

基于图像绘制的非照相真实感场景绘制技术研究



朱雪峰 顾耀林 曹莹 (无锡 江南大学信息工程学院 214036)

摘要: 本文对虚拟环境中非照相真实感场景绘制技术进行了分析, 通过基于图像绘制解决了在柱面全景图场景绘制过程中未解决的交互性及帧与帧之间连贯性的要求。利用簇集图画和分片图画实现了纹理映射中图画尺寸控制, 同时对场景绘制中纹理内存的管理提出了解决方案。

关键词: 基于图像绘制 非照相真实感 纹理映射 簇集图画 分片图画



1 引言

沉浸式虚拟环境中的场景构造是通过绘制有相应光照效果的三维多边形来实现的, 这种方法实现的关键在于为复杂的真实世界创建数字表示。虽然目前在交互式建模工具、计算机视觉以及球面光照算法等方面取得了重大进展, 但建造有较强真实感的三维模型仍然十分困难。这是由于模型必须以交互速率进行绘制, 从而限制了多边形的数量和可使用的阴影算法。

近来, 虚拟环境场景绘制研究的重心从照相真实感转移到非照相真实感绘制, 主要是在不同的用户参与程度下从照片、计算机绘制的图像或三维模型中产生静态图像。

基于图像绘制生成场景, 速度只与图像的分辨率有关, 而与场景的复杂性无关。它通过获取静态场景的照片作为输入并构建以此为基础的多功能的表示, 通过重绘来为新视窗绘制有照相真实感的图像。此方法的缺点在于为复杂虚拟环境存储和重新生成多功能、高品质的表示比较困难。基于图画的 NPR (Non-Photo Realistic) 系统使用随时间而变化的图像, 这部分地解决了 IBR 系统中帧与帧之间的连贯性问题。但应用 NPR 技术于随时间而改变的图像时, 由于图画显示和消失得太快会产生闪动的效果。一种解决方法是在三维模型中进行图画特征跟踪来提供图画绘制中帧与帧之间的连贯性; 另一种方法是通过在视频序列中将图画粘贴到场景中的物体上来达到类似的效果。



2 基于图像绘制

真实感图形绘制技术利用纹理图像来描述景物表面各点处的反射属性, 从而模拟了景物表面的丰富的纹理细节。基于图像绘制以此为基础, 利用环境的一组特定视点的图像来绘制出任意视点的场景。它通过纹理图像来表达场景中景物表面的微观信息。

为确保所构造的虚拟环境的可交互性, 必须解决在基于图像绘制虚拟环境中漫游的问题, 即由一组已知的图像生成任意视点新视图的过程。根据对图像的处理方式的不同, IBR 基本处理方法可以分为以下几类:

(1) 基于全景图的处理方法: 首先获得某个视点的全景图, 然后将此全景图投影到圆柱体或球体的内表面并根据视点的方向获取相应的场景图像。

(2) 基于形态的处理方法: 在漫游时根据视点位置以及预先的采样视图及其特征描述, 进行图像变换和投影变换, 从而得到相应的视图。

(3) 基于图像深度信息的处理方法: 利用给定画面上可见点的深度值, 局部重建场景的三维几何, 并基于这些三维信息对可见点直接进行投影变换, 或建立该画面与其相邻画面像素的对应关系。

(4) 基于全光函数的处理方法: 根据在空间中大量采集的光线, 确定新的视图。这种方法不需要对象的几何信息, 直接生成任意视点的视图。

前三种方法使用视点插值和视点变形, 其

实现的难点在于需要知道已知图像之间的对应点, 而且新旧视图的关系都是非线性的, 计算复杂。全光函数实现的关键则在于所选择全光函数的度。

一般而言, 基于图像绘制的虚拟环境场景绘制技术应当具有下列特性:

① 视点任意。应当可以为虚拟环境内部任一视点产生图像, 即新视点可以不用化身而直接在任意位置绘制。

② 存储实用。基于图像绘制产生的图像应适合于海量存储设备, 绘制新视窗所要求的工作集应当足够小, 即应有有效的压缩图像和管理多级存储层次的方法。

③ 绘制高效。绘制算法应当足够快以确保交互速率高质量图像的产生。

④ 重投影同形。象素投影到任何投影平面上应当是同形的, 即同一 NPR 图像中的笔画和纹理在为新视窗重绘图像时应近似不变, 此特性确保可供选择的 NPR 过滤器范围较广。

⑤ 重投影可预测。象素重投影位置应当是可预测的, 这样在重建 NPR 图像时图画的大小和形状应当是可控的, 确保系统可以按照场景设计者的意图来调整 NPR 图像的尺寸大小和形状。

⑥ 过滤器灵活。象素应当以支持多种 NPR 格式并使 NPR 过滤器简单易行的形式进行存储。



3 非照相真实感的绘制

在所有 NPR 表示方法中, QuickTime VR 是使用最广的 IBR 系统, 它的柱面全景图可以十分方便地用来产生 NPR 图像。全景图可以运行于 NPR 过滤器, 并且过滤结果可以输入到 QuickTime VR 浏览器来提供沉浸式 NPR 效果。但由于 QuickTime VR 仅支持离散的视窗, 并且为表示复杂环境的内部需要大量的存储, 因此不适合于交互式虚拟环境。其他 IBR 系统实现依赖于更加复杂的方法, 使为任意视窗重绘 NPR 图画很难。

基于图像绘制以纹理为基础并依赖于几何和图像混合的表示,存储和绘制过程可以利用纹理映射冗余的工作,包括多级预过滤、纹理压缩及分页。

纹理映射十分适合用来产生NPR图像,从纹理空间到视觉平面的映射是二维投影变换,它是重投影同形及可预测的,通过在预处理阶段进行NPR纹理过滤来消除由投影映射引入的变形,可以控制在重绘图像中图画尺寸,同时,纹理为NPR过滤提供了简单、方便的表示,可以用来为纹理映射增加NPR效果。

从图像构造纹理的方法如下:首先,使用交互构造工具构建简单的三维多边形模型,其中多边形之间的阻塞关系应当符合相应环境中物体之间的阻塞关系;其次,用真实的或复合的照相机来捕捉场景的图像,并用相应的校正方法进行校正;第三,用光线跟踪算法将捕捉到的图像映射到三维多边形模型的表面,这样其表面每个多边形都被分割为对应于所捕捉图像相应区域的覆盖图像;第四,为每个表面选择有代表性的图像,并进行独立于视角的纹理映射;最后,用纹理填充算法填充没有被任何图像所覆盖的表面。

在纹理处理过程中可以使用多种不同的NPR过滤器,但当纹理图像通过NPR过滤器独立地处理并被投影到新图像相邻区域时会产生十分明显的人工痕迹,解决此类问题的关键在于应用NPR过滤器的方式。

最简单的图像处理方法是应用NPR过滤器到每个被捕捉的图像,然后将结果作为纹理映射到三维模型的表面,然而这种方法在重建NPR图像时同样会产生十分明显的人工痕迹。

为解决此类问题,可以为每个表面多边形而非每个捕捉到的图像进行NPR纹理过滤,此方法确保在重投影的图像中相邻像素以同比率过滤,理想情况下,通过为所有视窗用同形映射投影到图像平面上来产生单一纹理图像可以避免此类问题,这种方法要求展开三维模型的表面到二维平

面且不能有重叠,因此这种理想方法很难实现,折衷方案是为所有共面表面构造相同的纹理图像,之后把此纹理作为单一图像执行NPR过滤。



4 关键问题

4.1 尺寸控制

为控制图像尺寸,必须适当地选择图画放置到纹理中的方式,这要求在保持帧与帧之间的连贯性和适合于投影平面的图画尺寸之间进行平衡,当用户向表面移去时此表面上的图画必须相应地变化,通常应当选择缓慢变化的图画,当其改变时会逐渐模糊。

实现图画尺寸控制的主要思想是应用图画到每级簇集图画,为产生这种簇集图画层次结构,只需以簇集图画方式过滤照相真实感的图像,同时独立地为每个层次应用NPR过滤器。

簇集图画层次结构中每层的图画尺寸各异,当纹理映射选择簇集图画层次结构中的一层并从中筛选像素时,可以自动地从一系列适当大小的图画中进行选择,其效果是图画依附在场景表面上,当用户漫游此环境时,图画在图像平面上有近似不变的尺寸,反之,当用户向投影平面移动时,为保持不变的图像尺寸,投影平面的尺寸会慢慢从簇集图画层次结构中的一层过渡到另一层,由于簇集图画层次结构的层次通常不是整数,因此往往需要进行图画混合。

通过对簇集图画进行改进可以得到分片图画,它包括多层次预过滤和无角度纹理图像,和簇集图画层次结构相比,通过进一步细分分

片图画的纹理图像中的纹理多边形,分片图画的图画形状更接近于真实场景,分片图画允许投影平面不同区域交互地进行图画尺寸的控制,一般采取在图像内部使用小图画,并平缓地变化直到图像的边界。

4.2 纹理内存管理

在运行时刻调用所有表面的簇集图画层次结构到内存,之后,对每个新视窗使用标准纹理簇集映射对预调入的簇集图画层次结构绘制三维模型型的表面,此绘制过程速度快,并且所产生的图像具有帧与帧之间的高度连贯性以及近似不变的NPR图画尺寸。

为方便纹理内存的管理,在调入内存之前将纹理分片,并执行页面算法来计算可视表面片集来为新视窗进行绘制,这确保了纹理数据的工作集相对较小并且可以保持帧与帧之间的连贯性,并可以在总纹理大大超过纹理内存时使用标准的纹理内存管理方法来进行纹理页面的交换。



5 结束语

基于图像绘制中离线预过滤可以使图像绘制获得交互帧速率以及帧与帧之间高度的连贯性,但是,由于虚拟环境中图像绘制的最大限制是图形加速卡的纹理内存,必须明智地选择表面的数目以及所捕捉图像的纹理分辨率,可行的解决方法是为表面的分片构造群组纹理,使其可以独立地调入和移出纹理高速缓存。

Study of Image-Based Non-PhotoRealistic Scene Rendering



参考文献

- 1 Markosian, L., Kowalski, M.A., Trychin, S.J., Bourdev, L.D., Goldstein, D., and Hughes, J.F. Real-time nonphotorealistic rendering. *Computer Graphics (SIGGRAPH 97)*, 415-420.
- 2 McMillan, L., and Bishop, G. Plenoptic modeling: An image-based rendering system. *Computer Graphics (SIGGRAPH 95)*, 39-46.
- 3 Gooch, A., Gooch, B., Shirley, P., and Cohen, E. A non-photorealistic lighting model for automatic technical illustration. *Computer Graphics (SIGGRAPH 98)*, 447-452.