

遥感影像变化检测

张晓东 等 著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

遥感影像变化检测

张晓东 王文波 王 庆 陈关州 戴 凡 汪祥莉 著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

遥感影像变化检测/张晓东等著. —武汉: 武汉大学出版社, 2015. 10
ISBN 978-7-307-16402-4

I. 遥… II. 张… III. 遥感图象—图象分析—高等学校—教材
IV. TP751

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 163831 号

责任编辑: 王金龙 责任校对: 汪欣怡 版式设计: 马 佳

出版发行: **武汉大学出版社** (430072 武昌 珞珈山)
(电子邮件: cbs22@whu.edu.cn 网址: www.wdp.whu.edu.cn)

印刷: 武汉中远印务有限公司

开本: 720 × 1000 1/16 印张: 12 字数: 171 千字 插页: 1

版次: 2015 年 10 月第 1 版 2015 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-16402-4 定价: 39.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

自然界的变化和人类的各種活动每天都在改变着地表景观及其利用形式。人口的快速增长及城市化的发展，加速了这种变化。这些变化将对地球资源与环境产生深远的影响，因此，及时、有效地监测地表变化，更新相关的地理信息系统，为资源管理与规划和环境保护等职能部门提供科学决策的依据是十分必要的。为了解地球而发展起来的卫星对地观测技术，无疑是监测地表变化的最佳技术手段。现代遥感技术已经进入了一个能够快速、及时提供多种对地观测海量数据的新阶段，但是如何快速、自动地从大量、多源的遥感影像中定位有信息差异的数据，剔除冗余，是目前尚待解决的难题，也是遥感领域研究的热点问题之一。

40 多年来，随着航天技术、计算机技术和传感器技术的发展，现代卫星遥感技术已经能够获取多分辨率（几何分辨率、光谱分辨率、时间分辨率、辐射分辨率）、多角度、多传感器影像。图像几何分辨率从数公里到数十厘米，光谱分辨率从数百纳米到十几个纳米，重访周期从数十天一次到一天多次，这些遥感数据从粗到细满足了不同层次的需要，大大扩展了遥感应用的范围。遥感影像数据是国家空间数据基础设施中的空间数据框架的基础，利用遥感影像提取、更新地理空间信息已经成为必然的发展趋势。要从目前每天接收的数以 TB 计的遥感影像中，分拣出我们感兴趣的数据，依靠传统的人工解译方法显然不行，这就需要通过某种方法让计算机来理解图像和检测哪儿发生了变化（变化检测），把我们的注意力引向我们感兴趣的地方。在空间数据框架建成以后，为了实现数据快速更新，保持其现势性，变化检测显得尤为重要，自动变化检测是遥感与 GIS 领域今后研究的重点之一。因此，遥感影像自动变化检

测研究有着重要的理论和现实意义。

近些年来,国内外在遥感影像变化检测领域开展了大量的模型和算法研究,取得了许多宝贵的研究成果,涌现出大量文献,但由于系统介绍遥感影像变化检测理论、方法和应用的书籍非常少,使许多刚刚踏入这一研究领域的初学者感到学习起来相当困难,这也不利于遥感影像变化检测研究和应用的进一步普及和深入发展。为此,作者在多年从事遥感影像变化检测研究的基础上,结合国内外学者的有关研究成果编著成此书。

本书主要介绍了遥感影像变化检测中的基本概念、基本理论、模型、技术框架、方法以及软件实现。全书共分为6章,每一章的具体内容如下:

第1章主要介绍了遥感影像变化检测的研究背景、研究意义以及研究现状。

第2章介绍了图像几何配准误差对变化检测精度影响的分析,重点阐述了空间统计学理论的基本概念和方法,并在此基础上应用变差函数对几何配准误差与变化检测结果精度间的关系进行了定量分析,研究了检测误差的传播规律,且通过实验验证了方法的有效性。

第3章介绍了联合遥感影像和GIS数据的遥感影像变化检测方法的思想和基本概念。介绍了遥感与GIS集成变化检测方法优点和存在的问题。重点阐述了基于遥感影像和GIS数据的变化检测整体解求方法思路,包括基于遥感影像和GIS数据的变化检测求解的特征选择和整体求解的概念、思路。

第4章介绍了基于遥感影像和GIS数据的变化检测求解方法。详细介绍了GIS数据预处理的方法,基于面特征的变化检测整体迭代解求方法流程,图像几何变换参数的计算和相似性度量,并给出了面状地物多边形特征的提取方法和最优搜索策略。并通过实验证明了基于遥感影像和GIS数据的变化检测方法可以达到子像素级精度,在图像范围大,需要的控制点数目多时优势比较明显。

第5章介绍了面向对象的高分辨率遥感影像变化检测方法。概述了在高分辨率遥感影像处理与变化检测中,基于像素方法的局限

性,并介绍了突破这一局限的面向对象方法的思想 and 关键技术;然后深入探讨了对面向对象变化检测方法的分类,并通过大量的实验验证了面向方法相比于基于像素方法的优越性,证明了面向对象变化检测能够适用于非同源影像。

第6章介绍了高分辨率遥感影像变化检测系统的研究与实现。简要描述了高分辨率遥感影像变化检测系统的设计目的、技术路线以及功能设计。详细介绍了一个一般性的高分辨率遥感影像变化检测系统的设计目标、技术路线、开发环境、数据管理方式以及要具备的功能,并且介绍了武汉大学测绘遥感国家重点实验室与安徽省第四测绘院共同研发出的面向对象高分辨率遥感影像变化检测系统——UCDS。详细介绍了 UCDS 中面向对象的变化检测技术框架,自动和人工辅助相结合进行地物提取、编辑的方法,以及具有很强的实用性的检测后处理功能的使用方式。

本书出版得到了国家科技支撑计划课题“城镇群地理国情可靠性动态监测关键技术研究”(项目批准号:2012BAJ15B04),国家自然科学基金项目“高分辨率遥感影像基于网格能量最小化区域边界提取的土地利用变化自动检测方法”(项目批准号:41071270),测绘遥感信息工程国家重点实验室专项科研经费的资助。在本书的撰写过程中,武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室的老师和同学们给予了莫大的鼓励和帮助,在此,特表示衷心的感谢。王庆博士、戴凡博士负责本书第1章、第2章的编写和材料整理工作,王文波博士、陈关州博士、汪祥莉负责本书第3章至第6章的编写和材料整理工作。

本书可以供从事遥感影像变化检测研究和应用的科技工作者阅读,亦可以作为高等学校相关专业高年级本科生、硕士生与教师的教学和科研参考用书。

限于作者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请广大读者和同行批评指正。

作者

2015年5月

目 录

第 1 章 遥感影像变化检测技术及发展现状	1
1.1 遥感影像变化检测现状	2
1.2 遥感影像变换检测的概念和模型	6
1.3 遥感影像变化检测的一般步骤	8
1.4 遥感影像变化检测方法与分析	13
1.5 基于多边形填充率的自适应变化阈值变化检测方法	22
第 2 章 图像几何配准误差对变化检测精度影响的分析	33
2.1 区域化变量理论	34
2.2 变差函数及结构分析	39
2.3 基于空间统计学的图像几何配准误差对变化检测精度影响的定量描述方法	43
2.4 实验与分析	49
第 3 章 联合遥感影像和 GIS 数据的遥感影像变化检测	66
3.1 遥感与 GIS 集成的变化检测概念和方法分类	67
3.2 基于遥感影像和 GIS 数据的变化检测整体解求方法思路	73
3.3 高精度数字栅格地图制作方法	77
3.4 GIS 数据准备	85
3.5 基于 λ trous 小波分解的遥感影像预处理	86
第 4 章 基于遥感影像和 GIS 数据的变化检测求解方法	93
4.1 基于面特征的变化检测整体迭代解求方法流程	93

4.2	GIS 数据预处理	95
4.3	几何变换参数的计算	97
4.4	相似性度量	98
4.5	面状地物多边形特征的提取方法	102
4.6	搜索策略	103
4.7	实验与分析	105
第 5 章 面向对象的高分辨率遥感影像变化检测方法		114
5.1	从像素到对象	114
5.2	面向对象分析中的关键技术	119
5.3	面向对象的变化检测方法分类	136
5.4	对象分类后变化检测算法的实验及结果分析	140
5.5	小结	150
第 6 章 高分辨率遥感影像变化检测系统的研究与实现		151
6.1	系统研发背景	151
6.2	高分辨率遥感影像变化检测系统	151
6.3	系统功能设计	154
6.4	实例分析	156
6.5	小结	160
参考文献		161

第 1 章 遥感影像变化检测 技术及发展现状

自然界的变化和人类的各种活动每天都在改变着地表景观及其利用形式。人口的快速增长及城市化的发展，加速了这种变化。这些变化将对地球资源与环境产生深远的影响，因此，及时、有效地监测地表变化，更新相关的地理信息系统，为资源管理与规划和环境保护等职能部门提供科学决策的依据是十分必要的。为了解地球而发展起来的卫星对地观测技术，无疑是监测地表变化的最佳技术手段。现代遥感技术已经进入了一个能够快速、及时提供多种对地观测海量数据的新阶段，但是如何快速、自动地从大量、多源的遥感影像中定位有信息差异的数据，剔除冗余，是目前尚待解决的难题，也是遥感领域研究的热点问题之一。本书将讨论遥感影像变化检测中的基本概念、基本理论、模型、技术框架以及方法等问题。

随着社会、经济和科学技术的进步与发展，人类对地表景观的开发、利用以及引起的土地覆盖变化已经成为全球环境变化中的重要组成部分和主要原因。为此，国际地圈-生物圈(IGBP)计划和全球环境变化中的人文领域计划(HDP)于 1995 年联合提出“土地利用和土地覆盖变化”(Land use and land cover change, LUCC)研究计划，土地利用变化研究成为全球变化研究的前沿和热点。(史培军等 2000)。1998 年美国前副总统戈尔提出了数字地球的概念，其目的是为了更好地了解地球，使之最大限度地为人类的生存、可持续发展和日常的工作、学习、生活、娱乐服务。在这一概念的引导下，许多国家相继制定了空间基础设施发展计划，实施数字国家和区域建设。经过十几年的努力，我国已经在全国和区域范围内，建成了一大批基础、专题 GIS 和遥感空间数据集，并形成了业务化运

行系统。这些空间数据和系统在国家、省、市、行业等各个层面上为国土资源调查、城市规划、森林资源检测、环境变化检测、灾害预报与评估等方面发挥了不可替代的作用。及时了解、发现地球表面土地覆盖变化,对于认识人与自然相互作用关系,及时更新 GIS 空间数据集是十分重要的,是资源管理与规划、环境保护等部门科学决策的依据。

卫星遥感的短时间复轨能力,稳定一致的图像质量和系列化运行计划,连续记录了地表信息,是目前唯一能够提供全球和区域范围时间序列观测的技术。40 多年来,随着航天技术、计算机技术和传感器技术的进步,现代卫星遥感技术已经能够获取多分辨率(几何分辨率、光谱分辨率、时间分辨率、辐射分辨率)、多角度、多传感器影像。图像几何分辨率从数公里到数十厘米,光谱分辨率从数百纳米到十几个纳米,重访周期从数十天一次到一天多次,这些遥感数据从粗到细满足了不同层次的需要,大大扩展了遥感应用的范围。遥感影像数据是国家空间数据基础设施中的空间数据框架的基础,利用遥感影像提取、更新地理空间信息已经成为必然的发展趋势。要从目前每天接收的数以 TB 计的遥感影像中,分拣出我们感兴趣的数据,依靠传统的人工解译方法显然不行,这就需要通过某种方法让计算机来理解图像和检测哪儿发生了变化(变化检测),把我们的注意力引向我们感兴趣的地方。在空间数据框架建成以后,为了实现数据快速更新,保持其现势性,变化检测显得尤为重要,自动变化检测是遥感与 GIS 领域今后研究的重点之一。因此,遥感图像自动变化检测研究有着重要的理论和现实意义。

1.1 遥感影像变化检测现状

利用遥感影像的周期性对地表覆盖的变化进行检测,早在遥感技术发展的初期就引起了人们的兴趣(Rosefeld, 1961; Lillestrand, 1972)。现代社会日益增长的需求和技术的进步,极大地促进了变化检测理论和方法的研究,多样的空间数据产品极大地丰富了变化检测理论和方法的研究内容。经过 40 多年的发展,在变化检测理

论和关键技术研究方面,已经取得了可喜的成果,并广泛应用于土地利用/覆盖、灾害监测与评估、冰川-雪山以及森林植被变化监测等应用中。Singh(1984, 1986)用不同时相的 MSS 影像,分别采用图像差分、图像比值、归一化的植被指数差分、图像回归、主成分分析、分类后比较和光谱/时相直接分类等方法来检测热带雨林植被变化,并对比了不同方法的结果,认为图像回归方法最优。Ridd 等学者(1998)利用不同时相的 TM 数据,分别应用图像差分、图像回归、KT(穗帽)变换和 Chi-Square 变换方法对美国 Salt Lake Valley 地区的土地利用进行了变化检测,并对不同方法的结果进行精度评估,认为没有一种方法占有绝对的优势。J. L. Michalek 等学者(1993)等利用不同时相的 NOAA/AVHRR 数据,应用变化矢量分析方法(CVA)对西非 Sudanian-Sahelian 地区土地覆盖变化进行了监测,并得出了变化类型信息。Bernd-M. Straub 等学者(2000)提出了一种面向 GIS 数据更新的遥感图像解译方法。黄华文等学者(1997)提出了一种利用现势航空影像自动检测 GIS 数据中居民地变化的方法。Youcef Chibani 等学者(2003)提出了一种基于卡尔曼滤波的变化检测方法,通过对 SPOT 多光谱影像的实验,表明其优于 BP 神经网络方法。L. Q. Hung 等学者(2003)集成应用 ETM 数据和 GIS 数据对越南喀斯特地区的线状地物变化进行检测,从而分析该地区的地质变化。Wang(1993)用基于知识的计算机视觉系统来进行城市变化的检测。Rogan 等学者(2001)采用穗帽变化、最大似然分类和决策树分类等方法分别对不同时相的 TM 影像进行植被覆盖的变化监测,并做了定量的精度评价。Li 等学者(1998)在对珠江三角洲城市扩张的研究中主张采用主成分分析方法来改善土地利用变化检测的精度。F. Del Frate 等学者(2004)用神经网络的方法先对 Quickbird 影像进行分类,再对分类结果进行分析来检测城市变化。Hee Young Ryu 等学者(2004)提出了一种先应用同态滤波和形态操作提取目标特征,再进行变化检测的方法。以上列举的是一些有代表性的方法,由于变化检测方法与实际应用紧密相关,在许多情况下需要进行不同程度的修改,从而形成了许多改进型方法。

许多综述文章从不同的角度对这些方法进行了分类、分析,国内学者李德仁(2003)根据检测的数据类型把变化检测方法分为5类:①基于不同时相的新旧影像变化检测方法;②基于新影像和旧数字线划图的变化检测方法;③基于新旧影像和旧数字线划图的变化检测方法;④基于新的多源影像和旧影像/旧地图的变化检测方法;⑤基于不同时相立体像对的三维变化检测方法。根据是否先进行几何配准处理把变化检测分为两类:一类是先进行影像配准的变化检测方法;另一类是变化检测与影像配准同步进行的方法。有学者根据变化检测的信息层次,把变化检测分为:像素级、特征级和决策级三个层次。D. Lu等学者(2004)最近发表的文章按照采用的数学方法把变化检测技术分为7类:①代数运算方法;②变换方法;③分类方法;④高级模型方法;⑤GIS方法;⑥可视化分析方法;⑦其他方法。更简单的是根据图像是否进行分类把变化检测方法分为两类:一类是图像直接比较方法,另一类是分类后比较方法(Ashbindu Singh 1989, Peter J. Deer 1995, Xiaolong Dai et al., 1998)。

虽然遥感影像变化检测已经得到了广泛应用,但仍然存在一些困难和问题需要进一步研究解决。分析现有的变化检测方法和相关文献可以发现:

1. 缺乏理论基础和合适的评价标准

现有的变化检测方法主要是面向具体的应用提出来的,还没有系统地形成变化检测理论。许多变化检测方法本身一些步骤、参数的确定依靠经验指导,如数据选择,数据预处理,变化阈值的选取,变化检测方法的确定等。由于实际应用时采用的影像空间、光谱、时域以及检测对象不同,使得采用不同方法,结果差别较大,即使采用同一方法,结果差别也不尽相同。由于变化检测过程涉及许多处理步骤,比较复杂,对不同的变化检测以及同一方法在不同情况下检测的结果缺乏一个有效的评价体系和方法。

2. 检测方法对数据预处理结果敏感

现有的变化检测方法处理过程可以分成两大部分:数据预处理和变化检测。变化检测处理往往要在预处理基础上进行,也就是说

二者是串行处理关系,因而预处理的结果对变化检测的结果有着非常重要的影响,特别是不同时相数据都是遥感图像时,这种影响更为显著。例如,对于不同时相数据都是遥感图像的变化检测,图像辐射校正和几何配准精度对变化检测结果的精度有着十分明显的影响,当采用分类后比较分类方法时,检测精度是不同时相遥感图像各自分类结果精度的乘积(Stow et al., 1980)。图像预处理带有许多不确定因素,高精度的预处理结果在实际应用中往往难以获得,结果精度难以控制。另外预处理结果精度与变化检测精度之间的定量关系不是都能够准确地定量描述,因此使得变化检测结果在一定程度上具有不确定性。

3. 检测方法通用性差

现有的变化检测方法都是在特定的应用条件下提出来的,从数据源、检测对象、地面环境到精度要求都有特定要求,当这些条件发生变化时其效果就会有差异,有的甚至不能实施。从数据源来看,现有的变化检测方法主要研究的是 NOAA/AVHRR、MODIS、MSS、TM、ETM、SPOT 等中低分辨率影像,对高分辨率影像(如 Quickbird、IKONOS 等)主要还是用人工目视解译方法,不同时相的影像来源于同一传感器。

4. 变化检测方法不能集成多源数据进行分析

现有的变化检测方法主要还是停留在像素级的数据引导上,缺乏知识引导的特征级变化检测方法(李德仁, 2003)。目前变化检测方法模型主要是对不同时相的遥感影像进行处理,其前提条件是地物的时相变化能够引起图像上像素值的明显变化。这类变化检测方法仅仅利用了图像灰度信息,没有利用检测对象几何信息。由于图像灰度对地物的表达有一定的不确定性,因而使得变化检测的结果出现伪变化。从实际应用的角度来讲,在一定的时间内有时难以获得同一传感器的不同时相观测,此时集成不同来源数据分析显得尤为重要。集成遥感图像和 GIS 数据进行变化检测分析是近年来变化检测方法发展的趋势之一(D. Lu, 2004)。GIS 数据中包含了丰富的语义和非语义信息, GIS 提供了多源数据集成分析的有力工具,能适应复杂影像的分析。

尽管已经存在许多变化检测方法,但对于某一特定的应用和研究区域选择一个合适的方法仍然十分困难。变化检测分析仍然是遥感领域研究的热点,随着新的传感器和高分辨率影像的不断出现,研究能够进行多尺度、多源数据分析的新技术和新方法是十分必要的。GIS 数据中包含了丰富的信息,是多源数据集成分析的有力工具,遥感影像和 GIS 集成变化检测分析有着很大的应用潜力。日益丰富的空间信息和各种行业、专题 GIS 系统的建立,也为遥感影像和 GIS 集成变化检测分析提供了坚实的数据基础。

1.2 遥感影像变换检测的概念和模型

1.2.1 变化检测的基本概念

自从 1961 年 Rosefeld 第一次发表用数字化的侦察遥感图像进行自动变化检测的论文以来,变化检测理论和方法就一直是遥感领域研究的重要内容之一。结合不同的应用数据条件和目的,许多学者对变化检测理论和方法进行了广泛深入的研究,从不同的角度对变化检测的概念进行了阐述和定义。Rosefeld 认为图像自动变化检测的基本任务就是:数据配准、变化检测、定位和变化判别(Rosefeld 1961);Mouat 认为“遥感变化检测是一个确定和评价各种地表现象随时间发生变化的过程”(Mouat et al., 1993);Ashbingu Singh(1989)和 Peter J. Deer(1995)从广义的角度认为“变化检测就是根据对同一物体或现象不同时间的观测来确定其不同的处理过程”;我国学者赵英时认为“变化检测就是从不同时期的遥感数据中,定量地分析和确定地表变化的特征与过程”(赵英时, 2003)。遥感图像变化检测一般是指以一个时相的遥感图像为参考,检测出另外时相相对参考图像的差异。随着地球信息科学的发展和应用需求的多样化,变化检测的研究内容得到了极大的丰富,参考数据不再局限于遥感图像,也可以是 GIS 数据、地形图以及其他地球空间信息产品。比较全面的遥感图像变化检测概念可以理解为:遥感图像变化检测是一门根据遥感图像和参考数据不同时相的

观测来提取、描述感兴趣物体或现象随时间变化的特征,并定量分析、确定其变化的理论和方法。这一理论具体包括五个方面的内容:

(1)检测并判断是否发生了变化,即确定研究区域内感兴趣的目标或现象是否随时间发生了变化;

(2)定位发生变化区域的位置,确定发生变化区域面积大小,也就是要确定变化发生在什么地方,变化区域的面积有多大,占多大比率。

(3)变化检测结果精度评估;

(4)分析、鉴别变化的类型,确定变化前后地物的类型;

(5)分析、评估变化在时间和空间上的分布模式,对其变化规律进行描述和解释,并对未来的变化进行预测,为科学决策提供依据。

前3个方面是变化检测要解决的基本、共性问题,后2个方面的内容比较复杂,与具体的应用相关,要结合研究区域的地面情况和应用专业知识综合分析,常常涉及其他领域的研究内容。

遥感图像变化检测中的参考数据可以是同源不同时相的遥感图像,也可以是不同源、不同分辨率的遥感图像,还可以是GIS数据、地形图以及通过其他技术手段获取的地物描述信息。变化检测的前提条件是不同时相的观测数据要有“可比性”,具体体现在:参考数据必须要能够表现、描述待研究地物或现象的时态特征,也就是说参考数据的信息约束着变化检测结果;地物或现象的时态特征的变化必须能够显著地表现在遥感图像上。所谓显著就是实际变化在灰度或纹理上的表现能够从其他干扰因素中分离出来,这些干扰因素包括:大气、物候、日照以及传感器等变化引起的图像灰度值的变化。

变化是绝对的,不变是相对的。引起地表覆盖的变化的原因可以分为五类:

(1)长时间气候引起的自然变化;

(2)土壤侵蚀和植被长势等地貌和生态原因引起的变化;

(3)人类活动导致植被覆盖和地物景观变化,例如森林消失和土地退化等;

- (4) 周期性的气候变化引起的变化;
- (5) 由于人类活动而产生的温室效应的影响 (Macleod 和 Congalton, 1998)。

在结果上这些因素会导致两类变化: 一类是表现在遥感图像上又有明显的辐射、纹理、形状和大小变化的地表覆盖类型变化; 另一类是地表覆盖类型不变但其数量和状态发生了变化。前者是狭义的遥感图像变化检测的研究对象, 也是本书的研究重点, 后者数量上的变化常常是定量遥感研究的内容。

1.2.2 变化检测的模型表达

对同一地区的 T_1 、 T_2 两次不同时相的观测用集合的方式可以表示为: $I_1: R^l \rightarrow R^p$ 和 $I_2: R^l \rightarrow R^q$, 其中 R^l 为研究区域, l 为研究区域的空间维数, 通常 $l = 3$; R^p 为遥感图像, 每个像素都带有坐标信息, p 为图像空间的维数, 对于全色图像 $p = 2$, 对于多光谱图像 p 等于光谱段数; R^q 为参考数据, R^q 可以是遥感图像也可以是 GIS 矢量数据, q 为其空间维数。 R^p 和 R^q 可以看做是 R^l 从地理空间到特征空间的一个映射 (Richard J. Radke et al., 2005)。变化检测就是以 R^p 和 R^q 为输入数据, 根据应用目的分别从 R^p 、 R^q 中提取能表现某一地物或现象随时间变化的特征, 并加以描述、比较, 确定变化区域。

从模式识别的角度来看, 可以把变化检测理解为一个分类问题, 特殊之处是一个两类问题。分别从 R^p 、 R^q 中提取特征, 对特征进行描述表达, 定义相似度量和分类方法, 把图像分成变化和没变化两类, 并生成分类结果图 $B(x): R^l \rightarrow (0, 1)$:

$$B(x) = \begin{cases} 1, & \text{发生了显著变化} \\ 0, & \text{未发生显著变化} \end{cases} \quad (1.2.1)$$

1.3 遥感影像变化检测的一般步骤

1.3.1 检测内容的确定和数据选择

在进行变化检测处理以前要对变化检测工程的内容进行全面了

解,准确定义工程要解决的问题,确定研究区域和内容,了解数据、检测对象的空间分布特点、光谱特性、时相变化以及背景环境等情况并做出时间和费用预算。

根据具体的变化检测应用实际情况和将要采用的变化检测方案,选择能够满足要求的一定光谱、几何和时间分辨率的现势遥感影像; T_1 时相的参考数据根据实际情况可以是遥感图像数据也可以是 GIS、地形图或专题图等其他空间数据。

不同遥感系统的时间分辨率、空间分辨率、光谱分辨率和辐射分辨率不同,选择合适的遥感数据是变化检测能否成功的前提。根据检测对象的时相变化特点来确定遥感监测的频率,如一年一次、一季度一次和一个月一次,等等。根据检测对象和背景环境的辐射特点,选择检测对象与背景反差最大时期的影像,提高变化检测精度。如果 T_1 时相的参考数据也是遥感影像,则尽可能选用不同时期相同或相近季节和时刻的遥感图像,以消除太阳高度角、季节和物候差异的影响。分析检测对象的空间尺度和变异情况,确定遥感图像的几何分辨率要求,使得遥感图像在表达检测目标几何形态方面能够满足应用需求,同时能够与参考数据的表达能力相匹配。根据检测对象的光谱特性情况,选择合适的遥感数据类型和相应波段图像,另外根据检测对象的辐射变化情况,选择合适辐射分辨率的图像,使得检测对象的变化能够在辐射上表现得充分、明显,增大地物辐射变化与由于大气、土壤湿度、物候特征以及传感器标定等因素的状态变化而引起的辐射变化之间的差异,提高信噪比。

1.3.2 数据预处理

对遥感图像数据的数据预处理包括图像增强与滤波、图像裁剪、图像镶嵌、几何校正和辐射校正等,其目的是为了突出检测对象,提高解译能力,确定、定位研究区域。在这些预处理过程中几何校正和辐射校正对变化检测结果的影响最大,因此显得十分关键。

变化检测过程需要对同一地物的不同时相数据进行综合分析,从某种意义上来说,需要“叠合”同一地物不同时相的数据,显然