

虚拟校园三维全景漫游技术研究*

Technical Research of a Virtual Campus Based on 3D Panoramas Navigation

杨 琳, 赵建民, 朱信忠, 徐慧英, 郑国强

YANG Lin, ZHAO Jian-min, ZHU Xin-zhong, XU Hui-ying, ZHENG Guo-qiang

(浙江师范大学信息科学与工程学院, 浙江 金华 321004)

(School of Information Science and Engineering, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

摘 要:本文对全景漫游技术进行了讨论。全景漫游技术中需要解决三个问题:全景图的生成、漫游空间的编辑和浏览器的设计。基于两张圆鱼眼图像生成单张球面全景图,我们开发实现了浙江师范大学校园全景漫游系统。在全景图的生成中,提出了一种基于拼合参数自动寻优的球面全景图生成方法。该方法具有拼合速度快、拼合效果好的特点。

Abstract: This paper discusses the technology of panoramas navigation. There are three problems to be solved: panorama generation, navigable room editing and browser design. Based on the spherical panorama of two fish eye images mosaic, we develop the panoramic navigation system of Zhejiang Normal University. During the panorama generation, this paper gives an algorithm to construct a spherical panoramic image automatically based on obtaining the perfect parameters of mosaic, which has the characteristics of expeditiousness and nicety.

关键词:虚拟现实;圆鱼眼图像;图像拼接;全景漫游;球缺模型

Key words: virtual reality; round fish eye image; image mosaic; panorama navigation; hemisphere model

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

1 引言

随着社会和科学技术的发展,基于图像绘制的虚拟现实技术已经成为计算机视觉、图像处理、计算机图形学、人工智能研究的热点并得到广泛的应用,可应用于全景漫游系统的实现。学校为了展示自身风采,越来越重视宣传,需要一种更为直接的方式宣传自己。虚拟现实技术应用于学校,就是虚拟校园,能够全方位地展示学校的各种软硬件环境。本文对全景漫游技术进行了讨论,认为全景漫游技术中需要解决三个问题:全景图的生成、漫游空间的编辑和浏览器的设计。在对全景漫游技术探讨的基础上采用基于两张圆鱼眼图像的球面全景生成方法生成每个场景的球面全景图,从而实现一个中等复杂程度的、具有一定人机交互能力的校园全景漫游系统。以浙江师范大学环境为虚拟空间,拍摄教学楼、图书馆、体育馆、宿舍区、道路、树木、花园、亭阁等室外场景生成全景图,实现虚拟校园实景漫游,并为用户提供键盘、鼠标等多种控制手段和人机交互方式。

2 全景图的生成

全景图的生成方法有很多,主要包括两种:一种采用专门的全景拍摄设备,另外一种是基于图像拼接的思想来生成全景图。由于专门的全景拍摄设备价格昂贵且使用复杂,本文采用第二种方式生成全景图。针对两张圆鱼眼图像生成全景图,我们提出一种拼合参数自动寻优的球面全景图生成方法。一幅球面全景图的生成过程如图 1 所示。

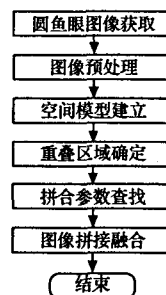


图 1 单幅球面
全景图生成流程

2.1 图像预处理

对圆鱼眼图像,首先要经过预处理才能用于后续的球面全景图像的生成中。图像预处理包括以下几个方面:圆鱼眼图像的圆有效区域提取、圆鱼

* 收稿日期:2007-03-29;修订日期:2007-07-09

作者简介:杨琳(1983-),女,山东曹县人,硕士,研究方向为图像处理和人工智能;赵建民,教授,研究方向为图像处理和 Agent;朱信忠,副教授,研究方向为模式识别和制造业信息化;徐慧英,讲师,研究方向为软件需求工程;郑国强,本科,研究方向为软件工程。
通讯地址:321004 浙江省金华市迎宾大道 688 号 103 信箱;Tel: (0579)2282155;E-mail: 2005210326@zjnu.net
Address: Mail Box 103, 688 Yingbin Avenue, Jinhua, Zhejiang 321004, P. R. China

眼图像标准圆投射方法和图像的扭曲校正。

(1) 圆鱼眼图像的圆有效区域提取: 圆鱼眼图像在获取过程中得到的是如图 2 所示的图像。



图 2 原始圆鱼眼图像

该图像中只有圆区域是我们需要的信息, 而周围的黑色部分是我们必须剔除的信息。因此, 首先要对圆鱼眼图像的圆有效区域进行提取。我们采用如文献[1]所述的圆有效区域提取方法和文献[2]所述的轮廓最小二乘拟合相结合的方法进行圆鱼眼图像的圆有效区域提取。

(2) 圆鱼眼图像标准圆投射方法: 如果圆鱼眼图像的行和列不相等, 则需要变换成标准圆^[3], 即圆鱼眼图像不是标准圆, 而是椭圆, 则需要乘以式(1), 变换为标准圆。其中, (u, v) 是圆鱼眼图像的中心点, β 为圆鱼眼图像行和列的比值。

$$K^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -u \\ 0 & \beta & -\beta v \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

(3) 图像的扭曲校正: 我们观察如图 2 所示的圆鱼眼图像, 在图像的圆有效区域内的景物均有不同程度的扭曲, 需要在配准前对圆鱼眼图像进行校正。本文采用一种先建立二维圆鱼眼图像的三维近似球面坐标, 然后投影到柱面上以降低图像中的扭曲现象的校正方式, 如参考文献[4]所述。

2.2 空间模型建立

经过图像预处理, 我们得到圆鱼眼图像的有效圆区域, 如图 3 所示。图 3 中, A 为圆鱼眼图像的圆边界, B 为圆鱼眼图像的有效圆区域。

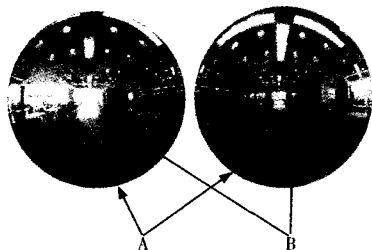


图 3 圆鱼眼图像有效圆区域及圆边界

有效圆区域与实际场景之间的映射关系是以该圆区域圆心为中心的径向映射, 其通用公式为:

$$r = \alpha \times \sin(\beta\theta) \quad (2)$$

其中, r 为感兴趣点到圆鱼眼有效圆 B 区域圆心的距离, θ 为鱼镜头中心轴和鱼镜头中心点到该感兴趣点在实际景物中所对应点连线的夹角, α 是缩放因子, 可以实现实际场景与圆鱼眼图像平面上点的一一映射, β 为径向映射参数。其中, β 对 α 的影响非常大。

当 $\beta=0$ 时, 公式(2)变为理想的鱼镜头映射公式(3):

$$r = \alpha\theta \quad (3)$$

把有效圆 B 区域内的图像数据向视点空间中的球面上映射, 得到与原场景对应的两个球缺空间模型。在圆鱼眼图像的获取过程中, 我们使用了专业的云台设备, 可以认为相机只具有旋转、摇摆两个自由度且有效视角不知道, 而俯仰则可以忽略不计。认为球缺模型只有三个自由度, 即有效视角、旋转、摇摆, 两个球缺共有六个自由度。

本文中的两幅圆鱼眼图像由鱼镜头水平旋转 180 度拍摄, 因此有效视角可以用同一参数表示。两幅图像在几何上也是相互对称的, 所对应的球缺模型也是对称的。球缺模型的旋转、摇摆也可以用同一参数表示。假设第一个球缺模型对应的三个参数为 $angle1$ 、 $spin1$ 、 $fluctuate1$, 第二个球缺模型对应的三个参数为 $angle2$ 、 $spin2$ 、 $fluctuate2$, 则两个球缺模型的参数有如下的对应关系:

$$angle1 = angle2, spin1 = spin2, fluctuate1 = -fluctuate2$$

令 $angle = angle1 = angle2$, $spin = spin1 = spin2$, $fluctuate = fluctuate1 = -fluctuate2$, 则两个球缺模型之间的相对位置可以用 $angle$ 、 $spin$ 、 $fluctuate$ 三个参数表示, 仅用三个自由度就可以表示, 从而降低了拼合参数查找时的运算量。

2.3 图像重叠区域及拼合参数查找

两个球缺模型是同一幅场景的两张圆鱼眼图像向视点空间映射所形成的, 而鱼镜头的有效视角大于 180 度且两幅图像是在同一视点拍摄, 两张圆鱼眼图像具有一定的重叠区域。因此, 两球缺模型也有部分景物是重叠的。对两个球缺模型重叠部分的景物进行匹配搜索, 得到两个球缺模型的拼合参数, 即两幅圆鱼眼图像的拼合参数^[5]。为了得到一种最优的拼合参数, 采用穷举搜索对拼合参数进行优化, 得到最优的拼合参数。拼合参数寻优算法如下:

- Step1: 赋初值给参数 $angle$ 、 $spin$ 、 $fluctuate$, 作为最优拼合参数, 赋值给匹配误差 ζ 一极大值;
- Step2: 计算两球缺之间景物的匹配误差;
- Step3: 判断计算出的匹配误差是否小于当前匹配误差, 如果小于则更新当前的匹配误差为小的值, 并且更新当前最优拼合参数;
- Step4: 按一定步长更新参数 $angle$ 、 $spin$ 、 $fluctuate$, 判断参数是否超过一定范围, 是转 Step5, 否则转 Step2 继续执行;
- Step5: 结束。

2.4 球面全景图生成

我们得到两个球缺模型的最佳拼合参数, 把它们变换到同一坐标系中, 对两个球缺模型求并集, 得到包含整个场景的整球模型, 生成球面全景图。

拍摄时, 两幅圆鱼眼图像的拍摄方向不同, 光线不同, 因此两幅图像的光亮度不同。生成的全景图有明显的接痕。为使接缝处平滑过渡, 对接接位置的图像采用一种加权渐变策略, 从视觉上消除接痕现象, 使拼接位置由前一幅图像自然过渡到第二幅图像。

设加权渐变因子为 l ($0 < l < 1$), 设 $first$ 为第一幅图像重叠部分的像素值, $second$ 为第二幅图像重叠部分的像素值, $result$ 为重叠部分拼合后的像素值, 则 $result = l * first + (1-l) * second$ 。其中, l 由 1 渐变到 0, 它与图像之间水

平方向重叠距离相关。拼合后的效果图如图 4 所示。



图 4 两张圆鱼眼图像拼合效果图

3 漫游空间编辑和浏览器设计

漫游空间的编辑是一个全景漫游系统实现的重要组成部分。通过漫游空间的编辑,能把本来互不相干的全景图像组织成用户可任意漫游的虚拟实景空间。主要依据漫游空间模型,漫游空间的编辑主要是生成各种链、赋予链属性等。其次,需要创造一种合适的空间文件结构把全景图像与链数据存入文件中,以备浏览器使用。浏览器是提供给最终用户漫游虚拟实景空间时所使用的。

4 浙江师范大学全景漫游系统

我们采用本文讨论的球面全景生成方法,开发了浙江师范大学的校园全景漫游系统。对该大学的校园环境、实验环境、硬件设施等场景拍摄两张圆鱼眼图像,合成单个场景的球面全景,即完成全景图的生成,从而实现单个场景的交互式漫游。单个场景可以实现自动漫游和手动控制漫游。浏览场景时,能够快速、流畅地控制显示任意观察方向和变焦的场景。基于 JAVA APPLET 技术,实现场景之间的链接和快速切换,在显示页面的旁边加入导航图,使得可以随时随地地链接到自己感兴趣的场景,而且不会迷失方向。浙江师范大学校园全景漫游系统主界面如图 5 所示。



图 5 校园漫游系统主界面

5 结束语

本文对球面全景图生成技术进行了研究,提出一种基于拼合参数自动寻优的球面全景图生成方法,并加以实现。该方法通过建立两个球缺模型,把待拼合的两张圆鱼眼图像映射到上下两个球缺模型上,通过求取两个球缺模型的三个拼合参数和两个球缺模型的并集来实现球面全景图的生成。针对两幅图像接痕明显问题,采用一种加权渐变的方法,使得两幅图像重叠部分自然平滑过渡。实验证明,该

球面全景图生成方法具有所需源图像少、拼合速度快、拼合位置准确、生成全景图像质量高等优点。基于该方法,我们开发了浙江师范大学虚拟校园全景漫游系统。

参考文献:

- [1] 汪嘉业,杨兴强,张彩明. 基于鱼眼镜头拍摄的图像生成漫游模型[J]. 系统仿真学报,2001,11(13):66-68.
- [2] 唐俊. 鱼眼图像轮廓提取算法研究[J]. 微机发展,2004,14(10):9-14.
- [3] 陈伟明,徐丹. 球面坐标定位校正鱼眼图片并合成全景图的方法[J]. 云南民族大学学报(自然科学版),2004,13(3):214-217.
- [4] 英向华,胡占义. 一种基于球面透视投影约束的鱼眼镜头校正方法[J]. 计算机学报,2003,26(12):1702-1708.
- [5] 赵庆展,赵欣,常静. 虚拟校园全景漫游系统的实现[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2006,24(1):124-126.
- [6] 国家知识产权局专利文库[P]. 发明专利号:03115149.3,200410093187.0,200410093545.8.

(上接第 13 页)

6 结束语

随着 Web 服务应用的日益广泛和安全性问题的突出,Web 服务的安全性测试在保证 Web 服务软件安全性方面的作用逐渐重要。但是,目前国内外相关研究还比较少,工具支持仍很薄弱。随着 Web 服务安全性相关标准规范的不推出,Web 服务安全实现技术日益成熟,机密性、完整性、认证、授权、隐私保护、审计等安全功能的测试方法与自动化支持工具尚亟待研究。随着 Web 服务相关漏洞的不断发布,Web 服务安全漏洞测试方法与支持工具也必将成为未来的研究重点。

参考文献:

- [1] Chandramouli R, Blackburn M R. Automated Testing of Security Functions Using a Combined Model and Interface-Driven Approach[A]. Proc of HICSS[C]. 2004.
- [2] Kearney P. Message Level Security for Web Services[J]. Information Security Technical Report,2005,(10):41-50.
- [3] Desmet L, Jacobs B, Piessens F, et al. Threat Modelling for Web Services Based Web Applications[A]. Proc of the 8th IFIP TC-6 TC-11 Conf on Communications and Multimedia Security[C]. 2004.
- [4] Yu W D, Aravind D, Supthaweesuk P. Software Vulnerability Analysis for Web Services Software Systems[A]. Proc of the 11th IEEE Int'l Symp on Computers and Communications[C]. 2006. 740-748.
- [5] Yunus M, Mallal R. An Empirical Study of Security Threats and Countermeasures in Web Services-Based Services Oriented Architectures[A]. Proc of the 6th Int'l Conf on Web Information Systems Engineering[C]. 2005. 653-659.
- [6] Lindstrom P. Attacking and Defending Web Services[EB/OL]. http://forumsystems.com/papers/Attacking_and_Defending_WS.pdf,2004-01.