

·成果简介·

重点项目“虚拟现实中基于图像的建模绘制”成果简介

石教英¹ 胡占义² 吴恩华³ 彭群生¹

(1 浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室, 杭州 310027; 2 中国科学院自动化研究所, 北京 100080;

3 中国科学院软件研究所, 北京 100080)

[关键词] 虚拟现实, 基于图像的建模和绘制, 成果简介

1 背景

虚拟现实(Virtual Reality—VR)技术是当代信息科学的前沿研究领域。VR综合应用了计算机图形学、计算机视觉等多个学科领域的关键技术,在计算机中营造出一个虚拟的环境,使用户产生身临其境的真实感受。目前虚拟现实技术已在军事演习、工业、医疗卫生、环境保护、影视及娱乐等领域获广泛应用。

VR技术的核心问题之一是实时生成高度真实感复杂虚拟环境的立体视图。在传统的计算机图形学里,图像的生成是先用几何造型方法构造三维模型,再利用透视投影原理将三维几何模型变换到二维屏幕空间的过程。尽管图形硬件技术的发展已经能在很短的时间里产生具有相当复杂度的真实感图形,但离达到实时生成相片真实感图像的目标还相距甚远。因此,建模的复杂度、绘制的速度及绘制的质量问题已成为影响画面实时生成的瓶颈。这在一定程度上限制了VR技术的应用推广。为解决这一矛盾,近年来国际上出现一种称为基于图像的建模和绘制的新技术(Image-Based Modeling and Rendering—IBMR)。基于图像的建模和绘制是计算机图形学、计算机视觉、图像处理和摄影测量学等多门学科交叉的成果。

IBMR技术企图从根本上摆脱基于几何的传统建模方式在表示复杂度,真实感程度与绘制速度等方面的相互制约的局面。它不依赖于几何模型,而是利用预先获得的一组图像,通常是真实世界的照片,通过适当地组合这些已知图像生成位于不同视点的新视图。简言之,IBMR是一项以真实图像作

为采样本来重现和绘制场景的新技术。由于IBMR利用真实的照片来表示场景,故能反映极丰富的景物细节和色彩,另外其绘制速度不依赖于场景复杂度,只取决于图像的分辨率和所依赖的视觉特征数目。这就为表现和实时生成真实的、极为复杂的虚拟环境提供了可能性。

国际上IBMR的研究工作始于上世纪90年代初,并立即成为学术界的研究热点。国内计算机图形学界在IBMR方向的研究工作始于1997年2月国家自然科学基金委员会信息科学部在昆明召开的“基于图像建模和绘制技术研讨会”。国内计算机视觉界在基于图像的自动建模理论研究中也非常活跃。由中国科学院自动化所、软件所、浙江大学CAD&CG国家重点实验室等单位承担的国家自然科学基金重点项目“虚拟现实中基于图像的建模与绘制”(项目编号:60033010)于2001年正式启动。

本项目针对虚拟现实技术对视觉建模和绘制真实感和实时性的高要求,及传统基于几何图形学的局限性,提出采用基于图像的建模技术代替传统的几何建模,采用基于图像的绘制技术代替传统的图形绘制过程,为虚拟现实系统提供实时生成具有高度复杂视觉场景的有效机制;重点研究基于图像建模和绘制的基础理论和算法,以及开发具有应用前景的IBMR软件原型系统。

2 主要研究成果简介

(1)在摄像机外参数标定的PnP问题上纠正了前人一直认为的基于距离的PnP问题和基于变换PnP问题相互等价的错误结论;深入研究了PnP多解的几何分布问题。在摄像机自标定这一国际研究

本文于2006年4月27日收到。

热点问题上,证明了对变参数摄像机仅仅知道平移运动不足以达到仿射重建,纠正了存在于学术界长达十余年的错误结论;提出多种基于主动视觉的摄像机自标定理论和算法,包括新的线性摄像机自标定方法和基于射影重建的摄像机自标定方法等。有多篇论文发表在 *IEEE Trans. PAMI*, *Pattern Recognition Letters*, *Image and Vision Computing* 及国内一级学报上。

(2) 国际上首次解决了基于(深度)图像自动重建基于点与平面混合表示模型的复杂虚拟场景的技术难题,提出一系列创新算法有:能自动地将庞杂输入数据划分为点与平面模型的像素分类算法;基于 Jacobi 矩阵的采样密度比较算法;重建平面的空洞分析和预填补算法;针对基于点表达的物体的局部重建和重采样算法以及针对点面混合表达的实时漫游算法等。该项工作作为 Kluwer Academic 出版社于 2004 年 1 月出版的 *Integrated Image and Graphics Technologies* 专著的一章发表,是一项国际领先水平的成果。

(3) 提出了一个统一的数字几何处理框架,解决了将网格模型参数化到球面(或平面)的全局参数化的方法。在该框架下,所有成熟的数字图像处理技术都可以运用于 3D 几何数据处理上。论文也为后续应用研究奠定了理论基础。该项工作进一步促进了计算机图形学和图像处理两个学科在表示和处理层次上的交叉和融合。应用统一的数字几何处理框架,提出了曲面滤波处理方法,我们的主要贡献在于提出了两步法球面参数化方法。有关论文发表在国际著名期刊 *Computer Aided Design* 以及国内《计算机学报》(英文版)等期刊上。

(4) 基于预计算及采样的实时高真实感图像的绘制技术提出了一种球面光辐射传输映射的新绘制方法。已有的预计算光辐射传输函数方法局限于单

个物体或静态场景的绘制。我们提出一种处理包含动态场景的预计算方法,可以高效地绘制环境光源下动态场景中的软阴影和相互反射。另外还提出了一种称为光照相关纹理的新绘制方法——光照相关纹理技术。这是一种基于采样的实时高真实感图像绘制技术,是基于图像绘制技术的新发展。相关论文发表在 *Computer Graphics Forum* 和 *Computers & Graphics* 等国际著名期刊上。

(5) 提出了基于相关系数的多源图像最优融合方法和线性最优融合方法,并证明了两者的等价性,改进了计算的时空复杂性。考虑人类视觉对图像局部区域的敏感程度,提出了一种新的基于人类视觉系统(HVS)的小波图像融合新算法,大大改善了图像融合的结果。有关论文发表在国内一级学报上。

(6) 开发了多个具有较高应用前景的基于图像建模和绘制的原型系统,如基于序列图像的建筑场景建模原型系统(SIBM),基于图像绘制的胡雪岩故居及灵隐寺景观漫游原型系统等。

3 结束语

这是一项计算机图形学与计算机视觉紧密交叉的研究课题,对推动图形图像学科的交叉和融合具有重要意义。4 年来项目组共发表论文 125 篇,其中在著名国际期刊,如 *IEEE PAMI*, *Computers & Graphics*, *Computer Graphics Forum*, *Visual Computer* 上发表论文 13 篇,国际会议论文 35 篇,以及国内一级学报论文 77 篇;其中 SCI 收录 19 篇, EI 收录 54 篇,ISTP 收录 17 篇;培养毕业博士生 23 名,毕业硕士生 14 名;开发了几个具有应用前景的基于图像建模和绘制的原型系统,有效地验证和展示了基础研究的成果。本项目的不足之处在于对成果的应用重视不够,几个原型系统未能达到推广应用的程度。

BRIEF REVIEW OF ACHIEVEMENTS IN THE KEY PROJECT “IMAGE-BASED MODELING AND RENDERING FOR VIRTUAL REALITY APPLICATION”

Shi Jiaoying¹ Hu Zhanyi² Wu Enhua³ Peng Qunsheng¹

(1 Zhejiang University, State Key Lab of CAD&CG, Hangzhou 310027; 2 Institute of Automation, CAS, Beijing 100080;

3 Institute of Software, CAS, Beijing 100080)

Key words virtual reality, image-based modeling and rendering