

建筑工程多媒体仿真环境设计技术研究

吴炜煜 张士纲

(清华大学土木工程系, 北京 100084)

摘要 结合作者运用多媒体仿真技术, 研制建筑工程领域计算机仿真系统的实践, 论述为实现工程力学场和建筑形态变化的动力学仿真, 建造适用于系统环境和工具的理论和方法。

关键词 建筑工程, 多媒体仿真

1 多媒体仿真概论

1.1 多媒体仿真技术的理论与方法

现代信息技术的快速发展和新的突破, 都对以其为基础的相关技术产生强有力的推动和改造。多媒体技术对传统数字仿真技术, 从概念、方法和体系上不仅是具有改造、拓展, 甚至有重新构造的影响意义, 这一点已为越来越多的事实所证明, 被越来越多的人所重视。

多媒体系统方法最重要的贡献是将不同界面上运载的各类媒体信息能够作统一的, 或叫归一化的处理, 构造适人化的多维信息空间。这就根本改变了仿真系统的运行环境条件。多媒体系统与数学物理模型一起所形成的仿真新体系, 扩展了仿真系统的效能和应用领域。特别是多媒体使仿真扩展到非数字模型所描述的事物领域, 对工程中场景设计研究、结构系统定性分析等问题, 都能有效地实现模型建立、模态比较、仿真效果表达。

概括起来, 所谓多媒体仿真, 是指采用不同媒体形态描述不同性质的模型信息, 建立反映系统内在运动规律和外在表现形式的仿真模型, 在仿真运行时可产生定性、定量相结合的系统动态演变过程, 以多维信息综合表达仿真结果。多媒体仿真使人们可以较自然地按照实际系统的固有特点和认识方法, 来建立和表达其模型状态和演变行为, 以尽可能直接的最具普适性的手段, 来认识和表达客观对象, 应

当说这更能体现“仿真”的原义。

多媒体仿真将整个过程都建立在信息技术基础上, 这并没降低传统的数学模型的作用。相反的是使之更强化、更有声有色、更生动具体。多媒体系统模型, 从统一的角度对各种媒体的信息进行时间和空间表达, 它把数学模型作为一种时变数字媒体, 有效地集成在系统中, 使外在媒体表现和内在规律有机结合, 相得益彰。在这里, 我们强调仿真系统中抽象演算与直观形式结合, 强调定量方法与定性方法结合, 在求解仿真对象的时态运动描述方法上, 更适合科学研究和工程设计的需要。

1.2 多媒体仿真环境的主要特点

多媒体技术对仿真环境的建立产生重大的影响。主要表现在: 建立仿真对象的多媒体信息库、多种媒体综合表现模型及其与运动方程的协同显示机制、仿真过程和求解结果的演播与交互查询等。

多媒体仿真建模与传统的建模方式不同。首先, 在建模初期, 就基本确定了模型的声、文、图等多种媒体的综合属性和相互关系, 使模型在表达个体固有属性时运用多种表现手段, 生动深刻的展现其本征。其次, 多媒体仿真建模采用面向对象的建模方式。模型中的各个成分以对象的形式表现, 对象自身的属性和状态是私有的, 各个对象之间依靠事件驱动(消息)发生联系。这更加符合人们对自然界的认识和理解过程。

多媒体仿真表现环境是以信息和多种媒体的集

成为基础,将仿真对象的属性、运行的过程以及仿真结果以多媒体的形式表现出来的一种系统。其具体内容包括对仿真实体和环境的可视化描述以及对它们的动态表现和控制等。

多媒体仿真表现环境充分利用多媒体交互处理多种媒体信息的特点,将仿真对象和仿真过程生动的展现于屏幕上,使技术人员得到仿真结果和运行过程的定性定量相结合的直观演示,大大减轻了技术人员的行为难度。

2 建筑工程多媒体仿真环境设计的核心技术

多媒体仿真与传统数字仿真在系统环境设计要求上有很大的不同。从功能目标看,主要有以下几方面:

- (1) 支持媒体对象从建模到仿真过程的多种媒体的表现。
- (2) 所建对象运行模型在一定仿真机制下运行时,能体现其固有的或虚拟媒体特征,包括自动生成运动方程。
- (3) 支持仿真系统的实验校正和交互控制。
- (4) 支持多媒体数据库系统管理操作及其版本进化。
- (5) 支持仿真演播、观看或查询求解结果及仿真过程,编创演播脚本。

多媒体仿真环境要求多媒体平台能有效地支持客观对象的虚拟表现技术,就建筑工程仿真而论,特别是要求支持如下核心技术:三维工程数据场的显示;计算机层析技术;四维曲面空间的场静态显示及动态显示控制技术;不同媒体对象的归一化处理和集成技术。

2.1 三维工程数据场的显示

三维工程数据场的可视化是实现建筑结构多媒体仿真的基础。我们在建筑结构力场的显示和场景表现(如风力场)中,主要以体绘制技术为基础。

2.1.1 体绘制技术

体绘制技术是指经重采样和图象重建后,将连续的三维源数据场映射到屏幕图象空间,形成连续的二维屏幕图象的技术。三维数据场重采样的目的是将连续的三维图象离散化,为将三维物体空间映射到二维屏幕空间提供离散的数据点阵,同时确定观察方向。对重采样数据进行平移、旋转、缩放等空

间变换,用插值法求出各点的图象空间坐标和灰度值,即完成由实体空间到图象空间的重建。

2.2 多维工程数据场的显示

为研究建筑结构在外力作用下的受力状况和时间响应,实现结构内力场的可视化,我们在三维空间的基础上引用了结构受力特性,构成四维工程数据场。四维数据场的显示采用计算机层析技术。已知物体某点的空间坐标为 $f(x, y, z) \in V$, 引入该点的某一特定属性作为一维投影数据 S , S 可以代表该点的应力、应变、位移等。以 S 为基线,运用一定的重建算法重构出物体在四维空间的三维图象。

2.2 三维数据场的动态显示控制

在建筑结构的动力学仿真中,仅实现三维数据场的显示是不够的。为达到荷载作用下结构随机振动的效果,必须对体数据场进行显示控制和动态实现。

2.2.1 显示控制

为了观察建筑结构各个角度所受荷载的方向、速度及建筑物表面压力,需要对视角方向进行控制。我们知道,空间一点的位置可以用它与三个坐标轴 x, y, z 的夹角 α, β, γ 来表示。如图 1 所示,设视点为 S , α, β, γ 的变化直接反映出 S 的变化。因此,只要控制 α, β, γ 三个角度,即可实现从不同方位观察物体。

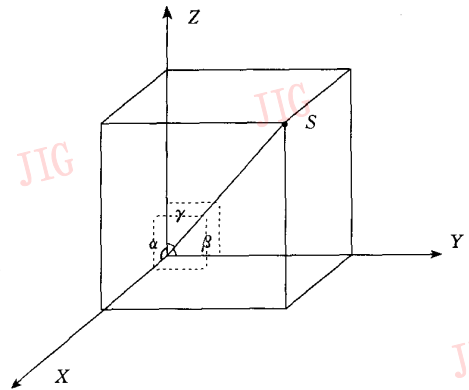


图 1 显示控制

Fig. 1 View Control

2.2.2 工程结构的动态仿真——工程图变形技术

实现多媒体仿真的另一关键问题是实现三维动画效果。在建筑结构的多媒体仿真中就是要模拟结构的随机运动过程。由于实验采样数据离散程度大,采样率低,而且一般只知道振动的初始状态和最后

状态。要想做到完全仿真,必须采用工程图变形技术,使计算机自动在原图和目标图之间产生一系列中间图,以实现平稳而光滑的变形。变形技术的算法原理是以实测数据为基础进行插值。这种插值与一般数学意义上的插值有所不同,需要根据表达对象的拓扑结构、约束条件和动力学特性等因素,选择恰当有效的插值模型和插值方法。在结构工程中,我们采用形态特征模型作为基本插值模型。插值法采用非线性自由变形算法,同时考虑结构的受力状况,保证各个阶段的变形都满足允许位移场条件。

3 建筑工程多媒体仿真环境架构

建筑工程多媒体仿真环境基本架构如图2所示,其中主要由以下几个部分组成:

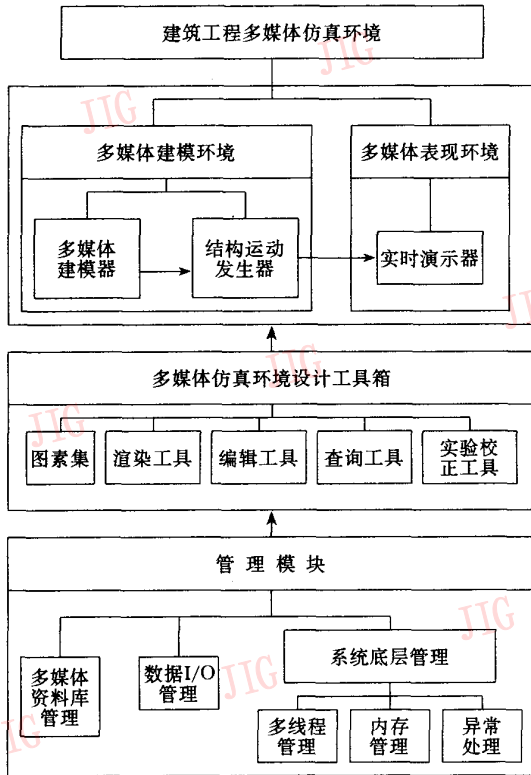


图2 建筑工程多媒体仿真架构图

Fig.2 Basic Frame of Multimedia Simulation Environment for Structure Engineering

3.1 基本管理模块

负责对仿真系统的数据资料、接口设备和工作平台进行管理。针对建筑工程系统,除需配备基本的

多媒体计算机以外,还要有以下几个软、硬件辅助设备:

3.1.1 数据采集设备

采集实验数据,为仿真工作的展开提供原始资料。

3.1.2 数据接口子模块

将实验中的电脉冲数据转换成绘图软件所需的数据格式。

3.1.3 绘图设备

用于输出拷贝仿真结果的绘图仪等图形设备。

3.1.4 其他设备

为各种特定要求所配置的设备,如打印机、扫描仪等。

3.2 仿真环境设计工具箱

是仿真系统的工具集成模块。包括以下几个部分:

3.2.1 图素集

可以快速生成点、线、圆、立方体、圆柱和圆锥等基本图形单元。

3.2.2 渲染工具

负责场景渲染和纹理映射。包括:

(1) 纹理生成器:自动生成如砖墙、混凝土、木材、玻璃等建筑工程中常用的材料纹理,并完成对实体的帖制。

(2) 场景生成器:自动生成阴、晴、雨、雪等气候描绘,并包含有建筑场景渲染中常用的树、人等实体集。

(3) 调色板(Palette)编辑器等工具:允许用户改善图象质量,改变图象深度,提供特殊深色效果表达能力;分离、重组局部构件;同时显示多幅图象等。

3.2.3 编辑工具

允许用户对原有模型进行改造,如:设置、改变参数,增加新的数据等。也允许用户重建新的模型。编辑模块同时还提供数据变量与图形单元的连接对应机制。

3.2.4 查询工具

允许用户实时查询结构的各种媒体特性、静力特性和动力特性等数据资料。

3.2.5 实验校正工具

可信性是系统仿真的关键,其发展日益得到重视。在建筑工程多媒体仿真系统中,实验校正工具是不可少的一个组成部分。该工具集成丰富而宝贵的专家经验,将已有物理实验、破坏实验和历史数据作

为校验依据,对系统建模的逼真性、参数输入的正确性、仿真效果的有效性等进行检验,并依此不断改进系统,逐步提高仿真实验的准确性和置信度。

3.3 演示模块

这是主要的图形处理模块。具有交互性的图形生成和处理功能。用户无需知道过多的图形学知识,亦可随意操纵显示形式。

在演示模块下设有如下几个子模块:

图形显示子模块 允许用户基于三维视觉空间,从各个角度观察图形。

动画生成子模块 以变形技术为基础,形成三维实体动画。

建筑工程多媒体仿真系统的开发和应用软件、硬件平台主要有:计算机硬件采用高档微机为核心的

多媒体系统,软件采用以 WINDOWS 为核心、并配有支持上述技术能力有关工具及兼容软件,如 SGI 和 Apple 公司的图形和声音处理工具,编程工具采用具备面向对象设计类,如 C++, Visual Foxpro 等。

参考文献

- 1 吴炜煜. 多媒体系统软件及应用设计,北京:电子工业出版社,1996.
- 2 王维平等. 多媒体仿真建模方法和仿真策略. 系统仿真学报,1995,7(4):11~17.
- 3 朱一凡等. 多媒体仿真表现环境与实现,系统仿真学报,1995,7(4):18~24.
- 4 吴炜煜等. 工程图变形技术研究和应用. 见:中国土木工程学会计算机应用学会:土木工程计算机应用文集,北京:中国环境科学出版社,1995年11月.



吴炜煜,清华大学副教授,1970年毕业于清华大学工程力学数学系,其后在清华大学任教,现任中国计算机学会多媒体专业委员会委员、多媒体辅助工程学组主任、北京图象图形学会理事等。主要著作有:多媒体技术开发指南,工程数据管理系统,多媒体系统软件及应用设计等。目前感兴趣的研究领域是:工程数据库系统、计算机信息管理系统、计算机辅助工程、多媒体仿真系统。

Study on Multimedia Simulation Environment Design Technologies for Structure Engineering

Wu WeiYu, Zhang ShiGang

(Dep. of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084)

Abstract The design technologies of Multimedia Simulation (MS) environment for structure engineering were presented in this paper. MS system is different from traditional simulation system in the sense that the user can work with a fully simulated, animated multimedia demonstration for what will occur on the proposed works. The MS is an improvement in the means of model expanding, parameter inputting, behavior controlling and displaying etc. The concept of multimedia simulation and the corresponding environment were introduced. Special attention was focused on the main technologies and basic tools to build the environment. The system can be used to simulate the engineering mechanics field, structure behaviors and other related areas animatedly.

Keywords Structure engineering, Multimedia simulation