

# 一种 VGI 矢量数据增量变化发现的 多层次蔓延匹配算法

田文文<sup>1</sup> 朱欣焰<sup>1,2</sup> 芮维<sup>1</sup>

1 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室,湖北 武汉,430079

2 武汉大学空天信息安全与可信计算教育部重点实验室,湖北 武汉,430079

**摘要:**矢量要素的匹配是发现地物要素变化的重要方法之一,高精度的匹配结果有助于更快地发现变化地物,进行更新。VGI 矢量数据具有几何和语义信息丰富的特点,但使用传统的矢量要素匹配算法难以发挥 VGI 矢量数据的优势。以城市 VGI 道路数据为研究内容,提出基于多层次蔓延的矢量要素匹配算法,将 VGI 数据和专业测绘数据进行匹配对比,从而实现道路变化增量信息的快速识别。

**关键词:**自发地理信息;多层次蔓延匹配算法;矢量数据匹配;数据更新

中图法分类号:P208

文献标志码:A

Web2.0 概念提出以来,公众越来越多地参与到地理信息贡献与分享的活动中。2007 年 Goodchild 首次提出了自发地理信息(volunteered geographic information, VGI)的概念,并指出来自公众的自发地理信息经过数据处理消除不一致性后,可以作为空间基础设施(spatial data infrastructure, SDI)的重要数据来源之一<sup>[1]</sup>。VGI 数据的采集方式有别于传统测绘的采集方式,具有时效性高,几何细节丰富,语义信息翔实等特点<sup>[2]</sup>,对交通导航,灾害应急等行业的数据具有极其重要的补充作用<sup>[3-4]</sup>。

很多专家学者对如何利用 VGI 方式发现最新数据并更新专业测绘数据进行了研究<sup>[5-8]</sup>,普遍认为 VGI 数据在几何精确性、语义准确性、数据一致性与完整性方面符合一定的质量规范。道路数据是公众最常用的地理数据之一,而 GPS、PND(portable navigation devices)和带有定位功能的移动通讯设备的普及,为 VGI 数据在更新道路地址和道路网方面提供了更大的优势<sup>[5]</sup>。高精度的矢量数据匹配算法是快速识别 VGI 路网数据增量的基础,目前的算法大多是对同一区域相同或者相近比例尺的道路数据进行匹配,数据在比例尺、几何和语义结构上具有较大的同源性<sup>[9-13]</sup>。而 VGI 数据来源于公众贡献,其语义和

几何组成均和专业数据差别较大,现有算法并不适合矢量 VGI 数据与专业数据的匹配。

本文针对道路网数据提出了矢量要素的多层次蔓延匹配算法,将 VGI 矢量数据与专业测绘部门的旧矢量数据进行比对,及时快速发现 VGI 矢量数据中的增量信息,为专业测绘部门提供更新参考。

## 1 多层次蔓延匹配算法

本文以 OpenStreetMap 数据作为参考数据,专业测绘数据作为匹配数据,两者分别用  $R_r(N^r, E^r)$  和  $R_m(N^m, E^m)$  表示,建立从参考数据到匹配数据的映射关系进行增量识别。矢量道路网的匹配主要是根据道路结点和道路弧段进行的匹配,即  $N^r$  与  $N^m$ 、 $E^r$  与  $E^m$  的匹配。本方法主要包括匹配算法原理和道路弧段与道路结点相似性计算。

### 1.1 算法原理

现有的道路网匹配算法原理基本分为三类:根据点距离和点拓扑关系匹配道路结点进而获得道路弧段的匹配<sup>[14]</sup>;根据道路弧段的距离、空间方位和拓扑关系直接对道路弧段进行匹配<sup>[13,15]</sup>;以及根据道路结点和道路弧段相结合进行匹

收稿日期:2013-04-30

项目来源:国家自然科学基金资助项目(412714013);国家 863 计划资助项目(2013AA12A203);测绘遥感信息工程国家重点实验室专项科研经费资助项目。

第一作者:田文文,博士,主要从事空间数据库更新和自发地理信息等方面的研究。E-mail:geotww@gmail.com

配<sup>[9,16-19]</sup>。本文基于第三种匹配算法进行改进,提出多层次蔓延匹配算法,分为初始蔓延匹配单元的确定和多层次蔓延匹配单元的构建两个步骤。

1.1.1 初始蔓延匹配单元的确定

初始蔓延匹配单元的确定对以后的路网数据匹配结果有着至关重要的影响。根据道路网的可达性和层次性的特点,对于匹配数据的道路网  $R_m(N^m, E^m)$ , 利用道路的语义信息(本文选取等级信息)选取  $E_f^m = (e_1, e_2 \dots e_n)$  为特征的道路弧段, 并对其与参考数据  $R_r(N^r, E^r)$  进行匹配, 基于每一个已匹配特征的道路弧段和道路结点  $R(N^r, E^r)$  建立初始多层次蔓延匹配单元  $U_1(N^1, R^1)$ , 这组单元在各个层次内部的蔓延过程中充当种子的角色, 进行标记。

1.1.2 多层次蔓延匹配单元的构建

在获得初始多层次蔓延匹配单元后, 计算其道路结点的空间关系, 进一步将其关联道路弧段和道路结点进行匹配, 建立第二层次蔓延单元  $U_2(N^2, R^2)$ , 进行标记, 依次迭代, 直到搜索不到未标记地物为止, 并建立多层次蔓延单元树, 反映蔓延中的层次关系。如图 1(a) 中黑色粗线为初始多层次蔓延匹配单元中的特征道路弧段, 图 1(b) 为以其中  $e_1$  道路弧段为初始蔓延匹配单元所构成的蔓延匹配结构树。

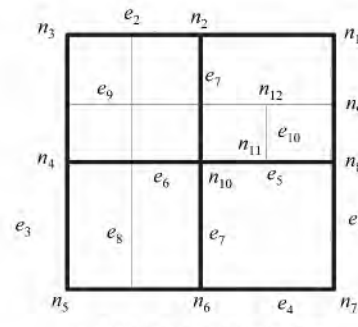
1.2 道路弧段相似度计算

由于道路弧段在语义、空间位置和空间关系三方面存在差异, 因此, 选取语义距离、几何距离和空间拓扑关系等指标计算最佳匹配候选地物。

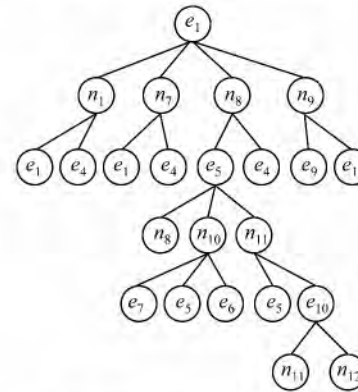
1.2.1 语义映射相关度计算

由于 VGI 数据和专业数据具有不同的术语、命名习惯和分类体系, 对同一地物的理解可能存在语义上的歧义, 基于语义距离对两种数据的属性分类体系进行匹配, 效果不甚理想<sup>[8]</sup>。针对此种情况, 对参考数据和匹配数据中的属性信息, 选取同一研究区域样本数据进行了比对统计分析, 将参考数据和匹配数据中的属性标签进行语义映射, 计算道路弧段在语义上的相关度。由数据分析可知, OSM 数据和专业数据的语义映射关系如图 2 所示。

对于 OSM 数据  $R_r(N^r, E^r)$  中 highway 分类中的每一个子类, 通过选取样本分析, 依据统计数据结果  $f$ , 专业数据集  $R_m(N^m, E^m)$  中有唯一确定的道路等级与之对应, 将这种映射关系记录为  $f: R_r \rightarrow R_m$ 。两数据集中要素语义映射相似度可以用式(1)计算:



(a) 初始蔓延匹配单元的获得



(b)  $e_1$  所生成的局部蔓延匹配结构树

图 1 初始蔓延匹配单元

Fig. 1 The Initial Spread Matching Unit

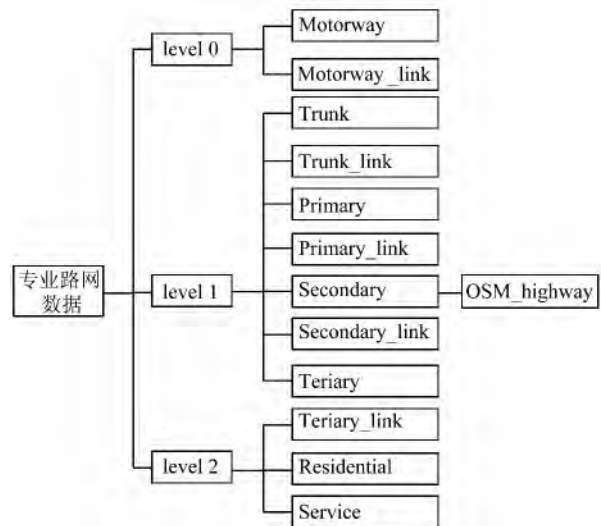


图 2 语义映射关系

Fig. 2 Semantic Mapping Relationship

$$\begin{cases} S_{sim}(e_i, e_j) = 0, A_{e_i} \notin A_{e_j} \\ S_{sim}(e_i, e_j) = 1, A_{e_i} \in A_{e_j} \end{cases} \quad (1)$$

式中,  $S_{sim}(e_i, e_j)$  为数据集  $A$  中  $e_i$  要素与数据集  $B$  中  $e_j$  要素的语义映射相似度;  $A_{e_i}$  为要素  $e_i$  的属性信息;  $A_{e_j}$  为要素  $e_j$  的属性信息; 0 表示  $e_i$  和  $e_j$  不具有  $f: R_r \rightarrow R_m$  语义映射关系; 1 表示两者

间存在语义映射关系。

1.2.2 空间位置邻近度

在空间位置邻近度方面,道路弧段距离采用 Hausdorff 方法进行计算。Hausdorff 方法在计算道路弧段空间邻近度的同时,也顾及了道路弧段的方向和形状。对于两条道路弧段  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  和  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ ,其 Hausdorff 距离可以表达为:

$$d_H(A, B) = \max(d_h(A, B), d_h(B, A)) \quad (2)$$

式中,  $d_h(A, B) = \max_{a \in A} \min_{b \in B} \|a - b\|$ , 定义任意一点  $a$  到点集的距离  $d(a, B)$  为该点与点集所有点的距离的最小值,即  $d(a, B) = \min_{b \in B} \|a - b\|$ ,  $d_h(A, B)$  就是点集  $A$  中所有点到点集  $B$  的距离的最大值,如图 3 所示。

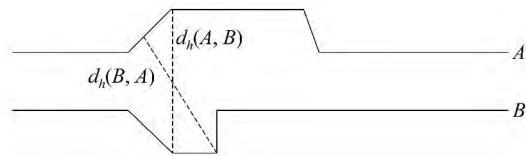


图 3 道路弧段间 Hausdorff 距离计算

Fig. 3 The Hausdorff Distance of Road Segment

这样,经过 Hausdorff 距离计算的空间位置邻近度为:

$$G_{sim}(e_i, e_j) = \begin{cases} 1, & d_H(e_i, e_j) \leq \Delta \\ 0, & d_H(e_i, e_j) > \Delta \end{cases} \quad (3)$$

式中,  $G_{sim}(e_i, e_j)$  表示道路弧段  $e_i$  和  $e_j$  的空间位置邻近度;  $d_H(e_i, e_j)$  表示  $e_i$  和  $e_j$  的 Hausdorff 距离;  $\Delta$  表示距离阈值; 1 表示两条道路弧段距离小于或等于阈值,即判定具有空间位置邻近度; 0 则反之。

1.2.3 空间拓扑关系相似度

根据多层次蔓延匹配思想,对道路弧段空间关系的计算不仅是多层次蔓延算法的核心,而且也被作为道路弧段相似性计算的匹配指标之一。在道路弧段的空间拓扑关系上,主要计算两条道路弧段的两端结点的拓扑结构信息,包括结点的度及拓扑关联边的方向。提取道路弧段的两端结点  $n_i^s$  与  $n_i^e$ , 计算与两端结点相交的道路弧段个数,即结点的度,记为  $N_i^s$  与  $N_i^e$ 。道路弧段的拓扑结构比较单一,因此拓扑关联边方向值的计算采用 8 角度分区的计算方法<sup>[20]</sup>,如图 4 所示,即以某道路结点  $n_i^s$  为原点分为 8 个连续不相交的角度区域,并用一个 8 位长的编码  $C_i^s$  来表示某结点的结构特征,若该点某拓扑关联边方向角落入第  $i$  个角度区域,则记为 1,否则记为 0。

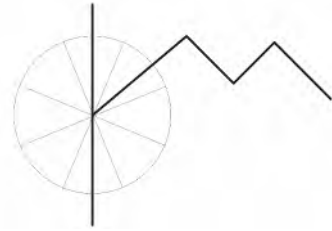


图 4 8 角度分区示意

Fig. 4 8 Angle Partition

对于道路弧段  $e_i$  和  $e_j$ ,其两端端点分别为  $n_i^s$  与  $n_i^e$ 、 $n_j^s$  与  $n_j^e$ ,将道路弧段的拓扑相似度  $T_{sim}(e_i, e_j)$  转化为两端结点的拓扑结构相似度  $T_{sim}(n_i^s, n_j^s)$  和  $T_{sim}(n_i^e, n_j^e)$ ,计算如下:

$$T_{sim}(e_i, e_j) =$$

$$\begin{cases} 0, & T_{sim}(n_i^s, n_j^s) = 0 \text{ 且 } T_{sim}(n_i^e, n_j^e) = 0 \\ 0.5, & T_{sim}(n_i^s, n_j^s) = 1 \text{ 或 } T_{sim}(n_i^e, n_j^e) = 1 \\ 1, & T_{sim}(n_i^s, n_j^s) = 1 \text{ 且 } T_{sim}(n_i^e, n_j^e) = 1 \end{cases} \quad (4)$$

$$T_{sim}(n_i^s, n_j^s) = \begin{cases} 0, & N_i^s \neq N_j^s \text{ 或 } N_i^e \neq N_j^e \\ 1, & N_i^s = N_j^s \text{ 且 } N_i^e = N_j^e \\ C_i^s = C_j^s \text{ 且 } C_i^e = C_j^e \end{cases} \quad (5)$$

1.2.4 道路弧段相似度

根据以上语义映射相关度、空间位置邻近度和空间拓扑关系相似度,对道路弧段在几何和语义的相似度上进行测度和描述:

$$e_{sim}(e_i, e_j) = \delta \times T_{sim}(e_i, e_j) + \frac{1-\delta}{2} \times \quad (6)$$

$$S_{sim}(e_i, e_j) + \frac{1-\delta}{2} \times G_{sim}(e_i, e_j)$$

式中,  $e_{sim}(e_i, e_j)$  为道路弧段相似度;  $\delta$  为道路弧段  $e_i$  和  $e_j$  的空间拓扑关系相似度所占的权重。

1.3 多层次蔓延匹配算法步骤

本文算法的具体步骤如下:①顾及属性和方向一致性进行弧段合并;②对 OSM 数据和专业数据构建拓扑关系;③匹配数据的语义信息提取特征地物;④对选取的匹配数据进行缓冲区分析,并与参考数据进行叠加分析选取粗匹配集;⑤计算匹配数据中的特征地物缓冲区,采用式(1)、式(3)、式(4)、式(6)计算道路弧段相似度,与参考数据匹配,得到第  $i$  层初始蔓延单元,并标记为已匹配;⑥根据初始蔓延单元的空间关系确定与初始蔓延单元相关联的道路弧段与结点,并删除标记地物;⑦重复步骤⑤,得到第  $i+1$  层蔓延单元,当搜索不到未标记地物或规定迭代次数时,则可退出迭代,路网匹配完成;⑧标记出未匹配地物,识别路网增量。

## 2 实验与分析

本实验程序采用 C# 和 ArcEngine 9.3 编写,参考数据来源于英国伦敦学院推动的 Open-StreetMap 项目数据,匹配数据为专业导航数据,对 2011 年 9 月 13 日某城市二环内约为 6.3 km<sup>2</sup> (图 5(a)、5(b))的局部区域数据进行了道路匹配和增量识别。图 5(a)为匹配数据即专业测绘数据,其中道路结点 321 个(去除悬挂结点),道路弧段 514 条(未进行道路名称和方向一致性合并);图 5(b)为参考数据即 OSM 数据,其中道路结点 385 个,道路弧段 618 条;图 5(c)为两幅数据叠加的情况。从图 5 中可以看出,两幅数据吻合度较好,数据量相似,但仍有一定程度的位置偏移。

首先,分别对两幅数据进行道路弧段的合并,合并后匹配数据道路弧段数目为 190,参考数据的道路弧段数目为 238。根据语义信息对匹配数据的提取特征道路如图 6(a);根据民用 GPS 精度与两幅数据精度的综合考虑,匹配数据的缓冲区半径设置为 30 m;匹配步骤均采用自动匹配的方式,只对匹配结果进行人工交互检查与验证。图 6(b)、6(c)分别给出初始蔓延匹配单元和第二层蔓延匹配单元与 OSM 数据的匹配结果,图 6(d)给出了与专业数据相匹配的、识别出的 OSM 数据中增量数据。表 1 列出了实验结果的统计数据,其中误匹配表示算法匹配中的错误匹配;实际匹配个数是在实验区域内实际存在的匹配个数,通过人工获得;匹配正确率是指算法匹配结果中正确匹配,即算法匹配一误匹配与实际匹配所占的百分比。



图 5 待匹配的道路网及其叠加分析  
Fig. 5 The Road Networks to be Matched and Its Overlay Analysis

在 OSM 数据中,未匹配数据可能为道路弧段的增加;专业导航数据中,未匹配数据可能为道路弧段的删除(本数据中未识别到);两种数据存在粗匹配集合但是不符合进一步匹配指标的同名要素对可能为道路弧段的修改(出现在误匹配中),因为 OSM 数据存在一定的不可靠性,增量识别需要进一步人工交互识别和验证,从而获得真实的增量信息。

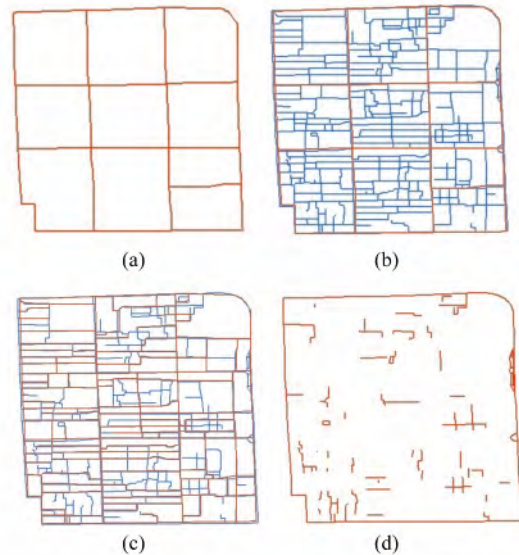


图 6 选取的特征地物、各层蔓延匹配单元与 OSM 增量信息

Fig. 5 The Selected Features, the Matching Unit of Each Layer and OSM Incremental Information

表 1 道路弧段匹配和增量识别实验结果

Tab. 1 The Results of Road Segment Matching and Incremental Identification

	算法匹配	误匹配	实际匹配	匹配率/% (增量检出率)
1:1 匹配	179	9	190	89
1:N 匹配	5	1	5	80
OSM 未匹配	49	5	44	100
专业数据未匹配	2	0	0	—

## 3 结语

来自公众的 VGI 数据具有更新及时的特点,对于发现道路的更新变化有很好的参考价值。本文针对 VGI 数据特点,提出了多层次蔓延的道路匹配与增量识别算法,考虑了道路弧段和结点的语义、几何和空间拓扑信息,并通过语义提取特征地物进行匹配,得到初始的蔓延匹配单元,从而蔓延到整个道路网,直到所有道路弧段被标记。但这种算法严重依赖初始蔓延单元的精度,当初匹配的道路结点和道路弧段精度不够高时,误差传递会导致后续的匹配精度不高。因此,在选取特征地物时可以对选取地物进行改进以提高匹配精度。

## 参 考 文 献

- [1] Goodchild M F. Citizens as Sensors: The World of Volunteered Geography [J]. *GeoJournal*, 2007, 69 (4): 211-221

- [2] Bennett J. OpenStreetMap[M]. UK: Packt Publishing Ltd, 2010:8-12
- [3] Goodchild M F, Glennon J A. Crowdsourcing Geographic Information for Disaster Response: A Research Frontier[J]. *International Journal of Digital Earth*, 2010, 3(3): 231-241
- [4] Matthew Z, Mark G, Taylor S, et al. Volunteered Geographic Information and Crowdsourcing Disaster Relief: A Case Study of the Haitian Earthquake [J]. *World Medical & Health Policy*, 2010, 2(2): 7-33
- [5] McDougall K. The Potential of Citizen Volunteered Spatial Information for Building SDI[C]. GSDI 11 World Conference, Rotterdam, Netherlands, 2009
- [6] Mooney P, Corcoran P. Annotating Spatial Features in OpenStreetMap[C]. The 19th Annual GIS Research UK, Portsmouth, England, 2011
- [7] Frank O O, Spinsanti L. A Conceptual Workflow for Automatically Assessing the Quality of Volunteered Geographic Information for Crisis Management [C]. The 14th AGILE Conference on Geographic Information Science, Utrecht, Netherlands, 2011
- [8] Maythm A, Fairbairn D. Assessing Similarity Matching for Possible Integration of Feature Classifications of Geospatial Data from Official and Informal Sources [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2012, 26(8): 1-20
- [9] Zhao Dongbao, Sheng Yehua. Research on Automatic Matching of Vector Road Networks Based on Global Optimization[J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2010, 39(4): 416-421(赵东保, 盛业华. 全局寻优的矢量道路网自动匹配方法研究[J]. *测绘学报*, 2010, 39(4): 416-421)
- [10] Zhu Liyun, Wen Huimin. An Automatic Incremental Recognition and Updating of Transportation Road Network[J]. *Journal of Transport Information and Safety*, 2009, 27(2): 22-24(朱丽云, 温慧敏. 交通路网数据自动增量识别与技术更新[J]. *交通信息与安全*, 2009, 27(2): 22-24)
- [11] Hu Yungang, Chen Jun, Zhao Renliang, et al. Matching of Roads Under Different Scales for Updating Map Data[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2010, 35(4): 451-456(胡云岗, 陈军, 赵仁亮, 等. 地图数据缩编更新中道路数据匹配方法[J]. *武汉大学学报·信息科学版*, 2010, 35(4): 451-456)
- [12] Chen Jun, Hu Yungang, Zhao Renliang, et al. Road Data Updating Based on Map Generalization[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2007, 32(11): 1 022-1 027(陈军, 胡云岗, 赵仁亮, 等. 道路数据缩编更新的自动综合方法研究[J]. *武汉大学学报·信息科学版*, 2007, 32(11): 1 022-1 027)
- [13] Chen Yumin, Gong Jianya, Shi Wenzhong. A Distance-based Matching Algorithm for Multi-scale Road Networks [J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2007, 36(1): 84-90(陈玉敏, 龚健雅, 史文中. 多尺度道路网的距离匹配算法研究[J]. *测绘学报*, 2007, 36(1): 84-90)
- [14] Ashok S, Sharad S, Kevin C. A Feature-based Approach to Conflation of Geospatial Sources[J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2004, 18(5): 459-489
- [15] Deng Min, Li Zhilin, Chen Xiaoyong. Extended Hausdorff Distance for Spatial Objects in GIS[J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2007, 21(4): 459-475
- [16] Volz S. An Iterative Approach for Matching Multiple Representations of Street Data[C]. The JOINT ISPRS Workshop on Multiple Representations and Interoperability of Spatial Data, Hannover, 2006
- [17] Sagi F, Yerahmiel D. A Linear Mapping Approach to Map Conflation: Matching of Polylines[J]. *Surveying and Land Information Systems*, 1999, 59(2): 107-114
- [18] Sébastien M, Thomas D. Matching Networks with Different Levels of Detail [J]. *Geoinformatica*, 2008, 12: 435-453
- [19] Eliyah S, Yaron K, Sagiv Y, et al. Efficient Integration of Road Maps[C]. The 14th Annual ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems, New York, USA, 2006
- [20] Saalfeld A. Conflation Automated Map Compilation [J]. *International Journal of Geographical Information System*, 1988, 2(3): 217-228

## A VGI Vector Road Data Increment Distinguishing Research Based on Multilevel Spreading Algorithm

TIAN Wenwen<sup>1</sup> ZHU Xinyan<sup>1,2</sup> GUO wei<sup>1</sup>

1. State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430079, China

2. Key Laboratory of Aerospace Information Security and Trusted Computing of the Ministry of Education,

Wuhan University, Wuhan 430079, China

**Abstract:** Volunteered geographic information (VGI) contributed by Internet users is more and more

(下转第 973 页)

## A Methodology of Change Classification, Formal Description and Identification Between Corresponding Areas in Multi-scale Maps

JIAN Canliang<sup>1</sup> ZHAO Binbin<sup>2</sup> WANG Xiaomi<sup>2</sup> DENG Min<sup>2</sup>

1 State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing,  
Wuhan University, Wuhan 430079, China

2 Department of Geo-informatics, Central South University, Changsha 410083, China

**Abstract:** In order to analyze changes between maps at different scales and time epochs, a new method is proposed for the change classification, description and identification between corresponding areal objects at two scales in this paper. The proposed method is capable of identifying nine different change types, i. e., appear, disappear, enlarge, shrink, move, rotate, split, merge and merge after split. With consideration of the false change caused by map generalization, the 4-intersection difference model for topological relations is further used to identify actual change from geometric discrepancies produced by generalization. At last, some experiments on residential data are made to verify the validity of the proposed method. Results also show that the proposed method is very effective and useful for change classification, description and identification for corresponding areal objects in multi-scale maps.

**Key words:** multi-scale; area objects; change classification; formal description; topological relations

**FirstAuthor:** JIAN Canliang, PhD, professor, specializes in the theories and methods of inconsistency handling of spatial database updating. E-mail: fjbsm\_jcl@163.com

**Corresponding author:** DENG Min, PhD, professor. E-mail: dengmin208@tom.com

**Foundation item:** The National Natural Science Foundation of China, No. 41171351; the Open Research Fund Program of Key Laboratory of Digital Mapping and Land Information Application Engineering, State Bureau of Surveying and Mapping, No. GCWD201103; the Scientific Research Foundation for NASG Key Laboratory of Land Environment and Disaster Monitoring, No. LEDM2012B02; the Key Laboratory of Geo-Informatics of National Administration of Surveying, Mapping and Geoinformation, No. 201123.

.....  
(上接第 967 页)

widely used as data updating source for industries such as navigation, and for disaster emergencies. This way of data acquisition is faster and cheaper than traditional surveying and mapping data. How to detect and extract changed information in massive amounts of VGI data in a timely way is a problem to be solved. The high precision results of vector feature matching can help to find the changed features faster. VGI vector data has rich geometric and semantic information, traditional vector feature matching algorithm is not suitable for this purpose. In this paper, we proposed a multilevel spreading algorithm in vector feature matching, and applied the city road network as the research content, to compare VGI vector data to the data from the professional surveying and mapping departments to realize the change detection in a road network.

**Key words:** volunteered geographic information; multilevel spreading algorithm; vector matching; data updating

**First author:** TIAN wenwen, PhD, specializes in spatial data updating and VGI. E-mail: geotww@gmail.com

**Foundation support:** The National Natural Science Foundation of China, No. 4127140413; the National High Technology and Development Program of China (863 Pogram), No. 2013AA12A203; the Special Research Funds of State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing.