

# GIS 벡터맵 폴리라인 워터마킹 방법

김준희<sup>†</sup>, 이석환<sup>\*\*</sup>, 권성근<sup>\*\*\*</sup>, 박승섭<sup>\*\*\*\*</sup>, 권기룡<sup>\*\*\*\*\*</sup>

## 요 약

최근 생활 공간 상에서 공간 정보의 활용 요구가 증대되면서 GIS의 상업적 가치가 증대되고 있다. 또한 GIS는 전문 시스템이 아닌 일반 사용자가 접근할 수 있고, 다양한 콘텐츠와 결합된 GIS 맵 데이터를 서비스 하는 통합정보시스템으로 확장되고 있다. 그러나 GIS 맵 데이터의 불법 복제 및 유통이 증가하고 있는 추세이나, GIS 맵 데이터의 저작권 보호 기술은 매우 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 GIS 맵 데이터의 저작권 보호를 위한 폴리라인 워터마킹 방법을 제시한다. 제안한 방법에서는 GIS의 국내 표준 데이터를 분석한 다음, 폴리라인 구성 요소간의 거리를 이용하여 워터마크를 적응적으로 삽입한다. 실험 결과로부터 제안한 방법이 다양한 기하학적 공격에 강인하며, 또한 비가시성이 우수함을 확인하였다.

## A Polyline Watermarking Scheme for GIS Vector Map

Jun-Hee Kim<sup>†</sup>, Suk-Hwan Lee<sup>\*\*</sup>, Seong-Geun Kwon<sup>\*\*\*</sup>,  
Seung-Seob Park<sup>\*\*\*\*</sup>, Ki-Ryong Kwon<sup>\*\*\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

Recently the commercial value of GIS(geographic information system) has been increased with growing application demands of spatial information in life space. Also, GIS has been expanded to the integrated information system that provides the ease access to map information by public users and also the combined service of GIS map data and various multimedia contents. But several security problems of GIS map data have brought up at GIS industries, such as the illegal copy and distribution of GIS map data. Furthermore, the copyright protection of GIS map data has not been researched yet compared with image and video contents. This paper presents a polyline based watermarking scheme for the copyright protection of GIS vector map. The proposed scheme analyzes the structure of vector map and embeds adaptively the watermark by using the distance distribution of polyline components. From experimental results, we verified that the proposed scheme satisfies the invisibility and the robustness of geometrical attacks.

Key words: GIS(지리정보시스템), Vector Map(벡터맵), Copyright Protection(저작권 보호), Watermarking(워터마킹)

\* 교신저자(Corresponding Author): 권기룡, 주소: 부산광역시 남구 대연3동 599-1, 전화: (051)629-6257, FAX: 051)629-6210, E-mail: krkwon@pknu.ac.kr  
접수일: 2009년 9월 25일, 수정일: 2010년 2월 3일  
완료일: 2010년 3월 23일

<sup>†</sup> 준회원, 부경대학교 정보공학과 박사과정  
(E-mail: junnee@nate.com)

<sup>\*\*</sup> 정회원, 동명대학교 정보보호학과 조교수  
(E-mail: skylee@tu.ac.kr)

<sup>\*\*\*</sup> 정회원, 삼성전자 무선사업부  
(E-mail: seonggeunkwon@hanmail.net)

<sup>\*\*\*\*</sup> 종신회원, 부경대학교 컴퓨터공학과 교수  
(E-mail: parkss@pknu.ac.kr)

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 종신회원, 부경대학교 IT융합응용공학과 교수

\* 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단 (KRF-2009-0075855) 및 2009년 한국산업 기술진흥원의 지역혁신인력양성사업 지원으로 수행된 연구임

## 1. 서 론

과거, '지도'라는 활자매체를 통하여 지면의 정보를 나타내었던 지리 정보는 정보통신 및 컴퓨터 기술의 비약적인 발전으로 디지털 수치지도 형태로 제작되었다. 이러한 디지털 수치지도는 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 기술과 결합하여 지리 정보 시스템 즉, GIS (geographic information system)으로 발전되었다. 지리정보시스템이란 수치지도를 바탕으로 지상 및 지하에 존재하는 지형, 지물, 지명 및 경계 등의 위치 정보와 속성 정보를 컴퓨터에 입력한 후 각종 계획, 의사 결정 및 산업 활동을 효율적으로 지원할 수 있도록 연계시킨 첨단 정보 시스템을 말한다 [1]. 국내의 GIS는 1995년 국가지리정보시스템(NGIS) 구축 사업을 시작으로 정부, 군, 경찰 등의 제한적인 범위로 구축되었으며, 현재 도시 정보 시스템, 토지 정보 시스템, 환경 정보 시스템, 국방 정보 시스템 등이 구축되어 운용되고 있다[2].

제한적인 범위로 사용되던 GIS는 2000년 중반 이후부터 IT의 소비자화 방향과 맞물려 일반 사용자들도 접근이 가능한 민간 서비스 분야로 범위가 빠르게 확대되었다. 또한 GIS가 인터넷 상에서 다양한 정보를 제공하기 위한 기반 인프라로 구축됨에 따라 지형도, 지적도, 기상도, 관광 안내도 및 버스 노선도 등 다양한 형태로 보급되고 있다. 최근 Google Earth[3], Virtual Earth[4] 등에서는 웹 2.0과 GIS가 결합한 다차원 융합 콘텐츠 형태의 서비스를 제공하고 있다.

제3차 국가 GIS 구축 사업 추진과 동시에 GIS의 활용 범위가 확장됨에 따라 재산권과 관련된 토지·부동산 등의 데이터나 위치정보 데이터, 도시기반 시설에 관련된 데이터, 공간 정보를 활용하는 국방·군 작전 관련 데이터 등 핵심적인 정보를 가지는 GIS 데이터의 저작권 보호에 대한 요구가 높아지고 있다. 실제로 국토지리정보원[2]에서 제작된 GIS 데이터들은 일부 비양심적인 GIS 관련 업체들이나 2, 3차 일반 소비자들에 의하여 불법적으로 복제 및 유통되고 있으며, 또한 상업적인 의도에 맞춰 변경된 후 추가 심의를 받지 않고 사용되는 사례가 증가하고 있다. 이를 방지하기 위하여 사용자 인증, 방화벽 등의 암호화 기반의 GIS 시스템 보안이 제시되고 있으나, GIS 데이터 저작권에 대한 보안 기술은 아직까지 미흡하여 이에 대한 보안 기술들이 제안되어지고 있다[5-15].

GIS 데이터 기반의 워터마킹 방법을 살펴보면, Ohbuchi 등[5]은 벡터맵 기반의 워터마킹 방법을 제안하였다. 이 방법에서는 원본 벡터맵을 쿼드트리(quadtree) 또는 변경된 쿼드트리 방법에 의하여 일정 블록으로 분할한 후, 각 블록에 대하여 워터마크를 반복적으로 삽입한다. 이 때 워터마크 삽입 시 PRNS(pseudo-random number sequence)을 사용함으로써 보안성과 검출한 워터마크의 신뢰성을 향상시켰다. 그러나 이 방법은 워터마크 검출 시 원본 벡터맵 데이터를 필요로 하며, 워터마크 삽입 방법의 기하학 특성에 적응적이지 못하다. 또한 아핀(affine) 변환과 같은 맵 데이터 전체의 변환과 위상 변화에 대하여 강인성이 취약하다. Vogit 등[6-8]은 2D 벡터맵 데이터를 일정한 면적의 수직 또는 수평 영역으로 나눈 다음, 각 영역에 워터마크를 삽입하는 방법을 제안하였다. 이 방법은 이동, 노이즈 첨가, 단순화(simplification), 절단(cropping) 등의 공격에 강인하나, 각 영역 상의 꼭지점들이 특정 위치로 이동되었을 때, 워터마크의 비동기 문제가 발생한다. Kang 등[9-11]이 제안한 DXF(drawing exchange format) 기반의 워터마킹 방법에서는 원본 벡터맵 데이터의 객체(object)를 워터마크 비트에 따라 하나 또는 두 개의 객체를 생성한다. 이 방법에서는 워터마크 삽입 전·후 데이터가 시각적으로 동일하며, 파일 포맷(format) 변환에 강인하다. 그러나 절단과 같은 기하학적인 공격에 취약하며, 데이터의 용량이 증가하는 단점을 가지고 있다. Niu 등[12]은 GIS 데이터들 중, 2D 벡터맵에 대한 워터마킹 기술 필요성과 기존 2D 벡터맵 워터마킹 방법의 강인성 및 평가 방법에 대하여 분석하였다. Zhang 등[13]은 벡터맵을 일정한 블록으로 나눈 후, 각 블록 내의 모든 위상학적 관계인 성분 연결 정보에 따라 꼭지점 좌표에 워터마크를 삽입한다. 그러나 이 방법은 각 성분의 꼭지점 연결 정보가 유지되어야 워터마크를 추출할 수 있다. Chang 등[14]은 벡터맵의 기하학 성분들 중, 폴리곤 면적 분포 및 폴리라인 길이 분포에 워터마크를 삽입하였다. 그러나 이 방법은 벡터맵의 스케일링 공격에 대하여 원본 벡터맵의 크기 비율을 알아야 하는 단점을 가진다. Huber[15]는 벡터맵 워터마킹 기술과는 달리 GIS 스테가노그래피(steganography)에 대하여 제안하였으며, 이 방법에서는 스테고 메시지를 꼭지점들 간의 거리에 삽입한다. 그러나 이 방

법은 스테가노그래피를 위한 삽입 방법으로 강인성을 고려하지 않는다. 지금까지 살펴본 바와 같이 일부 연구자들에 의하여 벡터맵 데이터 워터마킹 기술에 대한 연구가 진행되고 있으나, 이들 방법들은 비가시성과 강인성에 대한 성능이 만족스럽지 못하며, 각 성분의 기하학적 특성을 고려하지 않는다.

따라서 본 논문에서는 비가시성 및 다양한 공격에 대한 강인성을 만족하는 폴리라인 기반[16]의 GIS 벡터맵 데이터의 기하학 워터마킹 방법을 제안한다. 제안한 방법에서는 국내 GIS의 표준 포맷인 벡터 기반의 DXF 파일을 사용하며, 여러 구성 요소들 중 가장 높은 빈도로 사용되는 폴리라인(polyline)을 워터마크 삽입 요소로 결정한다. 먼저, 제안한 방법에서는 벡터맵 상에서 폴리라인 밀도가 높은 두 개의 레이어를 선택한 다음, 각 레이어 내에 폴리라인을 구성하는 꼭지점(vertex) 개수에 따라 삽입 대상 폴리라인을 결정한다. 그리고 선택된 폴리라인 내에 꼭지점들 간의 기준 길이와 삽입 길이 비율에 따라 워터마크를 삽입한다. 실험 결과로부터 워터마크된 GIS 벡터맵 데이터의 SNR이 50dB로 워터마크의 비가시성을 확인하였다. 또한 회전, 노이즈 첨가, 스케일링, 이동 등의 공격에 대하여 BER(bit error rate)이 0.00-0.05으로 워터마크의 강인성을 확인하였다.

본 논문의 구성을 살펴보면, II장에서는 GIS 데이터와 DXF 파일과 기존 논문에 대하여 간단히 살펴본다. 그리고 III장에서는 제안한 폴리라인 워터마킹 방법에 대하여 자세히 살펴봄, IV장에서는 제안한 방법의 비가시성 및 강인성 평가 실험에 대하여 살펴본다. 그리고 V장에서는 본 논문의 결론을 맺기로 한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1. GIS 데이터의 특성

본 절에서는 GIS의 수치지도인 디지털 맵 데이터에 대하여 간략히 살펴보기로 한다. GIS는 수치지도를 바탕으로 각종 계획, 의사 결정 및 산업 활동에 효율적으로 지원할 수 있도록 지형, 지물, 지명 및 경계 등의 위치 정보와 속성 정보를 연계시킨 첨단 정보시스템이다[1]. 이 때 GIS 디지털 맵 데이터는 GIS 구축과 수행에 있어서 가장 핵심적인 요소이다. GIS 디지털 맵 데이터는 그림 1에서와 같이 지도 위

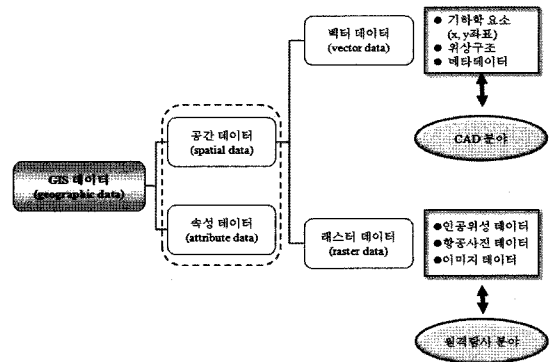


그림 1. GIS 데이터의 구조

에 점, 선, 면, 영상 등으로 표현되는 공간 데이터 (spatial data)와 각 공간 데이터의 지형·지물의 본질을 나타내는 속성 데이터(attribute data)로 구성된다. 공간 데이터는 공간적 위치 정보를 가지는 객체들로 표현된 벡터(vector) 데이터와 위치 및 속성 집합들의 셀(cell)로 표현되는 래스터(raster) 데이터로 나누어진다. 벡터 데이터는 실제계 공간형상을 점, 선, 면의 공간형상(spatial feature)으로 표현된다. 여기서 점은 위치를 나타내는 심볼(symbol)이며, 선은 길이와 방향을 가지며, 면은 닫혀진 면적을 나타낸다. 래스터 데이터는 실제계를 균등한 크기의 셀로 분할하여 각 셀의 위치와 속성을 표현한 것으로, 격자 혹은 화소로 구성된 배열 구조를 가진다. 격자형의 영역에서는  $x, y$ 축을 따라 일련의 셀들이 존재하며, 각 셀들은 속성 값을 가진다. 이들 속성 값에 따라 셀들을 분류하거나 다양하게 표현할 수 있다. 각 셀의 크기에 따라 해상도 및 크기가 달라지며, 셀 크기가 작을수록 보다 정밀한 공간 현상을 표현할 수 있다. GIS 디지털 맵 데이터는 위치, 위상학적 연결성, 사상(projection) 속성 등의 정보를 저장하고 있으므로, 데이터 처리에 있어 위상학적이고 공간적인 측면이 고려되어야 한다. 일반적으로 GIS에서는 방대한 자료에 대한 데이터베이스 구축을 위하여 래스터 데이터보다 벡터 데이터로 제작되어진다.

GIS 디지털 맵 데이터는 계층적인 레이어 구조를 가진다. 각 레이어는 맵 상에서 표현되고 관리되는 대상물의 기본 단위이며, 실제계의 지형요소를 구분하는 것으로 표 1에서와 같은 레이어 체계를 가진다. #로 표시된 하위 번호는 대분류에 속하는 하위 레이어들을 나타내며, 이는 사용자 정의에 따라 번호 체

표 1. 1/5,000·1/25,000 GIS 데이터 레이어 체계

Layer 코드	내용	Layer 코드	내용
1###	철도	6###	시설물
2###	하천	7###	지형
3###	도로	8###	행정 및 지역경계
4###	건물	9###	주기
5###	지류		

계가 이루어진다. 예를 들어 “4112”의 레이어 코드는 건물을 나타내는 112번째 레이어를 나타낸다. 도시를 나타내는 디지털 맵에서는 상위 번호인 3과 4를 가지는 도로 및 건물 레이어 코드들이 많이 분포되어 있다.

## 2.2 DXF 파일

DXF(drawing exchange format)[17]는 Autodesk [18]사에서 이기종 간의 보안을 위해 개발된 표준 ASCII 및 이진(binary) 파일 형식으로서 중립 파일 포맷(neutral file format)중의 하나이다. 국토지리정보원에서는 DXF를 디지털 맵의 표준 포맷으로 사용하고 있다. 그림 2는 DXF 파일의 데이터 구조와 엔티티 섹션의 일부 정보를 보여주고 있다. DXF 파일은 헤더 섹션(header section), 테이블 섹션(table section), 블록 섹션(block section) 및 엔티티 섹션(entity section)으로 구성된다. 헤더 섹션은 GIS 데이터의 기본 정보인 버전(version), 도면 크기, 작성

Layer 코드	내용	Layer 코드	내용
0	섹션 시작	5	Sequence Number
SECTION		4D46	
2	헤더 섹션	8	Layer Number
HEADER		7111	
⋮	변수 항목들	⋮	
0	헤더 섹션 끝	10	x 좌표
ENDSEC		241021.77	
⋮	테이블 섹션, 블록 섹션, 엔티티 섹션	20	y 좌표
		361428.12	
		30	z 좌표
		0.0	
		⋮	
		0	Vertex END
		SEQEND	

(a)

(b)

그림 2. DXF 파일의 (a) 섹션 구조와 (b) 엔티티 섹션의 일부 도형 성분 정보

시각 등을 나타내며, 테이블 섹션은 도면에 나타나는 각 항목의 이름을 정의한다. 블록 섹션은 엔티티 섹션에서 반복적으로 사용되는 도형 형상을 블록으로 묶어 정의하고, 엔티티 섹션은 실제 도면에 표현되는 도형 형상을 정의한다. 특히, 도면 형상에 대한 정보들을 담고 있는 엔티티 섹션은 기본적인 DXF 파일에서 95%이상의 정보를 차지한다.

## 2.3 기존 벡터맵 워터마킹 방법

본 절에서는 제안한 방법과의 비교를 위하여 기존 벡터맵 워터마킹 방법에 대하여 살펴보기로 한다.

우선 Ohbuchi 등[5]이 제안한 방법에서는 회전, 스케일링 및 이동 등의 기하학 공격에 강인하기 위하여 벡터맵 데이터를 균일(Uniform), 쿼드트리(Quadtree) 및 변경된 쿼드트리(Modified quadtree) 방법에 의하여 여러 영역으로 분할한다. 균일 분할 방법은  $k \times l$ 의 크기로 벡터맵을 균일하게 분할하며, 쿼드트리 분할 방법은 등간격으로 4개 영역으로 분할한 다음, 각 영역을 다시 4개의 영역으로 분할하는 것으로, 각 영역에 대한 트리구조 집합을 가진다. 그리고 변경 쿼드트리 분할 방법은 쿼드트리 분할 방법에서 꼭지점 개수가  $d$ 보다 작은 개수를 가지는 인접 분할 영역들을 다시 묶음으로써 꼭지점 개수 및 트리구조에 따라 벡터맵을 분할한다. 이와 같은 방법에 의하여 분할된 영역 내의 꼭지점 내에 워터마크 비트를 반복적으로 삽입한다. 그러나 이 방법은 벡터맵을 여러 개의 영역으로 분할하고 분할된 영역 상의 평균 꼭지점 좌표에 워터마크를 반복적으로 삽입함으로써 회전, 이동 등 기하학적 공격에 강인하다. 그러나 이 방법은 벡터맵의 기하학 특성에 따라 워터마크가 삽입되지 못하므로 벡터맵 데이터 전체 변형과 위상 변화에 대하여 강인하지 못하다. 또한 워터마크 추출 시 원본 벡터맵 데이터가 필요한 단점이 있다.

Vogit 등[7-9]이 제안한 방법에서는 임의 크기의 정방 블록으로 벡터맵을 분할한 다음, 비밀키 기반으로 서로 인접하지 않은 두 개의 블록 집합인 패치를 선택한다. 이 때 선택된 블록들은 부블록 또는 부패치로 재분할된다. 임의의 집합의 부패치 내에 속하는 꼭지점 거리를 워터마크에 따라 가변하는 반면, 다른 집합의 부패치 내의 꼭지점 거리들을 가변하지 않는다. 이 방법은 폴리곤 간단화 및 임의의 허용 범위 내에 가변되는 공격에 대하여 강인하나 스케일링, 회

전 및 이동 등의 공격된 벡터맵에서는 원본 맵의 분할 패치를 찾아야 하는 과정이 필요하다. Chang 등 [14]이 제안한 방법에서는 기하학적 공격, 데이터 정밀도 및 재배열 공격에 강인하기 위하여 레이어 내의 폴리곤 데이터 면적 분포에 이진 워터마크를 삽입한다. 즉, 선택된 레이어 내의 모든 폴리곤들의 2D 투영 면적을 구한 다음, 이를 일정 간격 나누어진 구간으로 할당한다. 그리고 워터마크 비트를 각 구간의 평균 면적에 각각 삽입한다. 그러나 이 방법은 다양한 비율로 스케일링된 벡터맵에 대하여 원본 벡터맵의 크기를 알아야 하는 단점을 가진다.

따라서 본 논문에서는 회전, 이동, 스케일링 등의 기하학적 공격 뿐만 아니라 CAD 툴 상의 다양한 공격에 대한 강인성을 위하여 폴리라인의 기하학 특성에 따라 워터마크를 삽입하는 방법을 제안한다.

### 3. 제안한 워터마킹 방법

GIS 벡터맵 데이터를 구성하는 4개의 섹션들 중, 엔터티 섹션 내에는 도면의 실제적인 도형 형상인 점, 선, 면, 원, 폴리라인, 폴리곤 등 다양한 기하학 객체 성분들이 포함되어 있다. 이 성분들 중, 폴리라인은 벡터맵을 나타내는 가장 일반적인 도형 성분이므로, 제안한 방법에서는 이들 폴리라인을 워터마크 삽입 대상 성분으로 선택하였다. 본 논문에서 제안한 폴리라인 기반의 워터마크 삽입 과정은 그림 3에서

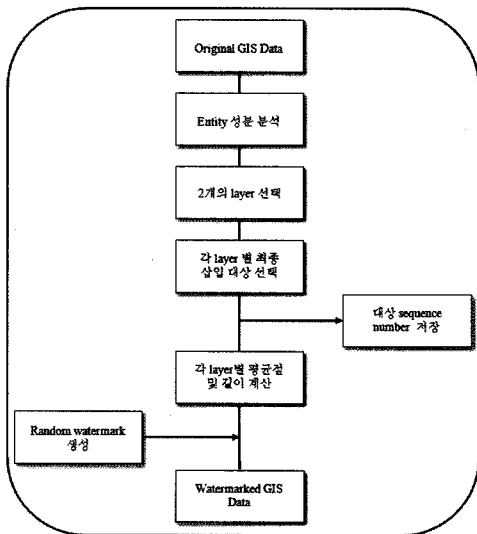


그림 3. 제안한 워터마크 삽입 블록도

와 같이, 벡터맵 데이터 상의 삽입 대상 레이어 및 폴리라인 성분 선택과 폴리라인 내에 워터마크 삽입 과정으로 구분된다. 그리고 워터마크 추출 과정은 삽입 과정과 유사하며, 워터마크 비트 삽입 순서에 성분 인덱스 정보를 이용하여 워터마크를 추출한다.

#### 3.1 워터마크 삽입

제안한 방법에서는 엔터티 구조 내에 폴리라인 밀도가 가장 높은 2개의 레이어를 선택한 다음, 이들 레이어 내에 다수의 꼭지점을 가지는 폴리라인을 선택한다. 그리고  $N_w$  비트의 워터마크를 선택된 폴리라인 개수의 정수배만큼 각 폴리라인에 반복 삽입한다. 이에 대한 세부 과정은 다음과 같다.

##### 3.1.1 삽입 대상 레이어 및 성분 선택

우선 제안한 방법에서는 폴리라인 밀도가 가장 높은 2개의 레이어  $L_i (i \in [1, 2])$ 를 선택한다. 그리고 선택된 레이어 내에 포함된 모든 폴리라인들의 평균 꼭지점 개수  $mp_i$ 와 평균점  $m_{L_i}$ 을

$$mp_i = N_{V_i} / N_{P_i} \tag{5}$$

$$m_{L_i} = \sum_{k=1}^{N_{P_i}} v_k / N_{V_i} \tag{6}$$

와 같이 각각 구한다. 이 때  $N_{P_i}$ 는 레이어  $L_i$  내에 포함된 폴리라인의 전체 개수이며,  $N_{V_i}$ 는 모든 폴리라인들을 구성하는 꼭지점들의 전체 개수이다. 여기서 임의의 폴리라인  $P_k$ 는  $P_k = \{v_{k,j} | j \in [1, N_{P_k}]\}$ 와 같이  $N_{P_k}$ 개의 꼭지점  $v_{k,j}$ 들로 구성된다. 이 때 레이어  $L_i$ 에 폴리라인들 중, 평균 꼭지점 개수  $mp_i$ 보다 많은 꼭지점들을 가지는 폴리라인들을 워터마크 삽입 대상 성분으로 선택한다. 그리고 각 레이어  $L_i$ 의 평균점  $m_{L_i}$ 는 워터마크 삽입시 필요한 중심점이다.

##### 3.1.2 워터마크 비트 삽입

각 레이어  $L_i$  내에 선택된 폴리라인들을 일련의 순  $P_i = \{P_{ik} | k \in [1, N_{P_i}]\}$ ,  $P_{ik} = \{v_{ik,j} | j \in [1, N_{P_{ik}}], N_{P_{ik}} > mp_i\}$ 으로 나열한 다음, 각 폴리라인에 워터마크  $w = \{w_k | k \in [1, N_w]\}$ 를 그림 4에서와 같이 각 꼭지점들을 변경함으로써 순차적으로 삽입한다. 이 때 폴리라인의 개수  $N_{P_i}$ 가 워터마크 비트수  $N_w$ 보다 크므로,

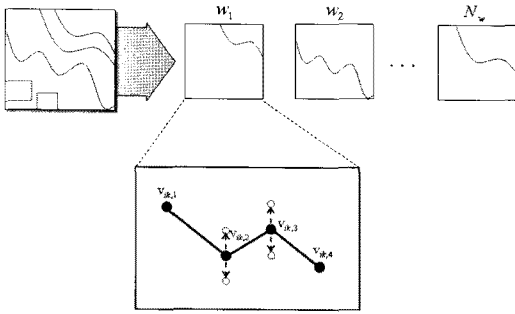


그림 4. 선택된 폴리라인들 내에 위터마크 비트를 순차적으로 삽입

위터마크 비트를  $N_p$  만큼 반복적으로 삽입한다. 즉, 위터마크  $w$ 는 각 레이어  $L_i$ 에  $m_i = (int)(N_p/N_w)$ 배 만큼 그림 4에서와 같이 반복적으로 삽입되며, 하나의 GIS 벡터맵 내에  $\sum_{i=1}^2 m_i \times N_w$  비트가 삽입된다.

위터마크 비트  $w_k$ 가 선택된 임의의 폴리라인  $P_{ik}$  내에 삽입되는 과정을 살펴보기로 한다. 먼저 폴리라인  $P_{ik}$  내의 시작점  $v_{ik,1}$ 과 끝점  $v_{ik,N_k}$ 과 평균점  $m_{L_i}$ 와의 거리  $\|m_{L_i}v_{ik,1}\|$  및  $\|m_{L_i}v_{ik,N_k}\|$ 의 평균  $R_{ik}$ 를

$$R_{ik} = \frac{\|m_{L_i}v_{ik,1}\| + \|m_{L_i}v_{ik,N_k}\|}{2} \quad (7)$$

구한 다음, 이를 그림 5에서와 같이 위터마크 삽입 기준 길이로 사용한다. 그리고 시작점  $v_{ik,1}$ 과 끝점  $v_{ik,N_k}$ 을 제외한 나머지 꼭지점들  $v_{ik,2}, \dots, v_{ik,N_k-1}$ 과 평균점  $m_{L_i}$ 와의 길이를 이용하여 기준 길이에 대한 삽입 길이  $T_{ik}$ 를

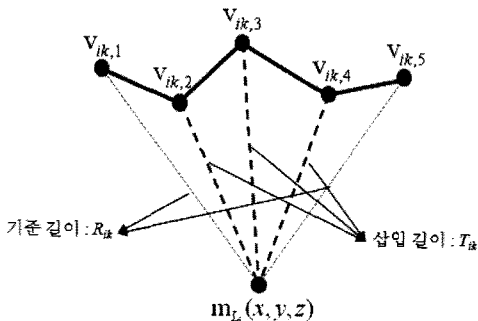


그림 5. 폴리라인 내에 위터마크 비트 삽입을 위한 기준 길이와 삽입 길이

$$T_{ik} = \sum_{j=2}^{N_k-1} \|\overrightarrow{m_{L_i}v_{ik,j}}\| / (N_{ik} - 2) \quad (8)$$

와 같이 구한다. 여기서  $\|\cdot\|$ 는 벡터놈(vector norm)이다.

제한한 방법에서는 위에서 구한 기준 길이  $R_{ik}$ 와 삽입 길이  $T_{ik}$ 의 비율이

$$\begin{cases} R_{ik} > T_{ik}, & \text{if } w_k = 0 \\ R_{ik} < T_{ik}, & \text{if } w_k = 1 \end{cases} \quad (9)$$

와 같이 되도록 삽입 길이  $T_{ik}$ 를 조정함으로써 위터마크 비트  $w_k$ 를 삽입한다. 즉, 위터마크 비트에 따라 삽입 길이  $T_{ik}$ 를 조정하기 위하여, 시작점과 끝점을 제외한 삽입 길이 대상 꼭지점  $v_{ik,2}, \dots, v_{ik,N_k-1}$ 을

$$v'_{ik,j} = v_{ik,j} + \alpha_{ik}(1 - 2w_j)\hat{n}_{ik,j}, \quad j \in [2, N_{ik} - 1] \quad (10)$$

와 같이 변경한다. 여기서  $\hat{n}_{ik}$ 는

$$\hat{n}_{ik,j} = \overrightarrow{m_{L_i}v_{ik,j}} / \|\overrightarrow{m_{L_i}v_{ik,j}}\| \quad (11)$$

꼭지점  $v_{ik}$ 와 평균점  $m_{L_i}$ 와의 단위벡터로, 각 꼭지점들을 이들 벡터 방향으로  $\alpha_{ik}$ 에 따라 변경한다. 그림 6을 살펴보면, 위터마크 비트  $w_k$ 가 0인 경우에는 삽입 길이  $T_{ik}$ 를  $\alpha_{ik}$ 에 따라 기준 길이  $R_{ik}$ 보다 작게 감소하며, 이와 반대로 위터마크 비트  $w_k$ 가 1인 경우에는 삽입 길이  $T_{ik}$ 를 기준 길이  $R_{ik}$ 보다 크게 되도록 증가한다. 이와 같은 조건을 만족하기 위한 삽입 강도 삽입 강도  $\alpha_{ik}$ 는

$$\alpha_{ik} = \begin{cases} \alpha, & \text{if } (w_k = 0, R_{ik} > T_{ik}) \text{ or } (w_k = 1, R_{ik} \leq T_{ik}) \\ \beta, & \text{if } (w_k = 0, R_{ik} \leq T_{ik}) \text{ or } (w_k = 1, R_{ik} > T_{ik}) \end{cases} \quad (12)$$

와 같다. 이 때  $0 < \alpha < 1$ 이고,  $1 < \beta < 2$ 이다. 이 식을 살펴보면, 위터마크 비트  $w_k$ 에 따라 기준 길이와 삽

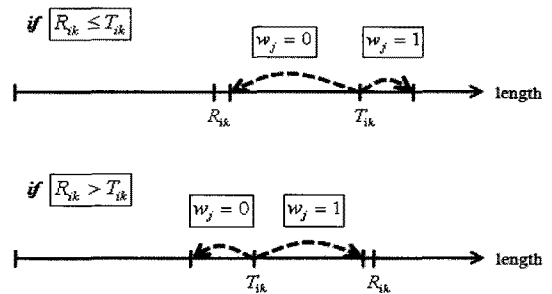


그림 6. 기준 길이  $R_{ik}$ 와 삽입 길이  $T_{ik}$ 의 비율에 따른 위터마크 비트 삽입

입 길이가 식 (9)의 조건에 해당되면, 1보다 작은  $\alpha$ 로 선택되며, 워터마크 비트  $w_k$ 에 따라 반대의 조건에 해당되면, 1보다 큰  $\beta$ 에 의하여 꼭지점들을 각각 변경한다.

### 3.2 워터마크 추출

제한한 워터마크 삽입 과정에서는 폴리라인 밀도가 가장 높은 2개의 레이어를 선택하고, 각 레이어별로 꼭지점 개수에 따라 삽입 대상 폴리라인 성분을 선택한 다음, 이들 성분에 워터마크 비트를 반복적으로 삽입한다. 이 때, 삽입 순서에 따른 일련의 폴리라인 고유 번호들을 워터마크 추출기로 사용된다. 따라서 워터마크 추출 과정에서는 삽입 대상 레이어  $L_i$  ( $i \in \{1, 2\}$ ) 내에 일련의 폴리라인 고유번호 정보에 따라 순차적으로 나열된 폴리라인 성분들  $P_i = \{P_{ik} | k \in [1, N_{P_i}], N_{P_i} > N_w\}$ 을 구한 후, 각 폴리라인  $P_{ik}$  내의 기준 길이  $R_{ik}^*$ 와 삽입 길이  $T_{ik}^*$ 에 따라

$$w_k^* = \begin{cases} 0, & R_{ik} > T_{ik} \\ 1, & R_{ik} < T_{ik} \end{cases} \quad (13)$$

와 같이 워터마크 비트  $w_k^*$ 를 순차적으로 추출한다.

## 4. 실험결과

### 4.1 실험데이터

본 논문에서 제안한 방법의 성능 평가를 위하여 국토지리정보원에서 제공하는 1:5,000 축척의 청주, 홍성, 근흥, 예산 벡터맵을 사용하였다. 이 맵은 벡터 기반의 DXF 파일로 충청도 지역을 8개 도시들로 구분하고, 각 도시를 일정한 크기의 블록으로 세분화된 것이다. 본 실험에 사용된 워터마크  $w_{k \in [1, N_w]}$ 는 가우시안 랜덤 시퀀스의 이진 비트로 총 50비트의 길이를 가지며, 삽입 강도  $\alpha_k$  내의 변수들은 각각  $\alpha=0.2$ ,  $\beta=1.5$ 이다. 그리고 강인성 평가를 위하여 AutoCAD 2008 툴을 이용하였다.

실험에서 사용된 청주 벡터맵 상의 레이어별 폴리라인 개수는 그림 7에서와 같다. 이 그림을 살펴보면, 4112의 지형 레이어, 5111와 5112의 지류 레이어 및 7111의 지형 레이어에 폴리라인 밀도가 높음을 볼 수 있다. 따라서 이들 레이어 중 가장 높은 4112와 5112 레이어를 삽입 대상 레이어로 선택하였으며, 이

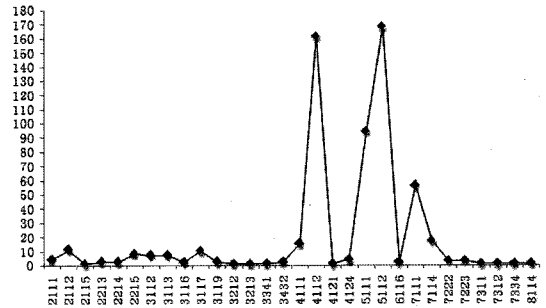


그림 7. 1/5,000 청주 벡터맵 상의 레이어별 폴리라인 개수

들 레이어 내에는 꼭지점 개수가 각각 1,000개 및 2,000개 정도이다. 본 실험에서는 벡터맵 상에서 선택된 레이어 내의 폴리라인들 중, 워터마크 비트수의 정수배만큼 선택한 다음, 이에 워터마크를 반복 삽입하였다. 각 벡터맵에 대한 워터마크 삽입 대상 폴리라인 개수 및 이에 대한 삽입 반복 횟수는 표 2에서와 같다. 이 표를 살펴보면, 50비트의 워터마크는 약 5-7번 반복 삽입됨을 볼 수 있다.

표 2. 워터마크된 폴리라인 개수, 삽입 반복 횟수 및 워터마크된 벡터맵의 SNR

맵	청주	홍성	근흥	예산
폴리라인개수	350	300	250	250
반복횟수	7	6	5	5
SNR[dB]	50.31	50.73	50.28	50.69

### 4.2 비가시성 평가

본 실험에서는 워터마크된 벡터맵 데이터의 객관적인 비가시성 평가를 위하여, 꼭지점 좌표에 대한 SNR(Signal-to-Noise ratio)를

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\text{var}(\|v_i - M\|)}{\text{var}(\|v_i - v_i^*\|)} \quad (14)$$

와 같이 사용하였다. 여기서  $v_i$  및  $v_i^*$ 는 GIS 데이터의 꼭지점 좌표값 및 워터마크된 꼭지점 좌표값을 나타내고  $M$ 은  $v_i$ 의 평균 좌표값을 나타낸다. 그리고  $\text{var}(\|v_i - M\|)$ 는  $v_i$ 와  $M$ 의 벡터 거리차에 대한 분산값이고,  $\text{var}(\|v_i - v_i^*\|)$ 는  $v_i$ 와  $v_i^*$ 의 벡터 거리차에 대한 분산값을 나타낸다. 각 맵에 대한 SNR은 표 2에서와 같이 50.31-50.73dB로 이는 워터마크의 높은 비가시성을 나타낸다. 그림 8 (a)는 1/5,000 축척된 원본 청

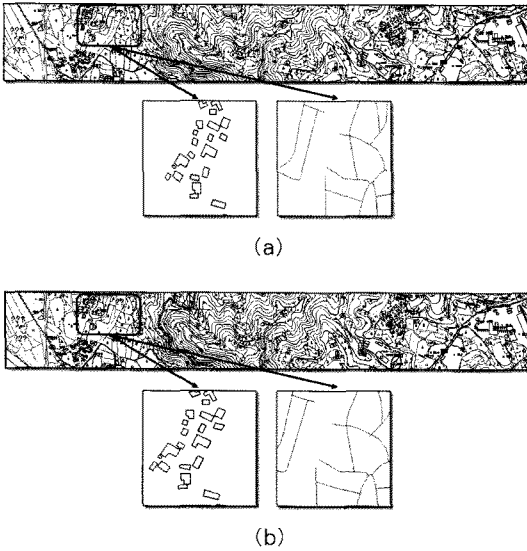


그림 8 1:5,000 청주 벡터맵; (a) 원본 데이터와 폴리라인 밀도가 가장 높은 '4112', '5112' 레이어 (b) 워터마크를 삽입한 데이터와 워터마크가 삽입된 '4112', '5112' 레이어

주 벡터맵이고, 그림 8 (b)는 워터마크된 벡터맵을 보여준다. 이들 두 그림 간의 시각적인 구분이 어려움을 확인할 수 있으며, 또한 각 워터마크된 레이어 별로 비교를 하더라도 시각적인 차이를 느낄 수 없음을 확인할 수 있다.

### 4.3 강인성 평가

국내 GIS 데이터는 개방형 데이터 포맷 형태로 범용적인 CAD 프로그램에 의해 의도적 또는 비의도적으로 쉽게 공격을 받을 수 있다. 따라서 GIS 워터마킹에서는 다양한 공격으로 간주될 수 있는 회전, 확대 및 축소, 이동 등의 공격에 워터마크가 강인하여야 하며, GIS 데이터 어느 한 부분만을 도용 및 수정하거나 점, 선, 면 등을 추가시키는 경우에도 워터마크를 추출하여야 한다. 강인성 평가를 위한 실험에서는 AutoCAD 2008을 이용하여 이 틀 상에서 다양한 공격을 수행한 후, 워터마크를 추출하였다. 그리고 강인성 평가 척도로 실수 워터마크에 적합한 유사도 및 검출 오류 확률 보다 이진 워터마크에 적합한 BER을 사용하였다. 이는 제안한 방법이 랜덤 가우시안 분포를 가지는 이진 워터마크를 저작권 정보 또는 사용자 인증 정보로 사용하고 있으며, 추출시 오류가 발생한 비트수를 확인하기 위해서이다. 본 실험에서는 공격의 강도를 시각적으로 훼손되었는지 여부를

판별할 수 없을 정도로 수행하였다. 이는 공격당한 GIS 데이터가 시각적으로 훼손되었는지를 확인할 수 있다면 불법적으로 복제 및 유통되더라도 사용이 불가능하다.

CAD 또는 GIS 편집틀 상에서 가장 일반적인 GIS 데이터 공격으로는 회전, 확대 및 축소, 이동, 성분 추가 및 삭제, 레이어 변경 및 파일 포맷 변환 등이 있다. 회전, 확대 및 축소 및 이동은 벡터맵의 레이어 및 구조적인 속성은 변경되지 않으나, 각 성분의 좌표값들이 변경된다. 성분 추가 및 삭제는 벡터맵 상에서 점, 선, 면 등의 다양한 성분들을 임의로 추가할 수 있으므로, 워터마크된 삽입 성분들의 위치 변경이 가능하다. 벡터맵들은 다양한 레이어들로 구성되므로, 임의의 레이어가 삭제 및 추가될 수 있으며 또한 이들 레이어들의 인덱스 또는 순서가 바뀌어질 수 있으므로 워터마크된 레이어의 인덱스 정보가 변경될 수 있다. 파일 포맷 변환에서는 편집틀 상에서 DXF, DWG, SHP 등 다양한 GIS 데이터 파일로 변경된 후, 다양한 애플리케이션에 적용될 수 있다. 따라서 GIS 벡터맵 워터마킹에서는 이와 같은 공격에 강인성을 유지하여야 한다.

본 논문에서 제안한 방법의 강인성을 평가하기 위하여 회전, 확대 및 축소, 이동, 잡음 첨가, 성분 추가, 레이어 순서 변경 및 파일 포맷 변환 등을 수행한 후 워터마크를 추출하였다. 각종 공격된 벡터맵 상에서 추출된 워터마크의 BER은 표 3에서와 같다. 기존 방법들은 워터마크의 종류와 용량 및 삽입 대상 성분

표 3. 다양한 공격에 대한 추출된 워터마크의 BER

공격		청주	홍성	근홍	예산
회전	45°	0	0	0	0
	80°	0	0	0	0
확대 및 축소	0.5배	0	0	0	0
	2배	0	0	0	0
이동	임의 거리	0	0	0	0
잡음 추가	[-1,1]	0.04	0.06	0.02	0.04
성분 추가	점(20%)	0	0	0	0
	선(20%)	0.02	0.04	0.02	0.02
	면(20%)	0	0	0	0
레이어 순서 변경		0	0	0	0
파일 포맷 변환 (DWG)		0	0	0	0



들이 다르므로, 제안한 방법과의 실험 조건이 다르다. 따라서 본 실험에서는 표 4에서와 같이 워터마크의 추출 확인 여부에 따라 제안한 방법과 기존 방법과의 강인성을 비교하였다. 이 때 워터마크의 80%이상이 오류없이 검출될 경우, 이를 워터마크가 추출 확인이라 한다.

회전, 확대 및 축소, 이동 공격에서는 벡터맵 모든 성분들의 좌표  $v$ 들 중, 높이 또는 고도를 나타내는  $z$ 축은 유지하고, 위치를 나타내는  $x, y$ 축 값들을

$$v'_r = vR, R = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (15)$$

$$v'_t = v + t, t = (x_t, y_t, 0), \quad (16)$$

$$v'_s = vS, S = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (17)$$

와 같이 회전 행렬  $R$ , 이동 위치  $t$ , 및 확대 및 축소 행렬  $S$ 에 의하여 변환한다. 우선 회전 공격 실험에서는 워터마크된 벡터맵을  $\theta$ 를  $45^\circ$  및  $80^\circ$  방향으로 회전시킨 후, 회전된 벡터맵 상에서 워터마크를 추출하였다. 회전 공격에서는 벡터맵의 모든 좌표값들을 임의의 각도 방향으로 일괄적으로 회전시키므로, 레이어 및 데이터 구조들은 유지되면서 모든 성분들의 좌표값들만 변경된다. 그림 9는 워터마크된 청주 벡터맵과  $45^\circ$  방향으로 회전된 벡터맵을 보여준다. 이 그림으로부터 벡터맵의 모든 성분들의 좌표값들이  $45^\circ$  방향으로 회전됨을 볼 수 있다. 제안한 방법에서는 폴리라인을 구성하는 꼭지점들의 기준 길이와 변경 길이의 비율에 워터마크를 삽입함으로써 회전 공격에는 무관하다. 따라서 표 3에서와 같이 회전된 벡터맵에 대하여 모두 워터마크가 검출됨을 확인하였다. 확대 및 축소 공격에서는 임의의 비율 ( $s_x, s_y$ )인  $s_x = s_y = 0.5$  및  $s_x = s_y = 2.0$ 으로 각각 확대 및 축소한

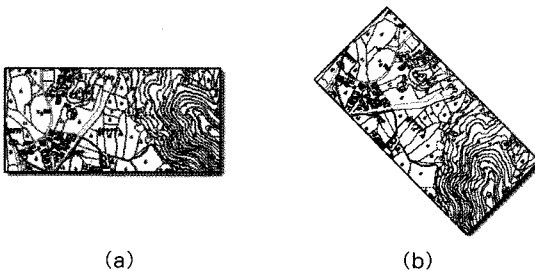


그림 9. 1:5,000 청주 벡터맵의 회전 공격; (a) 워터마크된 벡터맵과 (b)  $45^\circ$  회전된 벡터맵

후, 워터마크를 추출하였다. 그림 10은 2.0배로 확대된 벡터맵을 보여준다. 확대 및 축소에 의하여 각 성분의 길이가 변경되더라도 꼭지점들의 기준 길이와 변경 길이의 비율은 바뀌지 않으므로, 워터마크는 오류없이 검출됨을 표 3에서와 같이 확인하였다. 이동 공격에서는  $x$ 축 방향으로 전체 도면 크기의 1/4인 위치  $x_t = \max\{v_x, \forall v_x \in V\}$ 으로 벡터맵을 모두 이동시킨 후, 워터마크를 추출하였다. 그림 11은 이동된 벡터맵을 보여준다. 회전에서와 같이, 이동 공격에서는 꼭지점들의 길이가 변경되지 않으므로, 워터마크는 오류없이 모두 검출됨을 표 3에서와 같이 확인하였다. 기존 방법과의 비표 결과인 표 4를 살펴보면, Ohbuchi와 Chang 방법들은 이와 같은 회전, 이동 및 확대 및 축소 공격에 대하여 워터마크가 모두 검출하였으나, Vogit 방법은 검출하지 못하였음을 확인할 수 있다. 그리고 Chang 방법에서는 확대 및 축소한 벡터맵에 대하여 원본 벡터맵 크기로 재스케일링하는 과정이 정확할 경우 워터마크가 검출되었다.

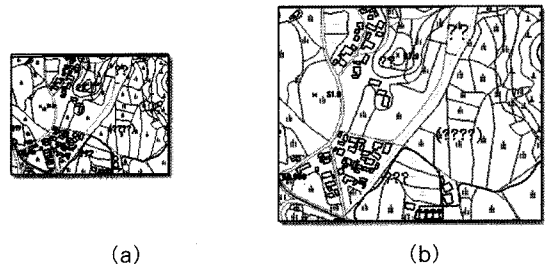


그림 10. 1:5,000 청주 벡터맵의 확대 공격; (a) 워터마크된 벡터맵과 (b) 2배 확대된 벡터맵

표 4. 기존 방법과의 성능 비교

공격	제안한 방법	Ohbuchi [5]	Vogit [7-9]	Chang [14]
회전	○	○	×	○
확대 및 축소	○	○	×	△
이동	○	○	×	○
잡음 추가	점	○	×	○
	선	△	×	○
	면	○	×	△
레이어 순서 변경	○	×	○	○
파일 포맷 변환(DWG)	○	○	○	○

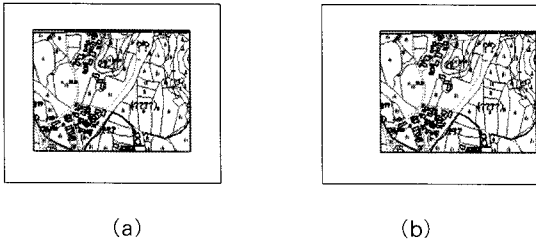


그림 11. 1:5,000 청주 벡터맵의 이동 공격: (a) 워터마크된 벡터맵과 (b) 임의의 거리로 이동된 벡터맵

잡음 추가 공격에서는 벡터맵 내의 모든 꼭지점 좌표 값들을  $z$  축을 제외한 나머지 축에 대하여  $[-1, 1]$  내의 균등 분포를 가지는 잡음  $n$ 을 추가하였다.

$$v'_i = v + \alpha n, \quad n = (n_x, n_y, 0), \quad n_x, n_y \in [-1, 1] \quad (18)$$

이 때 잡음 세기를 나타내는  $\alpha$ 는 인접한 성분들이 겹쳐지지 않도록 결정되어야 하므로, 본 실험에서는 전체 성분들의 최소 인접거리의 1/2로 결정하였다. 잡음 추가된 벡터맵에서 추출된 워터마크의 BER은 표 3에서와 같이 2.3-4.7% 정도로 약 94% 이상의 워터마크 비트가 추출됨을 확인할 수 있다. 기존의 Vogit 및 Chang 방법들에서는  $\alpha$  세기를 가지는 잡음 공격된 벡터맵에 대하여 모두 워터마크를 추출하였으나, Ohbuchi 방법에서는 워터마크가 추출되지 못하였음을 표 4에서와 같이 확인할 수 있다.

성분 추가 실험에서는 임의의 폴리라인 및 폴리곤들을 20% 정도 추가하였다. 그림 12는 폴리라인 및 폴리곤이 추가된 청주 벡터맵을 보여준다. 이 그림을 살펴보면, 점 및 면이 추가될 경우, 이들 성분들은 폴리라인 성분의 길이 비율에 영향을 미치지 않으므로, 모든 워터마크가 추출된다. 또한 선이 추가될 경우, 꼭지점들의 기준 길이 및 변경 길이를 구하기 위한 전체 평균점  $m_L$ 이 약 5%정도 벗어난다. 그러나 기준 길이와 변경 길이의 비율에는 큰 변화가 없으며

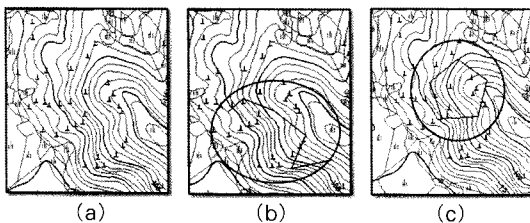


그림 12. 1:5,000 청주 벡터맵의 성분 추가 공격: (a) 워터마크된 벡터맵, (b) 폴리라인 및 (c) 폴리곤 성분이 추가된 벡터맵

로, 약 96% 이상의 워터마크 비트가 추출됨을 확인할 수 있다. 그러나 추가되는 성분이 많아질 경우, 워터마크 BER이 증가되나, 벡터맵의 상품적인 가치가 떨어질 것이다. 레이어 순서 공격에서는 워터마크된 레이어들을 임의의 인덱스로 치환한 후, 워터마크를 추출하였다. 제안한 방법에서는 폴리라인 성분들의 밀도 분포에 따라 레이어를 선택하므로 레이어 순서가 변경되더라도 폴리라인 성분 밀도 분포는 변경되지 않는다. 따라서 이들 공격에서도 워터마크는 표 3에서와 같이 모두 추출됨을 확인할 수 있다. 표 4에서와 같이 Vogit 방법에서는 점, 선, 면의 모두 성분 추가에 대하여 워터마크가 추출되었으며, Chang 방법에서는 면 성분 추가를 제외한 나머지 성분 추가에 대하여 워터마크가 추출되었다. 그러나 Ohbuchi 방법에서는 성분 추가에 대하여 워터마크가 추출되지 못하였다.

마지막으로 파일 포맷 변환 공격에서는 DXF 파일을 DWG 파일로 변환한 다음, 다시 DXF 파일로 재변환하여 워터마크를 추출하였다. 이들 파일 변환시 폴리라인의 꼭지점 정밀도가 변경되나, 기준 길이와 변경 길이의 비율 변경은 없으므로 표 3에서와 같이 워터마크를 모두 추출함을 확인할 수 있다. 또한 기존의 방법들에서도 파일 포맷 변환에 대하여 워터마크가 모두 추출됨을 확인하였다. 이상의 결과로부터 제안한 방법이 기하학 공격에 대하여 강인함을 확인할 수 있다.

## 5. 결 론

최근 정보통신 기술, 컴퓨터 및 각종 미디어들이 서로 융합되어 네트워크를 통해 빠르게 확산됨으로써 각종 콘텐츠들을 빠르고 쉽게 접할 수 있게 되었다. 이와 함께 IT 소비자화라는 트렌드와 맞물려 다양한 정보 서비스에 대한 소비자의 요구가 높아졌으며, 그 중 가장 다양한 분야에서 사용되고 있는 GIS에 대한 요구 수요가 기하급수적으로 증가하였다. 따라서 GIS 사업이 국가 및 공공기관의 제한적인 범위에서 일반 소비자들도 이용할 수 있는 민간 서비스 분야로 범위가 확대됨에 GIS의 확산이 가속화 되고 있다. 이처럼 현재의 GIS 구축 사업은 활발하게 진행되고 있으나, 구축된 GIS를 활용하는 것으로서 얻어지는 콘텐츠에 대한 불법 복제 및 유통에 대한 저작

권 보호는 아직 미흡한 실정이다.

본 논문에서는 GIS의 저작권 보호를 위하여 GIS 성분을 분석하고, 레이어 구조를 분석하여 적용적으로 워터마크를 삽입할 수 있는 워터마킹 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 GIS 데이터에서 폴리라인의 밀도가 가장 높은 레이어 2개를 선택하고, 평균점, 삽입 길이 및 평균 길이를 계산하여 워터마크 삽입 환경을 구성하였다. 그리고 삽입 길이와 평균 길이, 워터마크를 이용하여 꼭지점의 좌표값을 변경하는 것으로 워터마크를 삽입한다. 워터마크를 삽입하는 과정에서 폴리라인의 시퀀스 넘버를 저장하여 워터마크 추출 시에 사용하였다. 실험 결과로부터 제안한 방법의 PSNR이 평균 약 88dB 이상이며 SNR은 평균 50.42dB로서 객관적으로 GIS 데이터에 삽입된 워터마크가 비가시성을 만족하며, 주관적인 시각으로도 비가시성을 만족한다는 것을 확인할 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- [1] P. Bolstad, P. *GIS Fundamentals: A first text on Geographic Information Systems*, Second Edition. White Bear Lake, 2005.
- [2] 국토정보지리원, <http://www.ngi.go.kr>
- [3] Google Eartch, <http://code.google.com/intl/ko-KR/apis/earth/documentation/reference/>
- [4] Virtual Earth Map Control SDK 5.0, <http://msdn.microsoft.com/ko-kr/library/aa905677.aspx>
- [5] R. Ohbuchi, "Robust watermarking of vector digital maps," Proc. of the IEEE International Conference on Multimedia and Exp., Vol.1, pp. 577-580, 2002.
- [6] G. Schulz and M. Vogit, "A hugh capacity watermarking system for digital maps," Proc. of the 200 Multimedia and Security Workshop on Multimedia and Security, pp. 180-186, 2004.
- [7] M. Vogit and C. Busch, "Feature-based watermarking of 2D-vector data," Proc. of the SPIE, Security and Watermarking of multimedia Content, Vol.5020, pp. 359-366, 2003.
- [8] M. Vogit and C. Busch, "Watermarking 2D-Vector data for geographical information systems," Proc. of the SPIE, Security and Watermarking of Multimedia content, San Jose, USA, Vol.4675, pp. 621-628, 2002.
- [9] H. I. Kang, K. I. Kim, and S. S. Han, "Watermarking techniques using the Drawing Exchange Format (DXF) file," Proc. of the 2001 Multimedia and Security Workshop on Multimedia and Security, pp. 19-22, 2001.
- [10] H. Kang, "A vector watermarking using the generalized square mask," Proc. of the International Conference on Information Technology: Coding and Computing, pp. 234-236, 2001.
- [11] K. T. Park, K. I. Kim, H. I. Kang, and S. S. Han, "Digital geographical map watermarking using polyline interpolation," PCM '02: Proceedings of the Third IEEE Pacific Rim Conference on Multimedia, Springer-Verlag, pp. 58-65, 2002.
- [12] X. Niu, C. Shao, and X. Wang, "A Survey of digital vector map watermarking," *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, Vol.2, No.6, pp. 1301-1316, Dec. 2006.
- [13] D. Zhang, D. Qian, and P. Han, "A new attributes-priority matching watermarking algorithm satisfying topological conformance for vector map," Third International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, IHHMSP 2007, Vol.2, pp. 469-472, Nov. 2007.
- [14] H.J. Chang, B.J. Jang, S.H. Lee, S.S. Park, and K.R. Kwon, "3D GIS vector map watermarking using geometric distribution," IEEE International Conference on Multimedia and Expo, ICME 2009, pp. 1014-1017, June/July 2009.
- [15] B. Huber, GIS & Steganography-Part 3: Vector Steganography, <http://www.directionsmag.com>, accessed to Dec. 2009.
- [16] 김준희, *지리정보시스템 저작권 보호를 위한 폴리라인 워터마킹 기법*, 동명대학교대학원 공학 석사학위논문, 2009년 8월.

[17] AutoCAD 2010 dxf Reference, <http://www.autodesk.com>

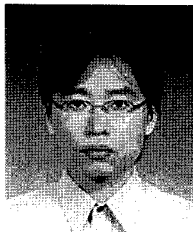
[18] Autodesk, <http://www.autodesk.com>



**김 준 희**

2007년 동명대학교 정보통신공학과 공학사  
 2009년 동명대학교 정보보호학과 공학석사  
 2009년~현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 박사과정

관심분야: GIS, 워터마킹, 영상신호처리



**이 석 환**

1999년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 2001년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)  
 2004년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학박사)  
 2005년~현재 동명대학교 정보보호학과 조교수

관심분야: 워터마킹, DRM, 영상신호처리



**권 성 근**

1996년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1998년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)  
 2002년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학박사)  
 2002년~현재 삼성전자 무선통신사업부 연구원

관심분야: 영상처리 및 통신, 모바일시스템, 임베디드



**박 승 섭**

1982년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1984년 일본대학교 이공학연구과 졸업(공학석사)  
 1994년 동북대학교 공학연구과 졸업(공학박사)  
 1984년~1986년 KTA 연구소 선임연구원

1986년~현재 부경대학교 컴퓨터공학과 교수  
 2008년~현재 부경대학교 공과대학장  
 관심분야: 멀티미디어 네트워크, 인터넷공학



**권 기 룡**

1986년 경북대학교 전자공학과 학사 졸업(공학사)  
 1990년 경북대학교 전자공학과 석사 졸업(공학석사)  
 1994년 경북대학교 전자공학과 박사 졸업(공학박사)

**사진**

2000년~2001년 Univ. of Minnesota, Post-Doc.  
 1996년~2005년 부산외국어대학교 디지털정보공학부 부교수  
 2006년~현재 부경대학교 IT융합응용공학과 교수  
 2009년~현재 한국멀티미디어학회 총무이사  
 관심분야: 멀티미디어 정보보호, 영상처리, 웨이블릿 변환