

引文格式: 莫中夏,张新长,何显锦.基于地图信息量的地形图更新技术[J].测绘通报,2017(3):58-61.DOI:10.13474/j.cnki.11-2246.2017.0084.

基于地图信息量的地形图更新技术

莫中夏,张新长,何显锦

(中山大学地理科学与规划学院,广东 广州 510275)

摘要: 随着城市建设的快速发展,基础地形图数据的管理与自动化更新得到国土规划部门的高度重视。基于范围(图幅)的更新方法易于实现、效率高,但因重复更新无变化要素,容易导致历史数据库冗余。而基于要素的更新方法虽然只更新变化要素,但复杂的变化信息检测使其不适用于变化量较大的更新。针对当前更新技术无法自适应选择更新方法的问题,本文提出了基于地图信息变化量的地形图更新方法,即在选取更新方法前计算地图信息量变化率,以此作为更新方法的选取依据。以多组 1:2000 的居民地面数据为试验数据,分析验证了本方法能有效地提高数据更新效率。试验发现,当变化率小于 20% 时采用基于要素的更新方法,大于 55% 时采用基于范围的更新方法具有更高的更新效率,而处于 20%~55% 时,两种方法的更新效率没有显著差异。试验结果对地形图更新方案的设计具有重要参考价值。

关键词: 范围更新;要素更新;地图信息量;地形图

中图分类号: P208

文献标识码: A

文章编号: 0494-0911(2017)03-0058-04

Technology of Topographic Map Updating Based on Map Information Volume

MO Zhongxia, ZHANG Xinchang, HE Xianjin

(Department of Geography and Planning, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: With the rapid development of urban construction, the management of vector topographic map data and automatic updating have been attached great importance to the land planning department. On one hand, the region-based updating method is easy to implement and of high efficiency, but it may cause the redundancy of historical database because of repeated updating of non-changing elements. On the other hand, the element-based updating method which is not suitable for large changes in the amount of updates because it merely updates the changed elements and needs complex change detections. In order to solve the problem that the updating method cannot be adaptively selected during the process of updating, a map updating method based on map information variation is proposed. Based on the updating cases of 1:2000 topographic maps of residential areas, we found that the proposed method can effectively improve the data updating efficiency. We can also draw the following three conclusions. ① When the rate of change is less than 20%, the element-based updating method is adopted. ② If the rate of change is more than 55%, the region-based updating method can produce higher update efficiency. ③ The update efficiency is not significant when the rate is between 20% and 55%. The experimental results have important reference value for the design of the updating scheme of topographic maps.

Key words: region updating; element renew; map information volume; topographic map

随着各大中城市系列比例尺地形图数据库建设的完成,数据现势性问题逐渐成为用户关注的热点,并对大比例尺地形图数据库提出了“持续更新”的要求^[1]。动态更新技术是维护空间数据库现势性的主要手段^[2],学者们先后提出了基于版本的更新^[3]和基态修正的增量更新模型^[4]。从更新范围来看,也可划分为基于范围(图幅)的更新和基于要素的更新^[5]。前者按图幅或自定义的范围进行更新,通过挖空更新范围内的原始数据,填充最新数据,其实现原理相对简单,且运行效率较版本更新高^[6],但由于所选定更新范围内的无变化数据也被存储到历史

数据库中,因此容易造成历史数据冗余,降低历史回溯效率;后者则主要通过遍历要素的方式进行变化检测,只需对变化对象进行更新^[7],能有效地提高数据库的存储效率,但在待更新数据量大、变化要素多的情况下更新速度相对较慢。上述两种更新方法各具优势,如何在实际更新工作中充分发挥其作用,避免方法选择上的盲目性,是本文的研究重点。另外,居民地作为城市空间变化的主要要素^[8],其数量多、更新快,在更新过程中占有很大比重^[9],关注其变化具有重要的现实意义。本文将在介绍地图信息量计算方法的基础上,提出基于地图信息变化量的地形

收稿日期: 2016-06-16; 修回日期: 2017-01-25

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(41431178); 广东省自然科学基金重点项目(2016A030311016); 国家自然科学基金面上项目(41671453)

作者简介: 莫中夏(1992—),女,硕士生,主要研究方向为城市地理信息系统。E-mail: 1763660763@qq.com

图更新方法,为实际的更新应用提供参考。

1 常规的更新方法及其流程

1.1 基于范围(图幅)的更新方法

基于范围(图幅)的更新方法由5个步骤完成(如图1所示)^[6],分别是:①提取数据到临时库;②挖空范围内的旧数据;③填充新数据;④接边处理;⑤更新数据入库。其中,在进行接边处理时,需要综合考虑空间距离、语义相似度及空间关系从而确定接边对象^[7]。

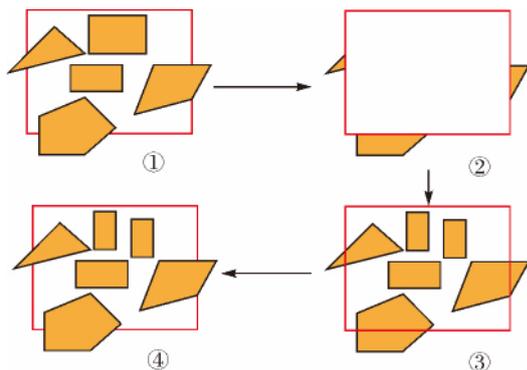


图1 基于范围(图幅)更新方法过程示意图

1.2 基于要素的更新方法

基于要素的更新方法主要包含两部分:变化信息检测和更新数据入库^[10]。该方法以要素为处理对象,通过要素匹配、变化检测发生变化的要素,并对其进行更新操作,能够有效剔除无变化要素,从而减少历史数据库冗余。因此,该方法在变化量较少的更新中具有极高的使用价值。变化对象的确定与空间距离、语义相似度及空间关系等因素有关,其计算模型可以表示为

$$M(A, B) = d(A, B) \omega_1 + s(A, B) \omega_2 + r(A, B) \omega_3 \quad (1)$$

式中, $M(A, B)$ 表示对象 A, B 之间的匹配度; $d(A, B)$ 为对象 A, B 的距离衡量指标; $s(A, B)$ 为语义相似度衡量指标; $r(A, B)$ 表示对象 A, B 的空间关系,通过实体的缓冲区重叠面积计算进行衡量; $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ 为权重值,其取值在 $[0, 1]$,且 $\sum_{j=1}^3 \omega_j = 1$ 。关于距离、语义相似度和空间拓扑关系衡量指标的计算方法可参考文献^[7]。

2 基于地图信息变化量的地形图更新方法

2.1 基于地图信息变化量的地形图更新策略

在实际更新应用中,更新效率主要受两个因素的影响,即待更新要素数量和所采用的更新方法。在不同的场景下,地理要素的数量、变化程度、变化

范围等都存在较大差异。对于地理要素数据量大且变化要素较多的图幅,在进行更新时可以优先考虑基于范围(图幅)的更新方法。反之,选择基于要素的更新方法更为合适。尽管不少更新系统提供了多种更新方法供用户选择,但对用户而言,选择何种方法存在一定的盲目性。本文将地图信息量变化率作为选取更新方法的判断准则,并在更新流程中增加了自适应方法选取的环节,其具体流程如图2所示。在该流程中,通过分析地图信息变化率 F 是否超过变化率阈值来确定选择哪种更新方法。

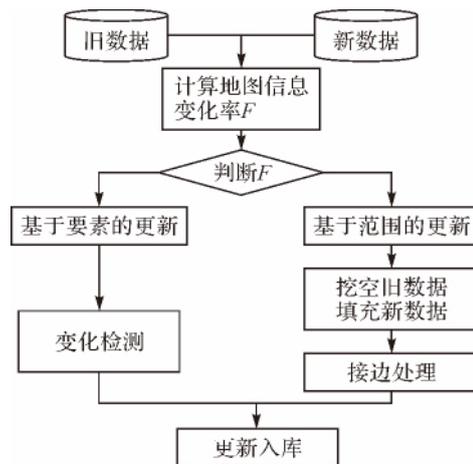


图2 基于信息变化量的更新策略

2.2 地图信息变化量及其计算

国外很早就开展信息量计算的相关研究,最具影响力的是 Shannon 提出的信息熵^[11]。随着地理信息领域的快速发展,不少学者开始对地图信息量进行研究,取得了一定的研究成果^[12-15]。目前,地图信息量的计算方法主要有概率统计法、组合法、综合特征值法几大类。本文以文献^[13]提出的地图信息量计算模型为原型,探讨基于地图信息变化量的地形图更新方法。由于本文关注的是面状数据,因此主要计算地图的几何信息量。

2.2.1 地图几何信息熵计算模型

假设地图上有 N 个面状居民地, S 是地图上所有面状居民地面积的总和, S_i 是第 i 个面状居民地 ($1 \leq i \leq N$) 的面积,则第 i 个面状居民地所占的面状居民地总面积的比率为

$$P_i = \frac{S_i}{S}, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

通过各个面状居民地所占面积比率可求得地图的总体几何信息熵(式(3)、式(4)),其中 X 表示随机变量。

$$H^{GM}(X) = H(P_1, P_2, \dots, P_N) \quad (3)$$

$$H(P_1 P_2 \dots P_N) = - \sum_{i=1}^N P_i \log_2 P_i - \sum_{i=1}^N \left(\frac{S_i}{S} \right) \log_2 (S_i/S) \quad (4)$$

2.2.2 地图信息量变化程度的确定

通过计算不同时期地图信息量的差值,可以获得地图信息变化量 ΔH (式(5))。而地图信息变化率 F 则为 ΔH 与基期 T_1 对应的地图信息量 $H_{T_1}^{GM}(X)$ 的比值(式(6))。

$$\Delta H = H_{T_2}^{GM}(X) - H_{T_1}^{GM}(X) \quad (5)$$

$$F = \Delta H / H_{T_1}^{GM}(X) \quad (6)$$

3 试验与分析

为验证本文所述方法的可行性,本文在 Windows 环境下,以 Visual Studio 2010 为开发工具,集成 ArcGIS Engine 10.0 开发包研制了更新系统,实现基于地图信息量变化率的最优更新方法选取。试验数据来自某市比例尺为 1:2000 的居民地矢量面数据,分别选取了 15 组试验数据(如图 3 所示),每组数据均取自不同区域,且变化程度不同,依照式(2)一式(6)计算了相应的地图信息变化率,同时

获取每组数据基于要素更新和基于范围更新两种方法的更新时耗见表 1。

表 1 两种更新方法时间记录结果

组别	变量		
	$F/(%)$	T_e/s	T_{map}/s
1	0.28	0.18	94.75
2	3.07	1.95	6.16
3	5.00	2.48	6.58
4	11.32	0.12	4.26
5	14.95	1.83	5.83
6	14.99	1.06	4.62
7	15.51	0.14	3.28
8	15.55	0.64	5.27
9	16.67	1.03	3.19
10	38.15	0.17	3.03
11	38.25	2.87	1.12
12	39.73	0.24	4.95
13	74.69	4.02	0.13
14	81.17	0.15	3.46
15	85.34	198.13	2.67

注: F 为地图信息量变化率; T_e 为要素更新耗费时间; T_{map} 为范围(图幅)更新耗费时间。

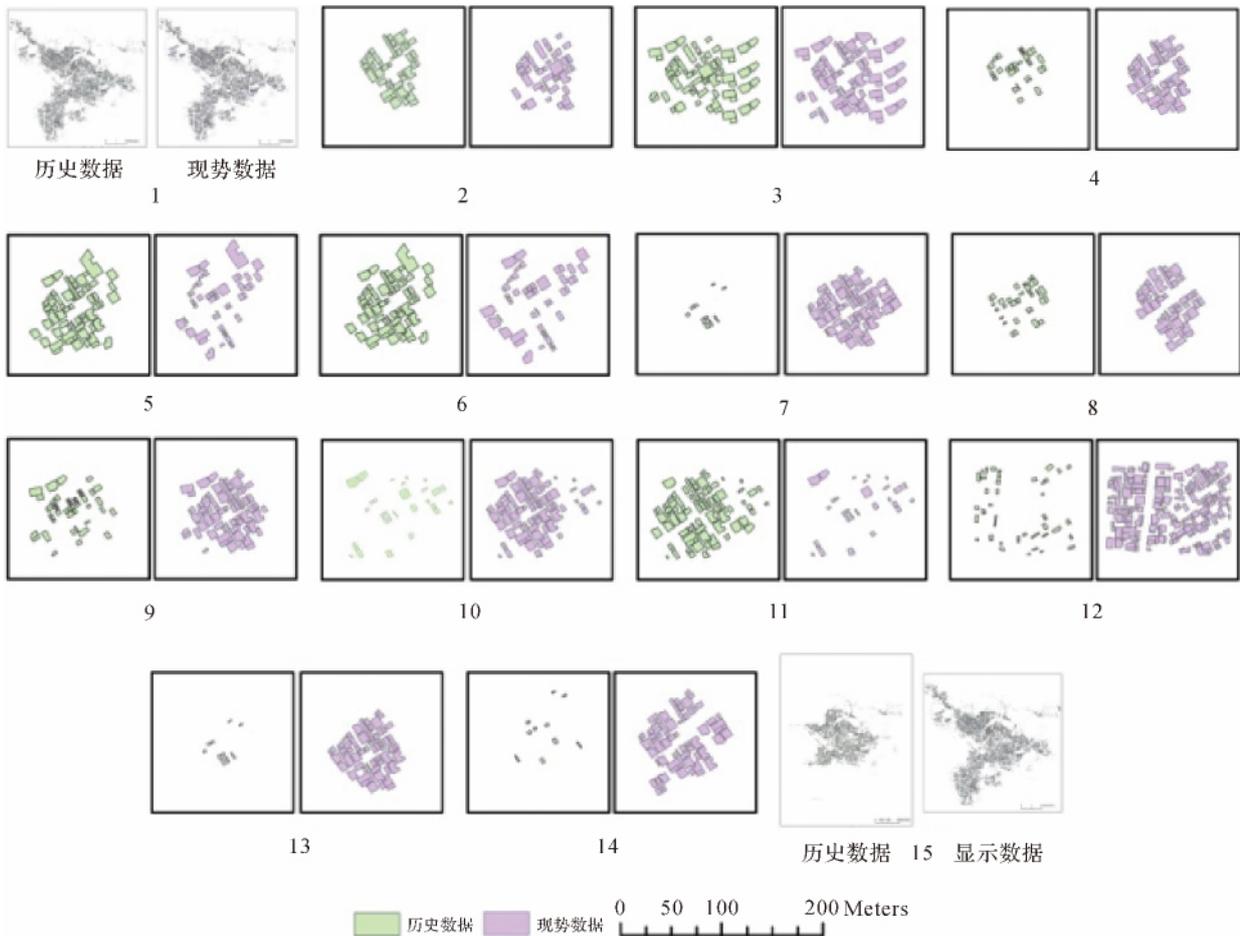


图 3 研究区域

分析表1、图4可知,当地图信息量变化率不超20%时,采用基于要素更新的方法耗时少,当地图信息量变化率大于55%时,选取基于范围(图幅)更新的方法在提高更新效率上较为有利,而处于20%~55%,两种更新方法的效率没有显著区别。因此,地图信息量变化率 $F > 55\%$ 时,表明待更新要素的数量较多,宜对该范围内要素全部进行更新,采用基于范围(图幅)的更新方法;当 $F < 20\%$ 时,表明待更新要素的数量较少,仅需更新发生变化部分的要素,此时宜选择基于要素的更新方法。文献[14]认为地图信息变化程度大于35%时全图需要更新,处于20%~35%需更新一部分,小于20%无需更新。由此可见,依据地图信息量变化率选择相应的更新方法,可以为使用者提供一个合理的更新方法选择策略,有效地将变化部分实现更新入库。试验结果表明,基于地图信息变化量的地形图更新策略能够有效地避免实际更新工作中对更新方法选择的盲目性,具有一定的实用价值。

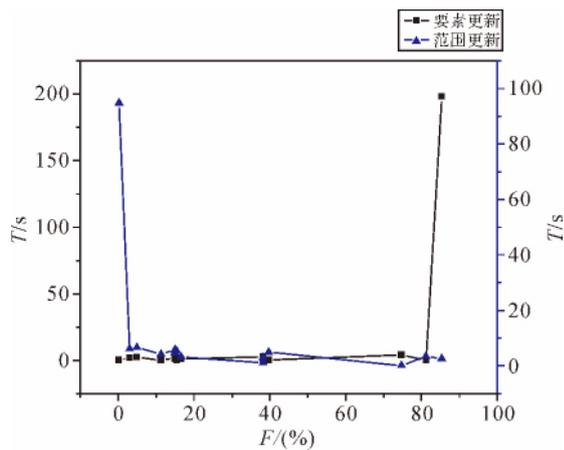


图4 不同更新方法更新时间比较

4 结 语

我国正处在快速城市化发展的时期,城市变化日新月异。“数字城市地理空间框架”和“地理国情监测”工程建设需要现势性好、适用性强的空间数据作为支撑。动态更新技术无疑在保持数据现势性方面发挥着重要作用。然而,由于用户在选择更新方法上存在一定的盲目性,致使实际工作中无法快速、高效地更新数据。本文通过求取不同时期地图几何信息熵的变化率,以此作为更新方法选取的判断准则,通过更新试验和比较分析,得出如下结论:当变化率在 F 小于20%时,采用基于要素的更新方法比较合适,而当变化率大于55%时,基于范围(图

幅)更新的方法更具优势。试验表明,本文提出的更新方法选取策略具有一定的实用价值。存在的不足主要有:①计算地图信息量时仅考虑了空间信息,未顾及要素的属性信息;②变化率阈值的划分仅在面状居民地数据更新上适用,对于非面状数据是否适用需要进一步验证。

参考文献:

- [1] 蒋捷,陈军.基础地理信息数据库更新的若干思考[J].测绘通报,2000(5):1-3.
- [2] BRIAT M, MONNOT J, KRESSMANN T. Incremental Update of Cartographic Data in a Versioned Environment [C] // Proceedings of 22nd ICA Conference. Coruña, Spain [s.n.] 2005: 1-9.
- [3] COOPER A K, PELED A. Incremental Updating and Versioning [C] // 20th International Cartographic Conference. Beijing: Sinomap Press, 2001: 2806-2809.
- [4] 林艳,刘万增,韩刚.基态修正的GIS数据库增量更新建模[J].测绘科学,2012,37(4):199-201.
- [5] 李宗华.城市地理空间基础数据库更新方法研究[J].城市勘测,2006(1):6-8.
- [6] 梁史进,张新长,郭泰圣.基于图幅的地形图数据自适应更新实现[J].地理信息世界,2014,21(6):77-81.
- [7] 张新长,郭泰圣,唐铁.一种自适应的矢量数据增量更新方法研究[J].测绘学报,2012,41(4):613-619.
- [8] 黄智森,钱海忠,郭敏,等.面状居民地匹配骨架线傅里叶变化方法[J].测绘学报,2013,42(6):913-921,928.
- [9] 许俊奎,武芳,钱海忠.多比例尺地图中居民地要素之间的关联关系及其在空间数据更新中的应用[J].测绘学报,2013,42(6):898-905,912.
- [10] 杨文杰,张新长,罗国玮,等.基于要素的地形图数据更新方法研究[J].地理信息世界,2014,21(6):12-16.
- [11] SHANNON C E. A Mathematical Theory of Communication [J]. ACM Sigmobile Mobile Computing and Communications Review, 2001, 5(1): 3-55.
- [12] 何宗宜.地图数据处理模型的原理与方法[M].武汉:武汉大学出版社,2004.
- [13] 刘慧敏,邓敏,樊子德,等.地图上居民地空间信息的特征度量法[J].测绘学报,2014,43(10):1092-1098.
- [14] 何宗宜,白亭颖.用信息方法确定地图的变化信息量[J].武汉测绘科技大学学报,1996,21(1):64-68.
- [15] 王红.基础地理信息地形数据库信息量度量方法研究[D].阜新:辽宁工程技术大学,2010.