

面向数字城市的城市规划可视化系统设计及其实现

Design and Implementation of An Urban Planning Visualization System for Digital City

陈大炜 王乘 李利军 (武汉华中科技大学数字化工程研究中心 430074)

摘要:以数字化技术为代表的新技术的发展,特别是可视化仿真和地理信息系统技术的引入,在很大程度上影响了传统城市规划方法和理念。本文设计并实现了一个面向数字城市的城市规划可视化系统,分析了该可视化平台的系统框架,详细讨论了城市模型数据库、系统模块组成及其集成方式,最后给出了该系统的应用实例。

关键词:数字城市 可视化仿真 城市规划

1 引言

数字城市的本质是城市的全面信息化。城市信息可视化是数字城市的基本特征之一,综合应用虚拟现实、可视化仿真、地理信息系统、系统集成等高新计算机技术的城市仿真在城市信息可视化中起着非常重要的作用。

城市规划在城市发展过程中占有至关重要的地位,为了更好的表达规划思想和设计意图,传统的城市规划方法一般都是通过制作缩微模型或者三维动画来对设计方案进行直观的展示和评估,由于城市模型需要经过大比例尺的缩小,虽然能获得城市的鸟瞰形象,但无法以正常人的视角来感受城市的建筑空间,不能很好的反馈观察者对规划设计的意见,也不能提供合理的交流机制。三维动画因为是连续播放渲染好的画面帧序列,所以也不具备任何的交互性,只能被动的参与或者欣赏。而基于可视化仿真技术的城市仿真与传统的城市设计方案三维动画表现有着本质的区别,可视化仿真所生成的画面是实时的,同时具有高度的交互性,设计师、决策者和普通市民都可以主动的参与到城市仿真的过程中。

2 系统设计

本文实现的城市规划可视化仿真系统是建立在城市的场景三维模型数据库、相应的地理系信息系统数据库、多媒体数据库等相关数据库之上的,不仅可以在虚拟的逼真城市环境中进行各种模式的三维景观漫

游,同时还可以对感兴趣的都市信息进行实时的可视化查询和动态的交互式 GIS 分析。

为了更好的实现系统功能,我们采用了三层结构的系统框架,如图 1 所示:底层数据层是整个城市规划可视化仿真系统平台运行的基础,由三维模型数据库、地理信息系统数据库、城市信息多媒体数据库等及其他相关数据库组成。中间层为核心驱动层,主要包括三维渲染引擎和数据访问引擎两种引擎及其支撑的仿真系统平台,它们负责对底层数据库的调用和驱动。我们选择了模块化且具有良好跨平台性的 Vega^[2]作为三维渲染引擎,一方面其强劲的渲染性能可以较好的满足对城市规模三维虚拟场景的可视化需求,另一方面它还提供了完整的应用程序接口可以高效的实现与系统其他模块的通讯和交互。对于数据库访问引擎,考虑到系统主要是与空间数据打交道,我们使用了基于中间件技术的 ArcSDE^[3]空间数据引擎。综合应用层是城市规划可视化仿真平台与用户之间的直接接口,特定用户可以实时交互的完成景观漫游、GIS 分析和规划设计三大功能。

3 系统实现

3.1 城市三维模型数据库

城市三维模型数据库是生成虚拟三维城市环境的基础,也是城市规划可视化得以实现的根本保障。从可视化底层实现的角度来说,对虚拟城市环境景观进行漫游的过程,实际上就是实时系统对一个描述该城

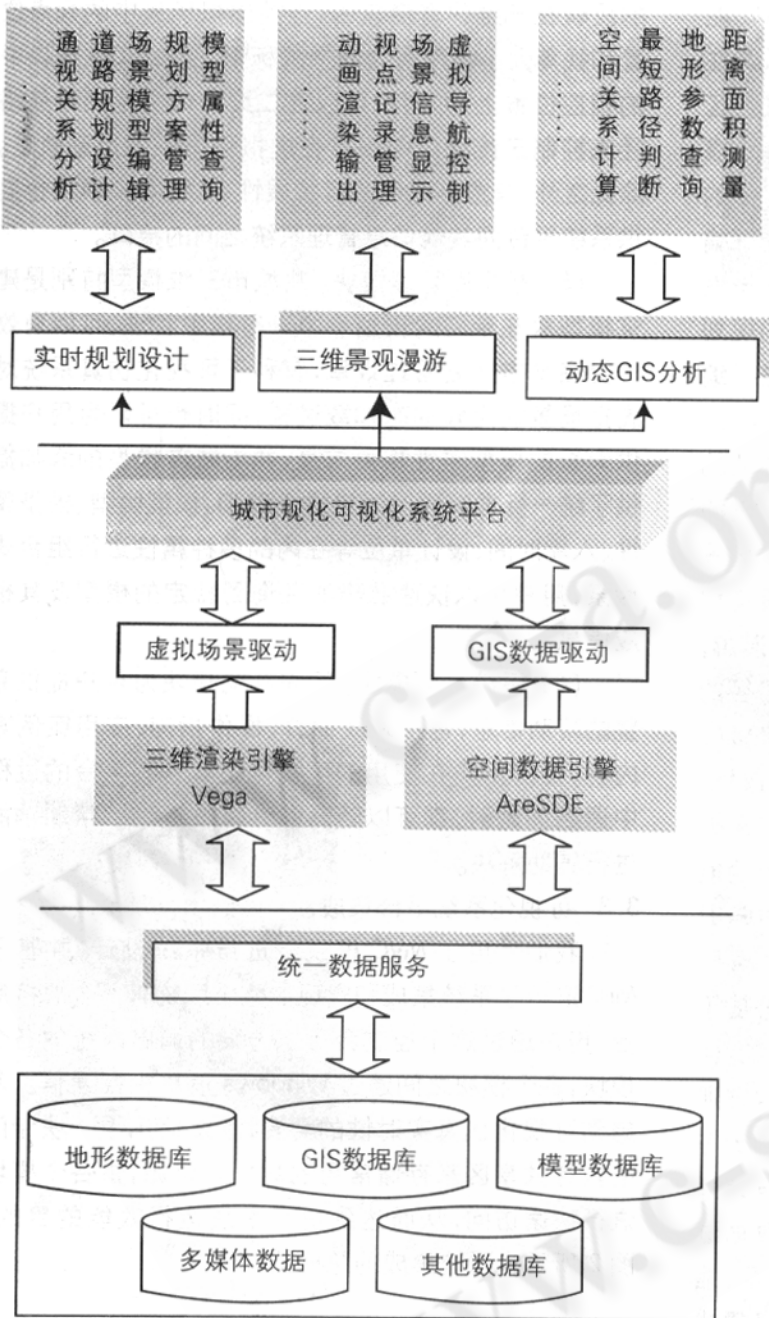


图 1 城市规划可视化仿真平台系统框架

市景观对象的三维模型数据库的动态调用和实时渲染。面向可视化仿真应用的实时三维模型数据库,不仅要像普通的三维模型数据库那样具有完整的几何外观,而且还需要具备一些能够满足实时应用的要求和特点。虽然 Vega 渲染引擎可以支持绝大多数常见的三维模型数据库,考虑到系统的整体运行效能,我们还是选择了专门针对可视化仿真应用而开发的,渲染效率高且具有严格层级结构的节点式 OpenFlight^[4] 模型

数据库作为系统的标准模型数据库格式。

一般来说,城市三维模型可以大致分为地形模型和地物模型两大类,不同类型的模型通常要采用不同的建模策略来进行创建。对大中型城市范围规模的虚拟景观模型而言,地形模型几乎不可能在一个单独数据库中全部表达出来,通常都采用分块创建的办法,我们的做法是根据城市所在范围的数字高层模型、数字线划矢量数据、数字正射影像数据等城市空间基础信息数据,按照一定的标准对整个城市地形进行严格的分割,分别进行半自动的生成并保存成独立的模型文件,系统运行过程中会根据当前的状态进行动态的模型调用和地形匹配,从而形成最优的地形模型数据。

城市地物模型纷繁复杂,包括静态的地面建筑、环境小品、树木等以及动态的交通工具等。以地面建筑为例,把城市范围中的所有建筑都进行单独建模是难以实现的也是不必要的,我们把城市建筑分为标志性重要建筑、一般建筑、非重要建筑和规划中建筑几类:由于标志性城市建筑对整个虚拟城市景观可信度的影响较大,所以要参考相应的建筑图纸进行精细的建模;规划中建筑牵扯到规划方案的评估,可以直接使用设计并创建好的相应模型;一般建筑可以使用特征映射的方式进行半自动式的创建,虽然创建的外观效果可能不够精细,但足以满足大视角范围下的远眺需求;对于大量的非重要建筑则根据相应的地理信息数据,通过应用程序接口自动生成体量相当的低精度代替模型。由于城市地物模型数量众多,特别考虑到城市是建筑模型的重要性,我们还设计了一个专用模型库来进行管理。

3.2 可视化系统模块组成

为了能够满足城市规划可视化的实际需求,系统使用模块化的开发方式,主要分为用户管理模块,三维仿真模块、二维 GIS 模块、系统同步模块、模型库管理模块和系统帮助模块等六个基本模块。

(1) 用户管理模块。考虑到该可视化系统平台并

不是针对特定用户的,所以对于不同用户的实际功能需求,我们为系统设计了三种不同的权限用户,系统在登陆时就根据不同的用户名和密码对用户权限进行区分。管理员用户拥有最高级的权限,可以对数据库、模型库和用户权限进行管理设置,同时拥有其他用户的所有操作权限。操作员用户可以对设计方案进行编辑、修改、删除等操作,主要针对一般设计师和参与设计者。用普通公众用户登录系统则只能对已有的规划方案进行浏览、漫游和简单的信息查询,而不能进行编辑和修改。

(2) 三维仿真模块。系统为该模块提供了单独的窗口资源,主要负责对虚拟城市景观三维模型数据的渲染和管理,包括数据库的动态加载、地形匹配、场景调度等。用户可以通过鼠标或键盘等各种外部设备控制视点在虚拟场景中进行多状态、多视角的任意漫游,也可以选择事先定义好的或者实时定义的固定路径的进行自动浏览漫游。在漫游过程中,用户可以直接按照多种模式对虚拟城市环境中的对象元素进行选择,查询相应的信息或者进行删除、替换、添加模型对象等操作。三维仿真模块除了独立的三维渲染显示功能外,还提供了诸如视频输出等实用功能,并且可以随时与二维 GIS 模块运行状态保持同步。

(3) 二维 GIS 模块。二维 GIS 模块使用的基于 COM 技术的 ArcObject^[5] 组件进行二次开发实现的,作为一个标准 GIS 组件库,通过使用 ArcObject 可以方便的实现包括对空间数据库的显示、检索、编辑和分析等在内的诸多实用的 GIS 功能。考虑到城市规划设计师的实际需求,系统通过该模块可以对城市 GIS 数据进行方便的管理和维护,对城市 GIS 地图进行显示、缩放、平移等基本操作,对各种城市地理信息进行多模式的检索和查询,对城市规划方案进行编辑和管理,同时可以跟三维仿真模块进行耦合。二维 GIS 模块的所有基础数据都使用了面向对象的 Geodatabase 数据模型进行储存和管理,这种建立在数据库管理系统之上的空间数据模型可以一个统一的模型框架下对各种地理空间要素进行统一的智能化描述。

(4) 系统同步模块。系统同步模块主要负责三维仿真和二维 GIS 两个核心模块之间的消息通讯和系统同步,用以保证二维窗口和三维窗口中的显示内容保持一致,用户在二维 GIS 窗口中进行的操作可以实时

的反映在三维仿真窗口中,当前虚拟场景中的视点位置和视角大小也会同时会动态的标识在二维 GIS 窗口中的相应位置上,如用户可以在二维窗口中定义导航路径来控制三维窗口中视点在虚拟场景中的运动轨迹。除此之外,考虑到系统的可扩展性,系统同步模块也提供系统平台同其他信息管理系统之间的接口。

(5) 模型库管理模块。将城市三维模型特别是建筑模型放在专门的模型库中进行集中管理,可以有效的提高城市规划管理效率,有利于可视化仿真系统对虚拟场景调用和动态加载过程,同时也可以为用户提供大量的模型属性相关信息,并为城市模型的添加提供了统一标准。通过对包括模型 ID、模型类型、模型属性、入库时间、设计单位等在内的多种属性进行组合式检索,用户可以快速准确的查询到特定的模型及其相应信息。

(6) 系统帮助模块。系统帮助模块为用户提供完整的帮助信息,包括系统简介、操作指南、应用实例等内容,任何用户在使用可视化仿真系统平台的过程中遇到问题时,都可以随时参考系统提供的帮助功能进行辅助解决。

3.3 可视化系统平台集成

我们采用了 MVC 模式^[6] 进行系统设计,并基于 MFC 进行了系统集成和实现。整个系统有一个总控制台,用户通过这个控制台可以方便的调出系统的各个模块,各个模块之间通过 Windows 消息相互通信。考虑到可视化仿真实时性的需要,系统使用了一块专门的内存共享区来存储常用的数据和资源,供各个模块进行快速访问,从而达到提高系统运行效能的目的。图 2 所示为系统集成的总框图:

4 实现结果

可视化系统在 VC++ 6.0 环境下编译开发,使用的软件包主要为 Veag 3.7 和 ArcGIS 8.3,运行测试硬件平台配置为 P4 2.4G CPU,512M 内存,带 128M 显存的 FX5700 图形加速卡。图 3-5 显示了系统以我国南方某中型城市真实数据为实例的应用效果。

5 结语

本文设计并实现的城市规划可视化系统为城市规划方案的创作和展示创建了新的平台,不仅可以成为

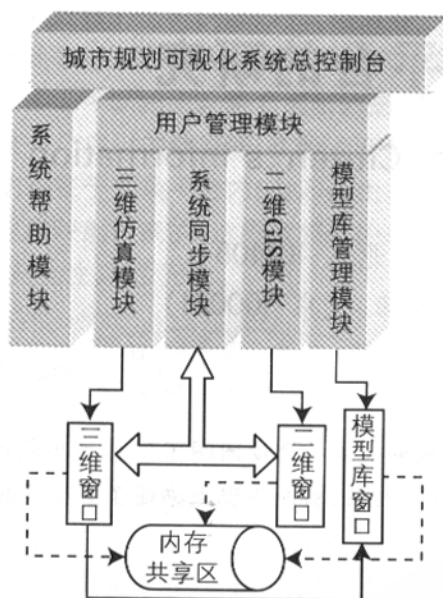


图 2 可视化系统平台集成框图



图 3 规划可视化系统运行界面(左上角为可自动隐藏的总控制台,左半部为三维窗口,右半部为二维窗口)



图 4 三维模块中的城市景观仿真效果

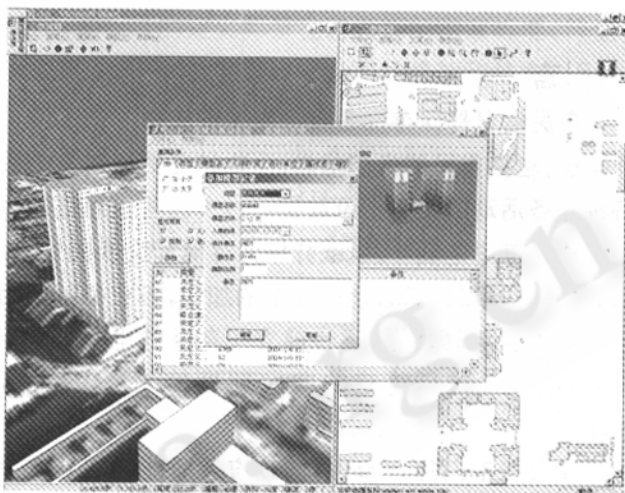


图 5 在模型管理窗口中修改模型信息

设计师的一个强有力的表达工具,还能够方便的对普通公众进行展示,甚至直接为政府和各个职能部门决策服务,大大的提高公众参与的积极性,从而使规划方案的评估和决策更具科学性。目前,本系统已用于我国南方某中型城市的规划管理中,取得了良好的经济效益和社会效益。

参考文献

1 Halem, M. and Hoban, S. Digital Earth. Proceedings of the IEEE Forum on Research and Technology

Advances in Digital Libraries, March 1999.
 2 顾朝林、段学军、于涛方等,论“数字城市”关键技术及其实现[J],城市规划,2002,26(1):16-20。
 3 黄海涛、何正国、杜娟,中间件在GIS开发中的应用[J],测绘通报,2004,(11):29-31。
 4 MPI, Creating Models for Simulations, Version 2.5. MultiGen - Paradigm Inc, August 2001.
 5 杨朝辉、党立华、徐秀萍,基于ArcObject的房地产透视分析系统的研制[J],测绘通报,2003,(11):54-58。
 6 任中方、张华、闫明松等,MVC模式研究的综述[J],计算机应用研究,2004,(10):1-5。