



3维模型及其在城市道路横断面设计中的应用

袁绍晚^{1,2}, 张新长³

(1.广州市城市规划局城建档案管理处,广东 广州 510030; 2.广州市城市建设档案馆,广东 广州 510030; 3.中山大学 遥感与地理信息工程系,广东 广州 510275)

摘要:作为 GIS 重要发展特征之一的 3 维模型,已成为地学研究的重要工具和手段。本文从空间信息表达与传输的角度,阐述了 3D GIS 中 3 维模型的可视化机理,包括 3 维空间数据模型、视觉变量和动态变量等内容,并借助图形实现语言 Java 3D,实现了 3 维模型在城市道路横断面设计中的具体应用。此研究对于利用 3 维模型进行工程实践应用具有一定的借鉴意义。

关键词:3 维空间数据模型;视觉变量;动态变量;城市道路横断面设计;Java 3D

中图分类号:P208 **文献标识码:**A

3D Model and Applications of 3D Model in Designs for Urban Road Transect

YUAN Shao-wan^{1,2}, ZHANG Xin-chang³

(1.Department of Archives Management, Guangzhou Urban Planning Bureau, Guangzhou 510030, China; 2.Guangzhou Urban Development Archives, Guangzhou 510030, China; 3.Department of Remote Sensing and GIS Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: 3D model, as one of important development characters of GIS, is an important tool and means in field of geographic research. From the point of spatial information expression and communication, this paper discusses visualization mechanism of 3D model in the field of 3D GIS such as 3D spatial data model, visual variable and dynamic variable. It also applies 3D model technology to design urban road transect by virtue of Java 3D, a kind of computer graphical language. This research will be beneficial for making use of 3D model in project applications.

Key words: 3D Spatial Data Model; visual variable; dynamic variable; designs for urban road transect; Java 3D

0 引言

当前,人类对地理空间信息获取、处理和表达的高新技术获得了空前的发展,使地图学突破了传统的 2 维静态限制,向多维、动态、交互和虚拟方向发展,其功能也由信息传输扩展到人机交互探索,改变了用户与地图之间的相互关系^[1]。随着计算机图形学、3 维可视化技术及虚拟现实技术在地图学应用领域的拓展,加之新的地图信息传输需求的出现,使得传统的地图学模型发生了革命性的变化和进步,即由 2 维平面信息组织模型向 3 维立体信息组织模型发展。在 2D GIS 基础上发展起来的 3 维 GIS(3D GIS),已成为

目前 GIS 领域中最热门的研究课题之一。3D GIS 尤其是 3 维模型,以其真实感强、交互性强、多维动态等特点已被广泛应用于城市规划、建筑设计、地质灾害、水文分析、城市管理、气象预测、智能交通、景观模拟等行业并发挥着积极的作用。

本文将从空间信息表达与传输的角度,对 3 维模型的可视化机理进行探索,同时结合其在工程实践中的应用予以实例研究。

1 3 维模型的可视化机理

地理空间中的各种地物实体或自然现象所具有的空间信息,经过地图学家们的数学抽象和模型符号化后,转换为 3 维场景



袁绍晚(1974-),男,江西新余人,硕士,主要从事空间信息可视化等方面的研究。
E-mail: aonegz@163.com
收稿日期: 2005-08-19
基金项目: 国家自然科学基金项目(编号:40471106)资助;“985 工程”项目(编号:10520320040006)资助



(模型)中具有位置信息、属性信息和时间信息的虚拟模型或对象。这些信息通过3维空间数据模型、视觉变量和动态变量三者的相互作用,来达到传输与表达空间信息、构建3维模型和3维可视化的目的(如图1所示)。

2) 矢量-栅格空间数据模型

主要利用矢量数据结构与栅格数据结构相结合的方式,对地理空间信息进行3维描述和可视化。在实践中,采用DEM与数字正射影像(DOM)在同一地图投影或坐标系统相匹配的方

该模型由空间维和时间维两部分组成,其优势在于能将位置信息、属性信息与时间信息三者进行有机结合,可对地理空间的自然规律和自然现象进行静态或动态的记录、表达、传输、模拟和认知。目前有两种研究方法:一种是在空间维的基础上拓展时间维;一种是将空间维引入时间维中来。

1.2 视觉变量

视觉变量概念是法国地图学家Bertin于1967年提出的,主要研究符号在图形特征上的各种变化。3维模型中的视觉变量包括形状、尺寸、颜色、纹理、光照、阴影及透明度等要素。3维模型的构建,是在人的视觉认知思维模型基础上,对视觉变量中各要素进行合理的选择组合及参数设置,以实现视觉逻辑与表达内容的统一。

形状变量能够区别具有不同几何图形的3维模型单体;尺寸变量在3维模型中体现为单元模型体积上的变化,用于同类符号间的辨认及模型级别的确定;颜色和纹理变量可以提高模型的逼真度和质量感,反映现实地物间本质上的差异;光照变量主要运用光线明暗和光线方向的不同来虚拟光照效果,增强3维模型的立体感;阴影变量描述同一光照环境下模型尺寸大小的变化,同时亦可反映模型间形状和方位的不同。透明度用于设计模型或场景的透视效果,以满足视觉感知在分辨率和清晰度上的需要。

视觉变量在3维模型中的综合运用,带来的不仅仅是视觉感受上的变化,更重要的是能有效传输显性的空间信息,同时也有助于挖掘隐性的空间信息。

1.3 动态变量

地理空间中的客观实体或自然现象不是静止不变的,而是在时刻发生

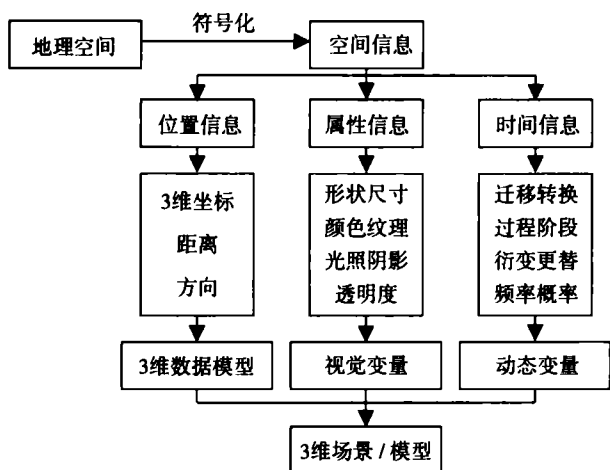


图1 3维模型的可视化机理

Fig.1 Visibility mechanism of 3D model

1.1 3维空间数据模型

组成3维模型的基本对象有点对象、线对象、面对象和体对象,同时还要融合3维坐标、距离和方向等位置信息。这些要素只有借助于某种数据结构来进行组织和综合,才能建立高效、集约的3维可视化模型,更好地描述、传输和管理空间目标的位置信息及其拓扑关系。

1) 数字地面模型(DTM)

是描述空间位置信息和地形属性的有序数值阵列。DTM在对现实世界的地面进行描述的过程中,通常采用规则格网(GRID)、不规则格网(TIN)及数字等值线图等地图符号对其进行信息表达与信息传输。当DTM中只含有地面高程信息时,又称为数字高程模型(DEM)。DEM是空间信息表达与可视化的基础,多用于表达和传输地形地貌、岩层构造、灾害监测等地理空间信息和自然现象。

式来表达与传输空间信息。此模型在3维城市模型的可视化中运用较多。

3) 地面建筑模型

由于现实世界中的建筑物在结构与外观上具有多样性和复杂性的特点,在对地面建筑进行3维描述与表达的过程中,往往是从空间信息传输需要的角度,根据不同比例尺建立多种细节层次的3维建筑模型。如在建立小比例尺图上的建筑模型时,由于无法表达其建筑细节,通常采用不带纹理的盒状模型。

4) 数字景观模型(DLM)

此类模型是一个与现实世界中的景观要素成比例的模型,可以对各景观要素进行完整、逼真的信息传输与表达。由于具有细节程度高、信息传输量大、信息传输效率高等特点,它已成为空间信息社会化服务中最有效的3维可视化和空间认知表达工具。

5) 多维动态时空数据模型

变化,如空间位置的迁移、空间姿态的转换、内在本质的衍变、外在形式的更替等;同时,它们在量变或质变的过程阶段中,还存在着发生频率及概率的定量特征。这些都离不开时间维的度量,进而形成了3维模型的动态变量。动态变量在3维模型中的应用,可以完整、连续和实时地传输与表达具有连续性或周期性的空间信息,如洪水的推进、台风的移动、泥石流移动、城市空间的演变、有害气体的扩散等。

2 应用研究

地图学工作者之所以致力于3维模型的研究,是因为它在各个领域有着广泛的应用价值和潜力,在空间信息表达与传输方面拥有明显的优越性和不可替代性。在城市道路横断面设计中引入3维模型,目的就在于对3

维模型理论与技术进行工程应用方面的研究与探索。

目前,3维模型的图形实现语言有Java 3D、OpenGL、Direct 3D 和 VRML 等。其中Java 3D 以其与平台无关、可移植性好、可扩展性好等特点备受人们关注和采用。Java 3D 的出现,解决了网络下、跨平台下的3维可视化问题,满足了空间信息在网络环境下3维可视化和交互式应用的需求。本文所涉及的3维模型都是采用Java 3D 语言来实现和设计的。

2.1 技术路线

随着我国城市化进程的加快和城市空间的扩展,城市交通问题日益突出,城市道路规划远远滞后于道路交通发展的要求。加强城市道路系统规划、道路工程建设以及发展智能交

通体系已成为解决城市交通问题的有效途径和手段。在城市道路设计中加强道路横断面的设计,可以实现交通、环境、景观和沿线公用设施的协调安排与组织。

将3维模型应用到道路横断面的设计中,是为了帮助人们提高对城市交通空间的认知度和可视化水平。在应用过程中,首先需要收集与道路相关且能反映其空间信息的规划数据、交通数据和测绘数据;然后在满足道路规划功能、等级性质及绿化作用等前提下,确定道路横断面的路幅形式、道路布置、各组成部分尺寸及比例等模型参数;最后,将参数集与3维道路模型库中的模型进行匹配,同时根据需要加入场景环境诸要素,完成道路横断面3维模型或场景的构建(如图2所示)。

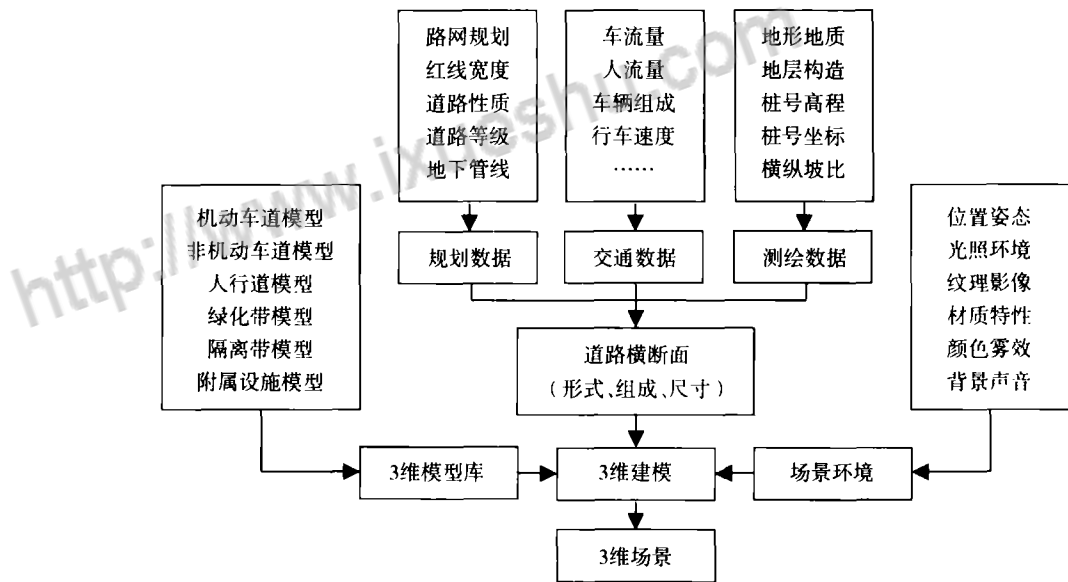


图2 道路横断面设计的技术路线

Fig.2 Technology method of designs for urban road transect

2.2 应用实例

2.2.1 路拱设计

路拱指中间高并向两侧倾斜的拱形路面,它的形式由路面宽度、路拱坡度及地形环境所决定。一个好的路拱设计不仅有利于路面积水的排除,还

可以对施工土石方进行预算,以便合理安排施工步骤和建设规模。路拱模型的形状由数学抛物线公式所决定,其中涉及到视觉变量的大小(路面宽度)、透明度(透视效果);位置信息的3维坐标(中心线坐标)、方向(坡度走

向)等空间信息,具有直观的视觉效果和空间统计功能(如图3所示)。

2.2.2 横断面设计

横断面设计注重的是断面的选型和各组成部分位置的安排与组合。横断面形式有单幅路、双幅路、三幅路和



四幅路等4类,不同横断面形式又有不同的组成形式,如双幅路通常包括机动车道、机非分隔带、人行道、分隔带和绿化带等部分(如图4所示)。此外,不同性质的道路对横断面布置有

不同的要求。因此,在3维模型的选择过程中,既要选择合适的3维数据模型,以便准确表达横断面各组成部分的位置、方向,还要在形状变量上能够直观区别具有不同几何图形的3维模

型单体;同时为了提高模型的逼真度和质量感,还要对颜色和纹理变量进行合理设置。在需要反映模型或场景的透视效果及真实感时,还须考虑透明度和纹理2个变量(如图5所示)。

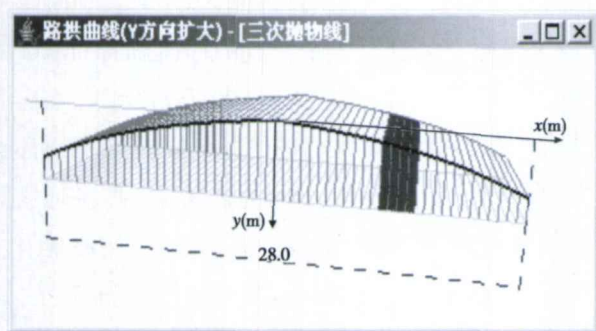


图3 路拱设计
Fig.3 Design of road arch

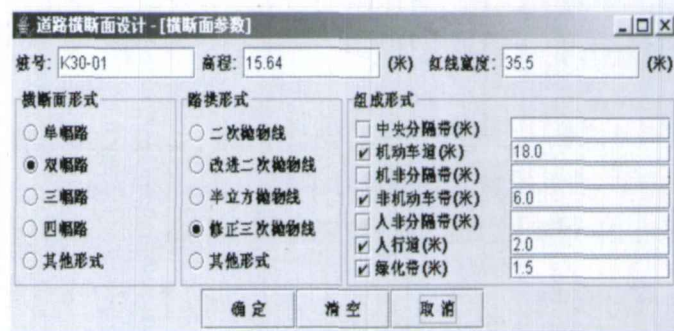


图4 道路横断面参数
Fig.4 Parameters of road transect



图5 双幅路的横断面组成
Fig.5 Structure of double road transect

2.2.3 近远期规划

在城市道路的设计中,考虑到交通性质、道路组成及经济条件等因素的影响,道路的建设就应有不同时期的适应性,使其不但可以满足近期使用的需要,还要为远期发展提供过渡条件。因此,在道路横断面3维模型的设计中,既要考虑其位置信息和视觉变量,又要注意时间变量的影响,形象直观地记录和表达道路横断面在不同发展时期的组成和性质的变化特点。如在新居民区的道路建设中,开发初期居民出行以步行或自行车为主,机动车较少,同时受资金不足的影响,近期的横断面中,机动车道较窄,人行道较宽,同时分隔带除具有绿化作用外,

还兼有人行道的功能;在居民区达到成熟时,居民出行中机动车比例增大,同时公交车也进入了居民区,所以机

动车道的宽度要比初期更宽,并增加了非机动车道,实现人行道与非机动车道的分离(如图6所示)。

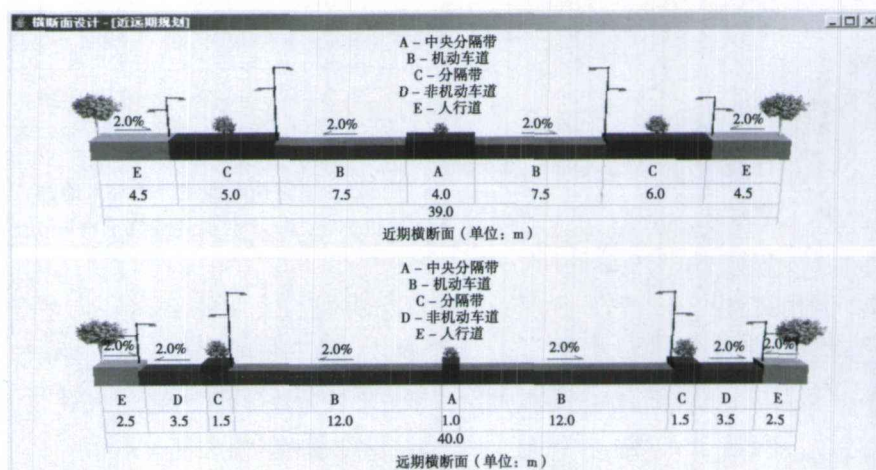


图6 道路横断面的近远期规划
Fig.6 different period planning of road transect

3 结束语

本文借助图形实现语言 Java 3D, 对 3 维模型的基本机理及其应用进行了讨论, 其目的在于希望能对网络环境下 3 维模型的可视化和交互式应用做一些探讨与研究。

3 维模型是平面地图符号的发展与延伸, 在符合人视觉逻辑的前提下, 要考虑客观地物在模型上的简化和形象化, 既要形成图形的空间感、动态感和真实感的效果, 也要提高 3 维模型的传输效率和可视化性能。

3 维模型在具体应用中, 还存在着

一些缺陷与不足, 如空间分析功能不强。只有将理论研究与应用实践相结合, 3 维模型才能得到系统的发展, 拥有更广阔的应用空间, 才能成为人类认知地理空间的重要工具和手段。

参考文献:

[1] 王英杰,袁勘省,余卓渊.多维动态地学信息可视化[M]. 北京: 科学出版社,2003.
[2] 朱庆,高玉荣,危拥军,等. GIS 中三维模型的设计[J].武汉大学学报(信息科学版), 2003,28(3): 283-287.
[3] 高俊.地理空间数据的可视化[J].测绘工程,2000,9(3): 1-7.

[4] 朱庆,林琚.数码城市地理信息系统-虚拟城市环境中的三维城市模型初探[M].武汉: 武汉大学出版社,2004.
[5] 吴焕萍,潘懋,陈小红,等.浅析 3 维地理信息系统技术[J].地理信息世界,2005,3(1): 42-50.
[6] 谭仁春,江文萍,杜清运.三维 GIS 中建筑物的若干问题探讨[J].测绘工程,2003,12(1):20-23.
[7] 高玉荣,朱庆,应申,等. GIS 中三维模型的视觉变量[J].测绘科学,2005,30(3):41-43.
[8] 徐家钰,严作人.城市道路设计[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 知识产权出版社, 2005.

(上接第 26 页)

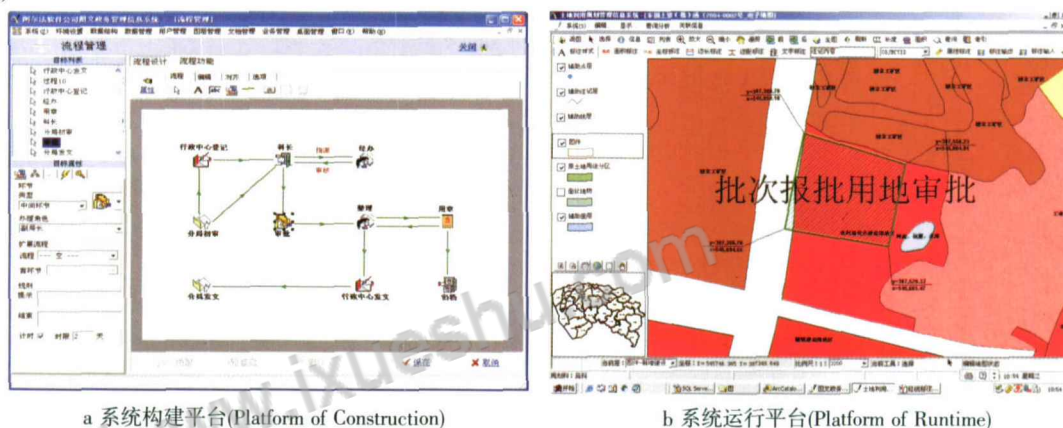


图 4 基于二次建模模式开发的国土资源图文办公系统界面图

Fig.4 Interfaces of OfficeGIS on Land Management Based on Twice-step Development

下, 用户经过简单的培训基本可做到自维护系统。

5 结束语

二次建模模式将传统的一次性建模过程分割为领域建模与业务建模两个阶段, 实现了图文办公系统共性特征和个性特征的分离, 兼顾了系统的稳定性和灵活性, 增强了系统的适应性, 可降低系统的维护成本。从更高层次看, 二次建模模式部分实现了软件技术与具体应用的分离, 使软件工程师和应用工程师各司其责, 因而有助于开发工作的划分。

图文办公系统领域建模必须基于对系统的深刻理解, 建模人员必须具有高度的抽象思维能力。目前还没有完善的理论对领域建模进行指导。领域建模及构件或平台的开发具有较高难度, 因而对于单个应用系统来讲, 必然会增加系统开发的成本, 但领域模型所具有的适应性使其可复用到其他类似的图文办公系统中, 领域建模及开发时投入的成本可以在多个应用系统的设计、开发中摊销。

参考文献:

[1] 陈军, 蒋捷, 金舒平, 等. “图文办公信息系统”的设计与建设[J]. 遥感学报, 1998,

2(3):222-227.
[2] 严荣华, 陈军, 章启俊. Office GIS 中图文控制流与数据流的集成设计与实现 [J]. 中国图形图像学报, 2000,1(1):14-20.
[3] 边馥苓, 等. 地理信息系统原理与方法 [M]. 北京: 测绘出版社, 1996.
[4] 龚健雅, 杜道生, 李清泉, 等. 当代地理信息技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.
[5] 张伟, 梅宏. 一种面向特征的领域模型及其建模过程[J]. 软件学报, 2003,14(8).
[6] 刘瑜, 张世琨, 王立福, 等. 基于构件的软件框架与角色扩展形态研究[J]. 软件学报, 2003,14(8):1364-1370.
[7] Hollingsworth D. The workflow reference model. TC00-1003 [Z]. UK. Workflow Management Coalition, 1995. 29-31.
[8] 余井泉, 崔秉良. 可定制图文政务软件设计及其应用[J]. 国土资源信息化, 2003,(4).

论文发表、论文降重、论文润色请扫码



免费论文查重，传递门 >> <http://free.paperyy.com>

阅读此文的还阅读了：

1. [永引南路道路横断面方案设计研究](#)
2. [3维模型及其在城市道路横断面设计中的应用](#)
3. [南宁市城市道路横断面设计研究](#)
4. [现代城市道路横断面规划设计的研究](#)
5. [试论城市道路横断面的规划设计](#)
6. [水网地带城市道路横断面设计研究](#)
7. [定容燃烧弹中火核生成及初期发展的数值模拟](#)
8. [城市道路横断面设计要点分析探讨](#)
9. [论城市道路横断面优化设计理论及方法研究](#)
10. [城市道路横断面布置浅析](#)
11. [刍议城市道路设计中道路横断面布置类型及使用条件](#)
12. [关于城市道路横断面设计灵活性的分析](#)
13. [关于城市道路设计及注意问题分析](#)
14. [双幅路在城市道路中的应用](#)
15. [略论城市道路中的横断面设计](#)