

虚拟环境

CSCW

协同虚拟环境

协同虚拟环境技术

Collaborative Virtual Environment—Theory and Design

周英飏 冯玉才

(华中理工大学计算机科学与工程系 武汉430074)

89-91

TP391.9

摘要 Collaborative Virtual Environment is a type of VR system supporting collaborative work. Distributed users all over the work navigate and interact with each other within it. This paper describes the basic concept and general question of Collaborative Virtual Environment, and introduces some CVE system.

关键词 Collaborative work, Virtual Environment

1 引言

协同虚拟环境技术是在 CSCW 技术和虚拟现实技术的基础上发展起来的一个新的研究领域,它使用虚拟现实技术支持群组协作,提供了一个多用户的虚拟现实系统,用户可以在其中进行漫游或飞翔,观察虚拟环境中的实体,并可以同虚拟环境进行交互,同时还可以观察到其它用户的行动,两个用户之间也可以进行交互。每个用户根据他们位置的不同对虚拟环境可能有着不同的视角,但在一定区域内,两个用户感觉应该是相互一致的。

协同虚拟环境的应用范围是十分广泛的,如虚拟教室,虚拟购物,虚拟聊天室等等。下面,首先介绍几个相关的概念。

①场景 是虚拟环境的表现形式,用户的虚拟化身活动和交互的空间,它是对于真实式想象的世界的模拟,场景可以由一种结构化的场景描述语言(如 VRML)进行描述,一个虚拟世界可以包含若干场景,用户可以在其间漫游或飞翔。

②实体 指虚拟环境中的虚拟物体,是对现实物体的模拟,一个实体包含若干属性,以描述它的形状,大小,颜色等等。

③行为 简言之,行为是实体属性变化的过程。设实体 $E = (A_1, A_2, \dots, A_n)$ 是由属性 A_1, A_2, \dots, A_n 组成的 n 元组,则 E 的一个行为可以定义为: $f(E) = (f_1(A_1), f_2(A_2), \dots, f_n(A_n))$

举个简单的例子,一个虚拟汽车实体有一个位置属性,当它进行漫游时,位置随时间的变化过程就是一种行为。分布式的虚拟环境中的行为必须是分布的,同步的和实时性的。

④化身 是一种特殊的实体,为了使虚拟环境的所有用户有共享一个虚拟世界的真实的体验,每个用户需要有一个适当的表现形式,这种表现形式

就是化身,用户通过化身同虚拟环境进行交互,其它用户也是通过某个用户的化身来了解他在虚拟环境中的位置、状态和行为。用户可以提供自己的化身描述,也可以使用系统统一提供的化身。

⑤交互 是用户的化身与虚拟环境进行的相互作用,用户通过交互可以引发虚拟环境中某些实体的行为,改变它们的属性。更复杂的协同交互涉及到若干用户的化身,通过协同交互,几个用户可以协作完成某种任务。

2 协同虚拟环境实现中的技术问题

一个设计良好的分布式虚拟环境应该满足以下几种特性:1)一致性:即所有虚拟环境的参与者对于环境的相同部分有着一致感觉。2)协作性:虚拟环境的用户不仅能意识到彼此的存在,而且还能够进行协作以完成一定的任务。3)扩展性:虚拟环境的通讯原型应该适应于各种数量的用户,各种通讯带宽等诸多情况。4)协作性:虚拟环境的用户不仅意识到彼此的存在,而且还能够进行协作以完成一定的任务。5)交互性:虚拟环境的用户与虚拟环境之间有一定的交互能力。6)实时性:虚拟环境的用户与虚拟环境的交互实时性应比较好。

为了达到以上的要求,系统的通讯量是很大的,但实际上网络带宽是有限的,网络带宽的缺乏和网络延迟是实现协同虚拟环境的主要障碍。下面我们进一步探讨为了解决这个矛盾所应考虑的一些技术性问题的。

2.1 实体行为的同步问题

用户同虚拟环境进行交互,虚拟环境中的实体属性会产生相应的变化,这就产生了行为。为了保证虚拟环境的一致性,实体行为对于所有用户也必须是一致的,这需要大量的实体行为更新消息,从而使网络负载大大增加。为了解决这一问题,可以将实体

的行为划分为不同的类型,不同类型的实体行为有着不同的同步方式。如可以把行为分为“确定性的”和“不确定性的”。确定性的行为意味着实体状态是时间的函数,即在实体行为发生后的任意一个给定的时间,可以完全确定一个实体的状态。这样,我们就可以仅对这种行为的起点和终点进行同步。对于不确定性的行为,可以采用所谓“预测法”,把这种行为看成确定的,当行为发生时,除了向所有用户传送行为的触发条件以外,还传递一个行为模拟函数,这样,用户可以根据这个函数对行为进行独立的模拟,而在行为发生地,除了用行为模拟函数进行模拟以外,还跟踪实体的实际状态。当模拟函数与实际状态发生了一定的偏差以后,才重新估计实体的行为,得到一个修正的模拟函数,并传递相应的更新消息通知所有的用户使用新的模拟函数进行模拟。当行为结束后,传递结束条件。可见,采取这种技术就可以大大减轻网络的负载。

2.2 区域的划分问题

区域的划分是减轻协同虚拟环境中网络负载另一个主要手段。由于人对于周围环境的感受,实际上只限于周围的一小部分,因此虚拟环境中行为只需要分发给附近的用户。这样就减少了同步消息的传递。区域的划分有以下三种方式:

1)基于虚拟环境结构的区域划分 是将整个虚拟环境划分为若干个互不相交的区域,而所有区域的并集又组成整个虚拟环境,一个用户的化身在同一时刻仅能存在于一个区域之中,区域的划分原则是基于虚拟环境的结构,如一个虚拟房间可以划为一个区域。这样,一方面,实体的行为仅传递给位于同一区域内的用户。另一方面,只有位于同一区域内的两个用户才能够进行协同交互。这种划分方式的优点在于实现起来比较简单。

2)基于用户数目的区域划分 与基于结构的划分相类似,所不同的是区域的范围不是静止不变的,而是随着用户数量的变化而动态改变。系统初始化时,整个虚拟环境被划分为一个区域,当虚拟环境的用户增加到一定程度时,原来的区域分裂为两个区域,每个区域都包括适当数量的用户。当某个区域过于拥挤时,这个区域继续进行分裂。相反地,当两个相邻区域内的用户数量之和不大于一个区域所能容纳的用户时,这两个区域将合并为一个区域。这种划分方式的优点在于,每个区域内的网络传输总量都被控制在一定的范围内,这样每个区域的实时性都可以保持得比较好。

3)基于用户感知能力的区域划分 每个虚拟环境中的实体都有一个“氛围”(Aura)的属性,它体现

了这个实体的行为的客观影响范围。实体的不同行为将改变其氛围的大小,如闪动的灯光的氛围相对于蜂鸣的门铃来说就要大一些。相应地,每个用户的化身有着一个“视野”(Eyeshot)的属性,它体现了用户的主观感知能力。当用户的化身在虚拟环境中进行移动时,其视野也随之而移动。当视野与某个实体氛围相重叠时,这个实体所发生的行为的更新消息将发送到这一用户。当两个用户的视野相重叠后,他们可以进行协同交互。在这种划分方式中,网络传输的总量要大于第一种方法,实时性要稍差一些。

2.3 组播技术的应用

相对于广播和点对点通讯而言,组播(multicast)可以一次将一个信息同时传送给一组用户,在这种通讯方式下,可以将若干台机器分配以一个组播地址。当使用这一地址进行消息传递时,各个机器都会接收到。由此可见,比起广播和点对点通讯,组播技术与区域的划分有着更自然的对应关系,而且比起广播和点对点通讯效率都要高,既减少了网络传输的数量,又避免了无关的机器对于不需处理的包进行响应的资源花费。事实上,上述的三种区域划分方式中,前两种方式都可以方便地应用组播技术。

对于基于虚拟环境结构的区域划分,我们可以给一个区域赋一个组播地址,当一个用户进入此区域后,即获得相应的组播地址。区域内的实体行为更新消息也通过这一地址进行传递,这样就可以保证仅有进入这一区域内的用户才会收到这些消息,而同一区域内的用户也可以利用这一地址彼此进行交互。

基于用户数目区域划分也可以利用组播通讯方式,但组播地址的分配也应该是动态的,当区域分裂时,要给其中一个区域分配一个新的组播地址,而区域合并时,其中的所有用户将设置为同一组播地址。

3 协同虚拟环境系统介绍

目前,世界上进行协同虚拟环境研究的项目很多,其中一些主要的项目有:

DIVE 是一个分布式多用户的虚拟现实系统,由瑞典计算机研究所开发。DIVE 中包含了若干世界,每个世界由一个对象数据库来描述。世界中的实体具有一定的几何形状属性,并用一个事件驱动的有穷状态自动机来实现实体行为。另外也可以通过 C 语言代码实现行为。当一个用户加入一个世界后,通过 TCP/IP 协议接收当前世界状态的一个完整拷贝。对于世界状态的任何改变通过康奈尔大学研究的 ISIS 工具以组播方式传递给相关用户。另外,某些特定的消息也可以通过广播方式传递所有用户。

DVS 是由英国 DIVISION 公司开发的一个商业虚拟现实系统,运行在 SGI 工作站上,DVS 基于一个大规模的分布式数据库,虚拟环境中的所有实体都由数据库中的标准数据类型来描述。在每用户的机器上运行有一个代理程序,用于管理这个数据库,虚拟环境中的所有通讯及信息共享都通过数据库来进行。用户可以在数据库中插入和删除元组,以改变虚拟环境的状态,同时这种改变随着数据库内容的变化也传递给其他用户。DVS 中的实体可以执行比较简单的行为动作。

MR Toolkit 并非是一个具体的虚拟环境,而是一个创建虚拟现实风格用户界面的工具,由 Alberta 大学研制。它既可以创建单用户应用的用户界面,也可以创建复杂的多用户应用的界面,用户之间的通讯通过一个共享的数据结构,其值还可以在用户之间进行拷贝,MR Toolkit 创建的多用户应用是一种比较固定的结构,应用的发起者即主进程在自己机器的某个端口上创建虚拟环境,而其他参与者即从进程使用 UDP 协议连接到机器的这个端口上就可以加入虚拟环境,而用户与环境之间的交互必须由开发人员通过工具编制另外的代码实现。

AVIARY 其结构和原型由曼彻斯特大学开发,可以用来实现多种结构的虚拟环境,如有重力的或无重力的,二维的或三维的。AVIARY 系统基于一个通用的分布式对象系统,通过消息组播机制进行通讯。系统中的每个对象均有相应的组播地址,并有特写的标识符,虚拟环境的实体分为“轻载的”和“重载的”,用以实现不同级别的行为,轻载的实体通过一个实体服务器执行其行为,而重载的实体附带有自身的进程以实现行为。另外,AVIARY 中的实体类型还可以在运行时实时创建。

VEOS 由华盛顿大学的人机界面技术实验室开发,用于验证实时虚拟现实应用的原型和概念。VEOS 主要基于 LISP 语言,VEOS 系统由若干节点进程组成,每个进程包括一个 LISP 解释程序和一组 C 语言描述的支持通讯和其他动作的原语。VEOS 中的实体由一个 LISP 程序所描述,通过节点进程解释程序解释执行,用户之间通过可靠的消息传递实现了一个共享的数据库,每个用户在数据库中有一个私有区域用于记录自身的属性,一个共享区域用于记录外在的可见的属性,以及一个输入区域用于访问其他用户公有区域的内容。用户与环境之间的交互通过在数据库中的插入或删除元组来实现。

WAVES 由卡内基·梅隆大学开发,它是一种分布式对象系统,重点在于描述行为。WAVES 系统由一组主机(或进程)组成,用以提供实体运行的上

下文环境,系统中消息管理器用以管理主机间的通讯,视觉管理器用以保证虚拟环境的一致性,进行区域管理,并处理交互动作。

NPSNET 由美国海军研究生院开发,是一种用于军事训练和模拟的网络虚拟系统,可以支持大量的用户。其中的实体用于描绘军用器材和士兵。NPSNET 使用 DIS 原型传递实体的运动方向和速度等信息,通过预测法来更新实体的属性并通过组播进行通讯,以节约网络带宽。整个虚拟环境由大量的六角形区域组成。

MASSIVE 用于验证基于空间划分的交互原型,其空间划分方式使用上面介绍的基于用户感知能力的方式,系统中氛围管理器用于管理实体氛围属性,检测实体氛围与视野之间的重叠,并分配相应的地址进行通讯。实体的行为使用 C 代码来描述。

结论 上面介绍的协同虚拟环境都是基于专用的网络环境和软件,随着 VRML 虚拟现实建模语言的提出,构造基于 Internet 的通用协同虚拟环境已经成为可能,由于 Internet 是目前唯一的全球网络体系,因此目前的研究正在向使用 VRML 描述的虚拟环境发展,上面提到的许多概念在 VRML 中都有一定的支持,如通过事件模型和 Java 脚本语言可以实现虚拟环境的实体的行为及同步,通过接近传感器的派生可以实现实体的氛围,使用触摸传感器,拖动传感器可以实现用户与虚拟环境之间的交互,等等。这样,用户使用标准的浏览器即可以在虚拟环境中漫游。可以预见,基于 VRML 协同工作环境的研究将成为这个研究领域的主流。

参考文献

- [1] J. Locke, An Introduction to the Internet Networking Environment and SIMNET/DIS, unpublished work, [www]http://www-npsnet.cs.nps.navy.mil/npsnet/publications/DISIntro.ps.Z.
- [2] Wolfgang Broll, Distributed Virtual Reality for Everyone—a Framework for Networked VR on the Internet, Proc. of IEEE VRAIS' 97 Conf.
- [3] C. Carlsson, O. Hagsand, DIVE—A Platform for Multi-User Virtual Environments, Computer and Graphics 17 (6)1993
- [4] D. N. Snowdon, A. J. West, The AVIARY VR SYSTEM: A Prototype Implementation, 6th ERCIM Workshop, June 1994
- [5] C. Greenhalgh, S. Benford, MASSIVE: a Collaborative Virtual Environment for Tele-conferencing, ACM Transactions on Computer-Human Interaction 1995