



地理信息系统理论与应用丛书

GIS 矢量数字产品 版权认证技术

● 李安波 阎国年 周卫 编著



科学出版社

地理信息系统理论与应用丛书

GIS 矢量数字产品版权认证技术

李安波 闫国年 周 卫 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书围绕当前 GIS 矢量数字产品版权认证中存在的问题,在系统梳理版权认证理论与技术体系、分析 GIS 矢量数据及其产品特征的基础上,论述了 GIS 矢量数字产品版权标记的生成、嵌入、检测、提取、攻击及认证技术,以及 GIS 矢量数据版权认证系统和 GIS 矢量数据版权权威认证算法性能测评系统的构建过程,并形成了 GIS 矢量数字产品版权保护方案。

本书可供 GIS、测绘、信息安全等方向的研究人员、工程技术人员、教师、研究生和本科生学习与参考。

图书在版编目(CIP)数据

GIS 矢量数字产品版权认证技术/李安波,闫国年,周卫编著. —北京:科学出版社,2012

(地理信息系统理论与应用丛书)

ISBN 978-7-03-034263-8

I. ①G… II. ①李…②闫…③周… III. ①地理信息系统-矢量-数据-信息产品-版权-认证-研究 IV. ①D913.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 090009 号

责任编辑:韩 鹏 李 静/责任校对:刘小梅

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 5 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012 年 5 月第一次印刷 印张:16

字数:365 000

定价:59.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

GIS 矢量数字产品主要数据源是基础地理数据，它是国家重要的基础性和战略性信息资源，是国民经济和社会信息化的基础平台和重要支撑，涉及国家安全和共享应用等问题，其采集加工投入较大。版权保护认证对于 GIS 矢量数字产品的合法应用、促进地理信息产业发展有着理论意义和实用价值。然而，GIS 矢量数据表达方式、存储结构的多样性，以及无固定存储顺序、结构复杂、变换多样、冗余少的特点，决定了难以简单地应用现有的版权保护技术来进行 GIS 矢量数字产品的版权保护。

围绕当前 GIS 矢量数字产品版权认证中存在的问题，本书在系统梳理版权认证理论与技术体系、分析 GIS 矢量数据及其产品特征的基础上，针对 GIS 矢量数字产品论述了版权标记生成、嵌入、检测、提取、攻击及认证技术，以及 GIS 矢量数据版权认证系统和 GIS 矢量数据版权权威认证算法性能测评系统的构建过程。并融合具有加密特性的传统数字签名技术、具有信息隐藏特性的版权标记技术、具有自主智能服务特性的智能体（agent）技术，以及具有拦截系统操作特性的监控技术，形成了 GIS 矢量数字产品版权保护方案。可为我国地理信息数字产品版权保护系统的建设、版权保护立法草案的形成提供相应的解决方案和技术支持，有利于地理信息数字产品的知识产权保护，促进地理信息产业的健康发展。

本书内容翔实、结构紧凑，是一本系统介绍 GIS 矢量数字产品版权认证的学术著作。本书内容主要是在国家 863 计划“GIS 矢量数字产品版权保护关键技术”（2006AA12Z222）、教育部博士点基金项目“GIS 矢量数据版权标记算法评测基准与评测方法研究”（20113207110012）等研究成果的基础上形成的。参与相关研究工作的课题组成员主要有：林冰仙、张丽娟、王爱萍、孟萃萃、顾竹、吴掠桅、陈颖、周玉巧、曹江华、左超、黄丽、李莎莎、张驰、蒋睿、陆婧、胡进娟等。南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室朱长青教授、汤国安教授、盛业华教授、龙毅教授、刘学军教授、袁林旺教授，以及沈捷、周良辰等各位同仁也给予了诸多帮助。研究生李莎莎在本书的排版、校对等工作中付出了辛勤的劳动。本书署名作者在此对所有相关人员及相关参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 GIS 矢量数字产品概述	1
1.2 GIS 矢量数字产品版权认证的研究背景	3
1.3 GIS 矢量数字产品版权认证技术研究与应用现状	4
参考文献	9
第 2 章 版权认证理论与技术基础	10
2.1 版权认证概述	10
2.2 GIS 矢量数字产品版权认证系统	10
2.3 版权认证模式	12
2.4 版权认证应用模式	14
2.5 版权认证相关技术	16
参考文献	29
第 3 章 GIS 矢量数字产品特征分析	30
3.1 GIS 矢量数据特征	30
3.2 GIS 矢量数据结构	31
3.3 GIS 数据组织方式	34
3.4 GIS 矢量数据管理方式	36
3.5 GIS 矢量数据组织与存储特征	37
3.6 GIS 矢量数字产品的生产与发行特点	38
3.7 GIS 矢量数字产品的应用特点	40
参考文献	41
第 4 章 版权标记生成技术	42
4.1 版权标记生成概述	42
4.2 基于文本信息的版权标记生成	43
4.3 基于图像信息的版权标记生成	45
4.4 基于图形信息的版权标记生成	51
参考文献	65
第 5 章 GIS 矢量数字产品的版权标记嵌入技术	66
5.1 版权标记嵌入原理与方法	66
5.2 版权标记嵌入域	71
5.3 嵌入单元划分策略	75
5.4 版权标记嵌入策略	77

5.5	版权标记嵌入容量分析	86
5.6	版权标记嵌入算法示例	88
	参考文献	95
第6章	版权标记检测与提取技术	97
6.1	版权标记检测与提取概述	97
6.2	GIS 矢量数字产品的版权标记检测技术	98
6.3	GIS 矢量数字产品的版权标记提取技术	101
	参考文献	107
第7章	GIS 矢量数字产品的版权认证	108
7.1	版权认证模型	108
7.2	版权认证算法的性能要求	109
7.3	版权标记的相似度计算	109
7.4	版权认证系统运行模式	118
	参考文献	127
第8章	GIS 矢量数字产品的版权标记攻击方法	129
8.1	攻击方法分类	129
8.2	去除攻击	130
8.3	同步攻击	146
8.4	协议攻击	156
	参考文献	157
第9章	版权标记算法性能测评技术	158
9.1	版权标记算法性能要求	158
9.2	水印算法鲁棒性评价方法	161
9.3	含版权标记 GIS 矢量数据的数据质量检查方法	166
	参考文献	181
第10章	版权认证原型系统	183
10.1	系统总体设计	183
10.2	关键技术解决方案	185
10.3	系统主要功能与应用	192
10.4	系统特点	202
	参考文献	202
第11章	版权认证算法性能评测系统	203
11.1	研发背景	203
11.2	系统总体设计	203
11.3	关键技术解决方案	206
11.4	系统功能	208
11.5	系统应用示例	215
	参考文献	218

第 12 章 基于版权标记的地理信息版权保护 219

12.1 研究背景..... 219

12.2 国内外研究现状..... 220

12.3 地理信息数字版权保护方案..... 222

12.4 关键技术研究..... 224

12.5 版权保护系统应用流程..... 232

12.6 地理信息数字版权保护原型系统..... 233

参考文献..... 245

第 1 章 绪 论

1.1 GIS 矢量数字产品概述

传统的地理信息数字产品主要为“4D”产品及其相关复合产品（图 1-1），即数字正射影像图（digital orthophoto map, DOM）、数字高程模型（digital elevation model, DEM）、数字栅格地图（digital raster graphic, DRG）和数字线划地图（digital line graphic, DLG）。其中，4D 产品构成了地理信息系统的基础数据框架，是其他信息的空间载体。

随着地理信息技术的发展和用户不断增长的实际需求，地理信息产品已不再局限于传统的“4D”产品。近年来，又出现了三维建模产品（包括虚拟建模产品）、可量测实景影像（digital measurable image, DMI）等多种产品类型。

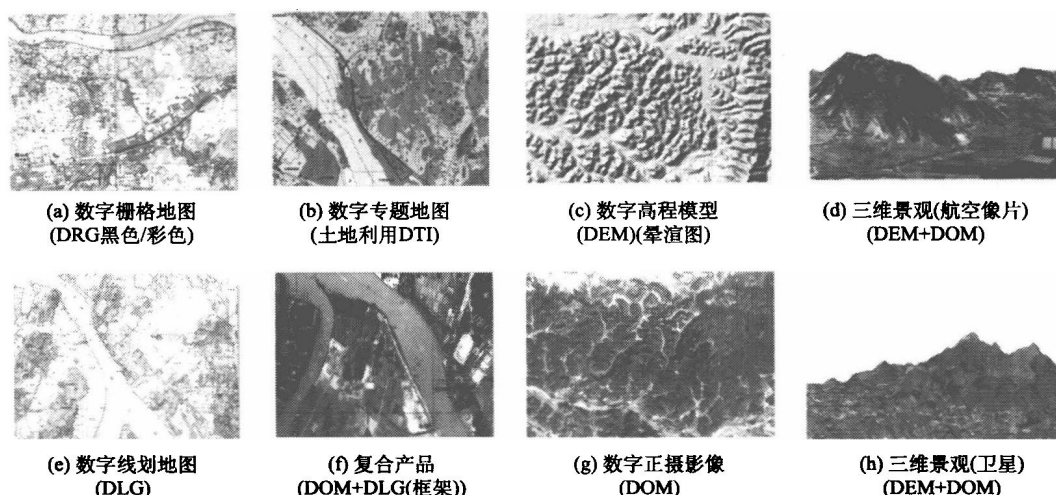


图 1-1 地理信息数字产品主要类型

上述诸多地理信息数字产品类型中，最为基础、应用最为广泛的产品就是数字线划地图，数字线划地图作为一种能够较为方便地支持放大、漫游、查询、检查、量测、叠加等诸多操作功能的数字地图，其技术特征主要包括以下几个方面：①数据量小，便于分层，能快速的生成专题地图；②能满足地理信息系统进行各种空间分析的要求，可视为带有智能的数据；③可随机地进行数据选取和显示，可与其他几种地理信息数字产品叠加，便于分析、决策；④图形为矢量格式，任意缩放均不变形。

数字线划地图特有的矢量存储结构，与以栅格点阵形式存在的二维图像、一般由三角面片网格组成的三维几何模型有较大的不同（图 1-2）。DLG 数据结构是利用欧几里

得 (Euclid) 几何学中的点、线、面及其组合体来表示地理实体空间分布的一种数据组织方式。通过记录实体的空间位置坐标的方式尽可能精确地表示地理实体，能更好地逼近地理实体的空间分布，且具有数据精度高，数据存储冗余度低等特点。实现数字线划地图的数据模型为矢量数据模型，主要有无拓扑的面条 (spaghetti)，有拓扑的对偶独立地图编码法 (DIME)、多边形转换器 (POLYVRT)、地理编码和参照系统的拓扑集成 (TIGER) 等多种文件类型，以及 GEODATABASE 等关系数据库类型。这些数据模型因其矢量化特点，而又统称之为矢量模型。相关产品亦可称为矢量数字产品。为与 CAD 数字产品相区分，本书统称为 GIS 矢量数字产品。

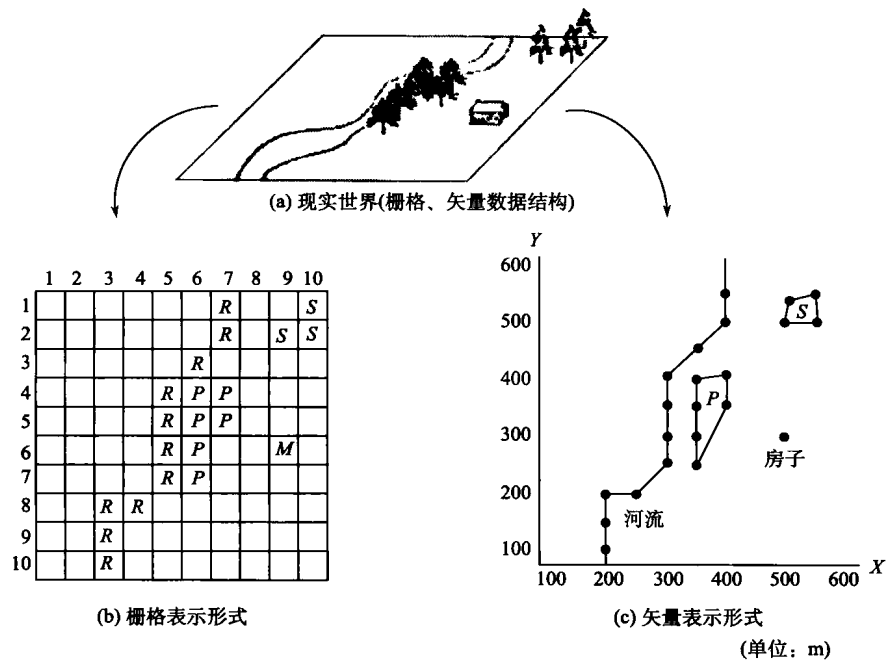


图 1-2 矢量结构与栅格结构 (邬伦等, 2001)

GIS 矢量数字产品因其具有用途广、生产成本高昂、蕴涵信息量大、安全级别较高、特有的矢量存储结构等诸多特点，决定了其版权认证研究难度较大。在地理信息产业快速发展形势下，必然要求通过强化地理信息安全技术研究、政策和法律的立法，推进和保护地理信息发展，调整和保护不同主体在新技术领域从事地理信息的权益，紧跟上地理信息日新月异发展的步伐。为此，本书着重就 GIS 矢量数字产品的版权认证进行研究。

本书中的版权标记包括数字水印、数字指纹、数据特征、数据暗记等适用于版权认证的标记。相关概念在本书中均有所涉及。但由于相关参考文献中并未对相关概念，特别是版权标记与水印两个概念进行严格区分，本书在引用时基本采用了原著说法，恕不一一进行区分。

1.2 GIS 矢量数字产品版权认证的研究背景

1.2.1 实际应用需求的驱动

1. 国家信息安全建设的需要

综观版权制度发展的历史,可以发现版权制度与传播技术之间总是存在着微妙的互动关系。一方面,传播技术的革命和传播方式的进步始终是推动版权制度不断发展的重要力量;另一方面,版权制度又对保护和促进传播技术的推广与发展起着不可估量的作用。近年来,数字化技术精确、廉价、大规模的复制功能和 Internet 的全球传播能力都给现有版权制度带来了前所未有的冲击,数字作品的版权保护成为困扰各国政府、法律界、艺术界和计算机科学家的难题,并引起了世界各国的高度重视。美国国防部早在 1983 年就研究制定了可信计算机系统评估准则,提出了“可信计算机基础”的概念。其后,欧洲有关国家、加拿大等国以及国际标准化组织(ISO)也相继提出了各自的信息安全评估标准,进一步促进了信息安全等级保护的理论与实践。1994 年,我国制定发布了《中华人民共和国计算机信息系统安全保护条例》,确立了实行计算机信息安全的法律基础。1999 年,我国制定了国家标准《计算机信息系统安全保护等级划分准则》,形成了我国信息安全等级保护的思路与工作基础。

在信息中占突出地位的地理信息,特别是生产成本高昂、精度高的 GIS 矢量数据,安全级别较高,是一个国家经济建设与社会发展的重要战略资源。在其获取、加工处理、存储、分发和应用的各个环节,都有可能出现丢失或泄露的可能,必须保证绝对的安全(樊廷杰,2000)。为此,必须进一步加强 GIS 矢量数字产品版权保护的相关理论与技术研究,并将其纳入国家计算机信息系统的安全保护体系之中,在国家信息安全的统一框架之内进行建设。

GIS 矢量数字产品版权保护关键问题的解决,以及版权保护系统的开发,可有效解决地理信息及其信息系统安全问题,从而可有效促进地理信息共享和国家信息安全建设。

2. 保障地理信息相关产业健康发展的需要

地理信息系统、电子导航、数字城市、电子政务等信息系统的空间服务特性,决定了其与地理信息应用息息相关。它们所能提供的服务内容和服务水平,取决于地理信息数字产品,特别是 GIS 矢量数字产品的内容和质量。

然而,目前我国 GIS 矢量数字产品的市场状况十分混乱。一是某些损害我国领土主权、民族尊严和版图完整带有严重政治性问题的地图产品屡禁不止。有的竟将我国的区域行政界线绘成国界线,使我国某一行政区域变成了国外地区;有的把别国的首都标注成我国的城市。出现错误次数最多的是随意漏画重要岛屿,这样的错误甚至在一些重要的网络媒体上也屡屡出现。二是违法违规编制出版地图的问题相当严重。近年来,由于社会各方面对地图产品需求量的不断增加,受经济利益驱动,一些不具备编制出版地图资格的企事业单位、个体经营者非法编制出版各种纸质地图和数字地图,主要表现为

侵权盗版、假冒伪劣、粗制滥造地图，在市场上公开销售地图，在网络上分发各种盗版地图的拷贝，且其产品抢占了很大的市场空间，严重损害了广大消费者、合法地图生产经营者的知识产权和利益（梅蕤蕤，2002）。在数字作品和网络本身的发展中也有越来越多的新现象、新领域出现，导致 GIS 矢量数字版权的侵权行为更加难以判断和认定。没有相应的技术知识和法律知识相支持，权利人很难对一些侵权行为进行证据保全，难以通过司法保护取得赔偿，这更增加了诉讼的成本和难度，于是，有些权利人即使知道权利被侵犯也宁愿放弃，不愿意打官司。所有这些问题均严重影响了地理信息系统、电子导航、数字城市、电子政务等地理信息相关产业的健康发展。

为此，客观上需要有一个完善的立法和先进的技术手段来规范地理信息产品市场，解决 GIS 矢量数字产品版权保护问题，从而有效保护生产者、拥有者和使用者的合法权益；有效满足密级产品限制用户群体的保密要求；促进 GIS 矢量数字产品的共享与交换，从而保障地理信息系统、电子导航、数字城市、电子政务等地理信息相关产业的安全和健康发展。

3. 地理信息安全研究的需要

地理信息科学作为信息科学的一个重要分支，具有信息科学的一般特征。基于信息安全在信息科学中的重要地位和作用，地理信息安全具有同样重要的研究意义。地理信息安全一直是 GIS 的研究主题。虽然我国已经制定了相关的保密政策与法规，并在地理信息系统的建设中采取了一些安全措施，但目前地理信息安全相关的研究较少，还缺乏完善的理论基础和技术支持，亟需进行地理信息安全的基础理论和技术方法研究。

1.2.2 目前 GIS 矢量数字产品版权保护中存在的问题

GIS 矢量数据表达方式、存储结构的多样性，应用的广泛性，以及无固定存储顺序、结构复杂、变换多样、冗余少的特殊性，导致目前 GIS 矢量数字产品版权保护中存在较多问题（参见第 1.3 节），决定了难以简单地套用现有的信息加密、电子签名等版权保护技术来进行 GIS 矢量数字产品的版权保护，必须针对数据特点，综合运用多种技术，进行 GIS 矢量数字产品版权保护关键技术研究，以满足版权保护系统建设和相关立法的需要。

1.2.3 相关数字媒体版权认证技术提供了研究基础

密码技术、数字签名技术、实时监控技术及信息隐藏技术，特别是其中的数字水印技术在图像、音乐、视频等媒体作品认证、篡改提示、标识身份、隐蔽标识等版权保护中的重要作用与广泛运用，对本书问题的解决奠定了研究基础。

1.3 GIS 矢量数字产品版权认证技术研究与应用现状

GIS 矢量数字产品的存储特点及其广泛、基础、共享的应用特点，决定了难以简单

地直接应用现有的版权标记技术来进行版权保护。近年来,国内外学者对 DLG 产品的版权标记技术开展了一定研究与应用,主要涉及 DLG 版权标记的理论基础、标记生成、标记嵌入、标记检测以及面向 GIS 矢量数据的实时操作监控等内容。其国内外发展现状与趋势分述如下五个方面。

1.3.1 GIS 矢量数据版权标记理论基础研究

版权标记的研究,针对不同的数据载体,有较大不同。对于 GIS 矢量数据而言,为有效实现版权标记,必须着重研究其特有的理论与应用基础,但目前相关研究较为缺乏。今后的研究重点如下。

首先,信息隐藏容量分析,它包含了攻击行为的数学基础研究(孔祥维,2003;朱柏承和伍宏涛,2006)。今后需运用信息论的方法分析 GIS 矢量数据版权标记算法的性能、容量,从而建立其理论基础。

其次,精度是空间数据的本质特征,缺乏精度的数据将失去价值。利用空间数据不确定性理论,对嵌入版权标记数据的不确定性进行分析和研究应是当前的研究重点之一。

最后,为有效评价版权标记算法的优劣与性能,需要开发相应的测试基准。测试基准是指一个在全球范围内,持续定义、比较、配置和评估最优实践的构造和分析过程。水印系统的评测基准用来比较不同水印嵌入算法的优劣,并给出相应的得分的图表数据。然而,不可能存在适用于所有水印系统和应用场合的测试基准(孙圣和等,2004),而适用于 GIS 矢量数据水印系统的测试基准还未有深入研究,是当前的研究重点之一。并且,对 GIS 矢量数据版权标记算法鲁棒性的测试需要在多个不同的地图数据上进行,这些地图必须具有代表性。为了进行公平地比较,必须用同一套标准地图集来对各种 GIS 矢量数据版权标记系统进行测试。为此,还急需研究建立一个 GIS 矢量数据的基准测试地图集。

1.3.2 GIS 矢量数字产品版权标记生成技术

版权标记生成过程是指在密钥的控制下由原始版权信息、认证信息、保密信息或其他有关信息生成适合于嵌入到原始载体中的待嵌入信号的过程。待嵌入标识的值域主要有 $O = \{0,1\}$ 、 $O = \{0,1,-1\}$ 、 $O = [-p,p]$ ($p \in Z^+$ 整数序列)、 $O = [-t,t]$ ($t \in R^+$ 实数序列) 和复数序列等几种方式。有时还会考虑采用特殊形状的水印,如自相似水印(孙圣和等,2004)。为提高版权标记的抗擦除能力,构成版权标记的序列通常应该具有不可预测的随机性,即应具有噪声相同的特性。目前文献中一般取高斯白噪声、伪随机序列等作为版权标记序列嵌入到数据中。

对于 GIS 矢量数字产品而言,版权标记可以是一个隐藏的出版社标志、ISBN 码,或是产品相关信息,且主要表现为文本、图像(二值、灰度、彩色)、图形等类型,但目前未见到图形类型版权标记的生成、置乱及压缩研究。对于更接近于几何图案的版权标记,由于其规则的形态特征,用图形来表达较为合适,可以显著降低标记长度。此

外,文献检索表明,基于音频、视频载体掩蔽特性的自适应版权标记生成研究较多,但基于 GIS 矢量数据图形载体特点及掩蔽特性的自适应版权标记生成研究较少,应是目前的研究重点。

1.3.3 GIS 矢量数字产品版权标记嵌入技术

近年来,国内外就数据产品的版权标记技术研究较少。具体的版权算法主要有基于几何数据变换域的方法、基于拓扑关系图的拉普拉斯频谱域的方法以及基于空间域的水印算法等(钟尚平和高庆狮,2006)。这些算法与面向 GIS 矢量数据特征的版权标记嵌入需求还有较大差距,主要表现在以下 8 个方面。

(1) 在矢量图形的表达方式上, GIS 矢量数据是以“点、线、面”来表达地理要素的,但仅有较少文献(王勋等,2006)是针对 GIS 的要素类型来开展版权标记嵌入研究,而且相关文献也只提及单一要素类型,缺乏面向 DLG 数据的点、线、面等多种要素类型的相应版权标记嵌入研究。

(2) 矢量图形的数据存储结构,主要分为无拓扑的 Spaghetti,有拓扑的 DIME、POLYVRT、TIGER 等多种文件类型以及 GEODATABASE 等关系数据库类型。但大部分研究只针对某一类文件格式研究了水印的嵌入,只有张海涛等(2004)在 GISeal 系统体系结构中提及了不同 GIS 平台的情况,但未见到面向 DLG 数据存储结构的版权标记嵌入的详细论述。

(3) 在版权标记分类方面,多数讨论了单一鲁棒水印的嵌入(梅蕤蕤,2002;李媛媛和许录平,2004),多功能版权保护、易碎水印、可逆水印以及零水印等多方面的应用研究还比较欠缺。

(4) 图像数据“位置隐含,属性明显”的特征决定了含水印图像并不会经受数据重排序攻击,否则对以可视为主要目的的图像则会被置乱,完全失去了应用价值;而 DLG 数据“位置明显,属性隐含”的特征,决定了数据中各要素间的顺序调整,并不会丝毫影响数据的可视效果及量算精度,而如果不考虑数据存储的这种“无序”特征进行水印信息的嵌入,则当各要素数据在存储文件中的位置被调整时,就很容易导致水印信息的破坏。

(5) 在版权标记算法的鲁棒性方面,目前多数算法多考虑了 IBM 攻击、拷贝攻击、去除攻击等传统攻击方式,但对 GIS 矢量数据的投影变换、格式变换、数据综合、数据调序等攻击研究较少。张琴等(2005)重点讨论了矢量图形平移、旋转、缩放操作时水印的鲁棒性问题;张海涛等(2004)从水印存储结构和分类规则方面考虑了添加、删除、投影变换、格式转换等水印攻击问题,但未见详细论述和解决方案。这些方法均难以用来解决 GIS 矢量数据版权标记的鲁棒性问题。

(6) 在检测模式上。目前针对 GIS 矢量数据而设计的版权标记嵌入算法,出于保障其鲁棒性目的,多为非盲检测算法,盲检测算法研究相对欠缺。

(7) 文献检索表明,针对 GIS 矢量数据表达方式、数据格式、分辨率等方面的多样性,研究能够随着载体数据各分块特性的不同自动感知分块数据特点,而自适应改变嵌入强度、嵌入位置、嵌入信息量的自适应版权标记嵌入方法至关重要。GIS 矢量数据

版权标记主要采用基于块的自适应嵌入算法，同一块内的系数对应的嵌入因子相同，不同特性块的系数对应的嵌入因子不同。目前的数据分块主要有均匀分块（Kitamura et al.，2000）、非均匀分块、基于四叉树的分块（Ohbuchi et al.，2003）等，但缺乏面向 GIS 矢量数据应用特点的基于行政区划分块和基于自然区划分块的研究。

（8）嵌入冗余信息位置的版权标记易于被擦除，且会对数据精度产生一定影响。为应对去除攻击，可考虑利用原始作品的重要特征来构造原始水印信号，而不是修改这些特征。这种不修改原始作品任何数据的水印系统称为“零水印”。零水印是一种新的数字水印系统，零水印数字水印技术可以很好地解决数字水印的不可感知性和鲁棒性之间的矛盾，也可以克服准可逆水印系统中存在的安全漏洞。零水印系统还是一种天然的盲水印系统，有很好的实用性。基于 GIS 矢量数据特征生成的零水印与实时操作监控相结合的版权认证及完整性标识研究必将成为今后研究与应用的重点。

1.3.4 GIS 矢量数字产品版权标记检测技术

GIS 矢量数据版权标记检测，主要包括版权标记检测算法和提取算法两部分，是版权标记系统的关键部分之一。一个检测算法是否有效，取决于人们所选取的检测算法的模型与实际是否接近。检测算法的模型包括一系列的假设，主要有以下三个方面：①对待检测信号的统计特性的假设，在水印系统中对应于水印信号的统计特性；②噪声的统计特性的假设，在水印系统中对应于载体信号和攻击引入的噪声的统计特性；③噪声与信号的叠加方式，即水印的嵌入方式。这些假设限定了检测模型的应用前提。面向 GIS 矢量数据的特点与需求，基于其特点和相关假设的检测模型研究应作为今后研究重点。

此外，从检测模式上看，目前数字产品版权标记检测主要有基于独立的检测程序、嵌入系统的检测程序（如 PDF）、Web 页面水印自动探测系统、基于 WWW 的数字水印检测服务、基于第三信任方的数字水印检测（崔晓瑜和程乾生，2001）、基于移动 Agent 的水印检测（吴晓琼等，2004）等检测模式。前几种检测模式由于都是在能够获得数字产品的前提下，基于用户自觉性且需把数据移动到程序端进行计算检测，不仅效率差，而且是被动检测。对于较大数据量的 GIS 矢量数据则无能为力，难以直接应用。其中基于移动 Agent 的水印检测因其具有主动、智能的特点，能够有效地降低互联网中多媒体数字水印检测给服务器和网络带来的沉重负荷，而应成为 GIS 矢量数据版权标记自主检测的主要模式。但其距离实用仍有一定差距，要想应用于 GIS 矢量数字产品版权标记信息的自主检测，今后还需对存在的执行效率低，缺乏代理认证、授权、保护等安全约束，限于 Web 环境难于自动部署等问题加以研究解决。

1.3.5 基于版权标记的版权保护应用

目前的版权标记检测方法都只能在不合法行为发生后起作用，而版权保护的最恰当方式应是能够制止非法行为的发生。并且传统版权标记嵌入会对数据造成一定的失真，而算法的鲁棒性则要求尽可能多地嵌入水印信息。面对 GIS 数据的海量特点与少失真、高效率处理要求，基于传统水印算法的版权保护越来越显得无能为力。为此，需要加强

基于版权标记的实时操作监控研究，以弥补传统数字水印保护方法的不足。面向 GIS 矢量数据的自主操作监控，则要求实现 GIS 矢量数据文件读写、编辑、提取、打印、转换等操作的实时监控。目前这方面的研究与应用主要有拷贝控制和设备控制。拷贝控制，即是防止他人对受版权保护的内容进行非法拷贝。防止非法拷贝的第一道防线是加密。使用特定密钥对作品加密后，可以使没有此密钥的人完全无法使用该作品，然后将此密钥以难以复制或分发的方式提供给合法用户。但在目前状况下，GIS 矢量数据一旦加密后，各 GIS 软件就无法直接使用，若试图通过 GIS 软件厂商协议增加一个统一的数据解密模块，在数据格式不公开、数据互操作至今仍未实现的情况下，显然更行不通。而基于文件系统过滤驱动程序是实现数据动态加密/解密（邵昱和萧蕴诗，2005）及实时文件操作监控的可行方法。

综上所述，基于版权标记技术的 GIS 矢量产品版权保护，因其重要的研究意义与

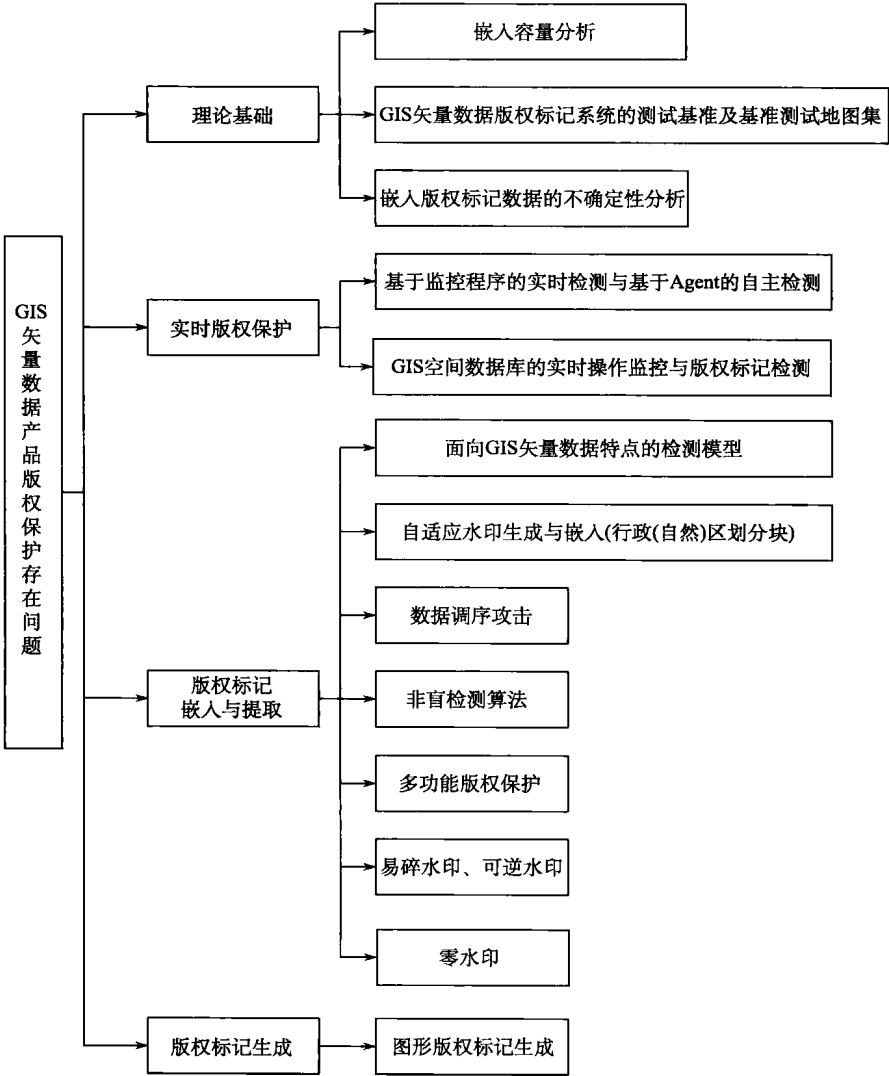


图 1-3 GIS 矢量数字产品版权保护存在问题

应用价值,已逐步成为今后的研究热点。但由于 GIS 矢量数据特殊的存储结构 and 应用特点,很难简单地应用现有的版权标记技术来实现 GIS 矢量数字产品的版权保护,还存在版权标记自适应嵌入、多功能版权标记实时版权标记检测等诸多关键问题有待完善或研究解决(图 1-3)。为此,本书着重就相关问题及其解决方案进行论述。

参 考 文 献

- 崔晓瑜,程乾生. 2001. 非对称数字水印. 北京大学学报(自然科学版), 37(5): 618-622.
- 樊廷杰. 2000. 基础地理信息的安全管理. 三晋测绘, (2): 20-22.
- 黄杏元,马劲松,汤勤. 2001. 地理信息系统概论. 北京: 高等教育出版社.
- 江雪梅. 2005. 移动 Agent 和数字水印技术在移动通信网络中的应用. 武汉理工大学学报, (10): 56-58.
- 孔祥维. 2003. 信息安全中的信息隐藏理论和方法研究. 大连理工大学博士论文.
- 李安波, 阚国年, 林冰仙, 等. 2008. DLG 产品版权标记技术研究综述. 测绘通报, (1): 52-55.
- 李媛媛, 许录平. 2004. 用于矢量地图版权保护的数字水印. 西安电子科技大学学报(自然科学版), 31(5): 719-723.
- 刘海科. 2003. 音频水印性能测试基准的研究. 南京理工大学硕士学位论文.
- 罗雪萍. 2006. 鲁棒性数字图像水印技术研究. 兰州大学硕士学位论文.
- 梅葵葵. 2002. 数字地图版权保护. 深圳大学博士学位论文.
- 邵昱, 萧蕴诗. 2005. 基于文件系统过滤驱动器的加密软件设计. 计算机应用, 25(5): 1151-1152.
- 孙圣和, 陆哲明, 牛夏牧, 等. 2004. 数字水印技术及应用. 北京: 科学出版社.
- 汤国安, 赵牡丹. 2000. 地理信息系统. 北京: 科学出版社.
- 王道顺, 梁敬弘, 戴一奇, 等. 2003. 图像水印系统有效性的评价框架. 计算机学报, 26(07): 779-788.
- 王勋, 朱夏君, 鲍虎军. 2006. 一种互补的栅格数字地图水印算法. 浙江大学学报(工学版), 40(6): 1056-1060.
- 邬伦, 刘瑜, 张晶, 等. 2001. 地理信息系统——原理、方法和应用. 北京: 科学出版社.
- 吴晓琼, 许剑勇, 肖燕华, 等. 2004. 基于移动 Agent 的数字水印跟踪系统的设计与实现. 计算机应用与软件, 21(4): 60-62.
- 易正江, 周小燕. 2009. 数字水印算法的鲁棒性测试研究. 电脑开发与应用, 22(5): 11-12, 16.
- 张海涛, 李兆平, 孙乐兵. 2004. 地理信息水印系统的开发. 测绘科学, 29(7): 146-148.
- 张琴, 向辉, 孟祥旭. 2005. 基于复数小波域的图形水印方法. 中国图象图形学报, 10(4): 494-498.
- 钟尚平, 高庆狮. 2006. 矢量地图水印归一化相关检测的可行性分析与改进. 中国图象图形学报, 11(3): 401-409.
- 朱柏承, 伍宏涛. 2006. 水印系统新容量理论研究. 北京大学学报(自然科学版), 6(42): 796-801.
- 朱香卫, 肖亮, 无惠中. 2009. 数字图像水印性能评估指标的研究. 通信技术, 42(91): 256-258.
- 朱香卫. 2007. 静止图像鲁棒性数字水印算法与性能评估方法. 南京理工大学硕士学位论文.
- Kitamura I, Kanai S, Kishinami T. 2000. Watermarking vector digital map using wavelet transformation. In: Proceedings of Annual Conference on the Geographical Information Systems Association (GISA). Tokyo, Japan: 417-421.
- Li A, Zhou W, Lin B, et al. 2008. Copyright protection for GIS vector data production. In: Proceedings of SPIE. 7143: 71432X-1-71432X-9.
- Ohibuchi R, Ueda H, Endoh S. 2003. Watermarking 2D vector maps in the mesh-spectral domain. In: The fifth International Conference on Shape Modeling and Applications, SMI2003. Seoul, Korea: 216-228.

第2章 版权认证理论与技术基础

2.1 版权认证概述

版权即著作权，是指文学、艺术、科学作品的作者对其作品享有的权利（包括财产权、人身权）（王骅，1991）。版权的取得有两种方式：自动取得和登记取得。在中国，按照著作权法规定，作品完成就自动有版权。所谓完成，是相对而言的，只要创作的对象已经满足法定的作品构成条件，既可作为作品受到著作权法保护。根据性质不同，版权可以分为著作权和邻接权，简单来说，著作权是针对原创相关精神产品的人而言的，而邻接权的概念，是针对表演或者协助传播作品载体的有关产业的参加者而言的，如表演者、录音录像制品制作者、广播电视台、出版社等。

认证，按照国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）和国际电工委员会（International Electrotechnical Commission, IEC）的定义，是指由国家认可的认证机构证明一个组织的产品、服务、管理体系符合相关标准、技术规范（TS）或其强制性要求的合格评定活动。

基于上述定义，可将版权认证理解为：主要是指由国家认可的认证机构证明一个组织的产品版权的鉴定活动。同理，GIS 矢量数字产品的版权认证，则主要是指由国家认可的认证机构证明一个组织的 GIS 矢量数字产品版权的鉴定活动。在这一鉴定活动中，相关 GIS 矢量数据版权认证技术的有力支持是合理确定 GIS 矢量数字产品版权、避免法律纠纷的前提和核心。

2.2 GIS 矢量数字产品版权认证系统

粗略来看，版权认证系统主要包含嵌入器和检测器两大部分。嵌入器至少具有两个输入量：一个是原始信息，它经过适当变换后作为待嵌入的水印信号；另一个就是要在其中嵌入水印的载体作品。水印嵌入器的输出结果为含水印的载体作品，通常用于传输和转录。之后这件作品或另一件未经过这个嵌入器的作品可作为水印检测器的输入量。大多数检测器尽可能地判断出水印存在与否，若存在，则输出为所嵌入的水印信号。作者参照数字水印处理系统的基本框架（孙圣和等，2004），结合 GIS 矢量数字产品的版权认证特点和要求，拓展、优化形成 GIS 矢量数字产品的版权认证系统基本框架（图 2-1）。它可以定义为十元组 $(M, X, W, K, G, Em, At, D, Ex, C)$ ，分别定义如下。

- (1) M 为所有可能原始信息的集合。
- (2) X 为所有保护的数字产品 x 的集合。
- (3) W 为所有可能版标记信号 w 的集合。