

文章编号: 1000-2405(2001) 06-0047-04

虚拟现实中的建模方法*

杨克俭 刘舒燕 陈定方
(武汉理工大学) (中国科学院计算技术研究所)

摘 要: 建模技术是虚拟现实中的关键技术之一,经历了从几何建模、物理建模到行为建模的发展进程,行为建模方法真正体现了虚拟现实的特征。目前,以行为建模方法为代表的新一代建模方法的研究方兴未艾,其应用前景非常可观。
关键词: 虚拟现实; 几何建模; 物理建模; 行为建模
中图法分类号: TP 391. 41 **文献标识码:** A

虚拟现实技术是一种计算机图形交互技术,是计算机图形技术的自然发展,其基本特征是沉浸、交互和构想。虚拟现实技术包括沉浸式与非沉浸式虚拟现实技术。一般认为,理想的虚拟现实应具有沉浸感、交互性和感知视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉等多种信息的能力。另外,虚拟现实中的物体应该具有按一定规则进行活动的的能力,即具有“自主性”。沉浸式虚拟现实技术是通过一些特殊的外部设备、高性能计算机以及相应的软件来实现的。例如:从头盔获得三维立体视觉、由 6 自由度力传感器组成的数据手套感知触觉、通过立体声耳机获得听觉。使人完全沉浸到计算机创造的图形世界里,犹如感受真实世界。非沉浸式虚拟现实技术,则是通过传统的标准外设,主要是依赖软件技术来实现的,其特点是经济、方便。

1 虚拟现实中的建模方法

建模方法是虚拟现实技术中最重要的技术领域,也是虚拟现实技术中的关键技术之一。正如计算机图形领域的著名学者伊万·萨瑟兰所说的那样:“计算机屏幕只是一个窗口,但通过这个窗口,我们可以看见一个虚拟的世界。我们面临的挑战是如何使这个世界看起来真实、动起来真实、听起来真实、摸起来真实!”而所有这些“真实”的实现,依靠的就是建模技术。

计算机图形学是虚拟现实的奠基石,在计算机图形学中,被研究的最多的,也是最重要的研究方向之一就是建模技术。建模技术的内容十分广泛,不仅涉及数学、动力学、运动学等基础学科,同时,还涉及机器人学、机械工程和生物机械学等应用学科。

虚拟现实建模同其他图形建模系统相比有自己的特点,主要表现在以下三个方面^[1]:

- (1) 虚拟现实中可以有非常广泛的物体,往往需要构造大量完全不同类型的物体。
- (2) 虚拟现实中有某些物体必须有其自己的行为,其他图形建模系统往往只是构造静态的物体,即使有运动,也往往是比较简单的诸如平移或旋转等形式。
- (3) 虚拟现实中的物体必须能够对观察者作出反应。当观察者与物体进行交互时,物体必须以某种适当的方式作出反应,而不能忽视观察者的动作。

这些建模特点给虚拟现实建模技术和软件提出了特别的需求,包括:

- (1) 可重用性。虚拟现实中的物体是广泛的,开发一个物体的几何和行为模型往往需要花费很大的精力,如果标准模型库可重用,则可节省大量劳动。

收稿日期: 2001-05-21.
作者简介: 杨克俭 (1954-),男,副教授;武汉,武汉理工大学计算机学院 (430063).
* 国家自然科学基金项目 (60073057)和中科院计算所客座研究项目 (A00157)资助。

(2)在交互时,模型应能提供某种暗示,使得交互能按意图进行。

(3)在构造物体的集合结构时,必须充分考虑到是否有利于表现物体的行为。

正是上述虚拟现实建模的要求,使得虚拟现实建模技术经历了一个从几何建模、物理建模到行为建模的发展过程

1.1 虚拟现实中的几何建模

在虚拟现实建模技术中最先得到发展的是几何建模。

几何建模处理物体的几何和形状表示,研究图形数据结构等基本问题。几何建模技术的研究对象是物体几何信息的表示与处理。它涉及表示几何信息的数据结构,以及相关的构造与操纵该数据结构的算法。

几何建模技术分为体素和结构两个方面。体素用来构造物体的原子单位,体素的选取决定了建模系统所能构造的对象范围。结构用来决定体素如何组合以构成新的对象。

几何建模可以进一步划分为层次建模法和属主建模法。

1.1.1 层次建模方法

层次建模方法利用树形结构来表示物体的各个组成部分,对描述运动继承关系比较有利。例如:手臂可描述成由肩关节、大臂、肘关节、小臂、腕关节、手掌、手指构成的层次结构,而各手指又可以进一步细分。在层次模型中,较高层次构件的运动势必改变较低层次构件的空间位置,例如:肘关节转动势必改变小臂、手掌的位置,而肩关节的转动又影响到大臂、小臂等。图 1是我们用层次建模方法实现的机械手臂运动仿真模型^[2]。

1.1.2 属主建模方法

属主建模方法的思想是让同一种对象拥有一个属主,属主包含了该类对象的详细结构。当要建立某个属主的一个实例时,只要复制指向属主的指针即可。每一个对象实例是一个独立的节点,拥有自己独立的方位变换矩阵。以汽车建模为例,汽车的 4 个轮子有相同的结构,我们可为之建立一个轮子属主,每次需要轮子实例时,只要创建一个指向轮子属主的指针即可。通过独立的方位变换矩阵,便可以得到各个轮子的方位。这样做的好处是简单高效、易于修改、一致性好。图 2 中的齿轮减速箱模型就是用属主建模方法实现的。

几何建模在 CAD 技术中得到了广泛的应用,也为虚拟现实建模技术研究奠定了基础。但是,几何建模仅仅建立了对象的外观,而不能反映对象的物理特征,更不能表现对象的行为,即几何建模只能实现虚拟现实“看起来像”的特征,而无法实现虚拟现实的其它特征。因此,人们开始对建模技术进行进一步的探索。

1.2 虚拟现实中的物理建模

建模技术的进一步发展是物理建模,即:在建模时考虑对象的物理属性。分形技术和粒子系统就是典型的物理建模方法。



图 1 机械手臂运动仿真模型



图 2 用属主建模方法实现的齿轮减速箱模型

1.2.1 分形技术

分形技术可以描述具有自相似特征的数据集。自相似的典型例子是树: 若不考虑树叶的区别, 当我们靠近树梢时, 树的细梢看起来也像一棵大树。由相关的一组细梢构成的一根树枝, 从一定距离观察时也像一棵大树。当然, 由树枝构成的树从适当的距离看时自然是棵树。虽然, 这种分析并不十分精确, 但比较接近, 这种结构上的自相似称为统计意义上的自相似。

自相似结构可用于复杂的不规则外形物体的建模。该技术首先被用于河流和山体的地理特征建模。举一个简单的例子, 我们可利用三角形来生成一个随机高程的地形模型: 取三角形三边的中点并按顺序连接起来, 将三角形分割成 4 个三角形, 同时, 我们给每个中点随机地赋予一个高程值, 然后, 递归上述过程, 我们就可产生相当真实的山体。

分形技术的优点是用简单的操作就可以完成复杂的不规则物体建模, 缺点是计算量太大, 不利于实时性。因此, 在虚拟现实中一般仅用于静态远景的建模。

1.2.2 粒子系统

粒子系统是一种典型的物理建模系统, 粒子系统是用简单的体素完成复杂的运动的建模。粒子系统由大量称为粒子的简单体素构成, 每个粒子具有位置、速度、颜色和生命期等属性, 这些属性可根据动力学计算和随机过程得到。在虚拟现实中, 粒子系统常用于描述火焰、水流、雨雪、旋风、喷泉等现象。

在虚拟现实中粒子系统用于动态的、运动的物体建模。图 3 是我们建立的武汉市江汉路步行街模型, 其中的街头喷泉, 就是采用粒子系统实现的。



图 3 用粒子系统实现的武汉江汉路步行街喷泉



图 4 根据动力学计算得到的滑坡运动模型

1.3 虚拟现实中的行为建模

几何建模与物理建模相结合, 可以部分实现虚拟现实“看起来真实, 动起来真实”的特征, 而要构造一个能够逼真地模拟现实世界的虚拟环境, 必须采用行为建模方法。

行为建模处理物体的运动和行为的描述。如果说几何建模是虚拟现实建模的基础, 行为建模则真正体现出虚拟现实的特征: 一个虚拟现实中的物体若没有任何行为和反应, 则这个虚拟现实是孤寂的, 没有生命力的, 对于虚拟现实用户是没有任何意义的。

虚拟现实本质上是客观世界的仿真或折射, 虚拟现实的模型则是客观世界中物体或对象的代表。而客观世界中的物体或对象除了具有表现特征如外形、质感以外, 还具有一定的行为或能力, 并且服从一定的客观规律。例如: 把桌面上的重物移出桌面, 重物不应悬浮在空中, 而应当做自由落体运动。因为重物不仅具有一定外形, 而且具有一定的质量并且受到地心引力的作用。又如: 创建一个人体模型后, 模型不仅应具有人体表现特征, 而且还应当具有在虚拟视景中呼吸、行走、奔跑等行为能力, 甚至可以做出表情反应。也就是说, 模型应该具有自主性。

行为建模就是在创建模型的同时, 不仅赋予模型外形、质感等表现特征, 同时也赋予模型物理属性和“与生俱来”的行为与反应能力, 并且服从一定的客观规律^[3]。

如果说几何建模技术主要是计算机图形学的研究成果,那么,物理建模和行为建模则只能是多学科协同研究的产物。例如,山体滑坡现象是一种复杂的自然现象,它受到滑坡体构造、气候、地下水位、滑坡体饱水程度、地震烈度以及人类活动等诸多因素的影响和制约,库岸边坡的稳定性还受到水位涨落的影响,要在虚拟现实和计算机仿真中建立山体滑坡现象模型,并客观地反应出其对各种初始条件和边界条件的响应,必须综合岩土力学、工程地质、数学、计算机图形学、专家系统等多个学科的研究成果,才能建立相应的行为模型。图4是我们研制的“三峡滑坡仿真系统”中,根据动力学计算和变形分析得到的山体滑坡运动模型。行为建模的具体实现主要依靠面向对象方法、运动学、动力学计算和算法动画技术,笔者在文献[4]中对行为建模方法进行了探讨,并提出了一种基于行为建模工具的“行为-特征建模方法”(此项研究已获得国家自然科学基金和中科院计算所客座研究项目资助)。

2 结语

虚拟现实中的建模经历了从几何建模、物理建模到行为建模的发展进程,行为建模方法真正体现了虚拟现实的特征。根据我们在虚拟现实与计算机仿真研究中的一些体会,对虚拟现实中的建模方法进行了一些探讨,分析了虚拟现实各种建模技术的特点及作用,说明了要实现虚拟现实的特征,就必须依靠行为建模方法。随着虚拟现实技术的进一步发展以及虚拟现实技术应用领域的进一步扩大,以行为建模技术为代表的新一代建模方法的研究方兴未艾,其应用前景非常可观。

参考文献

- 1 张秀山,徐荣花.虚拟现实技术及编程技巧.长沙:国防科技大学出版社,1999. 63~ 64
- 2 杨克俭,刘舒燕.三维人体手臂运动仿真.交通与计算机,1999,17(5): 4~ 7
- 3 Yang Kejian, Liu Shuyan, Chen Dingfang, et al. Behavior-characteristic Modeling and Distributed View Scene Developing Environment. The 2nd International Conference on Computer-aided Industrial Design and Conceptual Design, 1999. 364~ 369
- 4 杨克俭,刘舒燕,陈定方.分布交互三维视景行为特征建模方法研究.计算机辅助设计与图形学学报,2000,12(11): 846~ 850

Modeling in Virtual Reality

Yang Kejian Liu Shuyan Chen Dingfang

Abstract Modeling method is the key technology in VR, which experienced geometric, physical and behavior modeling, behavior modeling expressed the real character of VR. Now, new modeling method becoming hot point And has very good application foreground.

Key words virtual reality; geometry modeling; physics modeling; behavioral modeling

Yang Kejian Assoc. Prof., School of Computer, WUT, Wuhan 430063, China.