

模拟系统中多通道投影的拼接

聂卫国*, 李启华

(海军兵种指挥学院, 广州 510430)

摘 要: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。

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:U676.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8724(2007)增刊-0039-02

一、引言

随着计算机技术的快速发展, 大多数模拟器都在向高临场感——实时的、逼真的、高分辨率、多通道的三维视景显示系统发展。多通道投影单元间存在物理拼接缝隙和光学拼接缝隙, 在曲面投影幕上显示图像会产生几何变形, 如不解决, 就会降低模拟系统的临场感, 几何校正、边缘融合就是解决这些问题的方法。本文是笔者在实际工作中, 对解决几何校正、边缘融合问题的心得体会。

二、几何校正

投影仪在设计时理想的投影幕是平面的, 当这样的投影仪把图像投射到柱幕或球幕这样的弧形屏幕上, 图像就会变形失真, 这种现象被称之为非线性失真。为了在弧形、球形屏幕上得到正确的图像显示效果, 必须对图像进行处理, 这种处理被称之为非线性失真校正, 有的高端投影仪本身就具有非线性失真校正功能, 但其价格昂贵, 而大部分的投影仪仅具有“梯形校正”功能, 投射到曲面造成的其他几何失真需要采用软件的方法来进行校正。

1. 软件校正的思路

在以 OpenGL 为绘图驱动引擎的系统中, 图形输出到屏幕之前需要在帧缓存中完整地渲染(Render), 渲染完毕后才进行缓存交换, 并绘制到屏幕上。如果将帧缓存中的内容在显示到屏幕之前复制出来, 在 OpenGL 内作为纹理贴图处理, 重新贴到一个与屏幕外形尺寸一致的曲面上去, 然后

再通过 OpenGL 重新渲染, 得到的图像输出到投影曲面上, 就可完成曲面的几何失真校正。

2. 软件校正的步骤

第一步, 按照系统的设计, 生成正常的平面投影需要的场景显示图像以及几种辅助调试的画面, 这一步是基础, 也是调试的一个基点。在生成参考画面的时候, 相邻通道采用红绿分开的网格线、水平线、垂直线, 以便调试时容易对照和拼接。

第二步, 要实现软件校正的关键步骤是生成一个与实际投影曲面一致的贴图曲面。为了方便, 我们将曲面简化, 分成若干行和列的片状网格, 如图 1 所示, 这样一来, 既方便了后续的贴图操作, 也可以最大限度地校正因投影幕施工造成的人为变形, 如投影幕某处曲率大小和标准弧不一样, 这时就可以调整该处对应的网格外形以适应投影幕的外形, 当然, 边界要完整和连续, 不能有空隙和突变。片状网格行列分得越细, 网格越多, 和实际投影幕拟合得越好, 几何校正的效果就越好, 在我们实际的工程实践中, 一般将单通道柱幕划分为 30 行 40 列就能够满足工程要求。还有视点的空间几何位置应该和实际投影机的空间几何位置相一致, 这样一来, 重新生成的画面既可以校正投影幕造成的失真, 也可以校正投影仪位置不在中心点造成的失真。

第三步, 复制帧缓存, 作为贴图, 按照投影幕行列细分的份数, 网格化纹理, 依次贴在对应的网格面上。需要注意的是, 由于所有的包括复制图像, 图像纹理化、贴图操作需要在一帧时间内完成, 在

* 收稿日期: 2007-07-12

作者简介: 聂卫国(1973-), 男, 讲师, 主要从事虚拟现实、多媒体通信方面的研究工作。

此要注意三点,否则可能造成时间不够用:首先,不要试图把几何失真理想地全部校正,能够使用硬件校正部分采用硬件校正,软件校正过程中综合考虑失真可接受程度,尽量减少投影曲面片状网格的划分份数。其次,在满足画面流畅平滑以及清晰度要求的前提下,尽量降低帧频和分辨率,帧频控制在30Hz。再次,程序代码的执行效率要很高,投影仪

和投影曲面的空间位置坐标采用事先计算好的数组查表的方法,不要在此进行数学三角函数及复杂的运算。

3. 软件校正的实例

以下我们以五通道(每通道 30°)柱面投影拼接为例,说明一下实际操作步骤:

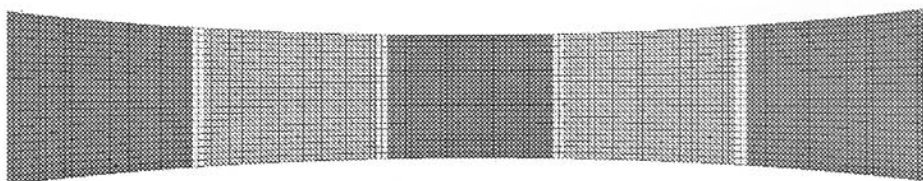


图1 五通道柱面及网格划分图

首先,计算每通道柱面划分为 30 行 40 列的时候每一片状网格的坐标,存入特定数组,便于下一步查表。以投影幕中心为原点,设投影幕高为 H ,半径为 R ,对应网格面的坐标计算代码如下:

```
#define PI 3.14
#define cols 40//cols 为列数
#define rows 30//rows 为行数
float x[cols],y[rows];
for(int i=0;i<cols;i++)
{
for(int j=0;j<rows;j++)
{
float theta=30.0;//每通道角度
```

```
float Height=2.25;//柱面高度
float R=6.0;//柱面半径
x[i]=R*tan(theta*i/cols);//x 坐标
y[j]=Height/rows*j;//y 坐标
}
}
```

然后,将对应的纹理贴图坐标归一化,使其在 $[0,1]$ 之间。

最后进行纹理贴图,由 OpenGL 再次渲染,此时要求将视点坐标设置与投影仪几何坐标一致。

图 2 左边是没有校正前的图像,右图是已经校正好的图像。

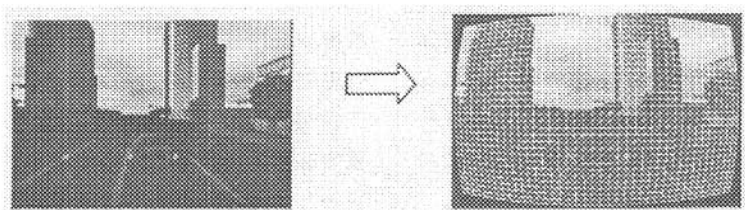


图2 单通道柱面校正前后图像

三、边缘融合

当两台或多台投影机组合投射一幅画面时,会有一部分影像灯光重叠,边缘融合的最主要功能就是把两台投影机重叠部分的灯光亮度逐渐调低,使整幅画面的亮度一致。

通道投影系统边缘融合(边沿融合)问题的解决方法,其核心问题就是如何使投影重叠区内两投影机的输出亮度与单台投影机输出亮度相等。基于这样的考虑,在上述几何校正的基础上,适当改变贴图曲面的边缘亮度,并与视景贴图融合,获得

(下转第 43 页)

目前通信状态,等待故障处理后继续操作。

(5)系统部署、维护和管理优势:因为采用了.NET技术,安装或升级软件实际上就是将软件系统文件都拷贝到一定目录下,不需要操作系统注册表,解决了软件部署或升级时版本不兼容的问题。

(6)可扩展性:软件系统采用面向对象和.NET类库开发出来的一整套组件,具有很强的可重用性,扩展性强,为将来开发新的设备模拟器提供了架构基础,减少了成本开支。

(7)系统采用XML文件作为数据的存储结构,一方面节省了数据库的花销,另一方面XML作为当前最新的业界数据交换标准,今后系统若与其他不同的操作系统或不同的开发环境之间传递数据将不再需要重新开发数据转换接口,同时将来在其上将很容易提供系统的WEB服务。

参考文献:

- [1]康博创作室. Visual C++ 6.0 高级编程[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [2]孙永强. Visual C#.NET 程序设计基础[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [3]曾莉红. 基于 Visual.NET 技术的网络课件的开发与设计[J]. 重庆师范大学学报,2005(1):27-30.
- [4]王永辉,胡守印. 用 Visual C++ .NET 实现实时在线监督系统设计与开发[J]. 计算机工程与应用,2004(17):208-211.
- [5]覃云,韩伯棠,王霞. 基于.NET的C/S与B/S混合结构的MIS开发研究[J]. 北京理工大学学报:社会科学版,2002(4):52-56.
- [6]赵月容,杨微,赵多芳. 用 Visual C#.NET 开发土壤渗透数据处理系统[J]. 黑龙江水专学报,2004(4):108-109.

(上接第40页)

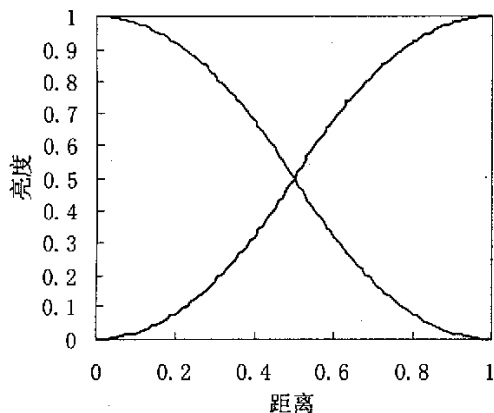


图3 亮度变化曲线

了图像亮度在边缘融合(边沿融合)区按照二次曲线衰减(递增)且与相邻图像边缘亮度变化互补的图像。这里采用二次曲线主要考虑到采用线性变化时边缘亮度容易产生突变。亮度变化曲线如图3所示。按照图中曲线变化规律,融合区域左侧投影亮度随着距离从1变化到零,而右侧投影亮度随着距离从零变化到1。在相邻重叠区域,融合时亮度变化图略。

边沿融合重叠的区域大小根据实际情况而定,通常约 2° ~ 3° 的重合。

四、结论及建议

在实际工程应用中,要得到较好的投影效果,在投影仪的购买、吊装、系统设计方面还得注意有关事项。由于多通道投影拼接时各投影仪的色温、亮度均匀度可能不一样,造成各通道画面一致性不好。因此,选购投影仪时选择亮度均匀性好、色温一致性好、灯泡随使用时间亮度变化小的投影仪。

投影仪的吊装位置非常重要,对于规则几何曲面投影幕,投影仪应该安装在几何中心点或者几何中心点和投影幕中心点的连线上,这样校正工作的难度和工作量可以降到最小。

由于边沿融合,相邻两屏会产生 2° ~ 3° 的视场角的损失,在系统设计时,必须考虑这种损失。否则,就会产生无法进行边沿融合的情况。

参考文献:

- [1]石教英. 并行图形绘制与多屏拼接技术综述[C]. 第四届全国虚拟现实与可视化学术会议论文集. 中国:大连,2004.
- [2]张号. 一种多通道曲面投影系统的几何校正方法. 系统仿真学报[J],2006(2):493-496.

作者: [聂卫国](#), [李启华](#)
作者单位: [海军兵种指挥学院, 广州, 510430](#)
刊名: [航海教育研究](#)
英文刊名: [MARITIME EDUCATION RESEARCH](#)
年, 卷(期): 2007, 24(z1)
被引用次数: 0次

参考文献(2条)

1. 石教英 [并行图形绘制与多屏拼接技术综述](#) 2004
2. 张号 [一种多通道曲面投影系统的几何校正方法](#)[期刊论文]-[系统仿真学报](#) 2006(02)

相似文献(2条)

1. 期刊论文 [王晓北](#), [赵罡](#), [WANG Xiao-bei](#), [ZHAO Gang](#) [多通道投影系统无缝拼接的实现](#) -[机械工程与自动化](#) 2008, ""(3)

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.

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_hhjyyj2007z1011.aspx

授权使用: 北京信息职业技术学院(xxzyjs), 授权号: e532aab1-526f-45ed-9377-9e3801516342

下载时间: 2010年11月24日