

# Web环境下房产测绘信息三维可视化技术研究

程亮<sup>1</sup>, 张友静<sup>④</sup>, 龚健雅<sup>1</sup>, 宋小刚<sup>④</sup>

(<sup>1</sup> 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉 430079; <sup>④</sup>河海大学水文水资源及水利工程国家重点实验室, 南京 210098; <sup>④</sup>武汉大学遥感信息工程学院, 武汉 430079)

**【摘要】** Web环境下的三维可视化技术存在诸多技术难点。相对单机及局域网环境, Web环境下的网络响应时间将很大程度上影响着三维可视化的实际效果。文章围绕这一问题, 从三维建模效率和三维模型数据量两方面入手, 在分析现有方法不足的基础上, 结合房产测绘信息特点, 提出了基于模型库的房产测绘信息三维场景实时构建方法、基于模块化和参考复用的三维建模方法, 进而提出一套行之有效的解决方案, 使 Web环境下房产测绘信息三维可视化技术得以实用化。实验系统证明了该方法的有效性、实用性。

**【关键词】** 房产测绘信息; 三维可视化; Web; 模型库; 三维场景; 模块化; 参考复用

**【中图分类号】** P208

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1009-2307(2008)01-0119-04

**DOI** 10.3771/j.issn.1009-2307.2008.01.037

## 1 引言

房产测绘是随着房地产权籍管理逐渐走向正规化、科学化而发展起来的一种专门为产权管理服务的应用技术。它根据房地产管理的需要, 用测量手段, 以权属为核心, 权属单元界限为基础, 房地平面位置、形状、面积为重点, 精确绘制成房地产图, 并以房地产调查表辅助说明图面显示之不足<sup>[1]</sup>。房产测绘信息三维可视化是三维可视化技术在房产测绘领域的具体应用, 该技术的研究将极大促进房产测绘三维成果的快捷发布, 实现在 Internet上实时为用户提供感兴趣区域的房屋及其附属设施三维景观, 具有广泛的应用前景。

房产测绘信息三维可视化技术是个重要而又复杂的问题。Web环境下的三维可视化技术更是存在诸多难点。Web环境相对单机及局域网环境主要不同之处在于, 需要充分考虑网络响应时间, 网络响应时间的长短将直接影响着三维可视化的实际效果。在计算机交互式图形处理中, 实时动画往往要求每秒 25~30 帧的图形刷新频率, 也就是说所有的建模、数据调度、光照和绘制等处理任务必须在大约 17ms 的时间内完成, 所有这些都对三维建模效率和数据调度策略等都提出了非常高的要求<sup>[2]</sup>。Web环境下, 即广域网环境下, 要达到这样的要求, 其技术难度更是可想而知。同时, 房产测绘三维场景包括三维几何模型、纹理数据、属性数据等, 通常数据量较大, 其在网络中的传输必将

受到有限带宽的严重制约, 在很大程度上影响着响应速度。可见, 在现有网络软硬件条件下, 房产测绘数据三维可视化的自身特点, 决定了其网络响应时间主要受两方面因素的影响, 一方面是三维建模的效率, 另一方面是三维场景由服务器端传输到客户端的数据量。房产测绘信息三维可视化技术能否在 Web上走向实用, 房产测绘三维场景能否通过 Internet有效的实时发布, 关键都在于三维建模的方法及三维场景的数据量, 本文正是围绕这两个关键问题展开。

目前, 三维城市的研究如火如荼, 与房产测绘三维可视化密切相关的城市三维可视化研究已取得了很多成果。在城市三维可视化的研究中, 常规的方法是 Grid Tin、DSM (数字表面模型) 等三维建模方法<sup>[3,4,8,9]</sup>。这些方法普遍适用于基于场的三维模型构建, 即空间上连续分布的对象, 如地形等; 而对于房屋、独立地物等离散实体的三维表现上, 该方法存在明显不足, 其构建算法复杂, 三维模型数据量大, 不能满足网络快速响应的要求。常歌、孙敏等提出 CSG (几何构造体) 方法表达城市建筑物<sup>[5,6]</sup>。CSG 要素采用栅格三维数据结构, 其构造出的三维景观数据量巨大, 也不适于网络快速、实时发布的要求。针对如上所述, 本文立足于房产测绘信息的特殊性, 围绕三维建模效率和网络传输数据量这两个核心问题, 提出一套行之有效的解决方案, 可以高效率地构建三维模型, 并大幅度降低三维场景数据量, 使得网络环境下房产测绘三维可视化技术走向实用, 达到工程化应用的目的。

## 2 方法概述

本文基于感兴趣区域 (AOD) 的概念, 提出房产测绘信息感兴趣区域三维场景 Web实时发布的目标, 以使房产测绘信息三维可视化技术在 Web环境下实用化。房产测绘信息的三维场景必然是区域性的, 小到某个建筑物, 大到整个城市, 在 Web上发布也是区域性的, 这一区域就是用户所希望看得、所关心的区域, 即用户感兴趣区域 (Area of Interest, AOI)。房产测绘信息三维场景 Web实时发布的基本流程是:



作者简介: 程亮 (1978-), 男, 江苏南京人, 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室博士研究生, 主要从事 3D GIS、计算机视觉、数字图像处理等方面的研究。

E-mail: GeoCL@163.com

收稿日期: 2006-11-30

系统在 WebGIS 的支持下, 在浏览器中显示房屋平面图, 用户在房屋平面图上划定感兴趣区域后, 客户端程序提交相关信息到后台, 服务器端接收到前台信息后, 由服务器端实时建模程序, 自动、动态、实时构建指定区域的三维场景, 再将构建完成的三维场景数据发送到客户端, 实时显示之, 其中的三维场景数据包包括三维几何模型、房屋顶面和侧面的纹理数据等, 用于客户端程序进行三维绘制。流程图如图 1 所示。

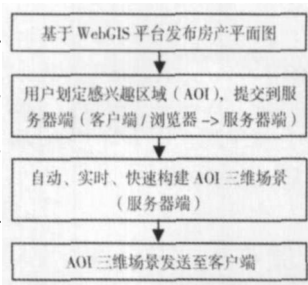


图 1 Web 环境下房产测绘三维场景实时发布基本流程图

客户端, 实时显示之, 其中的三维场景数据包包括三维几何模型、房屋顶面和侧面的纹理数据等, 用于客户端程序进行三维绘制。流程图如图 1 所示。

上述的基本工作流程简单、清晰, 是 B/S 模式常规的数据流方式, 与众不同的地方在于服务器端的三维场景实时建模模块。该模块可以通过客户端传递过来的感兴趣区域 (AOI) 信息, 实时的构建该区域的三维场景, 更重要的是实时构建出数据量适合 Web 发布的三维场景。这里面有两层含义, 一层是实时构建, 强调的是构建的动态性, 三维信息反馈的及时性, 以及网络环境下可以适应多个用户同时构建的灵活性; 另一方面是 Web 发布, 强调的是三维场景的数据量必须适应网络的现状。该三维场景实时建模模块实现的核心方法是, 本文提出的基于模型库的房产测绘信息三维场景实时构建方法, 基于模块化和参考复用的三维建模方法。文章进一步将两个方法充分整合, 形成一套网络环境下房产测绘信息三维场景实时发布的有效解决方案。特别需要指出的是, 本着“突出房产要素, 淡化其他要素”的原则, 本研究的重点将放在房产测绘信息的主体 房产建筑物的三维可视化上。

### 3 基于模型库的房产测绘信息三维场景实时构建方法

在城市景观系统中, 地理对象根据分布特征, 可以分为两大类: 一类是以场为基础的对象, 如地形等, 这类对象在空间上连续分布。另一类是以离散实体为特性的对象, 如建筑物、树等, 这类对象以独立的个体而存在<sup>[3]</sup>。房产测绘信息最主要和最重要的组成部分是房屋。房屋边界清晰、功能完整无疑应该属于要素的范畴, 因而房产测绘三维建模也更接近于基于离散实体的三维建模技术。基于模型库的房产测绘信息三维场景实时构建方法, 即针对具体房屋, 预先建立房屋的三维模型。此三维模型不仅包括三维几何模型, 还包括用于纹理映射的侧面和顶面纹理信息, 以及相关的属性信息。建立单个三维模型后, 将此模型与房产平面图中的该房屋的幢号建立关联, 惟一标识该三维模型, 即完成了一幢房屋的建模。

这些房屋完成三维建模后, 即可装载进入三维模型库, 数据组织方式如图 2。本文引入模型对象化的思想, 将每个模型视为对象, 拥有对象接口。我们可以通过模型对象接口, 适度的控制模型, 调用模型, 进行组合, 生成感兴趣区域的三维场景, 实现过程见图 3。模型的接口参数主要包括:

① 模型坐标; ② 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ③ 模型旋转角度; ④ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑤ 模型旋转角度; ⑥ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑦ 模型旋转角度; ⑧ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑨ 模型旋转角度; ⑩ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑪ 模型旋转角度; ⑫ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑬ 模型旋转角度; ⑭ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑮ 模型旋转角度; ⑯ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑰ 模型旋转角度; ⑱ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑲ 模型旋转角度; ⑳ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉑ 模型旋转角度; ㉒ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉓ 模型旋转角度; ㉔ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉕ 模型旋转角度; ㉖ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉗ 模型旋转角度; ㉘ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉙ 模型旋转角度; ㉚ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉛ 模型旋转角度; ㉜ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉝ 模型旋转角度; ㉞ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉟ 模型旋转角度; ㊱ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊲ 模型旋转角度; ㊳ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊴ 模型旋转角度; ㊵ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊶ 模型旋转角度; ㊷ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊸ 模型旋转角度; ㊹ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊺ 模型旋转角度; ㊻ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊼ 模型旋转角度; ㊽ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊾ 模型旋转角度; ㊿ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ① 模型坐标; ② 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ③ 模型旋转角度; ④ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑤ 模型旋转角度; ⑥ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑦ 模型旋转角度; ⑧ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑨ 模型旋转角度; ⑩ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑪ 模型旋转角度; ⑫ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑬ 模型旋转角度; ⑭ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑮ 模型旋转角度; ⑯ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑰ 模型旋转角度; ⑱ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ⑲ 模型旋转角度; ⑳ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉑ 模型旋转角度; ㉒ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉓ 模型旋转角度; ㉔ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉕ 模型旋转角度; ㉖ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉗ 模型旋转角度; ㉘ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉙ 模型旋转角度; ㉚ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉛ 模型旋转角度; ㉜ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉝ 模型旋转角度; ㉞ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㉟ 模型旋转角度; ㊱ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊲ 模型旋转角度; ㊳ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊴ 模型旋转角度; ㊵ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊶ 模型旋转角度; ㊷ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊸ 模型旋转角度; ㊹ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊺ 模型旋转角度; ㊻ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊼ 模型旋转角度; ㊽ 模型 X、Y、Z 方向的缩放; ㊾ 模型旋转角度; ㊿ 模型 X、Y、Z 方向的缩放;

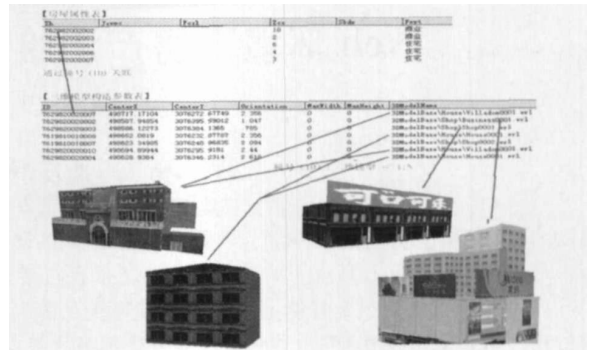


图 2 三维模型库的数据组织示意图

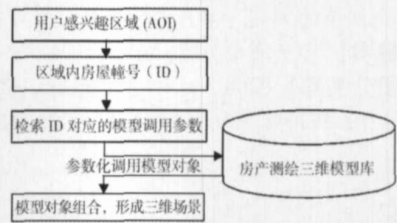


图 3 基于模型库的房产测绘信息三维场景实时构建

三维模型库的方法原理简单、实现容易, 由于只需要在服务器端进行模型组合操作, 因此三维场景的构建效率相当高, 完全可以满足 Web 环境下实时构建的需要。既减少了从底层点、线、面开始构建三维模型所耗费的大量计算时间, 又避免了将房产测绘信息所有三维模型全部建立形成整体景观后所导致的任意区域分割困难、不易扩展等问题。三维模型库的策略实际上是以“预处理的时间”换取“实时建模时间”, 以“服务器的存储空间”换取“网络响应时间”, 是网络环境下, 三维场景快速、实时发布的特殊而有效的策略。

但该方法是否切实可行的关键还在于如何高效的建立城市房产测绘三维模型库? 这个问题如果不能有效解决, 该方法也就没有实用价值。因此, 本文进一步提出了基于模块化和参考复用的三维建模方法, 以解决城市海量房屋三维建模的问题。

### 4 基于模块化和多级复用的三维建模方法

每个城市都有成千上万、各式各样的房屋。理论上, 要建立某个城市的房产测绘信息三维模型库, 需要根据上述建模方法对城市每幢房屋建立三维模型, 这当然是异常困难的。然而, 房产测绘信息具有其独特的特点, 特别在我国, 许许多多的房屋具有相同的形状, 区别仅仅在它们的外观不同, 如颜色、纹理、材质等等。例如, 街道两边的房屋, 大多形状相同, 只不过屋顶、墙的颜色等不同。尤其是居民小区内, 大多数房屋形状、样式、外观基本相同甚至一模一样, 即使不同, 大多也只是房屋的尺寸大小略有不同。因此, 建筑物的特性除了离散性外, 还有一大特征就是相似性。

基于相似性, 本文提出基于模块化和参考复用的三维建模方法。模块化的含义是指根据房产测绘信息模块化层次模型, 将房屋模型细分成多个子模块, 如屋顶、墙面、纹理等模块, 屋顶还可以继续细分为平顶、人字顶、不规则屋顶等, 墙面还可以继续细分为

平面、曲面等，以此类推，详见图 4。每个模块同时具有对象的特征，拥有外露的接口。房屋的模型根据模块以“搭积木”的形式进行参数化组合即可，图 5 为实例。模块化的优点在于可以大大的降低人工建模的重复劳动，提供建模效率。模块化本身隐含了复用的原则，且是多级复用的原则，多级复用是指从各类细分的模块一直上溯到成形的房屋模型都采用复用的原则，即在建模过程中，遇到完全相同或基本相同的模块，模型复用已有的模块，模型即可。

需要特别指出的是，这里的复用是基于参考的形式实现的，即参考复用，而不是简单的模型数据拷贝的过程。参考复用是指通过一个参考指针 (Reference) 即可引用已有模块 / 模型，而不需要将该模块 / 模型的数据拷贝过去，参考复用可以理解为类似于超级链接。这也是本文有效降低三维模型数据量的根本所在。基于参考的多级复用，只需要通过一个参考指针 (数据量相当于一个字符串) 即可复用三维模型，无疑极大地降低了数据冗余，大大减小了三维场景的数据量。该方法尤其适用于绝大多数的居民小区，因为这些小区内房屋外形大多相同。以试验系统的南京数据为例，某小区有 20 栋房屋，由于房屋的外形基本相同，三维模型库中只需要建立其中任何一栋房屋的三维模型 (包括纹理、属性)，其余 19 栋房屋的三维模型通过参考的形式参数化调用已有模型即可。由于参考形式数据量非常小，每个参考只相当于一个字符串，其所占存储空间相对三维模型的数据量完全可以忽略不计。这种方法下完整的三维场景数据量只有 20 栋房屋全部建模的 1/20。

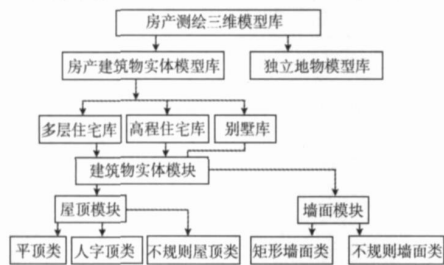


图 4 房产测绘信息模块化层次模型

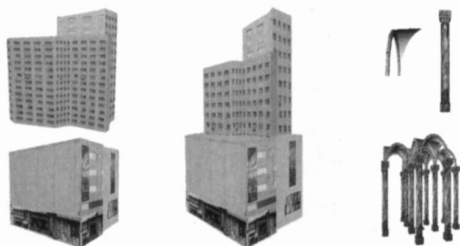


图 5 基于模块化的三维建模之实例

### 5 试验系统

试验系统以南京市为例，所涉及的基本数据有：南京市房产平面图、房产属性信息等。房产平面图的格式为 ESRI 的 Geodatabase，房产属性信息采用的关系型数据库存储。本文采用 ASP 技术作为主要的开发手段，VBScript 和 JavaScript 作为主要的编程语言，图形的发布借助了 ESRI 公司的 ArcMS4.0。试验系统以 VRML 为三维模型库方法、模块化的实现语言，以类似超链接的方式实现基于参考的多级复用方法。用户

感兴趣区域 (AOI) 等信息的客户端、服务器端之间的传递采用 XML 格式。试验系统部分运行结果如图 6 所示。

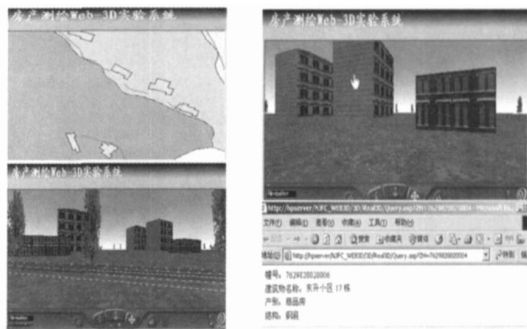


图 6 试验系统部分运行结果截图

三维查询的实现。利用 VRML Anchor 节点提供的触发功能，实现三维景观中的属性信息查询。用户选择 Anchor 节点中的任一子节点对象时，可将 Anchor 节点中 url 域中指定的文件触发。根据这样的功能，本文利用 Anchor 节点，将用户需要查询的房屋和属性查询的 ASP 页面相绑定，在捕捉三维模型进而触发时将房屋的幢号作为参数传入 ASP 文件，从而实现了在三维场景中根据三维实体查询相应属性信息。

### 6 结束语

本文针对网络软硬件现状，为了大幅缩短三维信息发布的网络响应时间，提出了基于模型库的房产测绘信息三维场景实时构建策略，以“预处理时间”换取“实时建模时间”，以“服务器存储空间”换取“网络响应时间”，既减少了从底层点、线、面开始构建三维模型所耗费的大量计算时间，又避免了将房产测绘信息所有三维模型全部建立形成整体景观后所导致的区域任意分割困难、不易扩展等问题，同时可以满足多用户并发访问，是网络环境下任意区域三维场景实时构建、快速发布的有效策略。针对模型库策略所带来的海量模型库需要建立的问题，文章进一步提出了基于模块化和参考复用的三维建模方法，采用基于参考的多级复用机制实现模型的复用，从根本上降低了三维模型的数据量、减轻了三维建模的工作量，使建立房产测绘信息三维模型库真正可行。

数字城市中的城市三维可视化研究与本文研究的主体密切相关，本文的研究成果通过一定的调整，也可以应用到数字城市等相关领域的实践中去，对城市三维可视化、数字城市建设具有一定的参考价值。

### 参考文献

- [1] 宋广蕙, 冯学智, 等. 南京市房产测绘信息系统的设计与实现 [J]. 计算机应用研究, 2000 (6): 68-70.
- [2] 朱庆. 三维地理信息系统技术综述 [J]. 地理信息世界, 2004 2(3): 8-12.
- [3] 龚建华, 林琿. 虚拟地理环境 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [4] 杨必胜. 数字城市的三维建模与可视化技术研究 [D]. 武汉: 武汉大学, 2002.

(下转第 151 页)

利行业的地理空间信息进行描述，因此在研发过程中删除了国标《地理信息元数据》中针对软件服务进行描述的元数据类“MD\_服务标识”；鉴于水利行业使用的字符集多为中文和英文，删除了类“MD\_元数据”中属性“字符集”的代码表“MD\_字符集代码”中有关拉丁字母的项。

5) 类的新建

如果国标中没有合适的元数据类能满足应用需求，且采取以上各方法也难以实现应用需求，则需要从新建元数据类的角度加以考虑。

元数据类的新建是指在国标元数据层级结构中通过关联(包括关联、聚合和组合)，而非继承添加崭新的元数据类。元数据类的新建包括新建元数据子集类和元数据实体类，其中元数据子集类具有自己独立的类层级结构，而元数据实体类应与国标中已有元数据类层级结构协调一致，通过关联关系融合到现有元数据体系中。

虽然类的继承也属于新建类的范畴，但由于元数据类的继承通过父类与已有元数据实现紧密耦合，而类的新建与已有元数据之间是一种松散耦合，因此本文将元数据类的继承作为与类的新建并列的一种方法。

水利行业的水位等相关空间信息大多通过测站获取，这些数据的标识需要结合测站信息的表达，因此《水利地理空间信息元数据标准》在遵从国标《地理信息元数据》中类层级结构的基础上，于元数据类“MD\_数据标识”中添加了新建的元数据类“MD\_测站”，如图 6 所示。

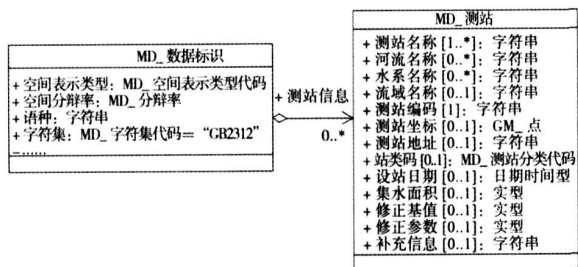


图 6 《水利地理空间信息元数据标准》中基于类新建对测站信息进行的表达

5 结束语

结合地理空间信息元数据所具有的对象特性进行面向对象的地理空间信息元数据研发，使得面向对象在地理空间信息元数据中的应用不再停留于元数据模式表达的表层，而深入到了创建各行业、领域元数据的实施过程中。以国标《地理信息元数据》中

的元数据类为认识和组织基础，进行行业、领域地理空间信息元数据的研发，一方面可以最大限度地保持与国标中元数据的兼容性；另一方面，以元数据类为操作单元，便于元数据研发时的分工合作和进度控制，也使得开发出的元数据在可扩展性和维护性等方面都大大地提高，这在《水利地理空间信息元数据标准》的研发过程中已得到了初步验证。

参考文献

[1] GB/T 19710—2005. 地理信息元数据 [S].  
 [2] 蒋景瞳. 中国地理信息元数据标准研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.  
 [3] ANZLIC, ed. Core Metadata Elements for Land and Geographic Data Directories in Australia and New Zealand [Z], Working Group on Metadata Australia New Zealand Land Information Council 1996  
 [4] Federal Geographic Data Committee (FGDC): Content Standards for Digital Geospatial Metadata [Z]. (revised June 1998). FGDC, Washington, D. C. FGDCSTD-001-1998.  
 [5] 沈体雁, 程承旗. 地理元数据技术系统的设计与实现 [J]. 武汉测绘科技大学学报, 1999, 24(4): 326-330.  
 [6] 邬群勇. 空间数据管理与信息共享技术方法研究 [D]. 福州: 福州大学, 2002.  
 [7] 周文生. 基于 XML 的开放式万维网地理信息系统的理论与实践 [D]. 武汉: 武汉大学, 2002.  
 [8] 阎国年, 张书亮, 龚敏霞, 等. 地理信息系统集成原理与方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.  
 [9] 韩新春. 空间元数据和数据集一体化管理模型及应用研究 [D]. 成都: 成都理工大学, 2005.  
 [10] 何建邦, 蒋景瞳. 我国地理信息标准化工作的回顾与思考 [J]. 测绘科学, 2006, 31(3).  
 [11] National Spatial Data Infrastructure Clearinghouse Search Form [EB/OL]. <http://fgdc.fw.nrcs.usda.gov/servlet/FGDCServlet>.  
 [12] Australian Spatial Data Directory [EB/OL]. <http://asdd.ga.gov.au/asdd/>.  
 [13] 周之英, 肖奔放, 柴洪钧. 面向对象系统分析与设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.  
 [14] 刁成嘉. 面向对象技术导论——系统分析与设计 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.

(上接第 121 页)

[5] 常歌, 黄野. 基于 CSG 构件分析的建筑物模型提取方法 [J]. 武汉测绘科技大学学报 2000, 25(6).  
 [6] 孙敏, 陈军. 基于几何元素的三维景观实体建模研究 [J]. 武汉测绘科技大学学报, 2000, 25(3): 233-237.  
 [7] 万刚, 陈刚, 游雄. 虚拟城市中地物几何建模技术的研究 [J]. 测绘科学, 2002, (1).

[8] 尤红建, 刘彤, 苏林. 城市 DSM 的快速获取及其三维显示的研究 [J]. 遥感技术, 2001, 5(1): 8-12.  
 [9] 吕秋灵, 张俊霞. 三维地形可视化及其实时显示方法 [J]. 河海大学学报 (自然科学版), 2002, 30(4): 85-87.  
 [10] 周艳, 等. 三维城市模型中建筑物 LOD 模型研究 [J]. 测绘科学, 2006, 31(5).

topological structures. In existed 3-dimensional city models (3DCM), modeling of complex and enormous cloverleaf junctions is always a difficult problem to be solved. In this paper authors have analyzed 3-dimensional data model and topological structure of cloverleaf junctions, developed a general modeling method to visualize cloverleaf junctions and proposed the modeling flow. The Xizhimen cloverleaf junction is taken as the modeling sample and a good result has gotten. Eventually, several key technologies and methods to optimize the 3-dimensional model of complex cloverleaf junctions are proposed.

**Key words** cloverleaf junction; 3-Dimensional modeling; data model; topological structure

*HUBI-song*, *GONG Jian-hua* (State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

DOI: 10.3771/j.issn.1009-2307.2008.01.031

### Application of the hierarchy classification to point cloud of airborne LIDAR

**Abstract** LIDAR is a new technology for instantly obtaining the 3-dimensional digital surface information with a high density and high positional accuracy. In this paper, a few filtering algorithms of LIDAR data are introduced, and the hierarchy method of classification from point cloud of LIDAR data is presented. Based on the research object of point cloud data of airborne LIDAR rendered by digital aerial images, hierarchy classification is experimented by using algorithms of data filtering. The experimental result shows that this method is able to filter and classify a majority of object information effectively.

**Key words** LIDAR; data filtering; hierarchy classification; aerial images

*ZENG Qi-hong*, *MAO Jian-hua*, *LI Xian-hua*, *LIU Xue-feng* (Research Center of Remote Sensing and Spatial Information Science, School of Communication and Information Engineering, Shanghai University, Shanghai 200072, China)

DOI: 10.3771/j.issn.1009-2307.2008.01.032

### The shortest path algorithm based on regular hexagon grids

**Abstract** In this paper, the authors analyze the insufficiency of existed algorithms, combine the geometrical character of the regular hexagon grid with the idea of water diffusion, and propose a new shortest path algorithm based on the regular hexagon grids data. During the search process of new algorithm, the accumulation cost that account from any regular hexagon grid to starting search grid should not be modified. As a result, compared with the classic algorithm of Dijkstra, the time complexity of new algorithm is  $O(n\sqrt{n})$ , which save the searching time significantly.

**Key words** regular hexagon grids; shortest path; time complexity

*XIE Shun-dun*<sup>1</sup>, *YN Jie*, *LIU Shao-huan*, *WANG Zhi-hong* (1 School of Info-Physics and Gematics Engineering, Central South University, Changsha 410083, Hunan, China; ④ Highway Engineering Institute, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410076, Hunan, China)

DOI: 10.3771/j.issn.1009-2307.2008.01.033

### Comparison of in age fusion of SAR and optical in age based on wavelet transform

**Abstract** Comparisons and analysis of SAR and optical in age fusion by several typical methods of in age fusion based on wavelet transform are made. And evaluation of the fusion effects is given using various measures of in age evaluation. Based on that, the objective criteria on optical and SAR in age fusion are discussed and some opinions are presented.

**Key words** image fusion; Wavelet transform; SAR; in age evaluation

*XU Gan*, *YOU Hong-jian* (Institute of Electronics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

DOI: 10.3771/j.issn.1009-2307.2008.01.034

### Calculation of tunnel section area based on primitive observed data

**Abstract** This paper puts forward a method to transform from section area to plane area based on observation data of angle. Some formulas and their deduction and checking computations are presented. Experiment results show that this method can replace coordinate method to calculate irregular section area with a smooth border. It has a better practicability and suitable for computer programming.

**Key words** section surveying; trapezoidal integration; cubic

Hermite polynomial

*ZHANG Zhi-you*<sup>1</sup>, *WEI Jian-dong*<sup>④</sup> (1 Highway engineering company in Zhengzhou City, Zhengzhou 450009; ④ Institute of Surveying and Mapping Information Engineering University Zhengzhou, 450052)

DOI: 10.3771/j.issn.1009-2307.2008.01.035

### Research on remote sensing image fusion based on image multiscale analysis

**Abstract** With the development of the remote sensing multi-sources images with the same area are more and more rich, we could gain more accurate and richer information from the fused image than from the single image. This paper tests the fusion of multi-spectral bands and panchromatic band of SPOT5 image based on the multi-scale analysis in the pixel-based fusion level. The main methods are wavelet transformation and curvelet transformation. Both methods can divide the original image into low frequency parts and high frequency parts, then take a proper fusion principle to fuse the decomposed parts, in the end, do a reverse transformation. To analyze the fusion results, we compare it with the traditional PCA and Brovey method image fusion in the aspects of spectral and spatial quality. The results indicated that the fusion method based on multi-scale analysis is better than the traditional and the Curvelet transformation is more suitable for image fusion than the wavelet.

**Key words** image fusion; SPOT5 wavelet transform; Curvelet transform

*LI Guo-yan*<sup>1</sup>, *LIU Xiaomei*<sup>1</sup>, *LI Jin-lin*<sup>④</sup> (1 Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; ④ Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; ④ Nanjing Xiaozhuang University, Nanjing 210007, China)

DOI: 10.3771/j.issn.1009-2307.2008.01.036

### A research on 3D visualization of real estate surveying information in Web environment

**Abstract** There are still some difficult problems on realization of 3D visualization on web. Compare with single computer and LAN environment, network response time will largely influence the results of 3D visualization in Web environment. According to this problem, this paper focuses on 3D modeling efficiency and 3D scene data amount analysis. The shortages of existing methods puts forward an effective solution to shorten network response time, in order to realize 3D visualization of Real Estate Surveying on web. This paper introduces the key technologies and methods such as themethod on real-time 3D scene construction of Real Estate Surveying information on web based on model library, and the method on 3D modeling based on module and reference. The test system proved that the solution is useful and effective.

**Key words** real estate surveying information; 3D visualization; Web; model library; 3D scene; module; reference

*CHENG Liang*, *ZHANG You-jing*<sup>④</sup>, *GONG Jian-ya*, *SONG Xiao-gang*<sup>④</sup> (1 State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430079; ④ State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098; ④ Remote Sensing and Information Engineering School, Wuhan University, Wuhan 430079)

DOI: 10.3771/j.issn.1009-2307.2008.01.037

### An optimal triangulation algorithm for general polygon based on edge prior

**Abstract** Aiming at the problem that present polygon triangulation algorithms can't simultaneously give attention to briefness, efficiency, applicability and quality of triangulation, a new optimal triangulation algorithm for general polygon based on edge prior is proposed. Firstly, the algorithm creates triangles for edges of polygon, and then for non-constrained edges, at last, the triangulation for polygon is accomplished. The results of the triangulation are constrained Delaunay triangulation meshes. The shape of the meshes is stable, optimized. The algorithm is simple, with high efficiency and the same with random complicated polygons. The experiment results prove the rationality and efficiency of the algorithm, and have a better solution for the problems that existed in present polygon triangulation algorithms.

**Key words** general polygon; triangulation; constrained characteristic edge

*ZHAI Ren-jian*<sup>1</sup>, *WU Fang*<sup>1</sup>, *XUE Ben-xin*<sup>④</sup> (1 Institute of