

Journal of Image
and Graphics

中国图象图形学报



ISSN1006-8961
CN11-3758/TB

2013 **6**
Vol.1 No.

中国科学院遥感应用研究所
中国图象图形学学会主办
北京应用物理与计算数学研究所

中国图象图形学报

Zhongguo Tuxiang Tuxing Xuebao

2013 年 6 月 第 18 卷 第 6 期(总第 206 期)

目 次

综述

利用块效应特征的 JPEG 图像盲取证研究进展 赵洁, 郭继昌, 张艳(613)

图像处理和编码

可信度双三次插值的 PMD 距离信息和 RGB 图像数据融合 ... 胡良梅, 王竹萌, 高隼, 张旭东, 吴国松(621)

分数阶微分的 CIE $L^*a^*b^*$ 颜色空间边缘检测 汤慧梅, 赵跃进(628)

图像分析和识别

频谱预处理模糊运动方向鉴别的改进算法 孔勇奇, 卢敏, 潘志庚(637)

基于视频动态纹理的火灾检测 邵婧, 王冠香, 郭蔚(647)

医学图像处理

旋转不变的 X 线图像相关度拼接 赵宏, 赵凯, 江春花, 康雁(654)

心肌灌注核磁共振图像的非刚性配准 王建, 潘静薇, 杨新(661)

遥感图像处理

空间约束的无人机影像 SURF 特征点匹配 韩天庆, 赵银娣, 刘善磊, 白杨(669)

支持向量机和水平集的高分辨率遥感图像河流检测 于晓升, 吴成东, 陈东岳, 田子恒(677)

地理信息技术

影响域渐进扩展的居民地增量综合 许俊奎, 武芳(685)

“第 16 届全国图象图形学学术会议”专栏

场景切换视频自适应帧间码率控制 方志军, 高永彬, 舒雷, 袁非牛, 杨勇(692)

适用于 PACS 系统的医学图像近无损压缩 李萍, 蒋慧琴, 杨晓鹏, 刘玉敏(699)

用于视觉词语生成的概率预测器 史淼晶, 徐蕊鑫, 许超(706)

多特征融合的人体目标再识别 范彩霞, 朱虹, 蔺广逢, 罗磊(711)

G^2 连续的低次避障代数样条曲线 陈军(718)

自适应多特征融合的真实感地形快速绘制 曾艳阳, 康凤举, 杨惠珍(724)

第九届和谐人机环境联合学术会议(HHME2013)征稿通知 (730)

Journal of Image and Graphics

(Monthly, Started in 1996)

Vol. 18 No. 6 June 2013

Contents

Review

Survey: blind forensic of JPEG forgeries based on blocking artifacts Zhao Jie, Guo Jichang, Zhang Yan(613)

Image Processing and Coding

PMD distance information and high resolution RGB image data fusion based on bicubic interpolation with credibility
..... Hu Liangmei, Wang Zhumeng, Gao Jun, Zhang Xudong, Wu Guosong(621)

Edge detection in CIE L*a*b* based on fractional differential Tang Huimei, Zhao Yuejin(628)

Image Analysis and Recognition

Motion blur direction detection based on pre-processing of spectrum image Kong Yongqi, Lu Min, Pan Zhigeng(637)

Fire detection based on video dynamic texture Shao Jing, Wang Guanxiang, Guo Wei(647)

Medical Image Processing

X-ray image mosaic based on rotation invariant correlation Zhao Hong, Zhao Kai, Jiang Chunhua, Kang Yan(654)

Non-rigid registration for myocardial perfusion MR image Wang Jian, Pan Jingwei, Yang Xin(661)

Remote Sensing Image Processing

Spatially constrained SURF feature point matching for UAV images Han Tianqing, Zhao Yindi, Liu Shanlei, Bai Yang(669)

Using support vector machine and level set for river detection in high resolution remote sensing image
..... Yu Xiaosheng, Wu Chengdong, Chen Dongyue, Tian Ziheng(677)

Geoinformatics

Expanding the influencing domain gradually for incremental generalization of settlement Xu Junkui, Wu Fang(685)

Issum of the 16th National Conference on Image and Graphics

Adaptive frame-layer rate control in scene change video Fang Zhijun, Gao Yongbin, Shu Lei, Yuan Feiniu, Yang Yong(692)

Near-lossless compression for medical image in PACS Li Ping, Jiang Huiqin, Yang Xiaopeng, Liu Yumin(699)

Probabilistic predictor for fast visual word generation Shi Miaojing, Xu Ruixin, Xu Chao(706)

Person re-identification based on multi-features Fan Caixia, Zhu Hong, Lin Guangfeng, Luo Lei(711)

Construction of low degree algebraic spline curve with G^2 continuity to avoid obstacles Chen Jun(718)

Fast rendering of realistic terrain based on adaptive multiple features fusion Zeng Yanyang, Kang Fengju, Yang Huizhen(724)

中图法分类号: P283 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2013)06-0685-07

论文引用格式: 许俊奎, 武芳. 影响域渐进扩展的居民地增量综合[J]. 中国图象图形学报, 2013, 18(6): 685-691.

影响域渐进扩展的居民地增量综合

许俊奎^{1,2}, 武芳¹

1. 信息工程大学测绘学院, 郑州 450052; 2. 解放军 63880 部队, 洛阳 471003

摘要: 增量综合技术主要用来实现变化信息融入目标比例尺地图数据而进行的尺度变换, 是多尺度空间数据库级联更新的核心技术环节。在深入分析国内外对增量综合研究的基础上, 通过对不同类型变化对象影响范围和影响方式的研究, 以居民地要素为例, 提出影响域渐进扩展的增量综合算法。首先对综合区域进行了两级划分, 然后寻找变化对象影响域内的影响对象, 并根据区域特征选择综合算子对变化对象和影响对象进行综合, 最后再以新对象为中心扩展影响域, 直到影响域内没有涉及到其他对象, 并且和所有的邻近对象无空间冲突为止。实验结果表明本文算法能够正确实现大比例尺数据对小比例尺数据的增量综合和更新, 数据一致性好, 效率高。

关键词: 影响域; 扩展; 增量; 制图综合; 多尺度; 更新

Expanding the influencing domain gradually for incremental generalization of settlement

Xu Junkui^{1,2}, Wu Fang¹

1. Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University, Zhengzhou 450052, China

2. 63880 Troops, Luoyang 471003, China

Abstract: As used in scale transformation for changing spatial features, incremental generalization technology is one of the main aspects of the multi-scale data propagating updating process. After analyzing the domestic and international research, an incremental generalization algorithm based on gradually expanding the influencing domain is proposed, which consists of the following steps: first, the processed area is divided into parts using hierarchy technique; second, the changed feature and its surroundings that are influencing the features are detected, so as to generalize both of them with correct generalization operations according to the area characteristics; third, expanding the influencing domain of the generalized features so as to detect new corresponding features, and stopping the circles until no influencing feature is detected. Examples illustrate that the method described in this paper is more effective for scale transformation and updating large scale maps.

Key words: influencing domain; expanding; incremental; map generalization; multi-scale; updating

0 引言

地图制图综合是在地图用途、比例尺和制图区域地理特点等条件约束下, 通过对地图内容的选取、

化简、概括和关系协调, 建立能反映区域地理规律和特点地图模型的一种制图方法^[1], 是利用大比例尺地图缩编生成和更新小比例尺地图的核心技术方法。当前国内外对各要素综合方法进行了大量研究, 也提出了许多高效的算法^[2-3]。增量综合是在

收稿日期: 2012-05-28; 修回日期: 2012-11-04

基金项目: 国家自然科学基金项目(41171354, 41171305, 41101362); 国家高技术研究发展计划(863)基金项目(2007AA12Z211, 2009AA12Z305); 河南省创新性科技人才队伍建设工程(104200510016)

第一作者简介: 许俊奎(1978—)男, 工程师, 现为解放军信息工程大学测绘学院博士研究生, 主要研究方向为地图制图综合及空间数据库更新。E-mail: xjk_uuu@163.com

多尺度数据更新过程中产生并提出的一种综合方法。数据更新时,如果将所有新大比例尺数据全部综合来替换原有的旧小比例尺数据,显然会消耗大量的人力物力,而如果将新旧比例尺数据进行匹配,然后将发现的变化信息插入旧小比例尺地图,同时对变化信息及其影响的部分进行综合,就会省去大量的重复劳动。因此,增量综合的“增量”是相对于常规的批量综合方法而言的,是一种只涉及变化信息及其影响内容的综合方法。当然,增量综合方法也和批量综合方法共用大量的综合算子,但由于其所面对的数据源、综合环境不同,其综合操作过程和关注重点也不一样。由于居民地要素在地理空间数据中占有的比重大,并且变化较快,其综合过程也有一定的代表性。因此,将以居民地要素为例,对增量综合的特点及模型进行研究。

1 增量综合概念的提出及研究重点

增量综合的概念最早由 Kilpeläinen 和 Sarjakoski 于 1995 年提出,其主要思想是当需要更新的要素插入源数据后,通过对其综合进而将更新信息向更小比例尺的数据传递,同时,通过划定影响区域,避免了和更新要素无关信息的综合操作。他们认为更新要素的插入顺序和综合区域的划分是增量综合的两个关键点^[4-5]。

在综合的顺序方面,Kilpeläinen 和 Sarjakoski 认为地图中不同的要素应该按照一定的顺序进行综合。例如,湖泊应该在道路的前面,而道路则要先于居民地。这可以用来对综合进程进行模块化处理。例如,如果一个新的居民地被插入多尺度数据库中,原来已经存在的道路和湖泊就不会受到该居民地的影响,从而不用重新综合。但是,Harrie 等人却对此举出了反例^[6]。他们指出,制图规则规定:如果通向居民地或其他地理对象,或是长度大于 500 m,大车路在 1:50 000 地图上是要表示的。那么,如果一条小于 500 m 的悬挂大车路、且不通向居民地或地理对象,根据规则是不能在 1:50 000 地图上表示的。在更新过程中有一个居民地对象插入到了该大车路的末端,并且该居民地在 1:50 000 地图上必须表示,那么这就意味着那条大车路也需要表示。因此,因为新居民地的出现,旧的道路数据也需要重新综合。此外,他们还讨论了如果旧道路不重新综合会产生各种错误。

针对该问题,Dunkars 提出了两阶段综合方法^[7]。该方法推迟更新传递直到所有的新对象都被插入旧数据中。级联更新被分为两部分:1)将在目标比例尺地图上表示可能性较高(大于 95% 的概率)的对象先插入旧数据;2)处理可能性稍低的数据。在步骤 2)中,处在新数据之间的旧数据被重新综合。然而该方法在数据特别复杂的情况下仍有可能出错。

此外,David 研究了基于规则的增量综合方法,并分析了增量综合同批量综合的区别^[8]。Matthias 等人研究了将变化信息在原尺度数据中重新综合和在小比例尺度图上构建这两种方法的优劣及其适用的综合场景^[9]。Lars 基于 Lamps2 软件平台开发了级联更新系统原型,利用该原型系统对增量综合方法进行了实现和验证^[10]。刘一宁等人根据道路的单位影响域范围对新增道路进行选取,并将该方法用于道路增量综合中,但其并未对可能受影响的原有道路数据进行处理^[11]。

由以上分析可知,增量综合是完成变化信息插入旧小比例尺数据以完成更新的必需步骤,当前的研究重点在于如何确定插入对象的影响范围和影响对象,不管是插入顺序的确定还是综合区域的划分都以此为目的。基于此,从变化对象的影响域入手,通过渐进式的扩展变化对象的影响范围,逐步发现变化对象的影响对象,进而实现高效、可控、可用的增量综合。

2 影响域渐进扩展的居民地增量综合模型

增量综合中的区域划分和影响域扩展从两个方向来控制寻找变化对象的影响对象。其中区域划分是宏观上从外向内的约束,而影响域则是从微观领域,以变化对象自身为中心而向外扩展,这样,在综合过程中既不会无限扩大搜索范围,又不会漏掉被影响对象而造成冲突,从而达到了效率和可靠性的统一。

2.1 两级区域划分方法

合理的空间划分可以有效地限制因变化对象的出现而搜索的范围,减少不必要的计算,提高增量综合的效率。根据居民地的分布规则和制图综合经验,结合 Agent 项目组提出的数据组织方式及有关文献的研究^[12-13],提出了一种两级区域划分方法:

首先将当前比例尺数据上必须显示的境界、水系和道路网络作为约束条件进行划分,因为这些要素在综合时的优先级都大于居民地要素,所以居民地的扩展和收缩都不可能超越这些要素,然而,如果仅仅如此,可能还不够紧凑,因此提出第二级约束,即对居民地要素进行自适应聚类,以获取目标的基本空间分布和密度对比;然后以最小位移限差的3倍为缓冲距离建立缓冲区,形成居民地群约束^[14];最后利用境界、水系和道路网生成拓扑网络,对经过聚类和缓冲区冲突探测处理的区域进行分割,这样就构成了两个级别的区域划分。对象分区的另一个好处是可以判定区域内部的居民地类型,是属于市区的密集区域还是城郊及农村的稀疏区域,不同的区域综合方法也不尽相同。

2.2 影响域渐进扩展的增量综合模型

在建立增量综合模型前,首先必须明确几个概念:

定义1 变化对象:变化对象为新旧数据匹配(人工匹配或自动匹配)失败的对象。其中新图中有而旧图中没有的对象为新建对象,新图中没有而旧图中有的对象为删除对象,新旧图中都有但匹配失败的对象为修改对象。

定义2 增量对象:变化对象进行增量综合后用以替换旧图上对应对象的空间对象。

定义3 影响域:将变化对象插入旧小比例尺地图中,以变化对象为中心做缓冲区,其缓冲区边界包围的范围称为该对象的影响域。

定义4 影响对象:与变化对象影响域边界相交的空间对象。

影响域渐进式扩展的增量综合模型如图1所示,其主要思路是:首先对待更新要素层建立两级区域划分,通过相邻比例尺新旧数据的匹配发现变化对象,根据提前设定的阈值以变化对象为中心设立缓冲区,建立变化对象的影响域;然后计算与变化对象相邻的其他对象是否被影响,如果没有影响对象,就将变化对象自身进行面向目标尺度的制图综合,然后将综合后的新对象进行影响域分析,看是否有影响对象,如果没有,那么该变化对象的增量综合完成,而如果有影响对象,根据变化对象与影响对象所在区域的类型,利用知识库、算法库和案例库寻找合适的综合算子,综合后以产生的新对象为中心寻找影响对象,如果有则继续综合并扩展影响域,依此循环,直到没有影响对象为止,完成该变化对象的增量综合。

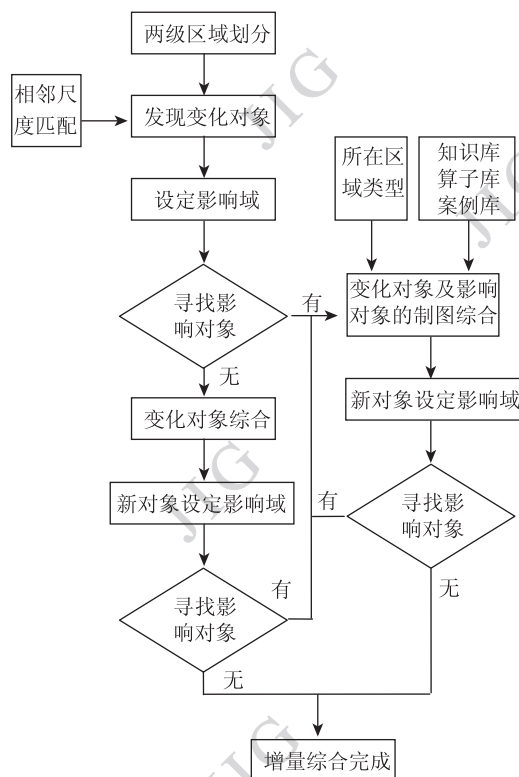


图1 影响域渐进扩展的增量综合模型

Fig. 1 Incremental generalization model based on influence domain gradually expanding method

若以伪代码表示以上过程,则影响域渐进扩展的增量综合算法如下所示:

```
IncrementGeneralize()
{
    PartitionRegion( Map1, Map2 );
    ChangeObject = MapMatch( Map1, Map2 );
    SetInfluenceArea( ChangeObject );
    InfluenceObject = GetInfluenceObject( ChangeObject );
    if( InfluenceObject != NULL )
    {
        NewObject = Generalize( ChangeObject, InfluenceObject );
        SetInfluenceArea( NewObject );
        InfluenceObject = GetInfluenceObject( NewObject );
    }
    Else
    {
        NewObject = Generalize( ChangeObject );
        SetInfluenceArea( NewObject );
        InfluenceObject = GetInfluenceObject( NewObject );
    }
    While( InfluenceObject != NULL )
    {
        // Loop body
    }
}
```

```

{
    NewObject = Generalize( ChangeObject, InfluenceObject );
    SetInfluenceArea( NewObject );
    InfluenceObject = GetInfluenceObject( NewObject );
}
Return;
}

```

2.3 不同变化对象的增量综合过程

在实际的更新过程中,不同的变化对象所涉及的影响范围、影响目标也不相同。因此,下文将以居民地要素为例,对新建、修改、删除等更新操作的增量综合过程进行论述。

城市面状居民地根据分布情况,可以分为密集区域和稀疏区域。密集区域是指街区内建筑物毗连成片,或相互之间的距离小于 10 m,建筑面积约占街区面积的 70% 以上的街区。稀疏区域是指建筑面积不足整个街区面积的 70% 的街区。这两种区域的综合方法不同,密集区域的综合以合并为主,删除为辅,而稀疏区域的化简,则可以视情况分别采用选取、合并、删除的方法^[15]。本文主要用于说明增量综合方法,因此采用较简单的密集区域进行示范。

1) 新建对象的增量综合

新建对象是新旧图层置叠后,在旧图层上没有与之轮廓多边形相交的居民地对象,即该对象所在的区域在旧图上原来不是居民地要素(可能是农田、草地等)或无其他地理要素。

以图 2 所示地图为例对新建对象增量综合过程进行论述,设待更新小比例尺地图为 M_s ,更新数据源大比例尺地图为 M_l ,增量综合步骤为:

(1) 将 M_s 、 M_l 进行匹配,如图 2(a) 所示,匹配后地图 M_l 中 L_1 对应地图 M_s 中 S_1 、 L_2 、 L_3 对应 S_2 、 L_4 对应 S_3 、 M_l 中居民地对象 L_5 无对应匹配对象,即新建对象。

(2) Matthias 认为新建对象的增量更新有两种方案,一是在大尺度地图上重新综合(re-generalization),二是插入待更新小尺度数据中进行综合,文献中称为构建(construction),本文对这两种方案都进行了实现,并在后面进行了分析^[9]。

(3) 将 L_5 插入地图 M_s 中,如图 2(c) 所示,根据设定的阈值计算其影响域,并通过和邻近对象求交以寻找影响对象。以同样的方法在地图 M_l 上寻找

L_5 的影响对象。

(4) 如图 2(b) 所示,在 M_l 中 L_5 影响居民地对象 L_2 、 L_3 ,而 L_2 、 L_3 在原图上是综合成 S_2 的,根据该区域的综合原则,需要把 L_2 、 L_3 、 L_5 进行合并,合并结果如图 2(d) 中 R_{2l} 所示。

(5) 在 M_s 中 L_5 影响到了对象 S_2 ,根据该区域的综合原则,需要把 L_5 和 S_2 合并,合并结果如图 2(e) 中 R_{2s} 所示。

(6) 将 R_{2l} 、 R_{2s} 置入地图 M_s 中并画出影响域,寻找影响对象,影响域如图 2(d)(e) 所示。

(7) 由图 2(d)(e) 可以看出,综合后的 R_{2l} 、 R_{2s} 在地图 M_s 没有影响对象,将 R_{2l} 、 R_{2s} 按照地图 M_s 的编号规则进行重新命名,如图 2(f)(g) 所示。至此,新建对象 L_5 的增量综合完成。

由最后综合结果可以看出,重综合和构建略有不同,这是因为重综合结果是原始数据经一次综合而生成的,而构建则是一次综合后的结果和变化信

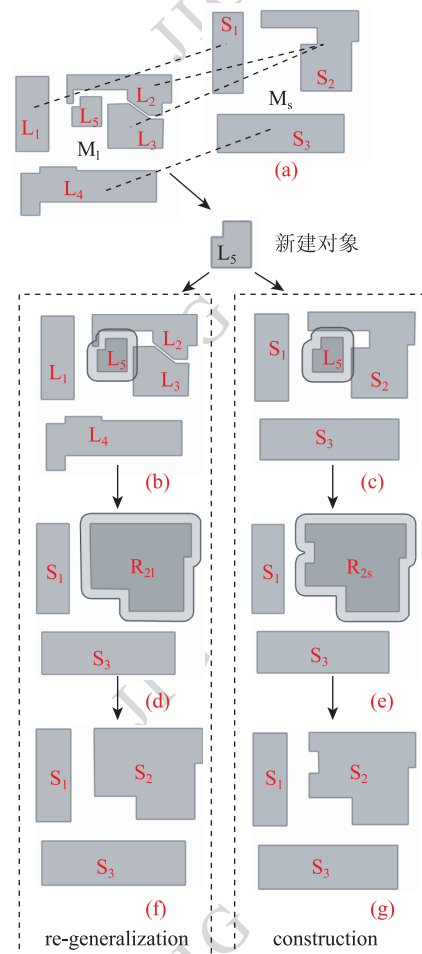


图2 新建对象增量更新示例图

Fig. 2 Incremental generalization process of new object

息进行的二次综合,每一次综合都会引入新的误差,最后误差累积难免会造成综合结果的偏差。因此,从减少综合次数的角度来讲,重综合更能保证数据的一致性。

2) 修改对象的增量综合

修改对象定义为新旧图层置叠后,在旧图层上有与之轮廓多边形相交且匹配失败的居民地对象。和新建对象增量综合过程类似,修改对象的增量综合过程也采用实例的方式予以论述。同样,设大比例尺新图为 M_1 ,小比例尺旧图为 M_s ,增量综合过程为:

(1)将 M_s 、 M_1 进行匹配,如图 3(a)所示,匹配后地图 M_1 中 L_1 对应地图 M_s 中 S_1 (实线连接), L_2 同 S_2 、 S_3 相交(虚线连接),但匹配失败, L_3 同 S_3 相交(虚线连接),同样匹配失败。说明 M_1 中居民地对象 L_2 相对于 M_s 中 S_2 、 S_3 为修改对象,而 S_3 又同 L_3 关联,因此,可以认为 L_2 、 L_3 为 S_2 、 S_3 的修改对象。

(2)将 S_2 、 S_3 从地图 M_s 中删除并将 L_2 、 L_3 插入,结果如图 3(b)所示。

(3)分别计算 L_2 、 L_3 在地图 M_s 中的影响域,如图 3(c)所示。可以看出 L_2 、 L_3 互相影响,说明 L_2 、 L_3 需要进行制图综合操作。

(4)根据该区域的综合原则, L_2 、 L_3 需要合并,合并结果如图 3(d)中 R_2 所示。

(5)由于 R_2 为新对象,因此需要计算其影响域,看是否和已存在对象发生冲突,其影响域如图 3(e)所示,可以看出 R_2 和其他对象没有冲突,因此,最终修改操作的综合结果如图 3(f)所示。

3) 删除对象的增量综合

删除对象为在旧小比例尺中存在但在新大比例尺中不存在的对象,因此,删除对象的增量综合在城市聚集区只需要在图中删除即可。

3 实验及分析

上文所述的增量综合方法已融入了多尺度级联更新原型系统 MapUpdater 中,并通过实验对以上思想进行了验证。实验样图为图 4(a)(b)所示的某城市新旧两幅地图的居民地,其中图 4(a)为采集于 20 世纪 90 年代的 1:25 000 旧图,图 4(b)为 2010 年采集的 1:10 000 新图,图 4(c)为经位置误差纠正后的新旧叠加图。由 3 幅图可以看出,该城市基本保持了主体框架,老城区变化不大,但随着经济的发展城市轮廓有明显的扩张,边缘部分有大量新居民地出现。采用基于空间相似性的相邻尺度居民地匹配算法得到新旧数据匹配结果如图 4(d)所示^[16-17],图 4 中深色居民地对象为匹配成功对象,其余为匹配失败对象。按照 2.2 节中对变化对象的定义及类型划分,图 4(e)中的居民地为新建对象,图 4(f)中黑色的居民地对象为删除对象,图 4(g)(h)中的居民地对象为新旧地图上对应的修改对象。按照 2.1 节中所述的区域划分方法,根据道路的级别和连通性,对实验样图区域划分如图 4(i)所示(选取在小比例尺地图上必须显示的道路组成区域划分的框架),将该划分置叠于小尺度旧图上如图 4(j)所示,可以看出部分区域出现道路横穿居民地的情况,由于道路网的选取来自于新图数据,说明这些冲突的居民地都需要被重新综合。

按照影响域渐进扩展的增量综合方法,设定影响域为图上距离 0.4 mm,分别对新增、修改和删除数据进行了化简、合并和删除^[18],图 4(b)最终的综合结果如图 4(k)所示,图 4(l)为综合后的小比例尺地图与旧小比例尺地图的叠加,可以看出对于老城区部分,由于匹配成功,因此基本没有变化,而对于城区边缘,新建和修改对象较多,所以变化较大,

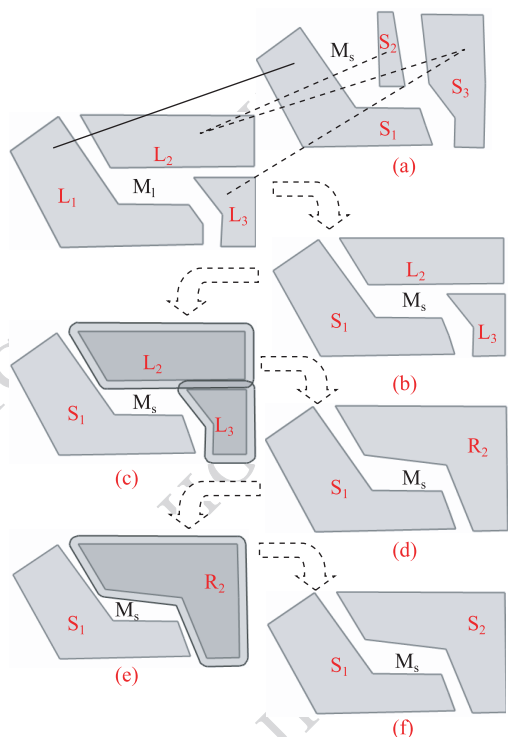


图3 修改对象增量更新示例图

Fig. 3 Incremental generalization process of updating object



图 4 实验用图

Fig. 4 Examples of test

同时部分区域进行了重新规划,导致街道级别变化从而产生重新综合。图 4(m) 为图 4(b) 采用人工辅助下批量综合缩编的结果,为保证综合结果整体上的一致性,综合时利用和增量综合相同的区域划分作为约束,图 4(n) 为批量综合和增量综合叠加图。表 1 为参与综合的居民地对象个数和所用时间。从对比数据上可以看出,两种方法综合的结果大致相同,但增量综合所涉及的居民地对象相对于批量综合大幅减少,所用时间也有明显缩短。

表 1 增量综合和批量综合对比

Table 1 Comparing of batch-generalization and incremental-generalization

综合方法	涉及对象	是否人工辅助	所用时间/min
批量综合	81	是	75
增量综合	43	是	30

相对于第 1 节提到的增量综合方法,本文算法通过对综合区域进行两层划分,对综合操作可能的搜索范围进行了限制,在综合过程中只需要在区域内搜索和确定综合对象,有效减少了搜寻范围。同时从被更新对象自身向外渐进扩展影响域来发现待综合对象,一方面可以避免在综合中漏掉影响对象,另一方面可以动态地处理综合中出现的冲突和变化,具有较强的灵活性。

4 结 论

通过对增量综合概念和研究重点的深入分析,在两级区域划分的基础上,提出了影响域渐进扩展的增量综合算法,以居民地要素为例,分别论述了新建对象、修改对象和删除对象在城市密集区域的增量综合方法。最后原型系统的实验表明:

1) 两级区域划分方法有效地对综合对象进行了分割和约束,合理限定了综合操作的影响范围,提高了算法的效率;

2) 影响域渐进扩展的增量综合方法通过逐步扩大变化对象的影响范围,实现了在有限的区域内对综合影响因素的全面考虑,提升了算法的可靠性和可用性;

3) 由于只对变化对象进行处理,所以综合效率较高,节省了人力、物力和时间。

但是,本文只是对增量综合进行了一定程度的研究,还存在如下问题:

1) 只是对居民地要素的增量综合方法进行了探索和实验,而在实际综合过程中,其他要素的增量综合也会有其自身的特点,因此,全要素增量综合是下一步重点研究的方向;

2) 当前只能凭经验确定影响域的参数,还缺乏完备的理论基础;

3) 囿于地图制图综合自动化程度的影响,部分操作仍须人工辅助完成。

参考文献 (References)

- [1] Wang J Y. Theory of General Map Generalization [M]. Beijing: Surveying and Mapping Press, 1993: 8-9. [王家耀. 普通地图制图综合原理[M]. 北京:测绘出版社,1993: 8-9.]
- [2] Wang J Y. Development trends of cartography and geographic information engineering[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2010, 39(2): 115-119. [王家耀. 地图制图学与地理信息工程学科发展趋势[J]. 测绘学报,2010, 39(2): 115-119.]
- [3] Wu F, Qian H Z, Deng H Y, et al. Intelligent Processing of Spatial Information for Map Generalization [M]. Beijing: Chinese Science Press, 2008. [武芳, 钱海忠, 邓红艳,等. 面向地图自动综合的空间信息智能处理[M]. 北京: 科学出版社, 2008.]
- [4] Kilpeläinen T, Sarjakoski T. Incremental generalization for multiple representations of geographical objects [M]//Müller J C, Langrange J P, Weibel R. GIS and Generalization: Methodology and Practise. London, UK: Taylor & Francis, 1995: 209-218.
- [5] Kilpeläinen T. Maintenance of multiple representation databases for topographic data [J]. The Cartographic Journal, 2000, 37(2), 101-107.
- [6] Harrie L, Hellström A K. A prototype system for propagating updates between cartographic data sets[J]. The Cartographic Journal, 1999, 36(2), 133-140.
- [7] Dunkars M. Automated generalization in a multiple representation database [C]//Proceedings of 12th Conference on Geoinformatics-Geospatial Information Research: Bridging the Pacific and Atlantic. Sweden: University of Gävle, 2004: 741-748.
- [8] David S. Towards a rule-based incremental generalization system [C]//Proceedings of 5th AGILE Conference on Geographic Information Science. Palma, Mallorca, Spain: Citeseer X, 2002.
- [9] Matthias B, Dirk B, Ingo P. Re-generalisation and construction-two alternative approaches to automated incremental updating in MRDB [C]//Proceedings of 22nd International Cartographic Conference. La Coruña, Spain:[s. n.], 2005.
- [10] Lars E. H. Incremental generalization: a feasibility study [C]//Proceedings of GISRUK. Edinburgh, UK: Taylor & Francis, 1998.
- [11] Liu Y N, Lan Q P, Fei L F. Road network generalization for increasing data based on unit influence domain [J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2011, 36(7): 867-870. [刘一宁, 蓝秋萍, 费立凡. 基于单位影响域的道路增量式综合方法[J]. 武汉大学学报:信息科学版, 2011, 36(7): 867-870.]
- [12] Baeijs C, Demazeau Y, Alvares L. SIGMA: application of multi-agent systems to cartographic generalization [J]. Agents Breaking Away, 1996, 1038: 163-176.
- [13] Galanda M. Automated polygon generalization in a multi-agent system [D]. Zurich: Zurich University, 2003.
- [14] Deng H Y, Wu F, Zhai R J, et al. R-Tree Index Structure for Multi-Scale Representation of Spatial Data [J]. Chinese Journal of Computers, 2009, 32(1): 177-183. [邓红艳, 武芳, 翟仁健, 等. 一种用于空间数据多尺度表达的 R 树索引结构[J]. 计算机学报, 2009, 32(1): 177-183.]
- [15] Wang J Y. Theory of General Map Generalization [M]. Beijing: Surveying and Mapping Press, 1993: 164-175. [王家耀. 普通地图制图综合原理[M]. 北京:测绘出版社,1993: 164-175.]
- [16] Hao Y L, Tang W J, Zhao Y X, et al. Areal feature matching algorithm based on spatial similarity [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2008, 37(4): 501-506. [郝燕玲, 唐文静, 赵玉新, 等. 基于空间相似性的面实体匹配算法研究[J]. 测绘学报,2008,37(4): 501-506.]
- [17] Zhang L P, Guo Q S, Sun Y. The method of matching residential features in topographic maps at neighboring scales [J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2008, 33(6): 604-607. [章莉萍, 郭庆胜, 孙艳. 相邻比例尺地形图之间居民地要素匹配方法研究[J]. 武汉大学学报:信息科学版, 2008, 33(6): 604-607.]
- [18] Ai T H, Guo R Z, Chen X D. Simplification and aggregation of polygon object supported by delaunay triangulation structure [J]. Journal of Image and Graphics, 2001, 6(7): 703-709. [艾廷华, 郭仁忠, 陈晓东. Delaunay 三角网支持下的多边形化简与合并[J]. 中国图象图形学报,2001, 6(7):703-709.]