

移动数字地图的技术环境和核心问题研究

何 晶 ， 齐清文 ， 何宗宜

(武汉大学资源与环境科学学院, 武汉 430079; 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

【摘 要】近年来, 随着移动通信技术的蓬勃发展, 各种移动终端的广泛使用和不断升级, 移动信息服务逐步深入到人们生活的各个角落, 这给数字地图又提出了新的挑战和深入发展的良好机遇。本文分析了移动数字地图所面临的新的技术环境, 并着重讨论了实现移动数字地图的几个核心问题及其可行的解决方案, 并对移动数字地图的应用进行了展望。

【关键词】移动数字地图 (MDM); 通信技术; 地理数据文件 (GDF); SVG

【中国分类号】 P28

【文献标识码】 A

【文章编号】 1009-2307 (2005) 06-0030-03

1 引言

近年来, 无线通信技术、移动互联技术、分布式计算技术、微型嵌入式技术和移动计算技术得到了快速的发展。无线上网、CDMA、GPRS、GSM、TDMA、CDPD、EPGE、WAP技术、蓝牙技术、移动计算等名词不绝于耳, 充斥着人们生活中的方方面面。与此同时, 随着计算机硬件制造技术的发展, 各种移动智能终端纷纷面世, 如: 掌上电脑、智能手机、个人数字助理等等这些智能终端具有 CPU、存储器、显示屏等, 具备小巧、易于携带、能通过无线连接互联网等功能^[10]。据估计, 将来使用这些智能终端的用户数量将要超过使用微机的用户数量。软硬件的不断发展, 为移动数字地图的产生创造了良好的条件, 人们也迫切地希望数字地图能够走进大众生活, 方便人们随时随地地使用。移动数字地图呼之欲出。我们把各种移动设备所处的环境称为移动计算环境, 当用户处于移动情况下使用数字地图时, 这种数字地图则称之为移动数字地图 (MDM, Mobile Digital Map)。

2 MDM 所面临的技术环境

MDM除了具有传统非移动数字地图所具有的特点外, 还产生了一些新的特点, 面临着一些新的问题, 这些主要由以下几个方面产生的:

2.1 所处的环境是移动的

移动数字地图的终端可以自由移动, 在移动的同时通过通信网络保持与固定节点或其它移动结点的连接。移动终端经常会主动地接入 (要求信息服务) 或被动断开 (网络信号不稳定等), 从而形成与网络间断性的接入与断开。这种松的耦合性要求移动数字地图在不同情况下能随时重建连接, 并且可独立运行^[4]。另外, 移动数字地图对空间位置也有很大的依赖性。如果是通过无线网络进行通信的移动数字地图要受到网络覆盖的限制, 因此移动 GIS提供的服务也即限制于此空间范围内^[2]。不过, 随着蓝牙和 Wi-Fi 的越来越广泛应用以及技术的不断完善, 相信我们将可以很方便地实现移动数字地图与网络的连接^{[10][11]}。

2.2 无线网络容量的有限性

移动数字地图的实现必然带来海量数据在网络上的传输, 除了要不断地对空间数据进行压缩和优化以外, 网络的容量也同样需要扩展。由于移动终端的存储能力非常有限, 所以大量空间数据的复杂运算和空间分析, 以及海量数据的存储都无法完全在移动终端完成, 而必须通过网络与服务器

进行数据和信息的交换。从这个意义上来说, 无线网络的容量决定着移动数字地图能否真正地实现。近十年以来, 随着无线通信技术不断地发展, 从 1G到 2G、2.5G, 再到日趋成熟的 3G, 甚至是正在起步的 4G, 无线网络在不断地更新换代, 以满足人们对网络容量越来越高的需求^{[11][12]}。

2.3 移动终端的资源有限性

虽然移动终端设备具有多样性, 但其电源能力、存储、计算等性能也有限。随着数码产品的高速普及, 近年来闪存卡也进入了高速发展时期, 得到了越来越广泛的应用, 相机、手机、掌上电脑、随身听上处处都可能用到闪存卡。使用 flash作为存储媒介, 无需供电也能保存资料, 而且工作时耗电量也很低, 它在 3.3V 或者 5V 的电压下工作, 其耗电量只相当于传统存储设备如磁带、硬盘的 3%或更低, 适合用在移动设备上。可以预见闪存卡将在一定程度上缓解移动终端的资源“紧缺”问题, 而且也希望它能有助于提高移动终端的响应速度。

虽然 MDM所面临的技术环境比传统的非移动数字地图更加复杂, 人们早已认识到由此产生的一系列问题, 并为此做出了巨大的努力。我们可以看到, 网络容量正在不断地被拓展, 无线通讯技术正在不断地发展, 移动终端设备也正在不断升级, 电源能力也不断地得到加强。可以说, 前面所提到的这几个问题都将不足以成为阻碍 MDM实现和发展理由。

3 MDM 的核心问题

除了上面提到的一些技术环境产生的问题, 真正要实现 MDM所涉及到的问题还包括很多方面, 如数据模型、数据的组织与索引、数据压缩等等。所以结合现在的一些新现象, 我们着重探讨以下几个问题:

3.1 数据模型问题

由于 MDM的一个重要应用就是用于导航, 所以我认为 MDM的数据结构和数据模型完全可以以导航电子数据标准为基础, 并在此之上根据特殊用途再进行扩充。GDF正是欧洲所发展的用于交通网络表达的空间数据标准, 它规定了获取数据的方法和如何定义各类特征要素、属性数据和相互关系^[5]。虽然导航只是 MDM的一个方面的应用, 但考虑到 GDF对要素属性的定义巨细无遗 (例如, 在 GDF中仅对 Road的定义中就包括了长度单位、道路材质、两边门牌定义、道路方向、建筑情况、自然障碍物、(高架)路面高度、平均时速、最高限速、最大承重、车道数、每天平均通过

收稿日期: 2004-12-22

的车辆、道路特殊点、道路显示级别、道路归属、通行限制、道路状况、路面倾斜、道路弯曲度、类型、交汇点、收费站、道口、事故或交通拥挤频发点、车辆类型、运行时间、路宽、周边地物大致构成等^[5]), 所以我们在设计 MDM 数据模型时可以以此为基础。但是在这里, 我们并不主张完全按照 GDF 来组织数据, 因为这样数据量将十分庞大, 而且也没有必要这样做。我们主张的做法是, 根据 MDM 的具体应用需求, 写一个需求计划, 以此为基础来进行数据模型的设计。

首先规定 MDM 数据库概念模型中地理要素的分类方法。按照层次化的分类方法, 可将地理要素按特性划分为要素大类 (也称要素主题, Feature Theme), 并可以进一步将要素大类划分为要素子类 (也称要素种类, Feature Class), 然后每一个子类都有要素实例。这里可以参照 GDF, ISO GDF4.0 中定义了 13 种要素大类 (如道路与渡口要素大类、公共交通要素大类、服务大类等)。按照空间分布特征及其在应用中的重要程度, 我们还可以将这些要素大类分为若干种要素类 (如构成交通网络的要素类、作为显示背景的要类零散分布的要素类等)。

对地理要素的逻辑表达是根据概念模型中定义的数据实体及其相互关系而确定的。同样以道路与渡口要素为例 (参照 GDF4.0), 在概念模型中将其分为简单要素与复杂要素两个抽象层次, 其中复杂要素是由简单要素聚合而成的。在进行逻辑表达时, 需要首先定义简单要素的逻辑表达, 然后以简单要素的逻辑表达为基元, 使用要素关系表来构造复杂层次要素的逻辑表达。

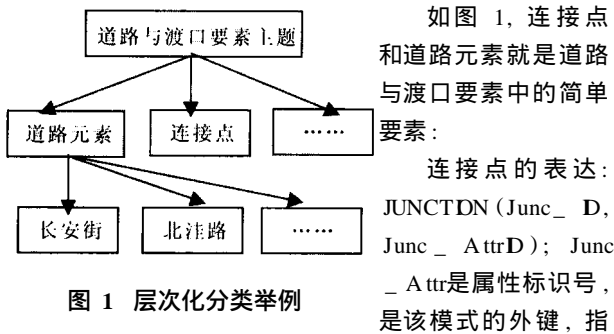


图 1 层次化分类举例

道路元素的表达: ROADELEMENT (Re_ D, Re_ SJunc, Re_ EJunc, Re_ AttrD); 分别为道路元素的标识号 (主键)、道路元素起始连接点、终止连接点 (与起始点一样, 都是外键, 惟一地标识连接点关系模式中的两个点)、道路元素属性 (外键)。

交叉点是一个复杂要素, 由连接点和道路元素构成:

交叉点: 由连接点和道路元素构成, INTERSECTDN (Insec_ D, Inse_ ReD, Inse_ Attr); Inse_ ReD 是构成交叉点的道路元素的标识号, 是一个外键, 指向构成交叉点的道路元素的一个记录。

3.2 多重表达问题

所谓多重表达, 就是按照比例尺系列、内容分层系列、区域系列等, 分别先后地、顺滑地表达出地图内容。MDM 主要是应用于各种存储量和内存都有限的移动终端, 多重表达问题是实现 MDM 的一个关键问题。

1) 分尺度方法

传统的地图表达中, 较小比例尺的要素常需进行“综合”以消除对空间对象的细部表达。但在 MDM 数据中由于定位精度和路径引导的要求, 不允许进行这种“综合”, 因此 MDM 数据的“多尺度”是指对地理要素 (尤其是道路网络) 重要程度的划分。人们常常根据实际应用中显示地图的视野范围来组织数据, 即根据不同的显示区域 (视野范围) 中

需要表现的地图内容对数据进行划分。如, 当要显示全国范围内的信息时, 调用城际道路数据集, 当显示范围缩小到某一个城市内时, 则切换到相应的城市道路数据集^[5]。

实现这种切换涉及到一个关键技术问题就是不同尺度数据集中对应要素之间的链接。建立这种链接对应关系的方法之一就是较小尺度的数据集作为尺度数据集的子集, 以保证两个数据集中要素的编码完全一致。

2) 分层次法

人类对于自身所处的环境的认识有着明显的空间层次特征。人们往往在不同的地理空间层次上使用不同的概念模型来执行不同的任务, 每一层都包含了解决特定问题的必要信息。在解决一个比较复杂的问题时, 通常首先忽略次要的细节而把注意力集中到问题的本质特征上, 进行简化的抽象空间的搜索而不是在整个原问题空间搜索。在抽象空间的搜索结果的基础上再添加原空间的细节, 从而大大提高问题解决能力和效率。层次化方法可分为任务层次化与空间层次化两类。任务的层次化是指将每一个要执行的任务划分为属于不同层次结构的更小任务, 然后依次在不同的层次上解决。空间层次划分就是按层次对空间目标分组, 每个层次都具有相同的结构、类型和操作。高层次是低层次的空间子集, 每个低层次中包含了高层次中没有的细节, 而每一个高层次中包含了低层次中没有的抽象^[5]。

MDM 数据的分层次组织方法可以是任务层次化与空间层次化的结合。如: 路径规划和车辆行驶引导是 MDM 数据的两个重要的应用, 而二者对数据的要求是不同的。路径规划侧重的是道路网络整体连通性; 而行驶引导则注重行驶中的具体要求。也就是说这两个不同的任务对空间数据有着不同的要求。

分层次方法中的一个关键问题是建立不同层次数据之间的链接与对应关系。详细数据自动综合生成概略数据的方法与工具也是 MDM 数据生产需要研究与解决的问题。而基于主导数据库的多重表达正是对全自动制图综合技术的“缺乏”状况的一种补充。

3) 分区域法

数据检索的效率与数据集中的数据量成正比, 因而要将数据划分为较小的存储单元来提高效率。分尺度方法是根据表达内容对数据集的纵向划分, 分区域方法则是根据空间分布对数据集进行横向的地域划分^[5]。行政区域是人们划分并管理地理实体最常用的方式。故, 首先要建立区域的行政区划索引表, 并在地理元素的属性表中附加该地理元素所在行政区划的标识。道路常有跨行政区划的情况, 因此按行政区划来划分 MDM 数据难免会造成人为的结点。这种情况可以通过构造“虚节点”的方法来解决。虚节点有惟一标识号, 可能会存储在多个不同行政区划的数据集中。实际应用时可以通过虚节点的标识来连接被人为分割的道路元素。当然还可以通过格网的方法来划分区域, 其方法和按行政区划是类似的, 也需要构造“虚节点”。具体按哪种方法来划分区域, 或者两者皆有, 这和 MDM 具体应用有关。

3.3 数据压缩问题

通常数据压缩分为几何数据压缩和图像数据压缩。几何数据压缩是指对描述场景的模型数据进行压缩, 以便于模型数据的存储和传输。对图像数据进行压缩主要是针对地理底图进行压缩^[1]。当然, 属性数据的压缩也有很多人对此进行了尝试。

MDM 数据主要是应用于一些存储量极为有限的终端设备, 所以如何做到对数据的压缩比较大而图像的失真度比较小, 这是 MDM 必须考虑的问题。由于 MDM 的使用终端的显示屏比较小, 所以在此不需要使用地理底图。有了地

理底图反而会影响到地图信息的传达。同样是 MDM 终端设备的资源有限性以及网络容量的不断扩充, 属性数据只需存储于服务器端, 因而也不存在数据压缩的要求。所以, MDM 只要考虑几何数据的压缩问题, 而且必须是无损压缩, 因为 MDM 数据的一个重要的应用就是导航。

SVG(可扩展图形规范, Scalable Vector Graphics) 是 W3C 组织为适应 Internet Web 应用的飞速发展需要而制定的一套基于 XML 语言的可缩放矢量图形语言描述规范。SVG 完全用普通文本来描述, 也就是说, 这是一种专门为网络而设计的基于文本的图像格式。而且 SVG 是基于矢量格式, 由语句完成图像的保存, 文件小, 受带宽限制小, 下载快^[8]。

由于 SVG 的大部分特性也非常适合于无线领域的图形应用, 无线领域要求开发更适合于移动设备上应用的 SVG 形式, 为了满足业界的需求, 互联网联盟(W3C)的 SVG 工作小组制订了适合于移动应用领域的专用标准 Mobile SVG。由于移动设备在 CPU 速度、内存大小、支持的显示颜色等各个参数上有很大的不同, 单一的专业标准很难满足所有移动设备的要求。所以, 为了覆盖不同移动设备家族的需求, SVG 工作小组最终制订了两个级别的 Mobile SVG 专业标准。第一级别的专业标准是 SVG Tiny (SVGT), 适用于资源高度受限的移动设备, 如手机; 第二级别的专业标准是 SVG Basic (SVGB), 适用于高端的移动设备, 如 PDA 等^[6]。由于移动设备的 CPU 速度、内存容量、显示屏都比较小, 相对于 SVG, Mobile SVG 在支持的内容、属性、功能等方面作了限制。为了保持内容和处理软件的兼容性, 在制订标准时, 把 SVGT 列入 SVGB 的子集, 把 SVGB 列入 SVG 的子集。按 SVG 格式制作的图像在保持图像线条等不变的同时, 通过降低精度、省略线条的粗细和浓淡等信息标记可以将其转换成 SVG Basic 和 SVG Tiny 格式。

利用 SVG, 只要在无线设备中安装一个文本解析器, 就可以实现对 SVG 文件的识别和显示, 同时文本文件的特点, 非常适合无线产品的网络传输。SVG 还提供动画和多媒体编辑功能, 可以支持平面动画, 声音和视频文件的播放^[9]。结合其它技术(如 SML), 就可以实现创建一个理想的多媒体无线终端解决方案。

数据库中, 同时对数据库进行管理, 添加相应的矢量属性对照表在数据库中, 形成完整的 MDM 数据库模型。

运用 SVG 显示地图, 可以有两种解决方案。一种是将地图的空间数据(如 Shape 格式数据)转换成 SVG, 存放在服务器端。客户端请求数据之后, 将 SVG 地图下载到客户端, 然后在浏览器上进行显示; 对于属性数据, 可以将与空间数据相关的属性数据转换成文本形式, 也下载到客户端。这样, 与地图相关的所有数据都下载到客户端, 用户可以脱机使用。另一种方案, 地图的空间数据的处理和上一种方法一样, 而属性数据可以通过客户、服务交互语言从服务器端的属性数据库中实时申请^[7]。这种方法的体系结构分为三层, 即:

客户层。是一个图形用户界面, 可以显示 SVG 图像, 并可以在 SVG 图像内实现交互功能, 在客户层可以保存地图图形信息。

服务器层。提供数据的访问、转换, 将 Shape 转换成 SVG, 并在转换的过程中对数据进行换算加密; 通过 ASP 访问数据库等。

数据层。管理存储空间数据和属性数据, 空间图形数据为 Shape 文件数据, 属性数据为 dbf 文件数据。

4 展望

移动数字地图是数字地图中的一种, 在未来几年中将会非常有前途。本文只是针对移动数字地图的技术环境和核心问题进行了初步研究, 大量的方法和技术问题, 手机或 PDA 上实用地图的压缩问题, 究竟是 B/S 方式的移动地图实用, 还是嵌入式插卡式地图的技术能够满足要求? 相信随着这些问题的解决, 移动数字地图的诸多关键技术问题都将会迎刃而解。

参考文献

- [1] 牟伶俐. 基于 Java 手机的移动空间信息服务系统的研究 [D] [硕士学位论文]. 武汉: 武汉大学, 2003.
- [2] 赵文斌, 张登荣. 移动计算环境中的地理信息系统 [J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(2): 19-23.
- [3] 方子岩. 无线上网及 Mobile GIS [J]. 铁路航测, 2002, (3): 8-10.
- [4] 王宗江, 乐嘉锦. 移动数据库的最新发展 [J]. 郑州纺织工学院学报, 2001, 12(2): 58-62.
- [5] 蒋捷. 导航地理数据库 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [6] 祝伟宏. 移动图形新标准——Mobile SVG [EB/OL]. <http://www.china-3g.com/article/list.asp?id=2057>, 2004-02-28.
- [7] 林恩德. 用 SVG 技术实现基于 Web 的 GIS [EB/OL]. <http://www-900.ibm.com/developerworks/cn/xm/x-webgis/>, 2003-08.
- [8] 毛黎莉, 周君明. WEB 图像革命——SVG [J]. Computer era, 2002(4): 4-6.

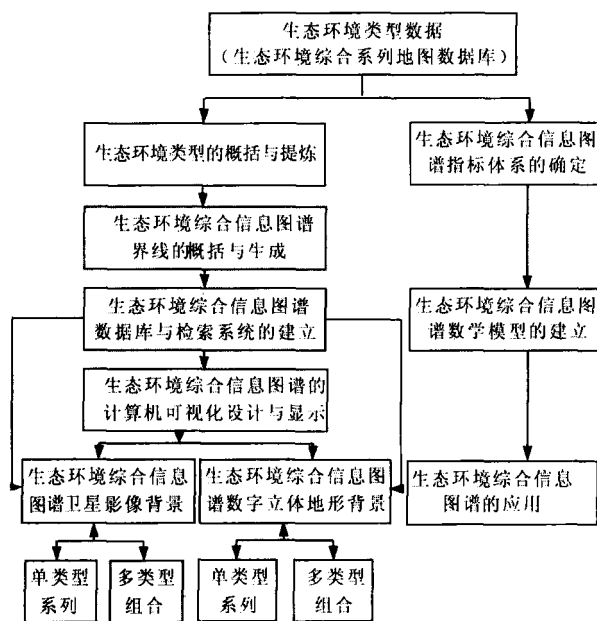


图 2 利用 SVG 实现 MDM

SDB Editor 实际上是一个可以编辑 SVG 矢量图形的图形编辑器。由于所编辑的图形是地图, 而不是普通的矢量图形, 所以 SDB Editor 还具有地图配准、地图修饰等功能。Data Platform 模块将电子地图中矢量图形所对应的属性信息添加到属性



作者简介: 何晶 (1981-), 女, 武汉大学资源与环境科学学院 2002 级硕士研究生, 研究方向是移动式数字地图。

LU Ming-jun (Chinese Academy of Surveying and Mapping, Beijing 100039 China Wuhan University, Wuhan 430079, China)

The research of technological environment and key issues of mobile digital map

Abstract: In recent years, mobile communication technology has been growing vigorously, and various portable terminals have been massively used and upgraded constantly. The mobile information service gets deeply to each corner where people live progressively. Digital map faces new challenge and the good opportunity of deeply development. This paper analyses the new technological environment that the digital map faces, discusses emphatically several key problems and feasible solutions of mobile digital map. Then make an expectation to the application of mobile digital map.

Key words: MDM (mobile digital map), communication technology, GDF, SVG

HE Jing , QI Qing-wen , HE Zhong-yi (School of Resource and Environmental Science, Wuhan University; Institute of Geographical Sciences and Natural Resource Research of Chinese Academy of Sciences)

Rotation parameters determination of block with GPS velocity field

Abstract : In this paper, we deduced the unitive model to determine the rotation and deformation parameters of block with GPS velocity field. On the basis of this model, we calculated the parameters of six 1-order blocks in China continent with GPS velocity field data.

Key words: rotation parameters; deformation parameters; GPS velocity field
Peng Bing

Research on the ground target location comparison of both spaceborne SAR images

Abstract: In this paper, the image target location of spaceborne synthetic aperture was deeply discussed. This method utilizes the spacecraft ephemeris data and Range-Doppler frequency information of the SAR echo data to produce an estimate of the ground target position , and algorithm for relative location is derived. Tests were conducted using Radarsat and ERS images and comparing the difference in acquiring orbital slant range and Doppler parameter. This approach has an advantage over previous techniques in that it requires no reference points and is independent of spacecraft attitude knowledge or control.

Key words: Spaceborne SAR; SAR; Target location; The Range-Doppler frequency

Zou Li-xing(The Institute of Electronics, Chinese Academy of Science, Beijing 100080, China)

Research on key technique of aerophotogrammetry flight management system based on GPS and GIS

Abstract: As one of methods which obtain and update the geographical data, aerophotogrammetry has been used widely. The operation involves many phases, and the photography in flight is the important phase that affect the quality of data directly, the precision of map, cost and schedule of project finally. To ensure the quality of aviation and map, and raise the automation level, it's necessary to develop a suite of aerophotogrammetry flight management system based on GPS and GIS. This paper will discuss the integration of GPS, GIS and aerophotogrammetry, main function and key technique of the system.

Key words: Aerophotogrammetry; Flight management; GPS; Application program development

Li Fei , Chu Mei-hua , Dai Qiang-hua , Zhang Lian

-peng (Geoinformation Science & Engineering College, Shandong University of Science & Technology, Qingdao, Shandong 266510; Shanghai Apsaras Space Remote Sense Technique Co., Ltd., Pudong, Shanghai 201203; Xuzhou Normal University, Xuzhou Jiangsu 221116)

An urban change detection method using spectral and spatial features

Abstract: The current researches on change detection are mostly focused on environmental scope using low spatial resolution remotely sensed imagery, such as seasonal change detection of pasture, change detection of vegetation distribution, disaster detection, land use regularization, etc. However, along with the rapid development of cities, detailed analyses on roads' and buildings' changes are needed for city planning, and with the advent of high spatial resolution satellites such as IKONOS and QUICK-BIRD, it is necessary and possible to develop a set of effective, helpful, reliable unsupervised urban change detection system. Aiming at the registration problem aggravated by the complexity of urban area, this paper introduce an urban change detection method, which is robust against registration error using spectral features and spatial features combined by fuzzy logic.

Key words: change detection; spectral feature; fuzzy logic; block-matching

TANG De-ke , FU Kun , WANG Hong-qi (Institute of Electronics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China; Graduate School of Chinese Academy of Science, Beijing 100039, China)

Vegetation Cover Changes Based on Refined NDVI Image Sequences

Abstract: Normalized difference vegetation Index (NDVI) is one of the main characteristic descriptors indicating land surface vegetation cover. In this paper, Refinement of NDVI image sequences including cloud removal and noise reduction is firstly studied taking NDVI image sequences of three gorges reservoir area for instances. Improved Best Index Slope Extraction (BISE) technique shows satisfying results during further cloud removal. After that, wavelet soft-threshold noise reduction method gives us a more smooth NDVI time series. At last, change vector analysis (CVA) is applied to preprocessed NDVI time series for analyzing vegetation cover changes. The length of the change vector indicates intensity of the change while its direction indicates the nature of the change. By calculating the magnitude we segmented it into four classes (unchanged, a little change, medium change and big change) showing the distribution of vegetation cover change intensity in the area from 2001 to 2003. The research results offering certain foundations for soil and water conservations plan and environmental improvements

Key words: NDVI image refinement; vegetation cover change; Change vector Analysis

WANG Jian , ZHANG Ji-xian , LU Zheng-jun , DING Yan-mei (Chinese Academy of Surveying and Mapping , 16 Beitaping road, Beijing 100039, China; college of environment and spatial informatics of CUMT , Quanshan District, Xuzhou 221008, China)

The Selection of patch-data based on layer-structure construction in cartography generalization

Abstract: In this paper, a new definition and construction algorithm of layer-structure is proposed based on the measure of information and structured selection of patch-data, with modeling the selection process. The subjective influence as well as instability is being released or decreased, with improvement of the quality and effect of the generalization.