

文章编号:0494-0911(2004)05-0042-03

中图分类号:P208

文献标识码:B

# 地理信息水印系统的开发

张海涛,李兆平,孙乐兵

(北京市测绘设计研究院,北京 100038)

## Development of Geo-information Watermark System

ZHANG Hai-tao, LI Zhao-ping, SUN Le-bing

**摘要:**通过对“信息隐藏学”的研究,利用数字水印技术开发了“地理信息水印系统——GiSeal”软件。该软件针对常用GIS平台的数据结构、存储方式、性能特点,设计了通用的数字水印信息数学模型,能够在基础地理信息矢量数据产品中嵌入、检测自定义的数字水印,可有效地应用于矢量数据产品的版权管理。

**关键词:**地理信息;信息隐藏;数字水印

### 一、引言

随着信息技术的不断发展和国家建设的需要,地理信息数据产品的应用范围不断扩大,产品的数量高速增长。如何验证某种地理信息数据产品的生产部门,如何证明其版权归属,已经成为当前数字测绘生产中的一项迫切需求的技术。

当前,地理信息及相关技术已经成为信息技术的重要组成部分,应用信息安全技术对地理信息数据产品进行版权保护是发展的必然趋势。

### 二、信息安全与信息隐藏

#### 1. 信息安全技术

在信息时代,信息安全是一个关系到国家安全、经济发展和个人利益的重大关键问题。在以Internet为代表的全球性信息化迅猛发展的今天,对信息安全提出了较高的要求,人类要面对开放带来的新挑战和新危险。

信息安全需要一个完整体系来保障,涉及立法、技术、管理、使用等多个方面,其中信息安全技术的支持是不可或缺的一个环节,先进的安全技术是信息安全的根本保障。

传统的信息安全技术无疑是加密技术。该技术目前已经发展的比较成熟,人类在这个领域已经积累了丰富的经验,有非常多的研究成果,在信息社会的各个领域得到了广泛的应用。

然而,加密技术本身存在一些无法克服的缺点。传统密码学领域的加密技术是将信息的语义隐藏起来,对手得到密码后,已经知道其中有秘密信息存

在,只是不知道秘密信息的含义而已。显然,这些杂乱无章的密文会引起攻击者的注意并激发他们破解秘密信息的热情。目前,计算技术的飞速发展使得密码破译能力越来越强,常规密码的安全性受到了很大的威胁。

随着Internet不断普及和相关技术的飞速发展,人们所交换的信息越来越多,对信息传播的安全提出了新的要求,加密技术已经无法满足这种需要。在这种前提下,信息隐藏技术这门具有渊源历史背景的学科得到了新的发展机遇。

#### 2. 信息隐藏技术

信息隐藏技术不但隐藏了信息的内容,而且将秘密信息本身的存在性隐藏起来,对手得到信息后并不知道秘密信息的存在,因而也就降低了信息被攻击的可能性。经过信息隐藏技术处理过的信息看起来与一般非机密资料没有两样,它们混迹于千千万万的信息之中,很难引起攻击者的注意,因而更容易逃过攻击者的破解。这正是加密技术所欠缺的,也是信息隐藏技术区别于加密技术的最根本特性。

#### 3. 版权保护

当前,计算机和网络技术的飞速发展,为数字产品的使用、传播提出了便利的途径。然而,数字产品极易被非法复制,盗版已经对数字化产业构成最大的威胁,数字产品的版权保护已不仅仅是个立法问题,也是一个非常重要的技术问题。在这种情况下,向数字产品中加入不易察觉但可以辨别的标记信息是数字产品版权保护的一种有效技术手段。

传统密码学领域的数字签名技术可以满足版权保护的一定要求,但一般意义下的数字签名,无论签

收稿日期:2003-07-15

作者简介:张海涛(1969-),男,陕西乾县人,高级工程师,主要从事航测遥感、计算机软硬件及网络数据库系统管理、软件开发等工作。

名内容与原文件内容是否分离,作为验证数据完整性的必要保证,它与原始的数据内容是完全独立的两个部分,因而比较容易被分离开来,这不会影响到数字产品的正常使用,也就不会对版权保护起到应有的作用。

可见,版权信息的添加需要与原数字产品紧密结合,让使用者不能将它们分离开来。版权信息是嵌入在数字产品数据内容中的信息,这是数字签名无法实现的,而信息隐藏学中的数字水印技术是目前比较有效的版权标记手段。

### 三、矢量图形中的数字水印技术

#### 1. 数字水印技术

数字水印是信息隐藏学科的重要分支。数字水印技术的发展只有不到10年的历史,国际上已有许多家公司在研制自己的数字水印产品,有些已经推向市场。

在现有的信息隐藏学科尤其是数字水印领域,大部分的研究仅限于数字图像、声音和视频。这一方面是因为计算机和网络技术的发展使得这些产品得到了较广泛的普及,提出了比较明确的需求;另一方面,随着通信技术和信息处理技术的发展,产生了大量成熟的数据处理算法,这些产品的数据特性比较容易进行有关的处理,大部分的数字水印算法也正是在此基础上实现的。

#### 2. 矢量图形中的数字水印技术

常规的数字水印算法是以栅格数据或信息流为处理对象的,而地理信息数据产品是以矢量图形为主要数据特征的。在现有的信息隐藏研究领域,很少有人从事矢量图形方面的研究,目前已有的成熟算法也没有一种能够适用于矢量图形的数据特征。

“地理信息水印系统——GiSeal”软件是国家测绘局“测绘科技发展基金”资助项目基础地理信息数据产品数字水印及相关技术研究的成果。该软件首次在矢量图形中实现了数字水印技术,它在矢量图形数据中嵌入版权信息,实现了对地理信息数据产品的版权保护。

#### 3. GiSeal软件所实现的数字水印技术的特点

在GiSeal软件中,设计了2种水印模式。  
①“文字水印”,作为一个主要的嵌入对象,可以由用户根据需要输入任意的文字内容,文字数量在一定范围内可变,因此同时具备标记地理信息数据产品的拥有者和合法使用者身份两种功能;②“图像水印”,作为一个次要的附加对象,只具有标记地理信息数据产品拥有者的功能,其信息长度固定,要求

较多的数据量,使用范围有限。

#### 4. 数字水印的嵌入和检测

嵌入和检测是数字水印技术中最基本的功能。嵌入水印是向数字产品中加载水印信息的过程,检测水印则是验证数字产品中是否存在数字水印的手段。在常规的数字水印方案中,这两个功能缺一不可。在GiSeal软件中,也提供了数字水印的嵌入和检测方法。

在现有的数字水印技术中,根据嵌入技术的不同可将其分为时空域和变换域水印。

时空域水印技术就是将水印信息嵌入数字产品的时间域或空间域中。例如,对于数字图像,可以将版权标志信息嵌入到其空间域中;对于音频作品,可以通过对音频采样进行修改将版权标志信息嵌入音频信号的时域中。

变换域水印技术就是将水印信息嵌入数字产品的某一变换域中。比较常见的变换技术有傅里叶变换(DFT)、离散余弦变换(DCT)、小波变换(Wavelet Transform)等。

对于地理信息数据产品,由于其所特有的矢量图形数据特征与栅格图像数据和信息流完全不同,因此时空域水印技术和变换域水印技术是无法使用的。

在GiSeal软件中,根据矢量图形的数据特征设计了特殊的水印嵌入方案。这种方案以矢量数据的空间分布特征为基础,根据其分布的随机性和数据中冗余信息的存在,实现了特殊的水印嵌入和检测技术。

理想的数字水印方案应该是只有版权拥有者才可以加载水印,而任何人都可以对其进行验证。在GiSeal软件中,嵌入水印前先进行检测,只有数据中不存在水印时才可以嵌入,如果数据中已有水印,先判断水印中所记载的用户信息是否与当前软件的使用者一致,两者相同则提示用户是否继续,否则拒绝嵌入,这样就可以防止相同软件的再次写入,保护了用户利益。

#### 5. 鲁棒性与攻击

鲁棒性表现了数字水印抵抗攻击的能力。除了一些常规软件的数据处理功能可以对数字水印进行攻击外,也有一些专用软件(如StirMark)可以对数字水印进行攻击。

地理信息数据产品由于其数据特征的特殊性,常规的攻击手段是不适用的。因此,针对这种数据的攻击一般是添加、删除、投影变换、格式转换等方法。

由于地理信息数据具有一定的地理精度和明确的属性特征,对这种数据的过分攻击只会使数据失

去使用价值,不会影响到该产品拥有者的真正利益。

在 GiSeal 软件中,考虑到了上述常规攻击手段的存在,水印的存储结构和分类规则是特殊设计的,充分考虑了强度因子,而且水印在嵌入前经过了加密处理,在不清楚其具体特征且没有密钥的情况下,其他人无法提取出真正的水印信息,因而具有较好的鲁棒性,一般的攻击手段不会影响到数字水印的存在,现有的攻击软件也无法对其进行攻击。

### 6. 不可感知性

基于图像的数字水印一般是以人类的视觉冗余为基础的,嵌入水印后的数字图像从视觉上是无法观察到水印存在的。

基于音频的数字水印一般嵌入在人类听觉的不敏感区域,常规情况下无法察觉。

地理信息数据具有一定的地理精度要求,其数据属性特征不可随意改变。在 GiSeal 软件中,充分考虑到这个因素,根据地理信息数据的特点,针对不同比例尺的数据设计了不同的嵌入方案。经过这样处理后的地理信息数据,在精度上没有明显损失,数据质量没有明显的下降,从视觉上也观察不到明显的变化,因此具有较好的不可感知性。

### 7. 拷贝问题

拷贝问题是数字产品面临的根本问题。数字产品的复制与模拟信号不同,无论对它复制多少次,复制品也与原始产品一模一样,这是数字技术的特点。因此,数字水印技术并不能直接阻止拷贝行为,而是通过验证产品的所有权来揭露非法拷贝、传播行为,以法律的手段对其进行制裁,间接地打消盗版者非法复制的企图,起到保护知识产权的作用,这是数字水印的一个主要用途。

经过 GiSeal 软件处理后的地理信息数据产品,可以进行无限制的拷贝,但能够标志版权信息的数字水印一直存在于数据中,该产品的拥有者可以对其进行检查,如果用户非法复制了产品,能够通过数字水印的检测技术发现这种现象,从而保护了生产者的权益。

## 四、GiSeal 软件的开发

GiSeal 软件针对各种常用 GIS 软件平台的数据结构、存储方式、性能特点,设计了通用的数学模型,能够在常用的 GIS 数据产品中加入数字水印,实现了跨平台的信息隐藏解决方案。

### 1. GiSeal 软件支持的平台

1. Arc/Info 8.1。
2. MapInfo 6.0。

3. AutoCAD 2000 及更高版本,即:① AutoCAD Map 2000 / AutoCAD 2000;② AutoCAD Map 2000i / AutoCAD 2000i;③ Autodesk Map 5 / AutoCAD 2002。

4. MicroStation V8。

### 2. 系统的体系结构

包括几个主要的模块:数字加密模块、数据处理模块、用户接口模块、平台接口模块。其体系结构如图 1 所示。

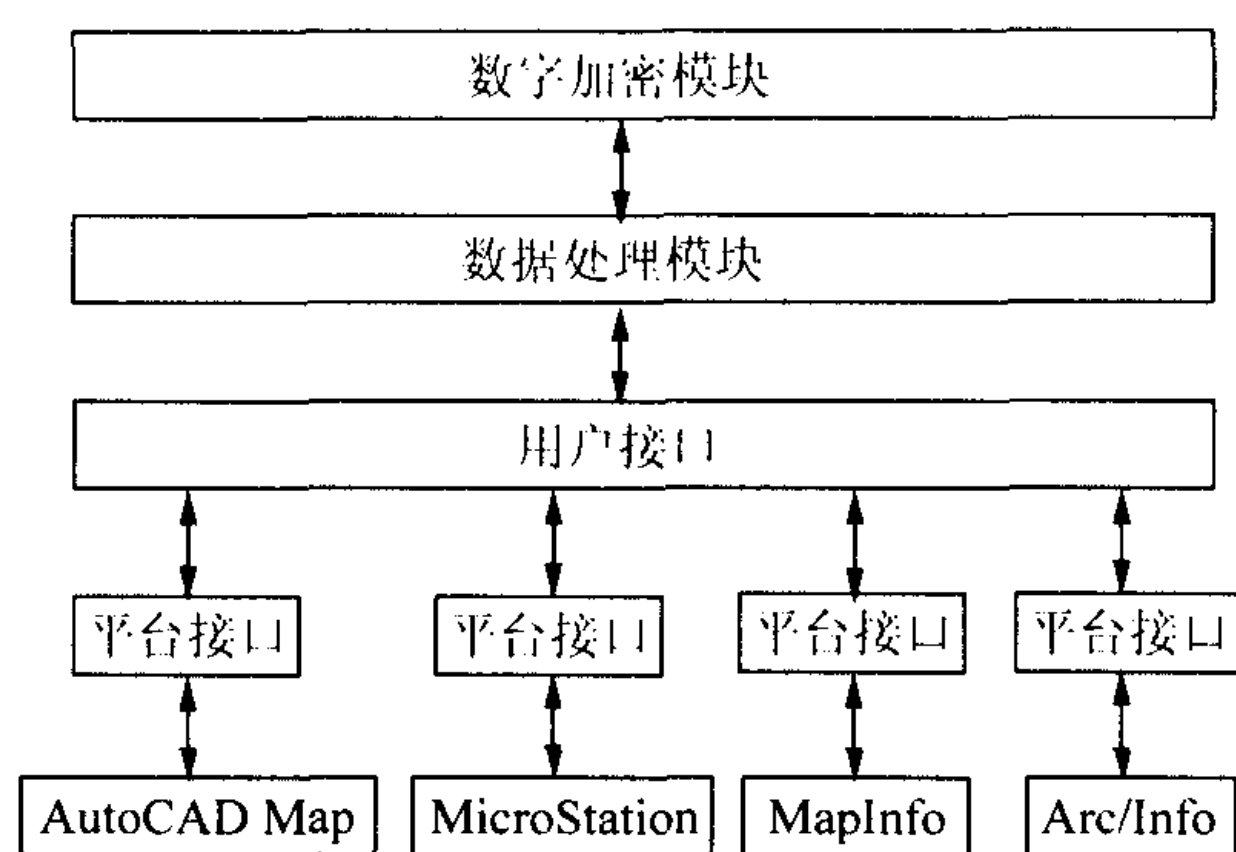


图 1

### 3. 各个模块的主要功能

1. 数字加密模块 对特定信息进行加密、解密和格式转换,对特定的数据文件进行数字签名和认证,验证用户的软件使用许可等。

2. 数据处理模块 根据用户接口模块所收集到的数据特征信息,分析出当前数据的存储模型,根据用户所输入的标识信息将其传送给数字加密模块,从数字加密模块得到处理后的数据,修改原数据或增加新的数据,回传给用户接口模块。

3. 用户接口模块 提供标准的用户界面,能够接收用户的输入信息(即由用户定制的数字水印信息),与平台进行通讯,提取所需要的数据,向平台接口传送处理后的数据。

4. 平台接口模块 根据不同的平台,提供不同的接口。它在用户和平台之间提供桥梁,对用户隐藏平台的特殊性,提供了一个标准的数据输入输出模式。

### 4. 开发工具

在 GiSeal 软件的开发中,根据不同平台特有的开发模式,选择了多种开发工具进行软件开发。如 Visual C++, ArcObjects, MapBasic, ObjectARX, MDL 等。

## 五、结束语

GiSeal 软件首次在矢量图形数据中实现了数字

(下转第 55 页)

#### 四、基于 ERDAS 的制作方法

在 ERDAS 中制作晕渲过程很简单,只用 3 个命令就可以实现。

1. 利用 Arc/Info 中做完投影变换的 DEM 转换成 IMG 文件,如果要制作晕渲的区域很大(覆盖多幅 1:5 万 DEM 或 1:10 万 DEM),可在 ERDAS 中选“Dataprep—Mosaic Images”进行拼接;

2. 再选“Interpreter—Topographic Analysis—Shaded Relief”,设置好“Input DEM”和“Output File”就行了;

3. 最后在“Import”中将 IMG 文件转换成“TIFF”晕渲文件。

#### 五、基于方正 3D 的制作方法

1. 先利用 Arc/Info 中做完投影变换的 DEM 转换成 ASCII 文件,使用的命令为 gridascii(在 ARC 模块中),方正 3 维软件能接受扩展名为“grd”的 DEM 格式文件。如果要制作晕渲的区域很大(覆盖多幅 1:5 万 DEM 或 1:10 万 DEM),则在 GRID 模块中使用“mosaic”函数先进行拼接;

2. 启动方正 3D 后,新建一个工作区;

3. 引入 Arc/Info 的 GRID 文件;

4. 在菜单“查看”下点击“可视化参数”;

5. 在“光照设置”中调整好“方位角”与“倾斜角”;

6. 在“材质与分层设色方案”中调整好每段高程范围的颜色;

7. 对其他参数进行设置,每设置好一项参数很快就能看到结果;

8. 对结果比较满意后就可以输出晕渲了,选择菜单“制图”下的“晕渲图制作”,随后按提示输入文

件名、比例尺、分辨率等内容;

9. 系统开始运算,最后得到一个以“BMP”为扩展名的晕渲位图文件。

#### 六、几种方法的比较

1. 数据使用方便性 从数据使用的角度来看,Arc/Info 制作晕渲最方便,所有数据都能处理,制作过程也是一气呵成,其他两个软件都要使用 Arc/Info 处理一些中间数据;

2. 设备配置要求性 Arc/Info 和 ERDAS 对微机配置的要求大致相当,且能制作大范围晕渲,而方正 3D 则对设备要求高,制作大范围晕渲比较困难(如超过 16 幅 1:5 万 DEM 的区域范围,运算过程就相当慢);

3. 地貌晕渲效果 方正 3D 制作的晕渲效果最好,纹理细腻、层次丰富,但光照条件不好掌握,分幅制作时,各分幅之间存在色调差异,阴阳坡有时相逆,给以后的色彩调整增加难度;Arc/Info 制作效果其次,颗粒较粗、层次丰富、色调一致;ERDAS 制作效果较差,颗粒粗、层次不很丰富、色调基本一致,还有一些小格网。

4. 综合比较 使用 Arc/Info 制作晕渲简便、经济,是较好的一种方法。

#### 七、结束语

4D 产品是基础测绘今后的主要发展方向,在生产使用过程中,我们认为它具备数学精度高、容易处理、更新快、方便保存、便于分发等优点,在对地图编制工作提供了很大便利的同时,如何更好地发挥 4D 产品在地图编制中的优势,开发出其他更多更好的产品,也是地图编制工作者需要思考的问题。

(上接第 44 页)

水印技术,实现了跨平台的信息隐藏解决方案,在基础地理信息数据版权管理领域填补了国内空白,在国际上也属于一种创新产品,具有一定的独创性和重要的实用意义。

该软件从计算机信息技术的角度首次形成了实用且可行的,能够检查和跟踪地理信息数据传播、使用情况的软件系统,拥有了进行科学验证的依据,它不但能够通过计算机自动、智能地进行,而且速度快、效率高、判断准确,避免了过去使用人工进行判断而又拿不出有效证据的问题,维护了生产部门的经济利益。同时,也为地理信息技术与信息安

全技术的结合发展提供了示范模式。

该软件目前已经在全国测绘系统推广使用。从应用领域的相关性看,林业、水利、交通、环境保护、电力电信、城市规划、国防军事等行业均有可能应用 GIS 软件或产品,也必然存在对地理信息数据安全产品的需求,因此该软件的应用前景将十分广阔。

#### 参考文献:

- [1] 刘振华,尹 萍.信息隐藏技术及其应用[M].北京:科学技术出版社,2002.
- [2] 南京军区保密委员会办公室.信息安全保密重难点问题解答[M].北京:金城出版社,2001.