

# 地理信息数据变化检测系统的研究与实现

万 远, 李 霖, 应 申

(武汉大学资源与环境科学学院, 武汉 430079)

**摘 要:** 针对地理信息数据变化的需求, 提出一种对地理信息数据进行变化检测的地理信息系统设计方案。探讨变化检测系统的设计思想、功能及系统架构, 运用 ArcObjects, ArcSDE 及 Oracle 数据库等相关技术进行实现, 检测出不同时期地理数据之间的变化信息。实例应用结果表明, 该系统对地理信息数据变化的检测具有较高的准确性。

**关键词:** 地理信息数据; 变化检测; 地理信息系统

## Research and Implementation of Geographic Information Data Change Detection System

WAN Yuan, LI Lin, YING Shen

(School of Resource and Environmental Science, Wuhan University, Wuhan 430079)

**【Abstract】** Aiming at the needs of the geographic information data change, this paper presents a solution of Geographic Information System(GIS) based on geographic information data change detection. It discusses the design idea, functions and system framework, uses the techniques of ArcObjects, ArcSDE and Oracle to implement, and detects the change information between the geographic information data of different times. Application results show that the high accuracy of the geographic data change information is validated.

**【Key words】** geographic information data; change detection; Geographic Information System(GIS)

### 1 概述

由于各种自然或人为的因素, 人们赖以生存的地球环境正随着时间不停变化着。任何事物都存在着时空变化特征, 全球变化、城市发展、土地利用变化、空间数据库更新等无一不关系到人民生活 and 人类社会的可持续发展, 这一系列问题可以归纳为地理要素的变化检测问题<sup>[1]</sup>。目前随着地理信息技术的日益发展和地理信息数据应用领域的不断扩展, 地理要素变化信息的应用显得尤为重要。可以对这些变化信息进行数据挖掘, 为决策提供科学的数据支持, 解决空间数据库的更新问题。要想快速准确地提取出各种地理信息数据中的变化信息, 满足人们对这些变化信息的需求, 就必须设计并实现一个能对地理信息数据进行自动提取各种变化信息的变化检测系统。

### 2 地理信息数据变化介绍

#### 2.1 地理信息数据

地理信息数据直接或间接关联着相对于地球的某个地点的数据, 是表示地理位置、分布特点的自然现象和社会现象的要素文件, 包括自然地理数据和社会经济数据, 如土地覆盖类型数据、水文数据、植被数据、居民地数据、行政境界及社会经济方面的数据等。地理信息数据是各种地理特征和现象间关系的符号化表示, 一般抽象表示为点、线、面要素。地理信息数据包括空间位置、属性特征以及时态特征 3 个部分<sup>[2]</sup>。

#### 2.2 地理信息数据版本匹配

版本是地理信息数据对映于不同时期的时空快照。版本匹配指的是用于进行变化检测的数据位于同一坐标参考空间, 并且地理编码相同, 使之能够进行叠加分析。

### 2.3 地理信息数据变化分类

地理信息数据的变化类型可分为 2 大类: 专题属性变化和空间属性变化。2 种变化类型可单独发生也可同时发生变化: (1)专题属性变化: 如河流名、道路宽度等属性发生变化; (2)空间属性变化: 变化情况如表 1 所示。

表 1 空间属性变化情况

地理要素种类	空间属性变化情况
点要素	移动、新生、消亡
线要素	延长、缩短、变形、移动、新生、消亡、合并、分裂、混合分并
面要素	扩大、缩小、变形、移动、新生、消亡、合并、分裂、混合分并

### 3 地理信息数据变化检测系统

#### 3.1 设计思想

如今采用 ESRI 公司设计的 Geodatabase 模型存储地理信息数据已经成为行业内的一种标准。设计一个地理信息数据变化检测系统对所有采用该模型的数据进行变化检测不仅十分必要, 而且意义重大。本文的系统设计采用了基于缓冲区的要素匹配方法来进行变化检测<sup>[3-4]</sup>, 基本思路如下: 以新旧

**基金项目:** 国家“十一五”科技支撑计划基金资助项目(2006BAB10B00); 国家“863”计划基金资助项目(2007AA12Z241); 国家自然科学基金资助项目(40871178); 数字制图与国土信息应用工程国家测绘局重点实验室开放基金资助项目(GCWD200902); 地理空间信息工程国家测绘局重点实验室基金资助项目(200907)

**作者简介:** 万 远(1984—), 男, 博士研究生, 主研方向: 地理信息系统, 土地信息系统; 李 霖, 教授、博士生导师; 应 申, 讲师、博士

**收稿日期:** 2009-12-24      **E-mail:** wanyuan14@163.com

图层来描述不同版本的数据集。对旧图上的目标  $M$  以一定的缓冲距离构造缓冲区，以此缓冲区为范围对新图上的数据进行要素匹配，判断新图上的目标与旧图上的目标所形成的缓冲区的关系来确定要素是否匹配以及匹配的结果。

地理要素的匹配和变化检测是紧密联系的，可以根据要素匹配的结果和制定的变化类型分类度量来确定变化检测的结果。根据新图层上要素与旧图层上与之相匹配的要素个数比值的不同可以分为以下 3 种情况：

(1) 1:0

当新图层上的要素在旧图层上没有与之相匹配的要素时，则可以判断该要素的变化类型为新生；反之当旧图层上的要素在新图层上没有与之相匹配的要素时则可以判断该要素的变化类型为消亡。

(2) 1:1

当新图层和旧图层上要素一对一相匹配时，这时要素的变化类型可能为以下几种：不变，专题属性变化，移动，延长(线要素)，缩短(线要素)，扩大(面要素)，缩小(面要素)变形。具体的变化类型需依据变化类型分类度量来确定。

(3) 1:n ( $n > 1$ )

当新图层和旧图层上要素为一对多匹配时，这时要素的变化类型可能为以下几种：合并(新图层匹配旧图层)，分裂(旧图层匹配新图层)，混合合并。

如果采用 2 次要素匹配(新图层匹配旧图层与旧图层匹配新图层)，则很可能产生误匹配的情形。要素误匹配情形如图 1 所示。

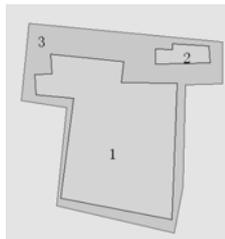


图 1 要素误匹配情形

新图层的目标要素 1 在第 1 次匹配中会匹配到旧图层的目标要素 3，这样会把变化类型划分为扩大，但是实际情况为旧图层的目标要素 3 分裂成目标要素 1 和目标要素 2。但是如果采用 4 次要素匹配就可解决这种误匹配的情形，在第 1 次和第 2 次要素匹配中，将解决掉所有合并、分裂和混合合并的情形，这样在第 3 次和第 4 次匹配中就只剩下一对一匹配的情形，而不会再出现误匹配了。因此，本文设计为每次匹配针对不同的要素变化类型，分 4 次匹配来检测出合并、分裂、混合合并、修改、新生、消亡 6 种情况，变化检测过程如图 2 所示。

由于地理要素可能会有各种标识码，如宗地要素有宗地编号。如果在新旧图层中，标识码一致，可以根据这些标识码进行匹配。于是可在要素的第 1 次匹配过程前，选择是否依据这些标识码先进行一次匹配，通过比较 2 个要素所形成的缓冲区的关系及属性字段的的变化来确定两要素是否符合一对一匹配以及变化的类型。这样设计的好处是可以快速检测出无变化的或只有专题属性变化的要素，因为在一些变化检测的情形下，不变或只属性发生变化的情况占到了绝大多数。

第 1 次匹配用新层匹配旧层，主要解决所有合并和多对多的情况、新生候选集的一部分情况、修改中专题属性变化的匹配候选集及检测出没有发生任何变化的目标。第 2 次匹

配用旧层匹配新层，主要找出所有分割的匹配集、消亡匹配集中的一部分。第 3 次匹配用新层匹配旧层，获取新生、修改的匹配集，这里的修改包括延长(线要素)或扩张(面要素)、缩短(线要素)或缩小(面要素)以及变形 3 种情况。第 4 次匹配用旧层匹配新层，获取消亡、修改的匹配集。

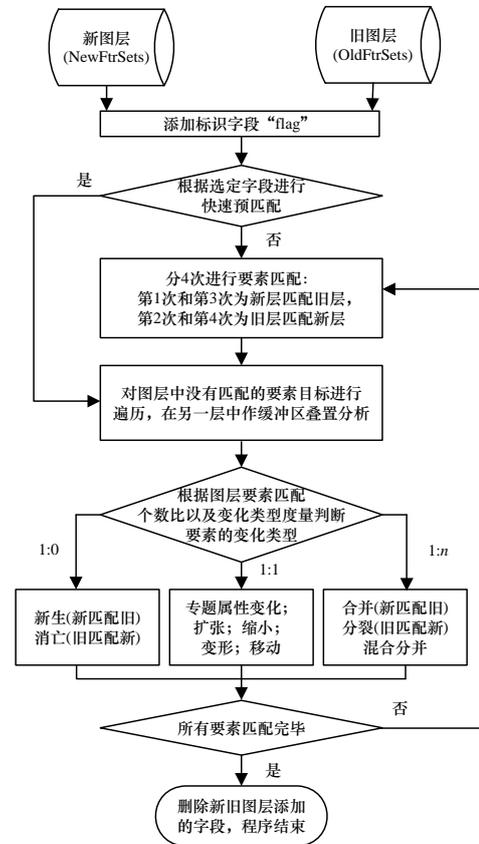


图 2 变化检测过程

### 3.2 系统功能设计

本文将不同时间版本的地理信息数据采用 ArcSDE 空间数据库引擎以 Geodatabase 数据模型存储到 Oracle 关系数据库中，同时采用 ArcObject 做为变化检测系统的开发平台，通过对符合版本匹配的不同时期的地理数据进行变化检测，从而得到地理数据变化信息，实现对数据的管理、浏览、查询、统计、打印等功能，系统功能模块结构如图 3 所示。

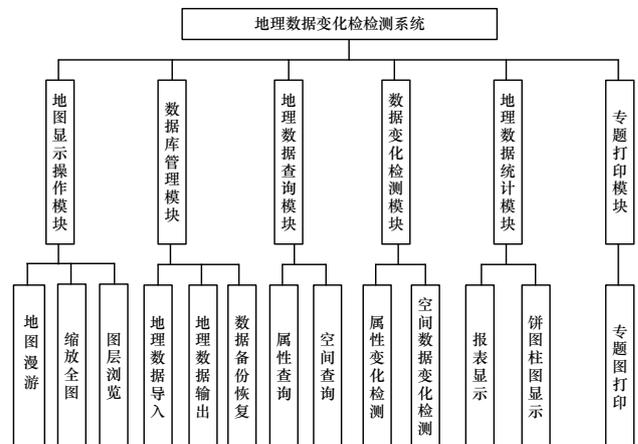


图 3 系统功能模块结构

地图显示操作模块是地理信息系统(Geographic Information

System, GIS)最基本的模块, 其功能包括 2 个方面:

(1)地图显示: 地图数据的加载, 地图的全图显示, 漫游, 放大, 缩小, 测距, 点选, 多边形选择;

(2)图层控制: 显示符号设置, 图层可视与否, 图层操作与否, 图层顺序改变等。

数据库管理模块功能包括: 数据库的连接, 地理数据的导入和地理数据的输出, 数据的备份与恢复。由于地理空间数据在查询时如果没有空间索引查询效率会十分低下, 于是在数据导入时还需要对地理空间数据建立空间索引。数据的导出功能主要为将数据库中的要素类转换为 CAD, coverage, shp 或 XML 文件格式保存, 方便数据交换与共享。

数据变化检测模块的功能包括: 属性变化检测和空间数据变化检测, 两者可分别进行也可同时进行。通过选定数据库之中 2 个不同时期符合版本匹配的地理数据集进行变化检测, 也可以通过手动在地图显示模块之中拉框选择一定区域, 在这选择的区域内对 2 个时期的地理要素进行变化检测, 提取出变化信息。属性变化检测功能包括单独对数据进行属性变化检测和随空间数据同时进行数据变化检测, 2 种功能有所不同。当使用单独进行属性变化检测时, 用以进行变化检测的地理要素必须有唯一标识码, 并且在新旧要素集中同一标识码代表的是同一地理实体。通过设定要素的标识字段, 还有需要进行变化检测的属性字段, 就可以得到要素的新生、消亡、各种属性的变化情况。随空间变化检测进行属性变化检测时, 是对符合图形匹配的 2 个要素进行属性字段的变化检测, 这时不仅可以得到空间变化信息, 同时可以获得属性的变化信息。空间数据变化检测功能可由用户自行设定一些阈值, 用来增强变化检测的准确性。如果标识码一致, 可设定依据标识码进行快速匹配, 加快变化检测的速度和同时进行的属性变化检测的准确性。变化结果会按变化类型分层存储, 并且以不同颜色和图例在地图显示模块之中进行显示。

属性和空间查询功能可以根据用户的需求, 任意用点选或框选查询某一个或多个地理要素的属性信息, 也可以通过属性数据反查空间数据, 检索出对应的空间信息。数据统计包括生成统计表或统计图: 可以将地理数据要素的相关信息(如要素的个数、平均面积等)进行统计, 并生成图表显示出来。其他的功能还包括专题图打印等。

### 3.3 系统软硬件环境及体系结构

系统采用高性能的联想服务器做为数据库服务器。软件环境主要包括操作系统平台、数据库管理系统、GIS 专业软件。操作系统平台为 Windows XP/ Windows Server 2003。数据库管理软件为 Oracle9i。空间数据库引擎为 ArcSDE。实验软件开发平台为 Visual Studio.net 2003, ArcObject。

系统的体系结构为 Client/Server 体系结构, 包括:

(1)数据层: 是系统的数据管理中心, 向应用程序层提供各种信息资源, 它包括数据库服务器和空间数据库引擎。数据库采用 Oracle 数据库管理软件。数据层的数据库服务器存储地理信息数据以及检测出的变化信息数据。空间数据库引擎采用 ArcSDE, 用来管理空间数据和属性数据的存储和检索, 向 GIS 应用程序提供统一的数据访问接口。

(2)应用程序层: 作为系统的核心, 它是运用 VS.NET 和 ArcObject 开发的独立运行程序, 实现了 GIS 的基本功能, 能通过 ArcSDE 空间数据库引擎读取以 Geodatabase 数据模型存储在 Oracle 数据库之中的地理信息数据, 计算出不同时期版本的地理信息数据集之间的变化信息, 并新建数据集存储这

些变化信息。

## 4 实例分析

由于面状要素同时具备点要素与线要素的一些相关性, 其变化类型也是 3 种要素中最多的, 而且对面要素的变化检测也是其中最复杂的, 因此, 本文运用居民地地块图进行变化检测测试。新图与旧图及变化检测结果如图 4 所示, 共检测出发生了 6 种变化, 分别为新生、消亡、扩大、变形、合并与分裂。

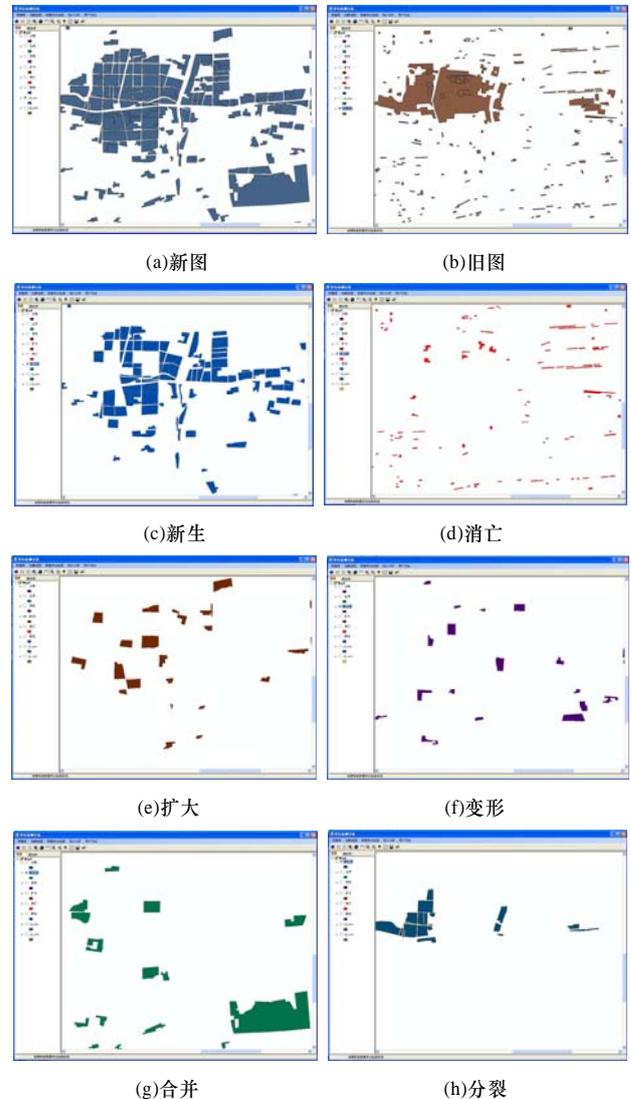


图 4 变化检测结果

将变化检测系统得到的结果与新图层和旧图层进行对比, 自动检测出的变化信息与人工判断的变化类型一致无误, 验证了变化检测的准确性。对于取得的地理数据变化信息, 可以进一步进行数据的统计和挖掘。例如, 可以根据土地利用类型进行检测, 可以得到土地利用变化信息等, 或对道路图进行变化检测, 得到交通道路的变化情况等。

## 5 结束语

随着地理信息数据的广泛应用, 建立变化检测系统对地理信息数据进行变化检测, 提取变化信息成了形势所趋。本文的系统检测出的地理数据变化信息不仅可以进行数据挖掘, 为政府的决策提供科学的数据支持, 还对空间数据库的增量式更新有着重要意义。但当数据量过大时, 变化检测所耗用的时间偏长, 如何优化算法、提高系统的数据处理能力

是下一步的研究方向。

(下转第 13 页)