

3 维模型及其在珠海城市道路横断面设计中的应用

马德富¹, 黄汉星¹, 丁建勋¹, 张新长²

(1. 珠海市测绘大队, 广东 珠海 519015; 2. 中山大学 遥感与地理信息工程系, 广东 广州 510275)

3D Model and Its Applications in Design for Urban Road Transection Survey

MA De-fu, HUANG Han-xing, DING Jian-xun, ZHANG Xin-chang

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。从空间信息表达与传输的角度,阐述 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 3 维模型在珠海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

当前,人类对地理空间信息的获取、处理和表达获得了空前发展,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根本性的变化和进步,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。

一、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(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(图 1)。

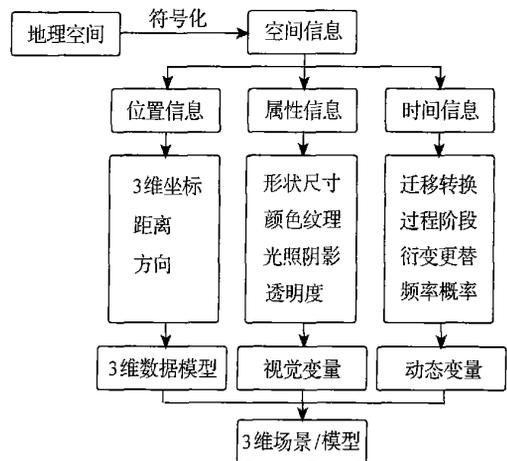


图 1 3 维模型的可视化机理

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

收稿日期: 2006-04-17

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40471106);“985 工程”资助项目(10520320040006)

作者简介: 马德富(1964-),男,四川什邡人,高级工程师,主要从事空间信息与测绘等方面的研究工作。

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。

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系统相匹配的方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)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。

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的形状和方位的不同;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,更重要的是能有效地传输显性的空间信息,同时也有助于挖掘隐性的空间信息。

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,而是在时刻地发生变化,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、泥石流的移动、城市空间的演变、有害气体的扩散等。

二、应用研究

地图学工作者们之所以致力于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。

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,城市道路交通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。在珠海城市道

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维模型应用到珠海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的前提下,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维模型或场景构建(图2)。

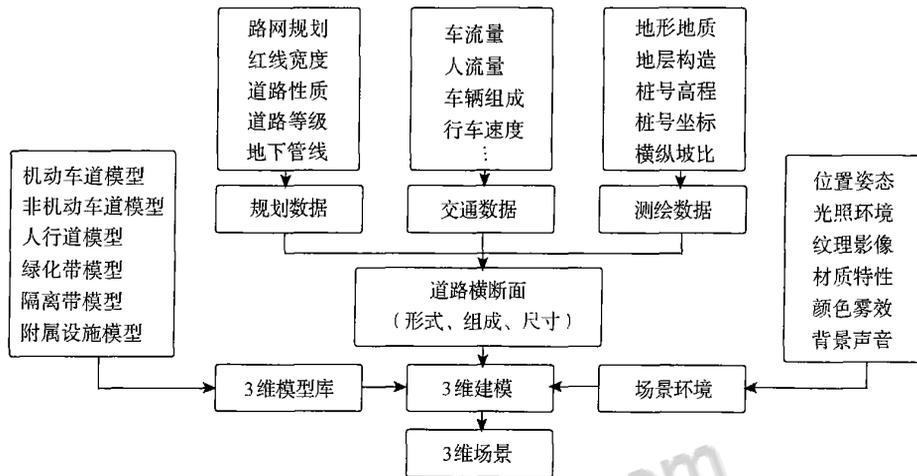


图2 道路横断面设计的技术路线

2. 应用实例

(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。

(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、三幅路和四幅路等四类。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。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两个变量。

(3) 近远期规划

在珠海城市道路的设计中,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,需要在考虑其位置信息和视觉变量的同时,还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和特点。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。

三、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

(下转第69页)

自带一套符号,符号在导出数据中表示为标识号。如果想知道标识号对应的具体符号,必须彻底了解数据采集系统的符号标识的涵义,给平台的地图符号化带来不便。为了解决这一问题,笔者通过分层符号化的方式对不同内容的图层采用不同的符号进行符号化。具体实践方法是:忽略采集数据的符号标识,将数据按地图要素内容分层,在导出数据文件名后追加符号码,在符号库中使用与图层数据文件符号码对应的符号进行符号化。符号库设计以国家标准为参考,在涉及国家标准以外的符号时,以形象、简洁、易于计算机实现和显示为原则,在地图显示模块中增加图例窗口,使不同符号所代表的含义能够从图例中明确地找到。针对电子地图符号易于使用颜色视觉变量的特征,符号绘制函数有颜色参数。在符号类设计时增加各种动作函数,使符号具有闪烁、流动和突出显示等动态效果。符号化模块还考虑到用户的不同需求,通过设计符号编辑器的方法提供给用户一套可自由编辑所需符号的工具。用户可以通过编辑器创建和修改符号,并保存为自定义符号文件。

四、具体应用实践

笔者通过前面介绍的思想和方法,结合目前的实践工作,开发出一个多媒体电子地图集集成平台原型,并已经在《福建省生态保护多媒体电子地图

集》的制作中得到应用。在这一具体应用中,以 MapInfo 的 mif 文件作为地图数据来源,利用 Access 数据库管理地图属性数据和多媒体文件路径。平台能够进行读取、显示和符号化地图文件,具备常用的地图浏览功能,采用多图层显示方法,能够进行电子地图的图层控制。矢量图中的空间对象可以被用户点击选中,并且查询与其关联的属性信息和多媒体信息,用户还可以方便地浏览内嵌在平台中的生态保护网站,了解生态知识和各项法律法规。在该多媒体电子地图集中,采用了平台设置动画封面和多媒体用户界面元素,能够将用户所需的精美动画作为地图集的封面。在界面中可以加载依据用户的具体需求而制作的不同多媒体用户界面元素,用户可以通过自定义界面资源来达到其满意的用户界面。这一应用实践证明按照笔者的开发思路和方法,能够开发出一个具有基本功能的多媒体电子地图集集成平台,并且具有预期的应用价值。

参考文献:

(上接第 54 页)

对网络环境下 3 维模型的可视化和交互式应用作一些探讨与研究。

3 维模型是平面地图符号的发展与延伸,在符合人的视觉逻辑的前提下,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

- [1] 李满春,任建武,陈刚,等. GIS 设计与实现[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [2] 华一新. 边界信息系统设计[J]. 测绘学院学报,2000, 17(1):46-48.
- [3] BRUEGGE B, DUTOIT A H. 面向对象的软件工程[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [4] 朱庆,高玉荣,危拥军,等. GIS 中 3 维模型的设计[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2003,28(3): 283-287.
- [5] 高俊. 地理空间数据的可视化[J]. 测绘工程,2000, 9(3): 1-7.
- [6] 朱庆,林琨. 数码城市地理信息系统——虚拟城市环境中的 3 维城市模型初探[M]. 武汉:武汉大学出版社,2004.
- [7] 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.
- [8] 谭仁春,江文萍,杜清运. 3 维 GIS 中建筑物的若干问题探讨[J]. 测绘工程,2003,12(1):20-23.
- [9] 高玉荣,朱庆,应申,等. GIS 中 3 维模型的视觉变量[J]. 测绘科学,2005,30(3):41-43.
- [10] 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.

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. [水网地带城市道路横断面设计研究](#)
6. [定容燃烧弹中火核生成及初期发展的数值模拟](#)
7. [城市道路横断面设计要点分析探讨](#)
8. [论城市道路横断面优化设计理论及方法研究](#)
9. [城市道路横断面布置浅析](#)
10. [刍议城市道路设计中道路横断面布置类型及使用条件](#)
11. [关于城市道路横断面设计灵活性的分析](#)
12. [关于城市道路设计及注意问题分析](#)
13. [刍议城市道路横断面设计](#)
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](#)