

居民地要素增量信息表达模型研究

姬存伟¹ 武 芳¹ 巩现勇¹ 焦洋洋¹

(1 信息工程大学地理空间信息学院, 郑州市陇海中路 66 号, 450052)

摘 要:针对从单一层面对地理实体增量信息表达方法的不足,提出了一种基于空间变化类型、动态更新操作和图形数据差的居民地要素增量信息表达模型。通过对居民地空间变化进行分类,建立了空间变化类型、动态更新操作和图形数据差之间的关联,最终建立了居民地增量信息表达模型,并利用实验验证了该模型的可行性和有效性。

关键词:居民地;空间变化;更新操作;数据差;增量信息

中图法分类号:P283.1

空间数据更新是空间数据生产部门的主要任务^[1-4]。一种有效的空间数据库更新方式是仅向用户提供发生变化的信息,即增量式空间数据库更新^[5-6]。作为增量式更新方法的重要内容,增量信息表达已有了一定的研究,如 Claramunt 提出了基于地理事件对时空变化的表达,以实现了对变化信息的描述^[7];Hornsby 等提出了一种以地理对象状态和基本更新操作为基础的空间变化的表达方法^[8];周晓光等提出了基于事件的时空数据库增量更新方法^[9];朱华吉提出了以地理事件和图元快照差为基础的增量信息分类与表达,并给出了基于事件和快照差的增量信息的定义和表达模型^[10]。但是上述方法各有不足,Claramunt 方法只利用空间变化类型对变化信息进行表达,忽视了人们对更新中数据差的关注;Hornsby 方法以地理实体新旧状态为基础进行表达,缺乏对空间变化类型这一产生地理实体差异的原因的表达;周晓光方法是建立在地理事件和空间变化类型间相关关系基础上的,难以表达出数据之间的差异情况;朱华吉方法尚不能表达出增量更新过程中空间数据库的动态更新操作。本文以居民地要素为例,对空间变化类型进行了分类,建立了空间变化类型、动态更新操作和图形数据差三者之间的关联关系,从而从多层面实现增量信息的分类与表达。

1 居民地增量信息的分类

1.1 空间变化的分类

Claramunt^[7]和舒红^[11]等仅根据变化程度的不同,将影响地理实体的空间变化分为生亡空间变化和进化空间变化两大类。该分类方法存在以下不足:①其得出的空间变化类型不足以描述多地理实体的空间变化;②现实中有些地理实体的变化是由多个空间变化共同作用的结果。根据以上分析,本文将引起新旧居民地差异的空间变化分为如图1所示的两大类。

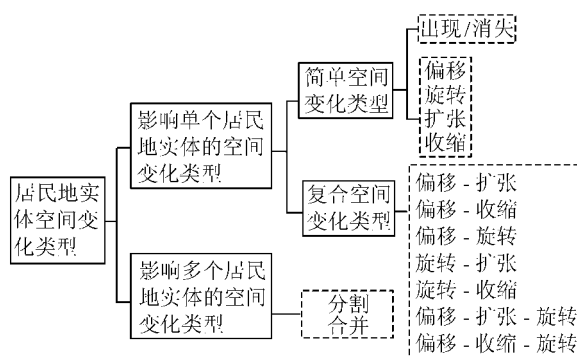


图 1 居民地实体空间变化类型分类

Fig. 1 Spatial Change Types of Settlement

1) 影响单个居民地实体的空间变化类型包

收稿日期:2013-04-20。

项目来源: 国家自然科学基金资助项目(41171354, 41171305, 41101362); 国家 863 计划资助项目(2007AA12Z211, 2009AA12Z305); 河南省创新性科技人才队伍建设工程资助项目(104200510016)。

括简单空间变化类型(见图2)和复合空间变化类型(见图3)。其中,简单空间变化类型中,扩张分两种情况,一种是指由点状居民地扩张为面状居

民地,另一种是指面状居民地面积的扩大;偏移分为变化后新旧居民地有重叠和没有重叠两类。图2和图3中,实线和虚线表示新旧居民地的边界。

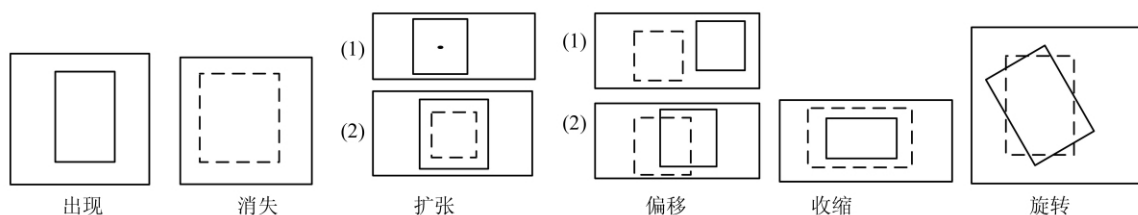


图2 单个居民地实体简单空间变化类型示意图

Fig. 2 Simple Spatial Change Types of Sole-Settlement

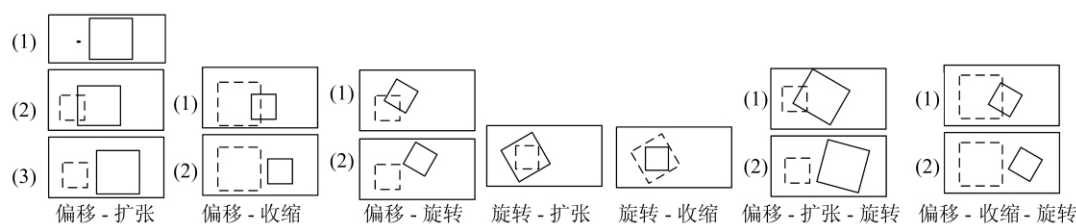


图3 单个居民地实体复合空间变化类型示意图

Fig. 3 Complex Spatial Change Types of Sole-Settlement

2) 影响多个居民地实体的空间变化类型主要包括分割、合并^[12](图4)。分割是指将一个居

民地对象分为两个(或多个)居民地;合并是指将两个(或多个)居民地对象合为一个居民地。

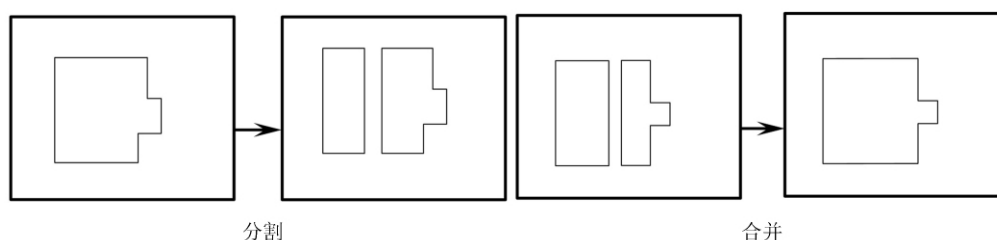


图4 多个居民地实体空间变化类型示意图

Fig. 4 Spatial Change Types of Multi-Settlement

1.2 动态更新操作

动态更新操作是增量信息表达的基本内容,包括新建、删除、修改3种基本类型^[13]。通过对各种空间变化类型进行分析,得到空间变化类型与动态更新操作之间的对应关系,见表1。

从表1中可得出,空间变化类型与动态更新操作之间的关系是1:1或1:n。因此,只要确定了居民地要素实体的空间变化类型,就能简单地确定该进行何种动态更新操作。

2 居民地增量信息表达模型

2.1 图形数据差

将因地理实体几何数据改变而引起的地理实体间的差异称为图形数据差^[10],记作 Δ 。根据变化程度的不同,将图形数据差分为正整体差

表1 空间变化与动态更新操作对应关系

Tab. 1 Relationship Between Spatial Changes and Database Updating Operations

	新建	删除	修改
出现	✓		
消失		✓	
偏移	✓	✓	✓
收缩	✓	✓	✓
旋转			✓
扩张	✓	✓	✓
偏移-扩张	✓	✓	✓
偏移-收缩	✓	✓	✓
偏移-旋转	✓	✓	✓
旋转-扩张			✓
旋转-收缩			✓
偏移-扩张-旋转	✓	✓	✓
偏移-收缩-旋转	✓	✓	✓
分割	✓	✓	
合并	✓	✓	

($+\Delta_w$)、负整体差($-\Delta_w$)、正维数差($+\Delta_D$)、负维数差($-\Delta_D$)、正部分差($+\Delta_P$)、负部分差($-\Delta_P$)。整体差是指新增或消失的居民地图形以及发生变化后的新旧居民地图形的差值;维数差是指将点变成面或者面变成点引起的维数变化;部分差是指发生变化后,新旧居民地与其相交部分的差值。

为了判断新旧居民地图形数据差的类型,进行 3 步运算:① 基于匹配结果判断是否存在整体差;② 基于图形维数判断是否存在维数差;③ 基于新旧居民地对象求交运算的结果判断是否存在部分差和整体差。通过上述分析,给出如下图形数据差表达模型如下:

$$\Delta = [a_1\Delta_D, a_2\Delta_w, a_3\Delta_P] \quad (1)$$

式中, a_1 、 a_2 、 a_3 是各图形数据差的系数,可取 -1、0 和 +1。如果为 +1,表示存在正数据差;如果为 -1,表示存在负数据差;如果为 0,表示不存在该类数据差。

2.2 增量信息的表达

通过上述分析知,每种空间变化类型对应着具体的动态更新操作和图形数据差。此处给出居民地要素增量信息表达模型:

$$\text{Increment} = \{\text{Change}, \text{Update}, \Delta\} \quad (2)$$

式中,Change 表示空间变化类型;Update 表示对应的动态更新操作。

3 实验与分析

根据上述分析,以 Visual C++ 6.0 为平台,进行空间数据库居民地增量信息提取实验。在该平台中,将每种空间变化类型和对应的增量信息表达作为规则存储在规则库中。在规则库中,空间变化类型和规则是多对一的关系。如“偏移”空间变化类型可与如下两条规则相对应。

规则 1 If Change = “偏移”And Update = “修改”Then Increment = {偏移,修改居民地图形, $[-\Delta_P, +\Delta_P]$ }。

规则 2 If Change = “偏移”And Update = [“删除”,“新建”] Then Increment = {偏移,[删除旧居民地图形,新建新居民地图形], $[-\Delta_w, +\Delta_w]$ }。

在建立规则库的基础上,设计了居民地要素增量信息提取流程:① 加载新旧版本的居民地要素矢量数据;② 数据预处理,主要包括空间基准的统一、同名实体的匹配等;③ 从新旧版本数据

中提取变化信息;④ 根据空间变化类型及动态更新操作,从规则库中找到对应的规则;⑤ 根据规则提取数据,并组成增量信息。

测试数据为某城市新旧版本居民地要素数据,如图 5 所示。根据上述流程,得到居民地要素增量信息表达如表 2、表 3、表 4 和图 6 所示。图 6(a)是常用模型对“偏移”空间变化类型产生增量信息的表达;图 6(b)和 6(c)是本文模型对“偏移”空间变化类型产生增量信息的表达,其中图 6(b)是进行“删除”、“新建”动态更新操作的居民地要素增量信息,边界为实线部分表示“新建”对应的增量信息;图 6(c)是进行“修改”动态更新操作的居民地要素增量信息,边界为实线部分表示“修改”后的图形。

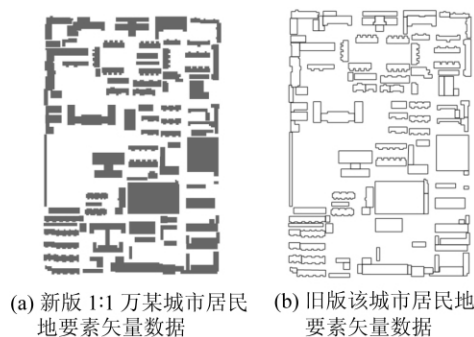


图 5 实验数据

Fig. 5 Experiment Data

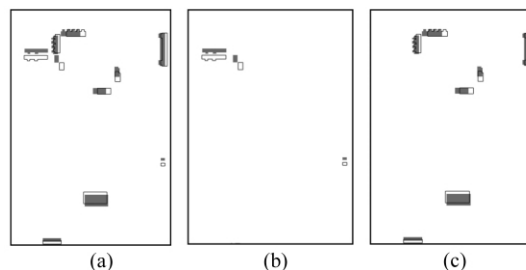


图 6 “偏移”空间变化对应增量信息的表达

Fig. 6 Corresponding Incremental Information Expression of “Offset” Change

从实验分析可以看出,本模型的优势主要体现在:

1) 从增量信息表达的效果看,常用模型可根据空间变化类型对居民地要素的增量信息进行表达,但对同一空间变化类型“偏移”产生数据差的差异难以表达,而本模型则可以表达出这种差异;

2) 本模型通过对空间变化类型对应的增量信息进一步分类,使得服务器可以根据特定用户的需求对其发布相应的增量信息。

表2 单个居民地对象简单空间变化类型的增量信息表达

Tab. 2 Expression of Incremental Information Resulted from the Simple Spatial Changes of Sole-Settlement

空间变化类型	变化描述	动态更新操作	图形数据差	增量信息表达
出现	出现新的居民地	新建新居民地图形	$[+\Delta_w]$	$\{ \text{出现, 新建新居民地图形}, [+\Delta_w] \}$
消失	旧的居民地消失	删除旧居民地图形	$[-\Delta_w]$	$\{ \text{消失, 删除旧居民地图形}, [-\Delta_w] \}$
偏移	1 偏移后, 旧居民地与新居民地重叠	修改居民地图形	$[-\Delta_p, +\Delta_p]$	$\{ \text{偏移, 修改居民地图形}, [-\Delta_p, +\Delta_p] \}$
	2 偏移后, 旧居民地与新居民地不重叠	删除旧居民地图形, 新建新居民地图形	$[-\Delta_w, +\Delta_w]$	$\{ \text{偏移, [删除旧居民地图形, 新建新居民地图形]}, [-\Delta_w, +\Delta_w] \}$
扩张	1 点居民地扩张为面居民地	删除点居民地, 新建面居民地图形	$[+\Delta_D, -\Delta_w, +\Delta_w]$	$\{ \text{扩张, [删除点居民地, 新建面居民地图形]}, [+\Delta_D, -\Delta_w, +\Delta_w] \}$
	2 原面状居民地扩张	修改面状居民地图形	$[-\Delta_p, +\Delta_p]$	$\{ \text{扩张, 修改面状居民地图形}, [-\Delta_p, +\Delta_p] \}$
收缩	旧面状居民地收缩	修改面状居民地图形	$[-\Delta_p, +\Delta_p]$	$\{ \text{收缩, 修改旧面状居民地图形}, [-\Delta_p, +\Delta_p] \}$
旋转	在原位置旋转	修改面状居民地图形	$[-\Delta_p, +\Delta_p]$	$\{ \text{旋转, 修改面状居民地图形}, [-\Delta_p, +\Delta_p] \}$

表3 单个居民地对象复合空间变化类型的增量信息表达

Tab. 3 Expression of Incremental Information Resulted from the Complex Spatial Changes of Sole-Settlement

空间变化类型	变化描述	动态更新操作	图形数据差	增量信息表达
偏移-扩张	1 位置发生变化, 原点居民地变化为面居民地	删除点居民地, 新建面居民地图形	$[+\Delta_D, -\Delta_w, +\Delta_w]$	$\{ \text{偏移-扩张, [删除点居民地, 新建面居民地图形]}, [+\Delta_D, -\Delta_w, +\Delta_w] \}$
	2 偏移-扩张后, 新居民地与原居民地重叠	修改居民地图形	$[-\Delta_p, +\Delta_p]$	$\{ \text{偏移-扩张, 修改居民地图形}, [-\Delta_p, +\Delta_p] \}$
	3 偏移-扩张后, 新居民地与原居民地不重叠	删除旧居民地图形, 新建居民地图形	$[-\Delta_w, +\Delta_w]$	$\{ \text{偏移-扩张, [删除旧居民地图形, 新建居民地图形]}, [-\Delta_w, +\Delta_w] \}$
偏移-收缩	1 偏移-收缩后, 新居民地与原居民地重叠	修改居民地图形	$[-\Delta_p, +\Delta_p]$	$\{ \text{偏移-收缩, 修改居民地图形}, [-\Delta_p, +\Delta_p] \}$
	2 偏移-收缩后, 新居民地与原居民地不重叠	删除旧居民地图形, 新建居民地图形	$[-\Delta_w, +\Delta_w]$	$\{ \text{偏移-收缩, [删除旧居民地图形, 新建居民地图形]}, [-\Delta_w, +\Delta_w] \}$
偏移-旋转	1 偏移-旋转后, 新居民地与原居民地重叠	修改居民地图形	$[-\Delta_p, +\Delta_p]$	$\{ \text{偏移-旋转, 修改居民地图形}, [-\Delta_p, +\Delta_p] \}$
	2 偏移-旋转后, 新居民地与原居民地不重叠	删除旧居民地图形, 新建居民地图形	$[-\Delta_w, +\Delta_w]$	$\{ \text{偏移-旋转, [删除旧居民地图形, 新建居民地图形]}, [-\Delta_w, +\Delta_w] \}$
旋转-扩张	居民地图形发生变化	修改居民地图形	$[-\Delta_p, +\Delta_p]$	$\{ \text{旋转-扩张, 修改居民地图形}, [-\Delta_p, +\Delta_p] \}$
旋转-收缩	居民地图形发生变化	修改居民地图形	$[-\Delta_p, +\Delta_p]$	$\{ \text{旋转-收缩, 修改居民地图形}, [-\Delta_p, +\Delta_p] \}$
偏移-扩张-旋转	1 新居民地与原居民地重叠	修改居民地图形	$[-\Delta_p, +\Delta_p]$	$\{ \text{偏移-扩张-旋转, 修改居民地图形}, [-\Delta_p, +\Delta_p] \}$
	2 新居民地与原居民地不重叠	删除旧居民地图形, 新建居民地图形	$[-\Delta_w, +\Delta_w]$	$\{ \text{偏移-扩张-旋转, [删除旧居民地图形, 新建居民地图形]}, [-\Delta_w, +\Delta_w] \}$
偏移-收缩-旋转	1 新居民地与原居民地重叠	修改居民地图形	$[-\Delta_p, +\Delta_p]$	$\{ \text{偏移-收缩-旋转, 修改居民地图形}, [-\Delta_p, +\Delta_p] \}$
	2 新居民地与原居民地不重叠	删除旧居民地图形, 新建居民地图形	$[-\Delta_w, +\Delta_w]$	$\{ \text{偏移-收缩-旋转, [删除旧居民地图形, 新建居民地图形]}, [-\Delta_w, +\Delta_w] \}$

表4 多个居民地对象空间变化类型的增量信息表达

Tab. 4 Expression of Incremental Information Resulted from the Spatial Changes of Multi-Settlement

空间变化类型	变化描述	动态更新操作	图形数据差	增量信息表达
分割	一块居民地中分割为多个居民地	删除原居民地图形, 新建新居民地图形	$[-\Delta_w, +\Delta_w]$	$\{ \text{分割, [删除原居民地图形, 新建新居民地图形]}, [-\Delta_w, +\Delta_w] \}$
合并	多个居民地中合并为一块居民地	删除原居民地图形, 新建新居民地图形	$[-\Delta_w, +\Delta_w]$	$\{ \text{合并, [删除原居民地图形, 新建新居民地图形]}, [-\Delta_w, +\Delta_w] \}$

4 结 语

本文提出的居民地要素增量信息表达模型,其特点是将空间变化类型和空间数据库动态更新操作作为增量信息的属性信息,用于表达产生前后差异的原因及对应的空间数据库动态更新操作,同时将图形数据差作为增量信息的几何信息,表达出用户所关心的几何数据差异。下一步将针对增量信息提取、增量信息更新服务等实际需要,研究影响多个居民地对象复杂空间变化类型的增量信息表达和顾及语义的基础地理要素差异分类及表达等,为应用系统开发提供必要的技术支撑。

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,2001(5):1-3
- [2] Badard T. Towards a Genetic Updating Tool for Geographic Databases[C]. Annual Conference and Exposition, Fort Worth, 1998
- [3] Raynal L. Some Elements for Modeling Updates in Topographic Databases[C]. Annual Conference and Exposition, Denver, Colorado, USA, 1996
- [4] 应申,李霖,刘万增,等. 版本数据库中基于目标匹配的变化信息提取与数据更新[J]. 武汉大学学报·信息科学版,2009,34(6):752-755
- [5] 胡振龙,李霖,朱海红,等. 地理数据库驱动的增量更新制图研究[J]. 武汉大学学报·信息科学版,2010,35(12):1 478-1 481
- [6] Cooper A, Peled A. Incremental Updating and Versioning[C]. ICC2001, Beijing, 2001
- [7] Claramunt C, Theriault M. Toward Semantics for Modeling Spatial-Temporal Processes Within GIS[C]. Advances in GIS II(SDH96), Delft, 1996
- [8] Homsby K, Egenhofer M J. Identity-based Change: a Foundation for Spatial-Temporal Knowledge Representation[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2000, 14(3): 207-224
- [9] 周晓光,陈军,朱建军,等. 基于事件的时空数据库增量更新[J]. 中国图像图形学报, 2006, 11(10): 1 431-1 438
- [10] 朱华吉. 地形数据增量信息分类与表达研究[D]. 北京:中国科学院遥感应用研究所, 2006
- [11] 舒红. 概念、形式化和逻辑时空数据建模原理初探[D]. 武汉:武汉测绘科技大学, 1998
- [12] 王家耀,孙群. 地图学原理与方法[M]. 北京:科学出版社, 2006:416-418
- [13] Raza A. Object-Oriented Temporal GIS for Urban Applications[M]. Enschede: ITC Publication, 2001

第一作者简介:姬存伟,硕士生,主要研究方向为地图制图综合及空间数据库更新。
E-mail: jcw_gis@126.com

Expression Model for Settlement Incremental Information

J I Cunwei¹ WU Fang¹ GONG Xianyong¹ JIAO Yangyang¹

(1 Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University,
66 Middle Longhai Road, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: A new expression model for settlement incremental information based on spatial change type, dynamic update operation and graphic data delta is proposed for making up the deficiency of the current expression models, which are based on a single level feature. The relationships among spatial change type, dynamic updating operation and graphic data delta are extracted through the classification of spatial changes. The expression model of settlement incremental information is constructed. The experimental results show that this model is valid and effective.

Key words: settlement; spatial change; updating operation; data delta; incremental information

About the first author: JI Cunwei, postgraduate. He majors in map generalization and spatial database updating.
E-mail: jcw_gis@126.com