

文章编号:1672-6413(2008)03-0014-02

## 多通道投影系统无缝拼接的实现

王晓北, 赵 罡

(北京航空航天大学 机械工程及自动化学院, 北京 100083)

**摘要:**介绍了一种基于PC机群构造沉浸式多通道投影显示系统的方法。使用PC机和普通投影仪构建了硬件系统,提出了基于软件的交互式几何校正方法和基于线性函数的边缘融合方法,快速地完成几何畸变校正和通道间的拼接融合,消除了投影画面之间的缝隙。这种方法在满足同等投影显示要求的情况下,大幅度地降低了系统的构建费用和维护要求,具有良好的实际应用价值。

**关键词:**多通道投影;无缝拼接;几何校正;边缘融合

**中图分类号:**TH741.5;TP391

**文献标识码:**A

### 0 引言

近年来,大面积、高分辨率的显示在科学可视化计算、虚拟制造、模拟训练、交通指挥、媒体展示以及娱乐等领域获得了越来越广泛的应用。基于PC机群架构的多通道虚拟现实投影系统大幅度降低了系统的费用和使用难度,其具有扩展性好、使用灵活、升级方便等特点。本文提出的多通道投影系统基于PC机和普通的投影仪,利用软件进行交互式的几何校正,采用线性函数进行亮度调整以进行边缘融合,从而快速地完成几何畸变校正和通道间的拼接融合,消除了投影画面之间的缝隙。

### 1 几何校正

多通道投影显示系统的几何校正问题主要包括对单个投影画面的图像畸变校正和多个投影画面之间的对齐校正。图像的畸变一般由投影机径向变形、投影轴倾斜、投影到非平面屏幕等原因引起。投影面之间的图像错位则由相邻投影面之间的边界不匹配而造成。几何校正必须检测和修正这两种类型的几何失真。

#### 1.1 图像畸变校正

##### 1.1.1 几何校正的基本原理

几何校正的原理见图1。图像在未进行几何校正时,如果直接投射在投影幕上,会产生梯形失真等图形畸变。而经过预处理后的图像再投射到投影幕上时,才能显示出正确的效果。为了保证几何校正的正确性,预处理必须严格按照所需的校正关系信息来进行。

几何校正信息根据屏幕的参数以及与投影仪之间的相对投影位置关系来计算。

##### 1.1.2 几何校正的步骤

几何校正处理实现的基本步骤如下:

(1) 将由采样点 $(x_p, y_p)$ 组成的规则网格图案投影在屏幕上。

(2) 根据投影屏幕尺寸、投影位置等参数计算帧缓存图像中点 $(x_p, y_p)$ 与实际投影屏幕图像中点 $(x_s, y_s)$ 的映射关系。

(3) 在系统运行绘制进程中,对帧缓存中的每帧图像按步骤(2)的映射关系进行分段纹理映射。

(4) 经过预校正后的图像再送入绘制流水线绘制,并得到正确的投影图像。

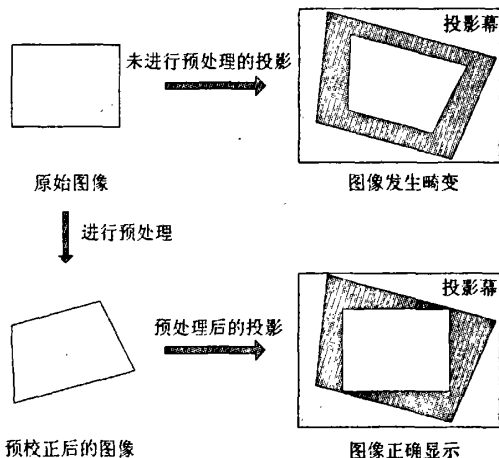


图1 几何校正原理

##### 1.2 图像对齐校正

图像的对齐校正主要指两两相邻投影面画面间的拼接对齐。为简单起见,本文以两台投影机投影面之

收稿日期:2007-11-20;修回日期:2008-01-20

作者简介:王晓北(1982-),男,河北石家庄人,硕士研究生。

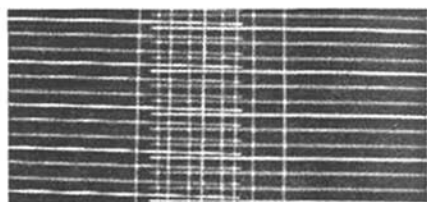
间的图像对齐校正为例来说明校正的过程,多个投影面之间的对齐校正的方法与此类似。本文直接利用编制的交互式网格调整应用程序来控制各个通道中采样网格的上、下、左、右位置,并以此来对齐校正,实现正确的拼接,见图2。对齐校正过程如下:

(1) 在每个通道的屏幕上都投射由样点组成的规则网格图案。

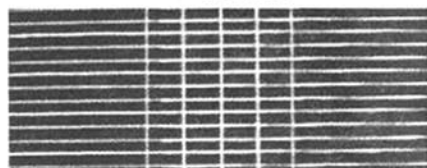
(2) 利用专门编制的网格调整程序交互式调整各网格图案的位置和形状,使各通道的网格图案对齐。

(3) 将步骤(2)中调整好的网格三角化,得到用作纹理映射的几何顶点,并保存其坐标值。

(4) 在各通道运行的绘制进程中,分别拷贝各自帧缓存中的图像,当作纹理图案,利用分段纹理映射技术将它映射到步骤(3)中的几何顶点上后再送入各自的绘制流水线绘制,最后得到各投影面图像对齐的投影图像。



(a) 对齐校正前



(b) 对齐校正后

图2 图像对齐校正

## 2 边缘融合

边缘融合的任务就是要去除投影重叠区域的光学亮带(见图3),对相邻两个通道的重叠区域的高亮部分进行亮度平滑过渡处理。

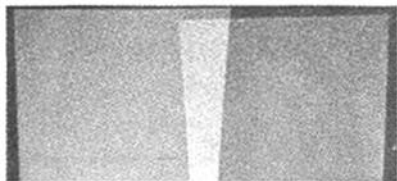


图3 相邻投影面重叠时产生的亮带

本文采用了基于线性函数的融合方法来实现相邻投影面的亮度边缘融合。该方法通过分配重叠区的alpha值大小来实现亮度的衰减融合,这种方法可以取得较好的融合效果,其实现过程如下:

(1) 将两个相邻的投影面 Plane1 和 Plane2 同时显示白色(白屏)。

(2) 对 Plane1 和 Plane2 上的重叠区进行亮度衰减调节。

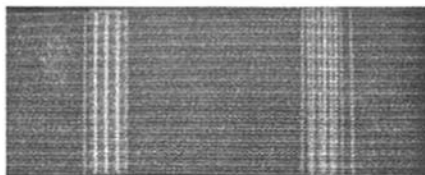
(3) 将步骤(2)中调整好的亮度融合效果图以位图文件形式分别保存在 Plane1 和 Plane2 的 PC 中。

(4) 重复步骤(1)、步骤(2)、步骤(3),完成剩下的投影面重叠区的亮度融合调整。

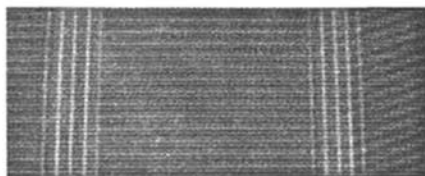
(5) 在系统绘制进程中,对各个投影面的每帧图像调用其融合效果图,利用多遍纹理映射技术进行亮度融合处理。

## 3 实验及结果分析

对本文提出的算法进行了验证,实验结果见图4。



(a) 几何校正前的网格投影图像



(b) 几何校正后的网格投影图像



(c) 边缘融合前的显示



(d) 边缘融合后的显示

图4 实验结果

与已有的一些多通道投影系统的构建方法相比,本文提出的算法做出了一定的改进,其具有以下特点:

(1) 校正算法软件与底层多投影面虚拟环境系统软件及客户应用程序相互独立,具有较好的扩展性。

(2) 对于系统的几何校正采用了基于软件的结合人工交互调整的校正方法,校正精度高,可达到单个像素级的无缝拼接;该校正算法只运用一次校正预变换,没有采用迭代运算,不存在算法的收敛性问题,算法的速度较快。

(3) 亮度融合采用了基于线性斜坡函数的软件融合

(下转第18页)

量和切削速度的误差分析报告,其中,纵坐标分别为进给量(mm/r)输出和切削速度(m/min)输出,横坐标均为测试实例序号。从图中可以看出实际输出与期望输出拟合较好,此方案已达到预期效果。

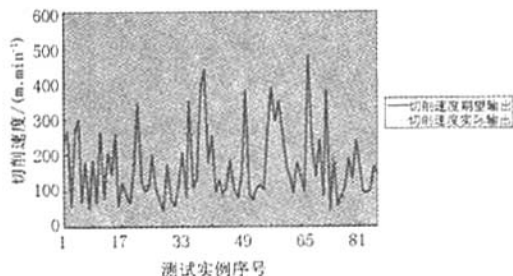


图3 切削速度误差分析

## 5 结论

神经网络方法在解决非线性函数的拟合问题时效果良好。切削用量的选择是一个影响因素复杂的非线性问题,将神经网络方法引入切削用量的选择中是非常合适的,对于提高机床的智能化程度尤为重要。

### 参考文献:

- [1] 艾兴,肖诗纲. 切削用量手册[M]. 北京:机械工业出版社, 1994.
- [2] 刘战强,黄传真,万熠,等. 切削数据库的研究现状与发展[J]. 计算机集成制造系统—CIMS, 2003, 9(11): 937-943.
- [3] 余雪丽,孙承意,冯秀芳,等. 神经网络与实例学习[M]. 北京:中国铁道出版社, 1996.
- [4] 许香谷,肖诗纲. 金属切削原理与刀具[M]. 重庆:重庆大学出版社, 1992.

# Modeling and Simulation of Neural Network for Intelligent Determination of Turning Parameters

ZHANG Li-tao, DONG Chang-shuang

(College of Mechanical Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

**Abstract:** In this paper, the determination of turning parameters has been divided into four parts: rough turning of cylindrical surface and end-face, finish turning of cylindrical surface and end-face, grooving and cut-off, forming processing. Then it builds a neural network by using the data of a special machine tool. Finally, it simulates the system with NeuroSolution. The results show the scheme is feasible.

**Key words:** turning; cutting parameters; artificial neural networks; intelligence

(上接第15页)

合方法,融合效果在观察点处达到了光滑过渡,基本消除了亮缝。

## 4 结论

本文提出了多通道投影系统的设计及其实现方法,对此类系统构建中的投影面图像的几何畸变校正、多投影面之间的对齐校正以及多投影面重叠区的边缘融合等关键问题采用灵活的软件方法进行了较好的解决。实验证明了该方法在构建多通道投影系统中的可行性和有效性,解决了以往构建过程中几何校正、边缘融合等过程繁琐、费时的问题。该系统基于廉价的PC和投影机,具有易扩展升级和易维护的特点,具有很好的应用推广价值。

### 参考文献:

- [1] Brown M, Majumder A, Yang Ruigang. Camera-based

calibration techniques for seamless multiprojector displays[J]. IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics, 2005, 11(2): 193-206.

- [2] Majumder A. Contrast enhancement of multi-displays using human contrast sensitivity[J]. IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (S1063-6919), 2005, 2(6): 377-382.
- [3] Li K, Chen H, Chen Y, et al. Early experiences and challenges in building and using a scalable display wall system[J]. IEEE Computer Graphics and Applications (S0272-1716), 2000, 20(4): 671-680.
- [4] M herald, I R Judson, R L Stevens. Introduction to building projection-based tiled display systems[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2000, 20(4): 22-28.

# Implementation of Seamless Multi-projector Displays

WANG Xiao-bei, ZHAO Gang

(School of Mechanical Engineering and Automation, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

**Abstract:** A kind of method was given for building multi-projection immersive display system based on PCs. Some research has been done on the geometric rectification and edge blending of multi-projector displays. An interactive software-based geometric registration technique was used to calibrate the deformed image projected on the surface, and to align the projection image with each other. Luminance attenuation algorithm based on linear ramp was proposed to blend intensity on projector overlapped regions. The experimental results show the method is effective.

**Key words:** multi-projector display; seamless tiled; geometric rectification; edge blending

# 多通道投影系统无缝拼接的实现

作者: [王晓北](#), [赵罡](#), [WANG Xiao-bei](#), [ZHAO Gang](#)  
作者单位: [北京航空航天大学, 机械工程及自动化学院, 北京, 100083](#)  
刊名: [机械工程与自动化](#)  
英文刊名: [MECHANICAL ENGINEERING & AUTOMATION](#)  
年, 卷(期): 2008, "" (3)  
被引用次数: 0次

## 参考文献(4条)

1. [Brown M. Majumder A. Yang Ruigang](#) Camera-based calibration techniques for seamless multiprojector displays 2005 (02)
2. [Majumder A](#) Contrast enhancement of multi-displays using human contrasts ensitivity 2005 (06)
3. [Li K. Chen H. Chen Y](#) Early experiences and challenges in building and using a scalable display wall system 2000 (04)
4. [M herald. I R Judson. R L Stevens](#) Introduction to building projection-based tiled display systems 2000 (04)

## 相似文献(2条)

1. 期刊论文 [聂卫国](#), [李启华](#) 模拟系统中多通道投影的拼接 -航海教育研究2007, 24 (z1)  
几何校正、边缘融合是模拟系统中多通道曲面投影需要解决的关键技术问题, 论文根据作者工作实践体会, 提出了几何畸变校正方法以及边缘融合方法, 论述了方法的实用性.
2. 期刊论文 [彭俊毅](#), [陈桓](#), [戴树岭](#), [Peng Junyi](#), [Chen Huan](#), [Dai Shuling](#) 多通道投影图像的几何自动拼接技术 -北京航空航天大学学报2007, 33 (12)  
以低端摄像头产品为测量元件构造了实用的可扩展的多通道投影图像自动拼接系统; 利用二次校准方法细化求解一致性矩阵, 在投影屏幕上实现了多通道投影图像间的几何无缝拼接; 特征图案的正确选择和二次校准方法最大限度地降低了摄像头性能对校准精度的影响; 在满足相邻投影图像有重叠区域和摄像头能拍摄到重叠区域两个基本条件时, 系统可实现自动拼接校准. 实验表明, 二次校准方法使校准时间明显缩短, 使校准精度达到了亚像素级; 低端摄像头、高效率的特征提取方法和一致性矩阵求解算法使系统扩展成本大大降低.

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_sxjx200803005.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_sxjx200803005.aspx)

授权使用: 北京信息职业技术学院(xxzyjs), 授权号: ea7715a9-4acb-4677-8ae4-9e3801513665

下载时间: 2010年11月24日