基于 Web 的虚拟旅游环境的开发及其关键技术*

刘思凤[1]，贾金原[2]
(1. 广东海洋大学 信息学院，广东 湛江 524005；2. 同济大学 软件学院，上海 201804)

摘　要：首先介绍了虚拟旅游的基本概念、研究意义、开发模式和主流开发平台，进而针对虚拟旅游的关键技术作了综述性研究，最后对虚拟旅游将来的开发方向进行了展望性研究。

关键词：分布式虚拟环境；虚拟旅游；WebGIS；几何造型；实时绘制；虚拟导航
中图分类号：TP391.9　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1001-3695(2008)09-2596-05

Developing virtual tourism environment and its key techniques

LIU Si-feng[1]，JIA Jin-yuan[2]
(1. *College of Information, Guangdong Ocean University, Zhanjiang Guangdong* 524005, *China*; 2. *School of Software Engineering, Tongji University, Shanghai* 201804, *China*)

Abstract: This paper firstly introduced basic concepts, meanings, developing schemes and mainstream VR platforms. Furthermore, overviewed some key techniques on virtual tourism systematically. Finally, envisioned the future work on R & D of distributed virtual tourism environment.

Key words: distributed virtual environment; virtual tourism; WebGIS; geometric modeling; real-time rendering; virtual navigation

分布式虚拟现实(distributed virtual reality, DVR)[1,2]是当今世界的尖端技术之一，它高度集成了计算机图形学、人机交互技术、传感技术、人工智能以及 Internet 等多学科技术，用计算机来生成逼真的具有三维视、听、嗅觉等体验的数码世界。近年来，DVR 已逐渐从实验室研究走向实际开发应用。目前在国民经济的很多领域，如军事、航天、建筑、城市规划、展厅、医疗和文化娱乐及教育等方面得到日益广泛的应用。虚拟环境是对人类真实世界某一部分或某一过程的逼真模拟，人类对其感受应当与现实系统相一致或接近，从而让人产生一种虽幻犹真的沉浸感。虚拟现实与旅游业的紧密结合也为传统的旅游业掀起了一场革命浪潮，虚拟旅游就此应运而生。

基于 Web 的虚拟旅游旨在互联网上构建各种虚拟景观，使人们可以通过互联网就足不出户地畅游世界，虚拟旅游强烈的视觉冲击效果和沉浸感，给游客们带来了一种超凡的“旅游体验”。据调查，美国 80% 的网民们都曾有过网游的经历。广大互联网用户们都在翘首以待各旅游景区的虚拟旅游系统尽快上线。国家科技部“863”高科技基金也对虚拟旅游项目给予了重点支持。高校、研究机构以及一些高科技公司都纷纷投入到虚拟旅游的研究与开发当中来，一些研究成果也已经问世。为此，十分有必要对该研究领域进行一个系统的研究综述。

1　国内外虚拟旅游技术的发展现状

美国两家搜索门户网站 Google 和 MSN 都分别推出了免费卫星基于图像的漫游服务[2~4]，帮助互联网用户到世界各地去旅游观光。用户可以免费查找确定地址上空的卫星俯瞰图，通过网站，从全新的角度来旧地重游。目前的虚拟旅游系统基本上围绕着如何构建虚拟旅游场景来进行。当前国内外采用的设计与实现方法有四种：基于编程、基于模型导入、基于图像绘制(image-based rendering, IBR)和基于 WebGIS 的方法。

1.1　基于编程的直接构建方法

基于编程的方法直接利用图形编程语言或虚拟现实编程语言，如 OpenGL、DirectX、Java3D 以及 VRML 等编程语言直接构建虚拟旅游场景。该方法所开发的虚拟旅游系统的运行效率高。然而，由于缺乏专用建模工具那种可见即可得的可视化界面，它的开发效率很低，仅仅适合于结构相对简单、多边形数目较少又较为规范的旅游场景。

1.2　基于模型导入的虚拟旅游系统

基于模型导入的方法通常利用各种几何造型软件[1,5~7](如 3DS Studio、Maya、UGS、AutoCAD 等建模工具软件)来手工搭建三维模型；然后利用各种插件导出虚拟旅游场景文件，如 VRML(virtual reality modeling language)、Quest3D、EON 等文件格式；最后再利用这些虚拟现实编程语言进行虚拟互动的脚本编程设计。该方法需要耗费大量的时间和精力来建立 3D 模型，工作量很大，一般涉及到测量现场、定位和数字化结构平面或者转换现存 CAD 数据；其次很难校验其结果是否精确。其漫游场景是由计算机根据一定的光照模型绘制，色彩层次没有自然景观丰富，带有明显的人工痕迹，即使采用先进的贴图渲染技术也不能完全逼真地再现现实世界。还有当场景的规模越来越大，以及几何复杂度变得越来越高时，系统的下载和绘制将成为难以克服的瓶颈。这种基于模型导入的虚拟旅游开发技术已成为当今虚拟旅游景观设计的主流技术。

收稿日期：2007-10-17；修回日期：2008-01-30　　基金项目：珠海市科技进步基金资助项目(PC20051015)；湛江市工业攻关基金资助项目(2006-1-7)

作者简介：刘思凤(1963-)，女，吉林人，讲师，硕士，主要研究方向为计算机网络安全、网格安全技术、虚拟旅游等(liusifeng@tom.com)；贾金原(1963-)，男，山东人，教授，博士，主要研究方向为计算机图形学、虚拟现实、几何造型等.

1.3　基于图像绘制的旅游景观浏览系统

最早出现的基于图像的虚拟场景漫游技术[6,8,9]是 Quick Time 系统, 它采用实时图像图形处理来生成三维观察效果, 在某一固定位置抓取一个 360 °的全景图像, 通过展现全景图像的相应部分来实现相互的调整。全景图像是利用一系列局部图像拼接起来的, 能够进行全视野、360 °全方位环视漫游的图像环境。与在三维图形世界中的漫游相比, 这种系统可以避免复杂的三维建模工作, 具有很好的沉浸感和一定的交互性, 比较适合复杂的自然风光、旅游酒店、商场和展厅等的网上浏览。其缺点是在景点切换时会有跳跃, 浏览范围受到图片的拍摄范围限制, 空间感也不是很强, 更无法提供碰撞检测等功能, 用户无法与场景进行更好的交互。

基于 IBR 的全景浏览与画中游 TIP(touring into the picture) 的综合全景浏览系统, 用画中游来衔接两个全景浏览拍摄点之间浏览不连续的缺欠, 从而一定程度地弥补了传统的全景漫游仅能进行单纯旋转型浏览的缺欠。将来基于深度图像计算与多视点漫游的技术和基于视频的建模与绘制技术将可望在虚拟旅游中发挥出更大作用。

1.4　基于 WebGIS 的虚拟旅游

GIS 与虚拟现实技术[2,10,11]的日益融合是目前虚拟旅游的另一个重要研究方向, 探讨如何集成 WebGIS、多媒体技术与虚拟现实技术基础上构建成一个公用的旅游信息系统。美国 MultiGen 公司开发的 MultiGen 软件已可以利用地理信息中心的数字地形海拔数据 (DTED) 、数字文化特征数据(DFAD) 和与之配套的航空或卫星照片, 快速高效地构造任何地区的地形地貌和文化特征。可使用户在编辑分析复杂和动态地形数据库时产生一种临境感, 还提供了包括高程1 图像1 属性特征1 建筑物1 车辆以及其他物体的地形模型的可视化方法。在综合了所有这方面研究的基础上, 龚建华提出了虚拟地理环境的概念[10]。虚拟地理空间是一个以人为主体的基于 Internet、GIS 和 VR 三大技术高度融合的虚拟环境。虚拟旅游空间是它的一个重要分支, 目前这项技术还处于研究阶段。

2　基于 Web 的主流 VR 开发平台

目前主要的 VR 浏览器[5~9,12]有 VRML、Viewpoint、Cult3D、Atmosphere、Java3D 和 VGS 等, 用来构建虚拟旅游空间, 实现在线实时观看浏览。

VRML[5~7]是 3D图形和多媒体技术的国际通用交换文件格式; VRML97 包括 3D 几何对象、色彩、材质、灯光、相机、动画以及提供交互性的传感器等。利用 3D 能方便地制作在互联网上实时渲染的 3D 场景模型。X3D 是 VRML 的新标准。基于 VRML/X3D生成的文件较大, 受带宽的限制难以在网上实时渲染一个较精细的三维模型。德国 Bitmanagement 公司开发的 BS VRML/X3D 是基于国际标准 VRML/X3D 的最好 VR 浏览器之一, 但其实时绘制大规模场景的速度瓶颈并没有很好地消除。

Viewpoint 技术特点是生成的文件格式非常小, 三维多边形网格结构具有可伸缩性和流传输特性, 非常适合在网络上传输。Viewpoint 同时也是一个纯软件的高质量实时渲染引擎, 渲染效果逼真而不需要任何硬件加速设备。国外许多著名的电子商务网站都采用该技术作为产品演示。

Cult3D是一个 3D 渲染引擎, Cult3D 内核是基于 Java 的, 具有很好的跨平台性; 同时由于使用高效的压缩技术, 普通拨号上网用户也完全可以接受 Cult3D 生成的文件量大小。与 Viewpoint 相比, Cult3D的开发环境更具人性和条理性, 开发效率也要高得多。Cult3D 可能是当前应用最广的实时 Web3D 渲染技术。

然而无论是基于 Viewpoint 还是 Cult3D 或是其他技术的 Web3D 演示系统, 都存在一定的不足, 都需要相应的浏览器插件, 网站的访问者必须先花费 10 ~15 min 的时间下载插件并安装, 才能观看一个十分粗糙的 3D 图形, 并且费用昂贵。由于这些软件的不足, 使得 Java3D 的无插件技术应运而生。

Java3D API 是 Sun 定义的用于实现 3D 显示的接口。3D 技术是底层的显示技术, Java3D 提供了基于 Java 的上层接口。Java3D把 OpenGL 和 DirectX 这些底层技术包装在 Java 接口中。这种全新的设计使 3D 技术变得不再繁琐, 并且可以加入到 J2SE 和 J2EE 的整套架构。这些特性保证了 Java3D 技术强大的扩展性。Java3D 的技术优势包括跨平台、相同质量的演示效果生成文件小、无插件技术。

VGS[8]是国内第一个完全自主知识产权的网络三维互动软件技术, 是下一代互联网展示技术的核心, 是目前互联网技术的换代与升级。VGS 技术采用三维实时分布式渲染技术来实现无限大规模场景的实时渲染, 与三维网络游戏的核心技术类似, 但又有所不同。VGS 技术在三维网络游戏技术的基础上增加了压缩和网络流式传输的功能, 三维数据无须事先下载到本地, 便可直接在网页内边浏览边下载。三维网页虚拟互动技术通过建立一个虚拟空间来实现人机互动漫游, 通过与数据库接口来实现数据的搜索和管理, 通过浏览器或客户端来实现三维场景的浏览及互动。

三维互动技术的研发国内起步较晚, 还处于单机版的技术研发阶段, 目前能够直接在互联网运行的只有 VGS。国外与 VGS 的同类技术及产品有 Google Earth[2]、Microsoft Map Live、Intel Shockwave3D、Cult3D、Viewpoint、Quest3D、Virtools、BS VRML/X3D。VGS 在运算速度、文件压缩比以及网络性能上与国际同类技术相比, 占有一定的优势; 但是在互动设计、二次开发工具(SDK) 和平台的开放性方面略显不足。本文对目前主流的 VR 引擎和浏览器作了综合分析与对比, 如表 1 所示。

表 1　目前主流 VR 引擎与开发平台的性能比较

技术产品	知识产权所属公司	运行速度 /万面 /s	压缩比	能否网页运行
VGS	中国上海创图	> 2 000	120　1	能
BS VRML/X3D	德国 Bitmanagement	> 1 000	120　1	能
Google Earth	美国 Google	> 1 000	100　1	不能
Map Live	美国微软	> 1 000	100　1	能
Shockwave3D	美国 Intel	> 300	100　1	能
Cult3D	瑞典 Cycore	> 500	80　1	能
ViewPoint	美国 Viewpoint	> 600	100　1	能
Quest3D	德国 QuestSoftware	> 2 000	10　1	能
Virtools	法国 Virtools	> 2 000	10　1	能

3　基于 Web 的虚拟旅游系统的关键技术

由于受到网络传输速度、图形软硬件和虚拟现实技术等因素的限制, 基于 Web 的虚拟旅游尚处于起步发展阶段, 但已经成为国际研究热点[1,2,11,13]。

3.1　基于 VRML/X3D 的虚拟旅游

VRML/X3D 是分布式虚拟现实的国际标准, 很多虚拟旅

游网站使用 VRML/X3D 来开发基于 Web 的虚拟旅游系统。然而: a) 当旅游场景变得越来越大和越来越复杂时,开发人员的手工建模工作量也将随之越来越沉重; b) 大规模的 VRML 虚拟场景会遇到两个难以突破的互联网上实时下载和实时绘制的瓶颈问题。问题 a) 正基于图片的自动三维重建技术逐步尝试解决,如 PhotoModele 等,其效果却不理想。对于问题 b),笔者综合应用 AOI(area of interests) 技术和可视性预判(visibility culling) 技术[4,7,14,15] 解决该难题,并取得了一定的效果。下一个目标是引入多服务器的体系架构、多线程下载策略、预下载策略、负载平衡和 QoS 等技术,设计并最终实现一个综合的分布式 VRML 虚拟场景的网上最优下载机制。

3.2 虚拟旅游环境的虚拟导航

随着虚拟现实技术的不断发展,对虚拟环境的模拟已经基本满足人们的视觉要求。然而,与虚拟环境密切相关的一个问题是对虚拟环境缺乏导航支持。由于某些虚拟环境具有面积大、结构复杂等特点,用户在这种环境中游览会发生诸多问题,如迷失方向、不知何去何从,进而失去继续旅游的兴趣,从而达不到虚拟旅游的目的。因此研究一个高效周全的虚拟导航机制是十分必要的。本文对当今一些研究成果[2,5,9,12,14,16~20] 作如下研究综述。

3.2.1 基于半透明性理论的导航

应用半透明性理论来开阔用户在虚拟环境中的眼界。例如当用户处于一座大楼的旁边时,大楼完全挡住了他的视线,可以使用 VRML/X3D 程序控制整个大楼的透明程度,用户可以用鼠标点击大楼模型,使其具有半透明性的效果。这样,用户就能透过大楼看到其后面的景物。这种方法对于用户导航是一个有力的支持,但通过这种导航帮助,用户获得的空间信息仍有限,因为用户只能点击附近的景物,所以这种机制具有局限性。

3.2.2 基于二维电子地图的导航

利用虚拟环境自动生成一个二维电子地图,在地图上,用户可以全面将虚拟环境中各种景物的空间关系表示出来,从而解决了用户不能获得足够信息的问题,弥补了上述方法的缺陷。应用这种导航帮助,提高了用户对虚拟环境的浏览效率。但是,此方法对较大虚拟环境,如虚拟城市,地图的大小是一个问题;可以采用局部地图,仅展示出用户当前所在位置周围的环境。

3.2.3 基于路径规划的导航

在虚拟环境中设置虚拟导游是一种理想的选择。利用导游,用户便省去很多麻烦,因为他只需选择一个导游,而后导游便会自动带领他参观各个景点。导游所选择的路径是经过基于网格的路径生成算法预先生成的,虚拟导游还要能够根据游客的选择利用一定的算法在特定虚拟场景中找出最佳的个性化游览路线。

3.2.4 基于 3D 可分离地图的室内导航

以上介绍的导航帮助都是基于室外的导航,用户若想到虚拟环境中的建筑物内部游览,交互式 3D 可分离地图[20] 来实现室内导航帮助。这种导航帮助给用户提供多种视角,用户使用这些视角可以充分理解建筑物的内部结构,用户不用处于某个楼层就可以看到该楼层的 3D 电子地图,从而选择感兴趣的目标。同时,它探查虚拟建筑物,帮助用户获得导航信息,这样可以帮助人们在现实建筑物中导航。这种导航帮助的缺点是还不能应用到楼层较多的建筑物,这个问题尚待解决。

3.2.5 基于 GPS 的虚拟导航

除这种直接对用户提供帮助之外,研究人员还可以对以往用户对该建筑物的导航行为作记录(如哪些地方是用户最感兴趣的) ,利用一些专门的工具可以对这些数据记录进行可视化(如 VU-Flow) ,这种可视化体现在地图上,目的是帮助用户寻找大多数用户都愿意游览的地方,这样也为用户节省很多时间。然而,目前工具的缺点是对用户视点的定位不准确,一种解决办法是利用全球定位技术(GPS) 记录用户的位置和方向信息。

3.3 虚拟旅游环境中的虚拟化身以及行为造型

虚拟旅游中的虚拟化身主要有虚拟导游和虚拟游客。虚拟人的建模需要考虑不同抽象层次上的问题。从人机交互的角度来看,虚拟人的声音和表情也是十分重要的,具有声音和表情的虚拟人可以对用户的操作作出容易理解的反应。

4 虚拟旅游中的虚拟化身

许多 Web3D 站点在虚拟世界导航方面没有对用户提供什么帮助,使用户找不到感兴趣的目标或地点。文献[5] 通过提出构建具有人性化的、生动的虚拟导游方式,能为游客自动生成最佳游览路线以及提供相关景点的详细介绍,用这种方式在虚拟世界中为游客导航,以祢补在这方面的不足。目前这个构想在简单场景中已得到实现。从人机交互的观点看,加入导游更贴近真实旅游世界。在虚拟世界中引入虚拟导游也有很多要解决的问题,如要保证虚拟世界中物体的接触或碰撞是自然的、物体平稳或流畅地移动,以及重叠效果的平滑自然等。

4.1 虚拟人化身的一般几何建模方法

一种创建虚拟人的方法[21] 是自底向上的方法。首先通过一定的技术获得人的外型;然后对外型重建进行处理、分析、组织;最后合成适用于不同目的的逼真的虚拟人。这种方法的过程描述如图 1 所示。过程主要包括虚拟人体建模(扫描和融合) 、人体分析和映射、虚拟人动作和行为、虚拟人与虚拟事物间的交互。在这个过程中将会用到许多用于处理具有不同特点的模型工具,每个步骤中还会用到一些元数据来生成模型。

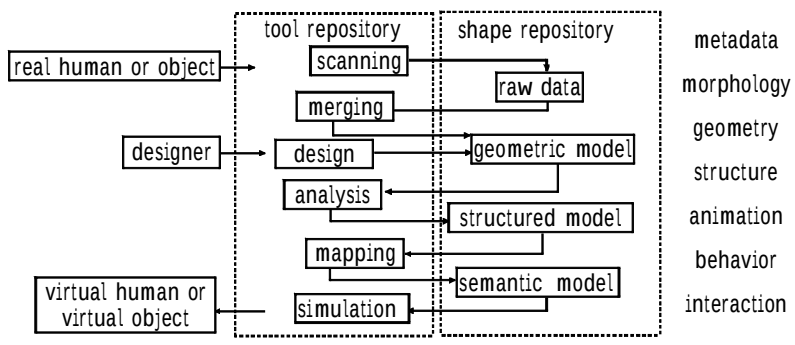

图 1 创建虚拟人的方法

4.2 个性化的虚拟人体模型骨架及运动生成方法

虚拟人运动一般是通过骨架[3,22~24] 的运动来表现的,不同的虚拟人动作就会产生不同的骨架模型。建立个性化虚拟人模型的关键在于如何生成其个性化的骨架模型。传统的方法主要采用手工编辑来实现,这样虽然可以得到个性化的骨架模型,但需要大量的人力和时间。文献[22] 提出了一种个性化虚拟人模型骨架自动生成方法,采用基于自动化骨架匹配和可视化骨架编辑的方法,可以方便地完成个性化的骨架建模。

首先定义一个标准的虚拟人骨架模板, 通过骨架模板与人的几何模型自动匹配, 可以得到初始骨架模型; 再利用可视化的骨架编辑工具, 就很容易地生成个性化的虚拟人骨架。实验表明, 该方法可以快速简单地生成精确的个性化骨架模型, 这对于虚拟人的运动设计比较方便。

4.3　一种集成动力学、物理学、行为学的虚拟人架构

虚拟人体建模需要考虑不同的方面: 在较低的层次上, 需要考虑虚拟人的几何定义和外表; 在较高的层次上, 需要考虑虚拟人在环境中的行为。将虚拟人体的复杂度分为五个层次: 几何层、动力学层、物理层、行为层、感知层。基于中间三层的一种虚拟人架构(virtual human architecture, VHA) (图 2) , 使用户可以在虚拟环境中很容易地控制交互式的虚拟人, 并使开发者把精力主要集中在模型处理的较高层, 如虚拟人的行为。从 VRML 的角度来看, 把 VHA 整体作为一个 PROTO 节点来实现。

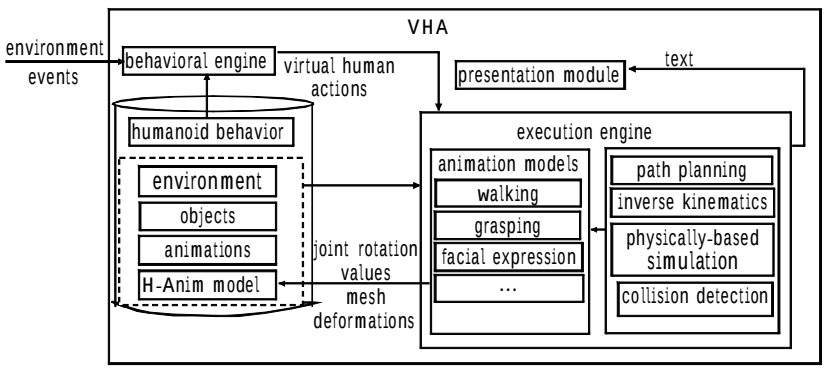

图 2　虚拟人架构

4.4　构建具有虚拟导游行为特性的虚拟人

关于作为虚拟人(virtual human, Avatar) 的研究[3,21,22], 中国科学院计算所的汪兆其对虚拟人体的建模问题进行了深入的探讨。目前国际上比较成熟的软件有 GenFace, 它能利用摄像头所拍到的人脸生成三维人体化身, 且可以导出 VRML 标准格式。AIML(artificial intelligence modeling language) 是一个比较成熟的标准, 著名的情感分析系统 My_Eliza 就是用 AIML 开发的, 但是其表情只是用二维图片来表达的, 与三维人体相结合的情感分析聊天互动系统目前还没有研发成功的案例。

虚拟导游要能够模拟现实世界中导游的基本礼仪动作。构建虚拟导游最初争取实现的基本动作主要是欢迎、问候、自我介绍、握手、带队行走、介绍景点等动作。除此之外, 虚拟导游还要能够根据游客的选择, 利用一定的算法在特定的虚拟场景中找出最佳的个性化游览路线。

5　基于移动设备的虚拟旅游技术

近年来移动设备的功能更加强大多样。其中越来越受到重视的一项应用就是导航。因为移动设备尺寸小巧携带方便, 但受其屏幕尺寸和硬件性能的限制, 移动设备的显示、计算能力无法达到桌面系统具有的能力, 所以必须有自己的一套不同于桌面系统的导航技术。

5.1　Overview & Detail

Overview & Detail 技术模拟[18] 基于桌面系统的相关技术, 在浏览细节视图时增加一个小区域用来显示整体视图(图 3) 。其优点是能快速定位当前视区在整体视图中的位置。但致命的缺点是移动设备本身的显示屏幕非常小, 如果再划分一个小区域显示整体视图, 在该区域中景物将会小得难以观察。

5.2　Focus & Context

Focus & Context 技术不同于第一种技术, 它把整体视图划分为 focus 和 context 区域, 并且在屏幕上同时显示这两个区域。

5.2.1　FishEye-view

在 FishEye-view[18,25] 中, focus 区域是一个矩形区域, 除此以外的是 context 区域。在 context 区域中根据不同的位置选择不同的收缩系数把所有景物进行变形缩小, 使其能够在整个移动设备屏幕上显示; 而在 focus 区域中的景物没有进行任何处理, 无失真地显示出来。

这种技术的优点是在整个屏幕上显示了所有信息而且对于使用者感兴趣的区域可以无失真地显示出来; 但缺点是 context 区域的景物经过了变形缩放, 所以这些区域的信息已经失真, 不能反映真实情况, 很容易误导用户。

5.2.2　ZoneZoom

Focus & Context 技术[18,25~27] 是把移动设备屏幕分为九个小区域(图 4) , 分别对应键盘的 1 ~9 共九个数字键。当用户对某个区域感兴趣时只需要简单地按下相应的按键, 相应的区域放大视图就会显示出来。其优点显而易见, 移动设备输入方法的方便性远远低于桌面系统, 采用这种方法方便用户进行场景浏览; 缺点是交互性不足, 因为区域已经预先划分好了, 如果用户感兴趣的区域横跨两个区间, 这样用户只能分别浏览两个区域。

图 3　细节视图

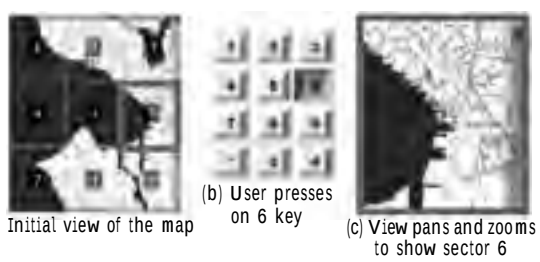

图 4　移动设备导航视图

5.2.3　Halo

对于屏幕外每个对象生成一个以该对象为圆心的圆(图 5) , 并使得这个圆足够大, 能被屏幕的边缘截取一段圆弧。用户根据在屏幕上截得的圆弧方向和曲率判断该对象所处的位置和距离。其优点是直观, 用户可以很容易地判断出对象的方位, 这种方法对于单独对象的定位效率非常高; 缺点是当屏幕外对象较多时, 很多的弧线相互重叠, 很容易使用户迷惑; 另外由于绝大多数移动设备屏幕是矩形的, 边角的角度是直角, 圆弧在矩形的边角处被截取时会小于实际值, 从而导致用户得出错误的结论。

5.2.4　Scaled-Arrows

Scaled-Arrows 方法[18,28] 直观。对象方向由箭头所指的方向指明(图 6) , 距离用箭头的大小表示。箭头越大, 表示对象距离屏幕越近, 用户在浏览时能比较快速地定位对象和区分各个对象距视点远近的不同, 而且实现起来也比较容易。

图 5　屏幕以外的生成对象

图 6　生成的屏幕以外对象的细节展示

5.2.5　Stretched-Arrows

Stretched-Arrows 方法[17,18,28] 与 Scaled-Arrows 非常相似, 都是用箭头表示方向。不同的是该方法使用箭头托尾的长度

来表示对象距离屏幕远近。这种方法的直观性要弱于前一种方法。

综上所述,移动设备的二维地图导航主要有以上五种方法。每种方法各有优缺点,可以把几种方法结合起来使用,扬长避短。比如对于较大的场景可以使用 ZoneZoom 划分区域;对于小场景可以使用如 Scaled-Arrows 或 Halo 进行导航。

6 虚拟旅游研究方向的展望

毫无疑问,一个良好的网络支撑体系架构对于虚拟旅游来说是十分关键的。无论 C/S 还是 B/S 都不是虚拟旅游理想的架构选择。网格计算[2]的发展为大规模的虚拟旅游环境提供了一个理想的解决方案。目前,笔者十分看好这个研究方向的发展并进行了初步探讨[29]。

如何使得每个终端用户在 Globus 平台上能够实时浏览和实时传输大规模乃至超大规模的虚拟旅游场景。如何为广大开发技术人员提供一个基于 Globus 的统一开发环境,集虚拟旅游场景的几何建模、虚拟人群的行为建模、XML、多媒体、数据库、WebGIS 等构造虚拟旅游环境的众多工具或平台于一体,研究出一套开发基于 Globus 的虚拟旅游系统的软件工程方法,以使得那些从前在非 Globus 平台下开发出的虚拟场景经过软件再造和软件演化,能够迅速地移植到 Globus 平台环境上运行,从而提高软件代码的可重用性与开发效率。

另外,开发虚拟旅游系统的最大工作量就在于旅游景观的建模上,手工建模的工作量太大,而且所建的模型数据量也特别大。而分布式虚拟旅游呼唤适合于网络传输的轻量化模型。所以基于图像的虚拟旅游景观的轻量化建模工具也将成为下一步的主要研究方向之一。

最后,更具智能化的虚拟导游与虚拟游客群体的自然交互模式也将成为另一主要研究课题。随着网上虚拟旅游不断地深入研究与开发,还将会提出更具挑战意义的新课题。

参考文献:

[1] 虚拟现实与仿真[EB/OL]. (2006). http://www.vr100.com/article/view.asp?id=3402.

[2] Google Earth Watch[EB/OL]. (2007). http://www.cemsg.com/map/.

[3] 杨长水,王兆其,高文,等. 个性化虚拟人体模型骨架生成方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2004,16(1):67-72,78.

[4] 李胜,冀俊峰,刘学慧,等. 超大规模地形场景的高性能漫游[J]. 软件学报,2006,17(3):535-545.

[5] CHITTARO L, RANON R, IERONUTTI L. Guiding visitors of Web3D worlds through automatically generated tours[C]//Proc of the 8th International Conference on 3D Web Technology. New York: ACM Press, 2003: 20-38.

[6] Bitmanagement software contact VRML/X3D[EB/OL]. (2006). http://bitmanagement.com.

[7] JIA Jin-yuan, WANG Ping, WANG Sen. An integer incremental AOI algorithm for progressive downloading large scale VRML/X3D environments[C]//Lecture Notes in Computer Science 3522. Hong Kong: [s.n.], 2007.

[8] 创图科技[EB/OL]. (2007). http://www.suntoward.com/3ctcp-1.html.

[9] 360°虚拟实景旅游网英坦士制作台湾旅游地图[EB/OL]. (2006). http://trip.wts.com.tw.

[10] 龚建华. 基于虚拟地理环境的人地关系探析[C]//中国地理学会第六届全国地图学与 GIS 学术研讨会. 2006.

[11] 王璐. 赛博空间技术及其在虚拟旅游规划中的应用[J]. 地理与地理信息科学,2004,20(1):104-108.

[12] CHITTARO L. Location-aware visualization of VRML models in GPS-based mobile guides[C]//Proc of the 10th International Conference on 3D Web Technology. 2005.

[13] 冯维波,苏道平. 虚拟现实在旅游规划中的前景探析[J]. 重庆师范学院学报,2001,18(3):52-56.

[14] JIA Jin-yuan, LU Guang-hua, PAN Yuan. An efficient navigation algorithm of large scale distributed VRML/X3D environments[C]//Proc of HCII '07. 2007.

[15] 王文成,魏峰,吴恩华. 绘制大规模场景的可见性计算技术[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2006,18(2):161-169.

[16] RUDDLE R A, PAYNE S J. The effects of maps on navigation and search strategies in very-large-scale virtual environments[J]. Journal of Experimental Psychology: Applied, 2002, 5(1):50-75.

[17] CHITTARO L, IERONUTTI L. A visual tool for tracing behaviors of users in virtual environments[C]//Proc of Advanced Visual Interfaces (AVI '04). New York: ACM Press, 2004: 40-47.

[18] CHITTARO L. Visualizing information on mobile devices[J]. IEEE Computer, 2006, 39(3):40-45.

[19] TRAUN D, RICKEL J. Embodied agents for multi-party dialogue in immersive virtual worlds[M]. New York: ACM Press, 2002.

[20] PITTARELLO F, DeFaveri A. Semantic description of 3D environments: a proposal based on Web standards[C]//Proc of the 11th International Conference on 3D Web Technology. 2006: 18-21.

[21] An ontology of virtual humans: incorporating semantics into human shapes[EB/OL]. (2007). http://vrlab.epfl.ch/~alegarcia/VHOntology.

[22] IERONUTTI L, CHITTARO L. A virtual human architecture that integrates kinematic, physical and behavioral aspects to control H-Anim characters[C]//Proc of the 10th International Conference on 3D Web Technology. New York: [s.n.], 2005.

[23] NG B, LAU R. Multi-server support for large scale distributed virtual environment[J]. IEEE Trans on Multimedia, 2005, 7(6): 1030-1065.

[24] 王兆其,高文,徐燕. 一种基于传感器的人体上肢运动实时跟踪方法[J]. 计算机学报,2001,24(6):616-619.

[25] RUDDLE R A, LESSELS S. Three levels of metric for evaluating wayfinding[J]. Teleoperators and Virtual Environments, 2006, 15(6):630-660.

[26] BAUDISCH P, TAN D. Explaining transitions in the user interface using afterglow effects[C]//Proc of UIST2006. Montreux, Switzerland: [s.n.], 2006.

[27] ROSENBAUM R U, SCHUMANN H. Grid-based interaction for effective image browsing on mobile devices[C]//Proc of SPIE International Society of Optical Engineering. 2005: 170-180.

[28] BURIGAT S, CHITTARO L, GABRIELLI S. Visualizing locations of off-screen objects on mobile devices: a comparative evaluation of three approaches[C]//Proc of ACM International Conference on Proceeding Series. 2006: 239-246.

[29] WANG Tian-qi, WANG C L, LAU F C M. An architecture to support scalable distributed virtual environment systems on grid[J]. Journal of Supercomputing, 2006, 36(3):249-269.

[30] Globus 网格计算平台[EB/OL]. (2007). http://www.globus.org.

[31] Second life[EB/OL]. (2007). http://www.secondlife.com.