

一种基于移动网络的协同虚拟环境

李文航, 龚建华

(中国科学院遥感应用研究所遥感科学国家重点实验室, 北京 100101)

摘 要: 移动协同虚拟环境(MobileCVE)是以移动网络为支撑、运行于移动设备上、强调用户沉浸式参与的协同虚拟环境。针对移动设备和移动网络的若干制约, 该文提出一种 MobileCVE 框架模型, 它以计算机为服务器, 利用计算机的计算和存储优势以及互联网的资源优势以弥补移动端的不足, 同时保留了移动设备移动、便携的优点。探讨了该框架下的数据组成、关键技术和协同类型, 并开发了一个原型系统。

关键词: 移动协同虚拟环境; 移动网络; Java ME 语言; Java EE 语言

Collaborative Virtual Environment Based on Mobile Network

LI Wen-hang, GONG Jian-hua

(State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

【Abstract】 Mobile Collaborative Virtual Environments(MobileCVE) is a new type of collaborative virtual environment running on mobile networks and instruments. In view of some limitations, a framework of MobileCVE is proposed. Limitations can be made up and the merits of mobility and portability can be exploited by computation and storage transfer to the server. Key techniques and the prototype are discussed.

【Key words】 Mobile Collaborative Virtual Environment (MobileCVE); mobile network; Java ME; Java EE

1 概述

协同虚拟环境(Collaborative Virtual Environment, CVE)是以互联网为基础、以用户间交流、问题研讨或设计为目的的分布式三维仿真平台。CVE可以将分散的用户、分散的资源集成起来共同完成某一项任务, 是一种优秀的工作模式。CVE在强调如CSCW(Computer Supported Cooperative Work)般协同工作的同时, 更注重用户的沉浸感, 因此更具优势。目前, CVE已经成为国内外的研究热点, 许多原型系统被成功地开发出来, 如DIVE^[1], MASSIVE^[2]等, 并在军事^[3]、教育^[4]等领域中得到了应用。

Mobile CSCW借用传统CSCW的思想, 针对工作地点不固定的情况, 将计算机、移动终端和移动网络结合而产生的新的研究领域, 已在2001年被CSCW协会列为重要研究方向。Wiberg指出了Mobile CSCW的5个重要研究内容, 包括成员身份、协作和知识共享、用户服务和协调、过程优化对孤立和控制、移动社区维持等^[5]; 同时还通过对原型系统RoamWare的开发和评估, 指出协同知识的管理在Mobile CSCW系统开发中具有重要的作用^[6]。但是, 由于Mobile CSCW继承自CSCW, 其重要思想是你见即我见(What You See Is What I See, WYSIWIS), 强调参与者看到相同的内容, 因此, 目前实现的原型系统以二维界面为主。

事实上, 一个友好、沉浸式的参与环境对吸引用户而言非常重要。因此, 本文在移动网络中应用 CVE 的思想, 一方面将传统 CVE 应用在全新的移动环境中, 并独立于传统 CVE; 另一方面使用 CVE 将便携、灵活但分散、独立的移动设备集成起来, 探讨基于移动网的工作和交流模式——移动协同虚拟环境(Mobile Collaboration Virtual Environments, MobileCVE), 并在此基础上讨论其相关特点、框架构建以及原型实现。

2 MobileCVE 的起源

传统 CVE 是以互联网为通信网络、以计算机为协同终端的协作系统, 可称之为 Internet CVE。本文探讨了该工作模式在移动环境中的应用, 称之为 MobileCVE, 并将其定义为“以移动设备为运行环境、以移动网络为主要依托平台、以化身为基础面向多用户的、具有动态扩展和可伸缩特性的三维协同虚拟环境”。MobileCVE 是 Internet CVE 思想同移动环境结合的产物, 具有 Internet CVE 的优势, 也具有移动技术的特点。

3 MobileCVE 的制约因素及解决方案

移动设备和移动网络在拥有“便携”、“移动”等优点的同时也具有一些缺点, 在构建 MobileCVE 时必须充分考虑这些制约。

(1)数据存储和传输的制约。受到移动网络带宽及收费机制的制约, MobileCVE 构建时应尽量减少移动网络中的数据流量, 宜采用复制式结构组织系统数据。

(2)计算能力和存储能力的制约。移动设备的计算、存储能力有限, 当移动端必须进行大数据量计算时, 可采用计算转移的方式, 将计算转移到计算能力相对强大的设备如计算机上进行, 计算完后再把结果返回。

(3)显示能力的制约。移动设备便携、移动的特点决定了其无法拥有计算机般的大范围显示设备。移动端接收到的信

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目(2005AA218070); 国家自然科学基金资助项目(40471103); 国家科技攻关计划基金资助项目(2004BA718B06)

作者简介: 李文航(1978-), 男, 博士研究生, 主研方向: 协同虚拟地理实验, 虚拟移动技术, 遥感和 GIS 工程及应用; 龚建华, 研究员、博士生导师

收稿日期: 2007-03-10 **E-mail:** mylihang@163.com

息很可能无法同时展现在屏幕上,只能采取分屏显示的策略(图 1),变传统显示方式的“横”为“纵”,充分利用了屏幕空间。

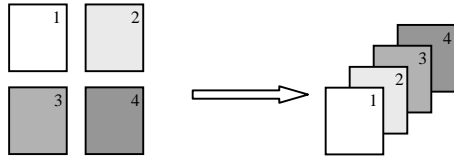


图 1 分屏显示策略

因此, MobileCVE 是一种相对轻量级的协同模式,在架构设计和应用开发时应扬长避短,充分发挥其移动、便携的优势,或者采取措施来突破这些限制。

4 MobileCVE 系统框架设计

基于以上分析,考虑移动设备和网络的优点和制约因素,本文提出了 MobileCVE 的一种框架模型(图 2)。框架基于 C/S 模式设计,分为移动服务器端和移动客户端 2 个组成部分。

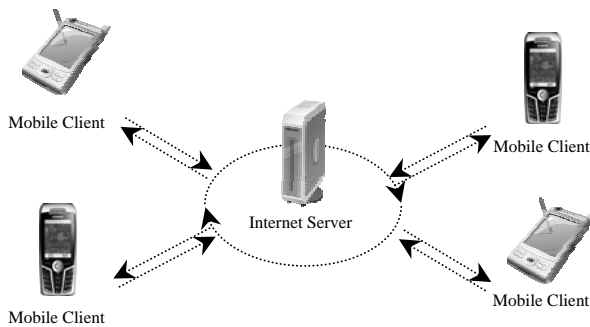


图 2 系统架构

4.1 移动服务器端

移动服务器端是互联网中的一个计算机节点。它同移动客户端建立通信连接,响应客户端请求,把客户端发送的消息中转到其他客户端。以计算机作为服务器的目的是:(1)方便计算转移。计算机计算能力充足,客户端的大数据量计算可交由服务器完成。(2)方便存储转移。计算机存储能力充足,移动客户端的数据可保存至服务器。(3)方便利用互联网的资源。移动客户端通过服务器连接互联网可弥补移动网络资源不足的缺点。

4.2 移动客户端

移动客户端是用户参与移动协同的接口。它以三维协同环境为主体,允许用户在三维场景中化身形式漫游或对三维场景进行编辑(如添加、删除或修改物体)。并主动向服务器发送、被动接收来自服务器的协同信息,修改场景内容,维护场景内容一致。

5 MobileCVE 原型系统

5.1 开发语言的选择

本文选用 Java 体系的 Java ME, Java EE 等作为原型系统的开发语言,使系统尤其是客户端具有跨平台特性,具有最大程度的兼容性。

5.2 关键技术

(1)通信连接的保持

由于移动网络和移动设备的特殊性,移动终端同服务器以 HTTP 协议建立的连接存在“回合效应”,即在一次“通信回合”(发送消息后又接收返回的信息)后,通信连接将自动中断,不满足实时协同的需要。为了解决这一问题,原型系统采取了如下解决方案:移动客户端同服务器建立两种通信

连接,一种是主动连接,负责将客户端的协同信息主动向服务器传递,另一种是被动连接,负责接收服务器中转的协同信息。主动连接是一个数据输出流(DataOutputStream),以 POST 方式同服务器通信,被动连接是一个数据输入流(DataInputStream),以 GET 方式同服务器通信。这样,将消息发送和消息接收分离,两者将一直处于等待发送或接收数据的状态,避免“回合效应”。但又会产生新的问题,无论是主动连接还是被动连接,在一定时间(如 30 s)处于不活动状态(指无信息传输),该连接也会自动中断。因此,原型系统采取了另一种措施,即在通信连接进入不活动状态后,每隔一定的时间(如 29 s)向连接发送一个“连接信息”(如一个空格),使连接始终处于活动状态。“连接信息”是为维持通信连接而存在,不经服务器中转,不引起终端的协同。因此,将原型系统中引发协同的信息称为“协同信息”以示区别。

经测试,使用连接保持后可随时向服务器发送协同消息,更重要的是,可以时时从服务器接收消息。同时,该措施还在一定程度上降低了通信的时耗,使用该措施前后的时耗如表 1 所示。

表 1 连接措施发送效率对比

项目	采取措施前耗时	采取措施后耗时
视点移动协同	1 941.9	1 302.1
文本协同(10 B)	1 524.0	834.0
文本协同(50 B)	1 609.3	839.5

本例只对比了发送效率。未使用通信连接保持的客户端无法实时从服务器获取消息,因此不具有可比性。

(2)三维引擎协同

协同虚拟环境最重要的表现是三维场景协同,其基础是各客户端三维引擎的协同,表现为引擎变换矩阵的统一。但 Java 无法将变换阵序列化(Serialized)后直接向其他客户端共享,因此,原型系统采用“参数对等”的方法保持三维引擎协同,即将某一状态的变换矩阵 M 的 16 个变量组成参数矢量 $(m_{00}, m_{01}, m_{02}, m_{03}, \dots, m_{30}, m_{31}, m_{32}, m_{33})$ 传递到对方客户端,对方客户端分解该参数矢量,由三维引擎重新组合成矩阵 M' 。 M 和 M' 参数相同,状态相等,将 M' 赋予客户端三维场景中相应对象,使所有客户端的三维场景及其中对象的状态保持一致,实现三维引擎的协同。

(3)自定义通信协议

协同协议是对具体操作的格式化描述,是 MobileCVE 协同的基础。基于自定义协议的协同过程为:由客户端捕获用户操作,根据协议编码成命令,经服务中转由其他客户端接收后解码成对操作的描述,并转换成动作,修改场景相应内容,实现协同。原型系统制定了一套通信协议,一种协议对应一种操作,以参数的方式记录操作内容。部分通信协议及其说明如下:

动作	动作参数			
JOIN	Name	Avatar Figure		Location
ADDAVATAR	Name	ID	Avatar Figure	Location
MOVEAVATAR	Name	ID	New Location	
DEL AVATAR	User ID			
TALK	User ID	User Name	Content	

6 原型系统的实现

移动设备大致分为手机和 PDA 两大类型,由于手机比 PDA 拥有更大的用户群,因此以手机为平台开发出 MobileCVE 的原型系统,实现了框架中设计的关键技术和多

种协同方式(表 2)。

表 2 原型系统协同类型

协同类型	说明
场景协同	限定研讨背景
化身协同	由参与者控制,在场景中协同漫游
文字协同	以文字的形式传递交流信息
图像协同	共享手机拍照,及时了解现场情况

客户端使用手机开发的事实工业标准 Java ME 中 CLDC1.1、MIDP2.0 规范实现,三维交互界面以 Java ME 3D 开发,三维场景、化身等三维场景中的数据则使用 3Ds max 建模、采用复制式结构组织,以符合 JSR184 规范的 M3G 保留模式渲染,客户端同服务器以 HttpURLConnection 经由 GPRS 网络建立连接。客户端程序在 Simense S65 上正常运行。客户端结构如图 3 所示。

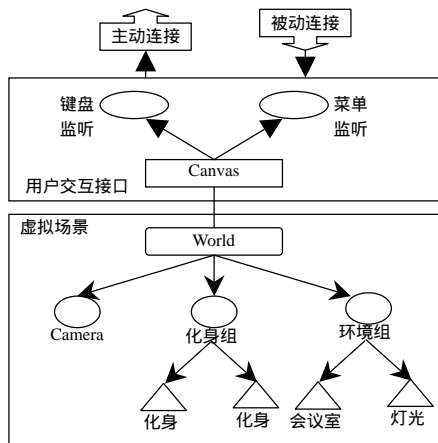


图 3 客户端场景结构

服务器是互联网中的一个计算机节点,服务器程序使用 Java EE 框架的 Servlet 开发,以 doPost 方式接收手机端的消息,以 doGet 方式向手机发送消息,Servlet 程序在 Tomcat4.1 服务容器中正常运行。

整个协同过程:手机端首先向服务器发送请求,建立连接,并发送用户姓名和选择的化身形象;客户端同服务器端的连接在协同周期内始终存在,可实时向服务器主动发送消息,也可被动接收服务器中转的消息。用户操作键盘在三维场景中漫游,并可在三维场景中向其他客户端共享虚拟物体、发送文本消息、共享图片等。原型系统正常运行,有 4 个移动客户端以化身形式参与的协同场景如图 4 所示。文字交流、图片交流和用户列表如图 5 所示。



图 4 原型系统应用的三维协同场景



图 5 原型系统应用

系统效率测试见表 1 “采取措施后耗时”列。

7 MobileCVE 的应用前景

MobileCVE 拥有巨大的发展潜力和应用市场,可能的应用领域主要有:

(1)沉浸式协同手机游戏。基于 MobileCVE 以化身为基础的、多用户参与的协同手机游戏是颇具发展前景且商业价值巨大的应用领域。互联网中的协同游戏如 Quake 的移动版 MobileQuake 的实现将成为可能。

(2)移动会议/移动教育。基于 MobileCVE 构建移动会议/教学系统,随时随地参与会议的研讨、课程的学习,提高会议和教学的机动和灵活性。

(3)移动协同调查。基于 MobileCVE 开发移动协同调查系统,针对野外调查移动性、机动性强的要求,充分发挥移动设备的优势和团队合作的优点,提高调查的工作效率。

(4)MobileCVE 同传统 CVE 结合。将 MobileCVE 同传统 CVE 结合,即“混合”CVE 系统,在更高层次上把互联网的计算、存储和资源优势同移动网的方便、快捷特性结合,构建新的工作模式,开创新的应用领域。

参考文献

- [1] Carlsson Hagsand C O. DIVE —— a Multi-User Virtual Reality System[C]//Proceedings of the IEEE Virtual Reality Annual International Symposium. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 1993: 394-400.
- [2] Greenhalgh C, Benford S. MASSIVE: A Distributed Virtual Reality System Incorporating Spatial Trading[C]//Proceedings of the 15th International Conference on Distributed Computing Systems. Los Alamitos, California: IEEE Computer Society Press, 1995-05: 27-34.
- [3] Macedonia M, Zyda M, Pratt D, et al. NPSNET: A Network Software Architecture for Large Scale Virtual Environments[J]. Presence, 1994, 3(4): 265-287.
- [4] Bouras C, Philipopoulos A, Tsiatsos T H. E-learning Through Distributed Virtual Environments[J]. Journal of Network and Computer Applications, 2001, 24(3): 175-199.
- [5] Wiberga M, GrÖnlundb Å. Exploring Mobile CSCW Five Areas of Questions for Further Research[D]. [S. l.]: Laboratorium for Interaction Technology, University of Trollhättan Uddevalla, 2000.
- [6] Wiberg M. Knowledge Management in Mobile CSCW: Evaluation Results of a Mobile Physical/Virtual Meeting Support System[C]// Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii: [s. n.], 2001.