真研究食品进出口中的技术壁垒问题

国际间食品物流中的技术壁垒已经是司空见惯的事情, 在美国、欧盟、日本等发达国家和地区有的已经演变为贸易战争, 小的争端和摩擦更是屡见不鲜。疯牛病引发的牛肉进出口问题, 转基因食品引发的谷物进出口问题以及在牛奶、禽类等食品的贸易中, 都是以食品安全为前提, 限制某些国家某些食品的出口。近期日本提出的“肯定列表制度”就对我国农产品的出口造成了极大障碍。我国与

韩国之间的“泡菜大战”也有技术壁垒的因素在内。国际间的食品物流即食品贸易涉及国家的经济利益, 往往引起一个国家某种产业的波动, 其重要性不容小视。我国在近年来的食品国际贸易中可以说曾经吃了一些亏, 有过一些教训, 我们应当从中总结出一些经验。在食品出口方面要研究如何有效避开技术壁垒, 建立国际食品出口的预警机制, 使我国的食品出口安全性得到保障; 在食品进口方面, 也要研究我们的对策, 制定相关的安全标准和规范, 以保护我国有关产业的利益, 总之, 我们自己的有关标准和规范要健全, 技术文件要完备, 这样, 在遇到贸易争端时才能有根有据, 处于谈判的有利地位。[csta](#)

参考文献

- (1) 王自勤. 现代物流管理. 电子工业出版社, 2002
- (2) 孙宏岭. 现代物流活动绩效分析. 中国物资出版社, 2002
- (3) 孙健. 海尔物流. 广东经济出版社, 2003
- (4) 中国物流年鉴. 中国物流与采购联合会, 2005

作者：[夏季](#)
作者单位：[水晶石数字科技有限公司](#)
刊名：[中国科技成果](#)
英文刊名：[CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY ACHIEVEMENTS](#)
年，卷(期)：2006，“”(19)
被引用次数：0次

参考文献(6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. [Peter J Burt, Edward H Adelson](#) [A Multiresolution Spline With Application to Image Mosaics](#) 1983(04)
3. [Aditi Majumder, Rick Stevens](#) [Color Nonuniformity in Projection-Based Displays: Analysis and Solutions](#) 2003
4. [A Majumder, R Stevens](#) [LAM: Luminance Attenuation Map for Photometric Uniformity in Projection Based Displays](#) 2002
5. [A Majumder, Z He, H Towles, G Welch](#) [Achieving Color Uniformity Across MultiProjector Displays](#) 2000
6. [Intel](#) [Open Source Computer Vision Library \(Open CV\)](#)

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [吕品, 张金芳, 王宇心, LV Pin, ZHANG Jin-fang, WANG Yu-xin](#) [多投影仪无缝拼接显示中的颜色校正技术比较研究](#) -[中国图象图形学报](#)2008, 13(7)

基于多投影仪的无缝拼接显示是对图形、图像、视频等进行大范围、高分辨率显示的一种有效实现方式。多投影仪无缝拼接显示的一个关键是解决颜色失调问题,而现有的颜色失调原因的分析结果可归纳为投影仪输出颜色的变化特性和投影屏幕与投影环境的影响两个方面。近年来,为解决该问题已提出了多种颜色校正技术,而根据解决颜色失调问题的原理和实现方法的不同,这些技术可分为基于边缘融合的颜色校正技术、基于单一投影光源的颜色校正技术和基于颜色/亮度输出匹配的颜色校正技术3类,针对这3类技术在无缝拼接显示效果、可维护性和可扩展性等方面的优缺点进行了较详细分析,该领域下一步的研究将会朝着兼顾不同投影机类型、不同形状和反射特性的投影屏幕和考虑运动中观察者的实时颜色校正方向发展。

2. 学位论文 [陈亮](#) [基于摄像头校正的多投影仪拼接研究与实现](#) 2008

高分辨率,高亮度的大屏幕显示广泛地应用于科学计算可视化,工业设计,虚拟制造,军事仿真,娱乐等领域。采用大屏幕显示墙或高分辨率投影仪实现的大屏幕显示系统成本十分昂贵,研究采用多个投影仪拼接实现高分辨率大屏幕显示系统有较好的实用价值和现实意义。

多投影仪拼接的研究,主要分为几何校正、颜色校正、亮度混合。由于投影仪摆放的随意性,要在投影并集中找出一个合适的区域作为最终显示,需要进行几何校正;由于多投影仪之间,尤其是不同类型投影仪之间颜色的差异,为了获得最后拼接图像颜色的一致性,需要进行颜色校正;由于投影的重叠区域亮度高于周围,为了实现整体亮度均匀,需要进行亮度混合,最终实现无缝拼接。

本文在前人研究基础上,研究实现一种基于摄像头校正的多投影仪拼接方法,下面是本文的工作:

(1)使用一个普通摄像头作为图像采集和校准设备,由于摄像头可能会有失真,故使用张正友相机标定方法对其进行标定,然后对其拍摄的照片进行校正,这保证了后续的对应性计算在理论上的正确性。

(2)投影仪在平面显示屏幕上投影黑白棋盘方格,利用计算机视觉技术抽取投影图像和摄像图像上的棋盘特征点,通过计算投影图像和摄像图像之间的对应性实现了多投影仪的几何校正。

(3)使用非线性最优化方法进行颜色校正。颜色校正依赖于投影颜色和标准颜色的对应性。为了获得对应性,每个投影仪在空白的平面上投影带颜色的棋盘模式,用摄像头记录各个投影仪投影颜色值,然后计算投影颜色和标准颜色的对应性。

(4)使用二次函数计算像素在亮度混合中的权值,使其权值尽可能均匀分布。根据像素点在投影仪投影交集集中的位置,求出它到最近边的距离,二次函数以距离为变量计算权值,并以此修正像素的亮度值。

系统除了投影仪和计算机外,使用一个普通的摄像头作为校准工具,对于摄像头没有特定的要求,有失真也不会影响最终的结果。随着摄像头的普及,校准用的设备随处可得,极大的降低了本文多投影仪拼接方法的成本,实施起来也比较方便,该方法可有效用于学校、商场甚至办公室的大屏幕显示,从而让我们更多的感受大屏幕显示在信息交互以及数字娱乐方面的魅力。

3. 会议论文 [李继豪, 李斌, 李爱莉](#) [低成本多投影仪大屏幕显示系统若干关键问题的研究](#) 2005

本文对低成本多投影仪大屏幕显示系统若干关键问题进行了研究,提出了一种简单灵活的低成本多投影仪拼接方法。通过一个摄像头,一方面记录投影图像的位置,求得投影图像和摄像图像之间的对应性,实现投影的自动几何校正;另一方面记录投影图像的颜色,用非线性最优化方法求得投影颜色和标准颜色的对应性,实现投影的颜色校正,最终通过亮度混合实现投影图像的无缝拼接。

4. 学位论文 [李斌](#) [低成本多投影仪拼接方法研究](#) 2005

高分辨率,高亮度的大屏幕显示越来越广泛地应用于科学计算可视化,工业设计,虚拟制造,军事仿真,娱乐等领域。目前广泛使用的大屏幕显示系统或者采用大的屏幕显示墙,或者采用高性能的投影仪,成本十分昂贵。因此,采用多个投影仪阵列无缝拼接的高分辨率大屏幕显示系统,也就越来越受欢迎。

多投影仪拼接大屏幕显示系统的研究,国内外非常活跃。与此相关研究主要分为几何校正、颜色校正、亮度混合等。由于多投影仪阵列排列的随意性,所以要进行几何校正;由于多投影仪之间,尤其是不同类型投影仪之间颜色的差异,为了获得最后拼接图像颜色的一致性,所以要对投影仪进行颜色校正;由于投影的重叠区域亮度特别高,所以要进行亮度混合,从而获得无缝拼接。

著名的大屏幕显示系统,像普林斯顿大学的大屏幕显示墙,需要对投影仪阵列精确排列,而且占用区大的建筑空间,安装和操作这样的大屏幕显示系统成本仍然十分昂贵。

Raskar等人提出的低成本多投影仪拼接系统,采用一个摄像头,大大降低了拼接的成本,并且具有较大的灵活性。但是,没有对投影仪进行颜色校正,没有考虑摄像头几何曲解模型的参数,这些使低成本多投影仪拼接可以很好的改善。本文将在国内外这些研究基础之上,改善并实现一种低成本的大屏幕投影拼接方法:

(1)使用一个未曾校正的摄像头,通过计算投影图像和摄像图像之间的对应性实现了多投影仪的自动几何校正。为了获得对应性,投影仪在平面显示屏幕上投影棋盘模式,利用计算机视觉技术抽取投影图像和摄像图像上的棋盘特征点。

(2)是提出了一种用非线性最优化方法对投影仪进行颜色校正的方法。颜色校正依赖于投影颜色和标准颜色的对应性。为了获得对应性,每个投影仪在空白的平面上投影带颜色的棋盘模式,用摄像头记录各个投影仪投影颜色值,然后计算投影颜色和标准颜色的对应性。

(3)改善了亮度混合中的混合系数。

(4)设计与开发一套低成本多投影仪大屏幕拼接系统,给出了部分关键技术模块的实现。

本文的多投影仪拼接方法是低成本的,是因为系统的成本除了投影仪和计算机外,增加了一个不昂贵的摄像头,其他成本都用软件实现。本文的多投影仪拼接方法简单灵活,可有效用于学校、商场甚至办公室的大屏幕显示,从而让我们更多的感受大屏幕显示在信息交互和数字娱乐方面的魅力。

5. 学位论文 [冯景华](#) [多投影的高清晰画面自动拼接技术](#) 2008

高分辨率的、亮度的显示系统在科学计算的可视化、工业设计、虚拟制造、军事仿真等领域得到了越来越多的应用。现在的大屏幕显示系统使用大的屏幕墙或使用高性能的投影仪,成本非常昂贵,多投影的高清晰画面自动无缝拼接技术因为其方便灵活,低成本越来越受欢迎。

多投影仪系统在摄像机的辅助下,通过调整投影仪的几何输出和颜色输出,达到投影画面的自动无缝拼接,这主要涉及到二个关键的技术:几何校正、颜色校正。

我们提出了一种新的适应各种屏幕类型的几何校正算法,算法只需一个普通的摄像机,通过摄像机采集数据,我们可以求得要投影图像和屏幕上被摄像机拍摄的图像的对应关系,然后调整要投影图像到一个标准的位置,预处理标定这些几何关系,最后在绘制过程实时对几何进行校正,实现多投影仪间的无缝拼接。

我们也提出了颜色校正的方法,通过摄像机记录每台投影仪的颜色变化曲线,调整每台投影仪的颜色曲线到标准颜色曲线。预处理标定这些颜色关系,然后再绘制过程实时对颜色进行校正,最终实现多投影画面的颜色一致。基于几何标定的结果,我们定义出一块重叠区域,对重叠区域的像素点亮度赋予一个权重系数,重叠区域的最终颜色由它的颜色和权重决定的。结合了几何标定和颜色标定的结果,我们消除重叠区域的亮度太亮问题。

我们的多投影的高清晰画面自动拼接技术已经在好几个商用系统中得到了应用,反映良好。我相信我们的系统因为其自动,方便灵活,低成本的特点,会有更好的应用前景。

6. 期刊论文 [曹双喜. 陈福民. Cao Shuangxi. Chen Fumin 多投影仪拼接显示的实现 -计算机工程与应用2005, 41 \(2\)](#)

介绍了一种基于PC和普通投影仪实现多屏幕无缝拼接的方法, 该方法利用一台摄像机使系统快速、准确的校正. 分析了系统的结构和用到的关键技术, 包括几何校正、边缘融合、颜色校正.

7. 学位论文 [马列 基于照相机技术的多重投影大尺度显示系统中的颜色校正 2006](#)

近些年来, 随着计算机的计算能力和存储能力的飞速发展, 科学计算的规模越来越大, 在气象、生物技术、油藏模拟、核技术等领域, 用于计算的网格已达到百万、千万乃至数十亿. 而与计算和存储的飞速发展相比, 计算机显示尺度的发展相对滞后. 如何能够快速、准确的显示海量数据已成为一个迫需解决的问题. 目前广泛使用的大屏幕显示系统或者采用大的屏幕显示墙, 或者采用高性能的投影仪, 成本十分昂贵, 难以普及. 基于照相机的多重投影显示技术就是解决上述问题的良好途径.

除了在科学计算可视化这方面的应用以外, 大尺度显示作为一种“半沉浸式”的虚拟环境, 在虚拟现实、军事仿真、视频会议、工业设计、公共场合演示等方面也有着广泛的应用.

多投影仪拼接大屏幕显示系统的研究, 在国外非常活跃. 与此相关研究主要分为几何校正、颜色校正、亮度混合等. 由于多投影仪阵列排列的随意性, 所以要进行几何校正; 由于多投影仪之间, 尤其是不同类型投影仪之间颜色的差异, 为了获得最后拼接图像颜色的一致性, 所以要对投影仪进行颜色校正; 由于投影的重叠区域亮度特别高, 所以要进行亮度混合, 从而获得无缝拼接.

著名的大屏幕显示系统, 象Princeton大学的DisplayWall、Minnesota大学的PowerWall、AT&T实验室的InfoWall等. 需要对投影仪阵列精确排列, 而且占用区大的建筑空间, 安装和操作这样的大屏幕显示系统成本仍然十分昂贵.

三菱公司的Raskar等人提出的低成本多投影仪拼接系统, 采用一个摄像头, 大大降低了拼接的成本, 并且具有较大的灵活性. 但是, 没有对投影仪进行颜色校正, 没有考虑摄像头几何曲解模型的参数, 这些使多重投影仪拼接系统可以很好的改善. 另外, 目前被广泛采用的颜色校正的方法大多使用昂贵的硬件设施, 这使得多投影仪拼接系统的成本大大增加. 本文将在国内外这些研究基础之上, 提出一种在多重投影大尺度无缝拼接系统中进行颜色校正的新方法:

利用3次B样条拟合的方法, 对投影仪的颜色空间进行拟合. 首先, 以部分颜色值作为采样像素值, 让投影仪分别投射这些颜色; 然后, 利用照相机捕捉投影仪对这些颜色的响应, 从而利用样条拟合的方法得到投影仪对所有颜色的响应; 最后, 以其中一台投影仪的响应为基准, 构造一个补偿映射, 在其他投影仪投射图像之前, 对其作用补偿映射, 使其他投影仪对颜色的响应与基准投影仪相同, 完成颜色校正.

本文的颜色校正的方法完全不同于目前广泛采用的颜色校正的方法. 利用样条函数拟合的性质, 可以减少采样点的数目, 从而减少计算的复杂度, 使得颜色校正的预处理阶段更加节省时间. 并且, 避免了颜色归一化方法中的gamma函数求解过程, 减少了工作量. 另外, 本文所采用的方法利用照相机作为监视工具, 大大降低了颜色校正的成本, 同时, 也给出了解决该问题的一种全新思路.

8. 期刊论文 [杨国平. 陈福民. Yang Guoping. Chen Fumin 多投影仪Alpha融合的后期Gamma校正 -计算机应用与软件2009, 26 \(1\)](#)

大屏幕投影的应用中往往使用多台投影仪拼接, 投影图像之间的融合程度, 历来是评价拼接效果的重要标准. 在分析传统Alpha融合拼接技术基础上, 对投影仪投射阶段亮度非线性变化的校正进行了分析, 并对Gamma校正方法在投影仪拼接中的使用作了探索.

9. 学位论文 [高文轩 基于集群的大屏幕立体拼接显示系统的实现 2006](#)

随着投影技术的发展, 建立高分辨率, 大屏幕显示画面的拼接显示系统(又称拼接显示墙)成为虚拟现实和可视化技术发展的迫切需求. 为了更好的满足我中心科学可视化方面的需求, 我们以中心现有的曙光PC集群为平台, 开发了自己的大屏幕立体拼接显示系统. 本文围绕搭建拼接显示系统的科研实践展开, 详细介绍了在硬件和软件上遇到的一系列问题, 经过分析后给出了我们的解决方案.

应用Chromium系统只能实现对OpenGL程序的并行分布绘制, 在其基础之上, 我们将校正工作和DMX相结合, 应用于拼接显示系统, 实现了一般程序在拼接显示系统上的展示.

利用多个投影仪建立大屏幕投影墙的过程中面临的两个最大的难题就是如何实现几何上的对准和如何解决颜色不均匀的问题, 解决好这两个问题, 才能真正的实现无缝拼接. 本文在对分布式并行图形绘制技术进行阐述后, 分别对几何校正和颜色校正问题进行了深入的分析和探讨. 以往的几何校正算法都需要对每台投影仪单独进行拍照, 投影墙规模增大时十分不便, 我们的算法只要通过一张照片就可实现对所有投影仪的校正工作(立体显示需两张). 在颜色校正上, 我们在简化了MAJUMDER的颜色校正算法后与边缘融合技术结合, 实现了多投影仪拼接处的平滑过渡.

本文还介绍了立体显示的原理, 在比较了几种典型的立体投影显示系统后结合本中心的硬件情况提出了自己的解决方案, 并在就如何用OpenGL进行3D绘制进行分析之后, 给出了生成左右眼视图的算法实现.

此外, 本文还就搭建立体投影墙过程中可能碰到的硬件选择问题进行了比较分析, 给出我们在构建这一高分辨率立体投影墙过程中的一些经验和体会.

10. 期刊论文 [夏季. 周暖云. XIA JI. ZHOU NUANYUN 多屏幕异形投影展示系统的技术研究 -微计算机信息2007, 23 \(30\)](#)

本文对多屏幕异形投影展示系统进行了初步研究, 提出了一种用于多屏幕投影无缝拼接技术的软件解决方案, 给出了一个多屏幕异形投影展示系统的实例, 并通过该实例着重阐述了在该展示系统中所涉及的多机同步播放控制技术、画面实时变形校正技术和多屏画面的融合调节技术等关键技术.

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgkjcg200619017.aspx

授权使用: 北京信息职业技术学院(xxzyjs), 授权号: f76a31cc-69c1-471b-b504-9e38014ff68b

下载时间: 2010年11月24日