

GIS 디지털 맵의 안전한 전송 및 저장을 위한 효율적인 압축 기법

장봉주[†], 문광석^{**}, 이석환^{***}, 권기룡^{****}

요 약

일반적으로 GIS 디지털 맵의 표현 및 저장 방식에는 아스키(ASCII)와 바이너리(binary) 형식이 있다. 이들 중 대부분 GIS 응용 분야에서는 대용량의 맵 데이터 전송을 위하여 바이너리 형식의 벡터 맵 데이터를 주로 사용한다. 본 논문에서는 다양한 정밀도를 갖는 바이너리 형식의 벡터 맵 데이터의 효율적인 전송 및 저장을 위하여 벡터 맵 데이터의 주요 레이어를 표현하는 폴리라인 및 폴리곤 성분에 대한 계층적 압축 기법을 제안한다. 제안한 기법에서는 정밀 벡터 맵 데이터의 무손실 압축을 위하여 공간 영역 상에서 에너지 집중(energy compaction)을 수행하며, 64bit 부동소수점 좌표에 대하여 정수부와 소수부를 독립적으로 압축 부호화를 수행한다. 실험 결과로부터 제안한 압축 기법이 최소 200% 이상, 최대 900% 이상의 압축 효율을 나타냄을 확인하였으며, 기존의 데이터 압축 기법인 7z, zip, rar 및 gz에 비하여 우수한 압축률을 가지는 것을 확인하였다.

Effective Compression Technique for Secure Transmission and Storage of GIS Digital Map

Bong-Joo Jang[†], Kwang-Seok Moon^{**}, Suk-Hwan Lee^{***}, Ki-Ryong Kwon^{****}

ABSTRACT

Generally, GIS digital map has been represented and transmitted by ASCII and Binary data forms. Among these forms, Binary form has been widely used in many GIS application fields for the transmission of mass map data. In this paper, we present a hierarchical compression technique of polyline and polygon components for effective storage and transmission of vector map with various degree of decision. These components are core geometric components that represent main layers in vector map. The proposed technique performs firstly the energy compaction of all polyline and polygon components in spatial domain for the lossless compression of detailed vector map and compress independently integer parts and fraction parts of 64bit floating points. From experimental results, we confirmed that the proposed technique has superior compressive performance to the conventional data compression of 7z, zip, rar and gz.

Key words: Vector Map Data(벡터맵 데이터), Loseless Data Compression(무손실 데이터 압축), GIS Digital Map(GIS 디지털맵)

* 교신저자(Corresponding Author): 권기룡, 주소: 부산광역시 남구 대연3동 559-1번지 부경대학교 대연캠퍼스 (608-711), 전화: 051)629-6257, FAX: 051)629-6230, E-mail: krkwon@pknu.ac.kr

접수일: 2010년 10월 25일, 수정일: 2011년 2월 10일

완료일: 2011년 2월 15일

[†] 준회원, 부경대학교 정보보호협동과정 (roachbj@korea.com)

^{**} 종신회원, 부경대학교 전자공학과 (E-mail: ksmoon@pknu.ac.kr)

^{***} 정회원, 동명대학교 정보보호학과 (E-mail: skylee@tu.ac.kr)

^{****} 종신회원, 부경대학교 정보보호협동과정

* 이 논문은 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단 (KRF-2009-0075855) 및 한국산업기술포진원의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

1. 서 론

최근 네트워크, 휴대 인터넷, 개인 멀티미디어 단말기 등의 획기적인 발전과 아울러, GIS의 개념은 일상생활에 응용, 도입되어 여러 가지 형태로 사용되고 있다. 또한, 인터넷 상에서의 전자지도, 메쉬업 서비스 등 기존 Web-GIS 서비스와 Where 2.0이란 새로운 패러다임을 통하여 급격히 팽창하고 있다. 하지만, 실제 사용자 입장에서 필요한 GIS 데이터를 단시간에 인터넷, 모바일 단말, 개인 PMP 등으로 전송 및 저장을 수행하고자 할 경우나, GIS 서비스 공급자가 GIS 서버를 운영하고자 경우에 방대한 지리정보 데이터의 용량 문제는 GIS의 발전과 아울러 꾸준히 야기되고 있다. 또한, 정부나 지방자치단체, 관공서에서 요구하는 높은 정밀도의 GIS 벡터 맵 데이터에 대해서 이런 벡터 맵 데이터의 용량에 대한 문제는 보다 심각해질 것이다. 더욱이 향후 Full 3D GIS 엔진 기술들이 구현될 경우 그 심각성으로 인해 여러 S/W 및 H/W적인 제약이 초래될 것이다. 본 논문은 이런 벡터 맵 데이터의 정밀도와 인터넷, 모바일을 통해 전송되는 데이터의 국부성과 벡터 맵 데이터 중 가장 많은 레이어(layer)를 표현하는 폴리라인(polyline) 및 폴리곤(polygon)의 속성을 이용하였으며, 각 단말의 환경에 따라 효율적인 GIS 벡터 맵의 전송 및 저장을 위한 계층적 손실/무손실 데이터 압축 기법을 제안한다. 실험 결과, 다양한 정밀도를 갖는 벡터 맵 데이터들에 대한 무손실 압축에서 최소 200%, 비가시성을 만족하는 손실 압축 시 최대 900% 이상의 압축률을 만족하게 함과 동시에, 응용 환경에 따라 계층적 전송 및 복원이 가능하도록 구현하였다.

본 연구를 위해 바이너리 벡터 맵으로서 세계적으로 널리 쓰이는 ESRI사의 SHP 파일 포맷[1]을 사용한다. SHP 형식은 데이터 접근성을 높이기 위해 'Main', 'Index', 'DB' 등의 파일들을 하나로 묶어서 레이어로 표현하되, 하나의 레이어에 한 가지 주제(theme)만을 담도록 설계되어 있다. 또한 'Main' 파일은 그림 1과 같이 하나의 속성으로 표현되는 레코드(record)들의 집합으로 이루어져 있으며, 제안한 기법은 기존 파일 구조를 유지한 채, 레코드 내용에 대해서만 압축을 수행하여 기존의 시스템들과 최대한 호환성을 만족하도록 한다.

GIS 서버(server)는 각 영역별로 생성된 여러 주

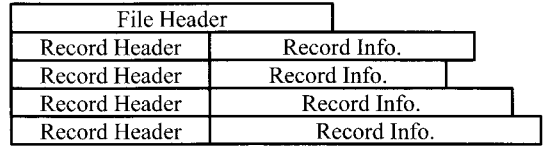


그림 1. SHP 파일의 구조

제의 파일들을 모두 데이터베이스에 로드하게 되며, 클라이언트(client)는 원하는 지도영역을 수신 및 표현하기 위해 서버에 접속하면서 요청 영역의 수평거리, 수직거리 및 중심좌표 등의 정보를 서버에 전달한다. 그런 후 클라이언트가 요구하는 지도 요청 영역에 포함되는 단일의 폴리라인, 폴리곤 포인트 등으로 표현되는 각각의 레코드들의 집합을 클라이언트에 전송한다. 이 때 Client는 인터넷 사용자, PMP, 휴대전화기, 또는 단일 시스템에서의 어플리케이션 S/W로 간주되며, 그 과정을 그림 2에 나타내었다.

벡터 맵 데이터의 압축 기술 연구로서 Kolesnikov [2]은 벡터 맵의 점진적 전송을 위한 압축 기법을 제안하였다. 이 기법은 협대역 네트워크 환경에서 효과적인 벡터 맵 전송을 위해 폴리곤 기반의 큰 벡터 맵에 대해 폴리곤의 근사화 기법을 이용하여 공간적 다해상도 계층으로 분해한 뒤, 저화질 데이터와 양자화 오차에 대해 산술 코딩을 수행함으로써 각각에 대해 점진적으로 전송하는 기법이다. 높은 압축률과 빠른 수행속도에도 불구하고, 이 기법은 폴리곤 속성에 대해서만 수행이 가능하며 정밀지도를 표현하기 위해서는 응용이 어려운 단점이 있다. 또한 세밀하고 높은 밀집도를 갖는 지도에 대해서는 연산속도 및 압축률의 큰 저하가 발생하며, 실제 응용을 위한 데이터 호환성 역시 고려되지 않았다. 또한 Shekhar 등[3]은 사전 검색 알고리즘을 이용하여 압축 해제시 손실을 최소화하는 비가역 압축 기법을 제안하였으나, 정밀 지도 데이터의 무손실 압축에는 적용하기 어려운 점이 있다.

제안한 기법에서는 SHP 데이터의 효율적인 압축을 위해 Juliette 등[4]이 제안한 방법과 유사한 방법으로 기존의 주파수 변환 영역(DCT, DWT 등)에서의 벡터 정보에 대한 에너지 집중을 이용한 압축을 시도하였으나, 양자화 오차, 정수 변환오차 등이 존재할 가능성이 높은 이유로 정밀 지도 압축 및 무손실 가역 압축에 적용하기 어려움이 있음을 확인하였다. 또한 무손실 압축을 수행한다 하더라도 부동소수

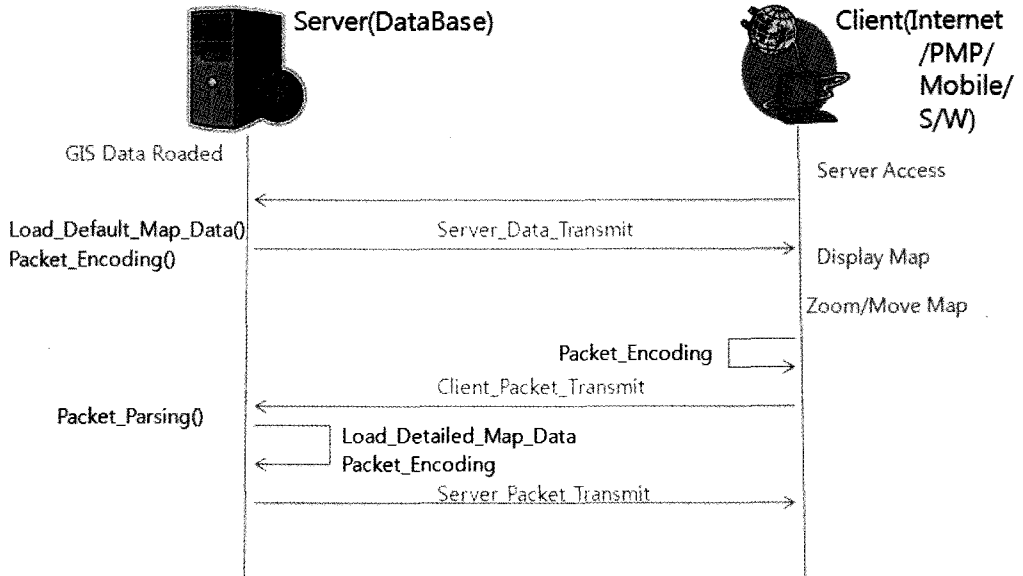


그림 2. GIS 벡터 맵 서비스 흐름

점을 갖는 벡터 맵 데이터를 주파수 변환을 수행하게 되면 오히려 변환계수가 갖는 오버헤드(Overhead)가 원본보다 더 커지는 경우가 발생함을 확인하였으며, 이로 인해 정밀 벡터 맵의 압축에는 부적합함을 확인하였다. 아울러 일반적인 데이터 압축 기법[5-7]을 SHP 포맷 자체에 사용할 경우, 64bit 부동소수점으로 표현된 좌표데이터들의 엔트로피를 감소시키지 못하므로 압축효율을 기대할 수 없으며, 압축된 데이터를 복원하지 않은 상태에서는 SHP 형식이 갖는 데이터 접근성이 유지될 수 없다는 단점이 있다. Alexander 등[8]은 지각적 차이를 최소화하면서 벡터 데이터를 제거하는 방법을 제안하였으나 근본적으로 손실압축을 수행하므로 특수 목적을 위한 정밀 지도 데이터 압축에는 적용이 어려운 점이 있다. 최근 기존의 Douglas-Peucker 알고리즘을 향상시킨 Sun 등[9]의 방법은 폴리라인에 적용되며, 폴리라인 및 여러 구간으로 구성된 폴리곤과 폴리곤에 적용할 경우 복원 시 오류가 발생할 가능성을 가지고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 이러한 기존 알고리즘들의 문제점을 해결하기 위해 기존의 SHP 포맷의 특징을 이용한 공간 영역에서 에너지 집중을 수행하며 파일 내 포함된 속성들 각각에 대해 압축을 수행함으로써 기존 형식이 갖는 데이터 접근성의 손실 없이 데이터 용량을 줄이는 방법을 고안하였다. 또한, 대부분의 GIS 데이터는 철도, 하천, 도로, 건물, 지형 등 지형지

물의 특성과 데이터의 특성에 따라서 여러 개의 레이어들로 구성되어 있으며, 각 레이어는 점, 선, 면, 문자의 4가지 속성으로 표현된다[10]. 따라서 제안한 기법에서는 벡터 맵에서 데이터량이 가장 많은 폴리라인 및 폴리곤 속성을 갖는 레이어에 대해서 적용하였으며, 그림 3은 본 연구에서 주로 사용된 1:1000 축척의 의사 색상을 입힌 정밀 벡터 맵을 나타낸 것이다.

2. 계층적 벡터맵 압축 기법

제안한 벡터 맵 압축 기법은 그림 4에서와 같이

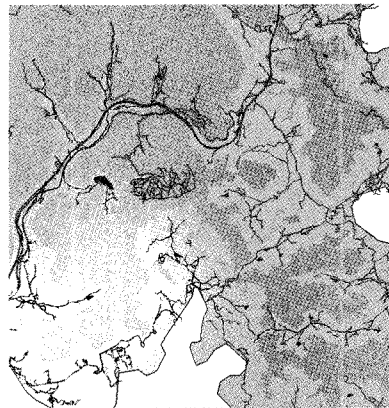


그림 3. 실험에 사용된 1:1000 축척 정밀 벡터 맵

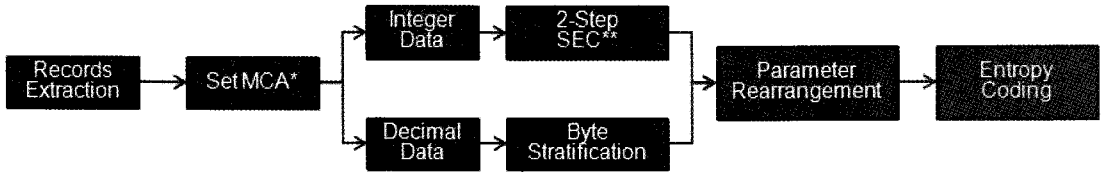


그림 4. 제안한 벡터맵 압축 기법의 블록다이어그램

간략하게 도식화되어 있다. 그림 4에 나타내었듯이, 제안한 기법은 우선, 데이터베이스에 저장된 벡터 맵에서 폴리라인 및 폴리곤으로 표현되는 M개의 레이어 $L = \{l_0, l_1, l_2, \dots, l_{M-1}\}$ 를 추출한 후, 각 레이어에 포함된 속성 $l_m = \{P_0, P_1, P_2, \dots, P_{N-1}\}$ 의 수 N만큼의 최소 코딩 속성(MCA, minimum coding attribute)을 생성한다. 여기서 각 레이어 내에 포함된 각각의 속성 $P_n = \{V_0, V_1, V_2, \dots, V_{I-1}\}$ 에 대해 독립적인 코딩을 수행한다. 각 MCA는 MCA 레이블 번호, 압축된 MCA의 크기, MCA의 데이터 접근성을 용이하게 하기 위한 해당 MCA가 속한 MBR(minimum bounding rectangle) 좌표 및 압축된 폴리라인 좌표 데이터로 구성되도록 하였었다. 이 때, 데이터 압축 및 복원은 이 MCA 단위로 수행되므로, 압축된 데이터에서도 임의의 레이어의 임의의 속성에 대한 접근을 용이하게 한다. 아래 그림 5는 MCA의 내부 구조를 간략히 표현한 것이다.

그 후, 초기화된 MCA를 이용하여, 64bit 부동소수점으로 표현된 각 속성을 구성하는 모든 좌표값들을 아래 수식 (1)과 같이 정수부 $P_{zn} = \{Z_0, Z_1, Z_2, \dots, Z_{I-1}\}$ 와 소수부 $P_{dn} = \{D_0, D_1, D_2, \dots, D_{I-1}\}$ 로 분리한 뒤 소수부 P_{dn} 에 대해서 원 벡터 맵의 소수점 이하 정밀도 c의 역수를 취함으로써 정수형태의 실수부 데이터 값을 얻는다.

$$\begin{aligned} Z_i &= \text{floor}(V_i), \\ D_i &= (V_i - Z_i) / 10^{-c}, \quad (0 < i \leq I-1) \end{aligned} \tag{1}$$

여기서, 정수부 P_{zn} 에 대해 SHP 형식의 특성을 이용한 공간영역에서의 에너지 집중(SEC, spatial energy compaction)을 수행한다. SHP 형식은 x좌

표와 y좌표를 축으로 표현되는 레이어의 MBR 좌표와 각 레이어 내 속성이 갖는 MBR 좌표를 포함한다. 이들을 각각 $B_{\min l_m}, B_{\max l_m}$ 및 $B_{\min P_n}, B_{\max P_n}$ 로 정의하며, 이 좌표들은, 각 레이어 혹은, 각 속성들이 지도상에 표현되는 영역의 테두리를 나타내는 것이다. 이 좌표값들을 이용하면 각 MCA의 64bit 부동소수점 좌표값의 크기를 최소화시킬 수 있다. 따라서 각 MBR 좌표를 DC 값으로 간주하여, 공간영역에서의 에너지 집중을 수행하는 것이 가능하다. 제안한 기법에서는 압축효율을 보다 향상시키기 위해 두 단계의 SEC를 수행하며, 그 과정을 그림 6에 나타내었다.

SEC의 1차 단계에서는 식 (2)를 통해 엔트로피를 최소화하기 위해 m번째 레이어 내에서 모두 양의 부호값을 갖는 P_n 의 차등 MBR 값 $B_{\min P_n}^*$ 와 $B_{\max P_n}^*$ 들을 각각 구하며, 식 (3)를 통해 n번째 폴리라인 정수부 P_{zn} 내에서 모두 양의 부호값을 갖는 좌표값 Z_i^* 를 구한다. 1차 단계에서 식 (2)로부터 생성된 $B_{\min P_n}^*$ 와 $B_{\max P_n}^*$ 은 n번째 MCA의 필드 값으로 삽입되며, 실제 각 레코드의 좌표값들은 2차 SEC 단계를 거쳐 엔트로피를 줄임으로써 압축효율을 보다 높게 된다.

$$\begin{aligned} B_{\min P_n}^* &= B_{\min P_n} - B_{\min l_m}, \\ B_{\max P_n}^* &= B_{\max l_m} - B_{\max P_n}, \quad (0 < n \leq N-1) \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned} Z_i^*(x) &= Z_i(x) - B_{\min P_n}(x), \\ Z_i^*(y) &= Z_i(y) - B_{\min P_n}(y), \quad (0 < i \leq I-1) \end{aligned} \tag{3}$$

여기서 식 (4)를 통해 1차 SEC의 결과로 생성된 Z_i^* 와 Z_i^* 의 평균값의 변위 Z_i^{**} 를

MCA Header (2 Byte)	MCA Size (2 Bytes)	Number of Point I (2 Bytes)	MBR Code	Payload
0x00XX (MCA Number)	6 + Payload			

그림 5. Minimum Coding Attribute의 내부 구조

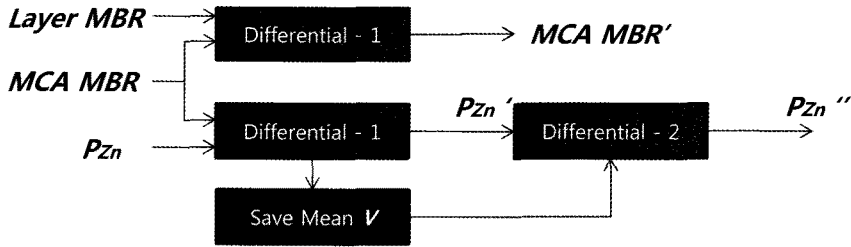


그림 6. 2-Step Spatial Energy Compaction 과정

$$Z_i^{**} = \left\lfloor Z_i^* - \frac{\sum_{i=0}^{I-1} Z_i^*}{I} \right\rfloor \quad (4)$$

와 같이 구한다. 이때, Z_i^{**} 는 부호값을 가지며, 엔트로피 코딩 효율을 높이기 위해 부호 값은 $S = \{s_0, s_1, s_2, \dots, s_{I-1}\}$, $s_i = [0, 1]$ 의 형식으로 저장되며, $|Z_i^{**}|$ 은 인접한 좌표들과의 상관성으로 인해 Z_i^* 에 비해 아주 작은 값을 가지게 된다. 그림 7은 폴리라인 속성의 SEC 수행 결과를 예로 도식화한 것이다.

SEC 이후에 생성된 부호값 S와 최종 인코딩 좌표 값 P_{zn}^{**} 은 세분화 및 파라미터 재배치 과정을 통해 MCA 내에서 재 정렬되어 저장된다. 한편 정수부 P_{zn} 와는 달리 실수부 P_{rn} 에 대해서는 실제 벡터 맵

에 표현될 때 아주 작은 정밀도를 표현하는데 사용되며, P_{zn} 과는 달리 조그만 변위에도 값이 크게 변하기 때문에 어떤 유사도나 상관성을 찾아내는데 어려운 특성이 있다. 또한, 일반적인 GIS 응용에서 대부분 근사치를 사용하므로, 정밀성을 요구하지 않는 일반 사용자에게는 필요 없는 데이터로 간주되므로, 제안한 기법에서는 MCA 내에서 소수점 이하 데이터 P_{Dn} 에 대해 수식 5 및 그림 8에서와 같이 K 바이트 정밀도를 갖는 소수부 D_i 값들에 대해 8 bit 단위의 정밀도 $D(V)$ 를 계층적으로 재배열한 후 압축하여 전송 및 저장함으로써, 다양한 사용자들의 요구 정밀도를 선택적으로 전송받고 디코딩할 수 있게 하였다.

$$D_n(r_i) = (r_i \gg 8n) \& 0xFF \quad (5)$$

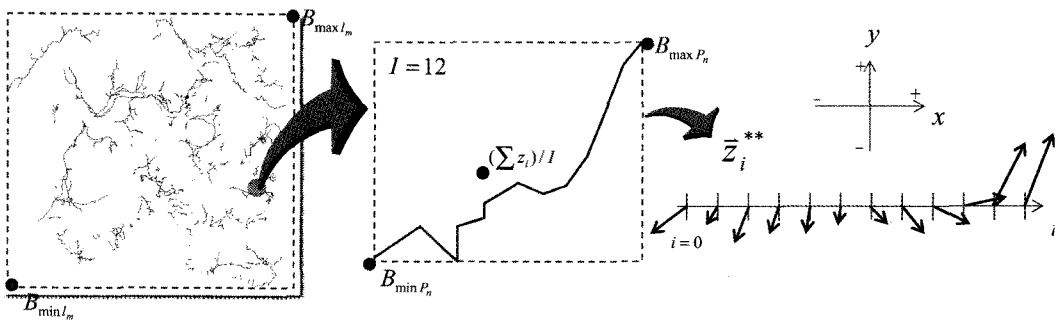


그림 7. 2-Step Spatial Energy Compaction 수행결과

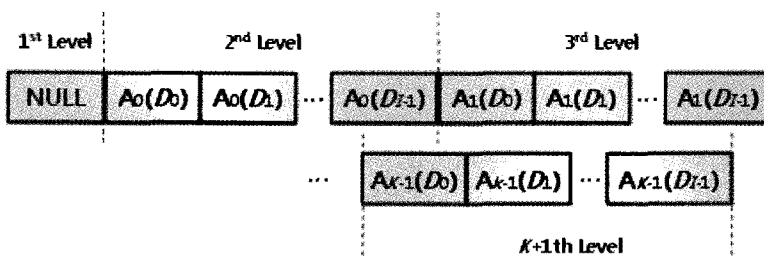


그림 8. 계층적 압축을 위한 소수부 재배열

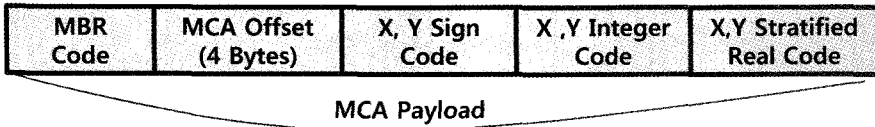


그림 9. 압축될 최종 MCA Payload

앞선 과정들을 수행함으로써 생성된 최종 압축 스트림을 아래 그림 9에 나타내었으며, 그림 6의 스트림이 최종적으로 엔트로피 코딩됨으로써 압축과정이 완료되고, 압축이 완료된 MCA는 SHP 포맷과 유사한 새로운 형식의 파일로 저장된다.

엔트로피 부호화로서 LZ77 및 허프만 코딩을 기반으로 하는 zlib[5]와 LZMA(Lempel-Ziv -Marcov chain algorithm)를 기반으로 하는 7z[6]을 사용하여 그 결과를 비교하였으며, 이는 빠른 수행속도와 높은 압축율을 만족하는 코덱들로서 그 성능이 이미 검증된 기술이다. 또한, 기존 SHP 형식과의 호환성을 최

대한 만족하기 위해, 압축으로 인해 줄어든 데이터량에 따라 Index 파일 내의 각 속성들의 Main 내 위치를 나타내는 포인터 값을 압축된 속성들에 맞게 변경하였다.

3. 실험 결과

제안한 기법의 성능 평가를 위하여 본 실험에서는 압축 전/후의 벡터 맵 변화량을 RMSE(root mean square error)로 측정하였으며, 그림 3에 포함된 폴리라인 속성을 갖는 여러 레이어들에 대한 압축률과

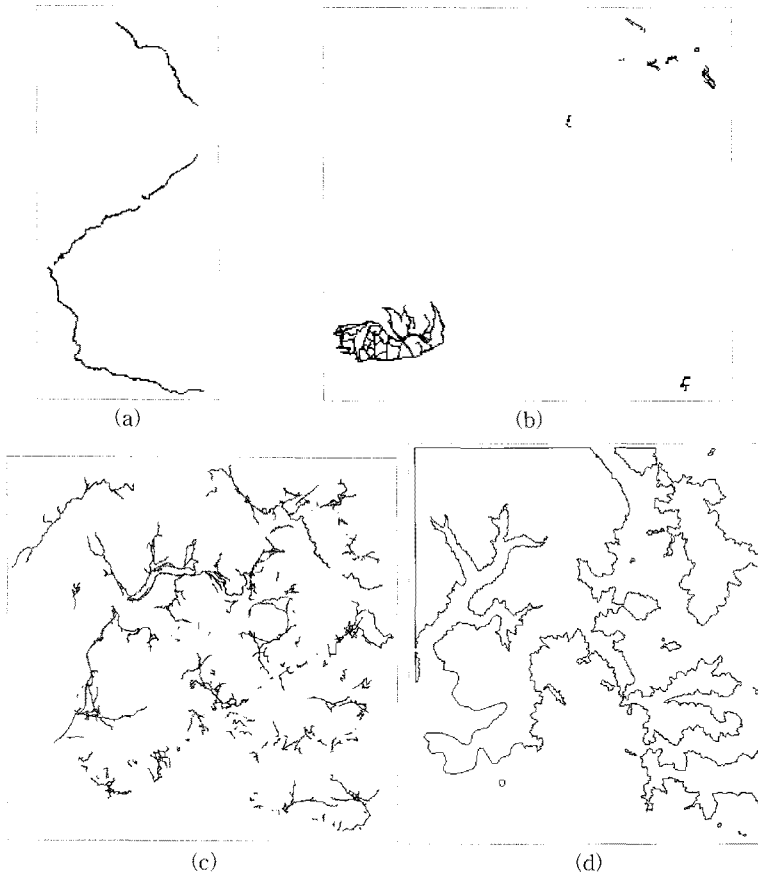


그림 10. 그림 3으로부터 추출된 실험에 사용되는 여러 레이어들; (a) 고속도로, (b) 시내도로, (c) 일반도로, (d) 해발 100m 등고선

표 1. 그림 10의 맵들에 대한 제안한 무손실 압축 결과

	속성(개수)	원본 파일[Byte]	압축데이터 파일(zlib)	압축데이터 파일(7z)	RMSE
그림 10-(a)	폴리라인(127)	43,228	25,495	24,429	0
그림 10-(b)	폴리라인(99)	41,760	26,858	25,360	0
그림 10-(c)	폴리라인(1140)	515,424	325,066	300,499	0
그림 10-(d)	폴리곤(22)	213,860	90,232	83,142	0

표 2. 제안한 기법과 여러 범용 압축 기술의 비교 (kB)

	raw	Proposed(zlib)	Proposed(7z)	7z	zip	rar	gz
그림 10-(a)	43	25	24	26	30	29	30
그림 10-(b)	47	27	25	30	35	34	35
그림 10-(c)	566	333	302	306	414	395	415
그림 10-(d)	213	92	84	86	156	93	156

전송을 고려하여 다양한 정밀도에 대한 압축율을 각각 계산하였다. 또한 다른 환경에서 생성된 SHP에 대해서도 압축을 수행하여 호환성 및 고압축이 가능함을 나타내었다. 그림 10은 압축 실험에 사용된 그림 3의 정밀 벡터 맵에서 추출된 폴리라인과 폴리곤 레이어들을 보여주고 있다. 그림 10의 모든 레이어들은 1:1000 축적을 가지며 $c=6$ 의 정밀도를 갖는다. 표 1은 그림 10의 속성 정보와 제안한 기법의 zlib와 7z를 이용한 압축 결과를 각각 나타낸 것이며, 표 2는 일반적인 데이터 압축 기법들과 제안한 압축 기법을 비교하여 최종 출력 파일의 크기를 나타낸 것이다. 여기서, 제안한 압축 기법에서 에너지 집중이 효율적으로 수행되었음을 알 수 있다. 또한 대부분의 인코딩 과정이 +/-Shift 연산으로 수행되기 때문에 실시간성도 만족함을 알 수 있었다.

아래 표 3은 그림 10에 나타낸 각 레이어들 중 속성 및 좌표 정보가 많은 그림 10-(c) 및 (d)에 대한 무손실 압축과 선택적 계층별 압축에 대한 결과를 나타낸 것이다. 압축률은 각 레이어의 모든 헤더 및 필드를 제외한 순수 좌표값들에 대해서 계산하였으며, 원 레이어의 데이터 크기를 기준으로 줄어든 양을 계산하였다. 특히 표 3에서는 8 bit 정밀도로 20비트 Depth를 가지고 전송되는 비트량에 따라 1/4 계층으로 실험하였다.

위 표 3에서 나타나듯이 제안한 기법을 사용하여 무손실 압축을 수행하였을 때, 즉 정밀 지도 데이터의 모든 계층을 전송하였을 경우 그 데이터량은 평균적으로 원본 데이터의 약 65%이므로, 약 35%의 데이

터 압축 효율이 발생함을 확인 할 수 있었다. 또한, 표 3은 사용자 요청에 따라 계층적으로 데이터를 전송했을 때 데이터 압축률과 RMSE를 수치적으로 나타냈으며, 3 계층 일 경우 평균적으로 두 배의 압축 효율이 발생하였으며, 1계층에서는 모두 3~9배 이상의 압축 효율이 발생하였다. 반면 오차 척도를 나타내는 RMSE는 거의 나타나지 않음을 확인할 수 있었다. 그림 11에서 폴리곤 레이어의 1계층 전송 결

표 3. 제안 기법의 정밀도에 따른 계층적 압축 결과

		4 계층 (All)	3 계층 (16 bit)	2 계층 (8 bit)	1 계층 (0 비트)
그림 10-(c)	zlib [%]	325,066 (64.31)	254,324 (49.34)	216,278 (41.96)	149,703 (29.04)
	7z (%)	300,499 (58.30)	284,110 (55.12)	213,209 (41.37)	129,729 (25.17)
	RMSE	0.0	0.0027	0.0453	0.7076
그림 10-(d)	zlib [%]	90,232 (42.46)	86,178 (40.55)	66,418 (31.25)	41,330 (19.45)
	7z [%]	83,142 (39.12)	73,389 (34.53)	45,794 (21.55)	23,454 (11.04)
	RMSE	0.0	0.0031	0.0501	0.7823

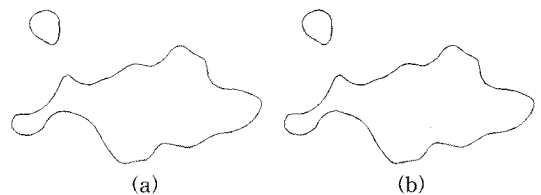


그림 11. 그림 10-(d)에서 (a)원본 벡터 맵 데이터와 (b) 1계층 압축 전송된 데이터

과를 확대하여 나타내었다. 이것은 일반적으로 Web-GIS, Mobile-GIS 또는 내비게이션 등을 사용하는 일반 사용자들에게는 1 계층의 벡터 맵 데이터만 전송하여도 축적상의 실감 오차를 느끼지 않고도 충분한 서비스를 제공받을 수 있음을 나타낸다. 또한 제안한 알고리즘이 실수 연산을 거의 수행하지 않으며, 압축된 데이터를 복원하지 않고도 실제 지도상의 원하는 영역에 대한 정확한 벡터 맵 데이터 접근이 가능하므로, 실시간 처리에 유용하며, 기존 SHP 형식에 단순한 압축 모듈을 삽입함으로써 응용 가능하므로, 기존 시스템을 최대한 유지하면서도 제안한 기술을 적용할 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 다양한 정밀도를 갖는 바이너리 형식의 벡터 맵 데이터의 효율적인 전송 및 저장을 위해 벡터 맵 데이터에서 가장 많은 레이어를 표현하는 폴리라인 및 폴리곤에 대한 계층적 압축 기법을 제안한다. 제안한 기법은 정밀 벡터 맵 데이터의 무손실 압축을 위해 공간 영역 상에서 에너지 집중을 수행하며, 64bit 부동소수점 좌표에 대해, 정수부와 소수부를 독립적으로 처리함으로써 계층적 부호화를 가능케 한다. 실험결과 원래의 벡터 맵 데이터를 압축하였을 때, 최소 약 200%에서 최대 약 900%이상의 압축 효율을 나타냄을 확인하였다.

향후 GIS의 시장과 정밀한 벡터 맵 데이터의 중요성을 고려했을 때, 보다 높은 압축효율을 위한 다양한 에너지 집중 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 따라서 본 연구진들은 대용량의 정밀 벡터 맵 데이터에 대한 효과적인 압축 기법과 이와 더불어 벡터 맵에 대한 인증 및 저작권 보호 기술들과 결합한 사용자 정의형 안전한 GIS 벡터 맵 시스템을 연구하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] <http://www.esri.com>, "ESRI Shapefile Technical Description," *An ESRI White Paper*, 1998.
- [2] Alexander Kolesnikov, "Vector Maps Compression for Progressive Transmission," *Proc. of the 2nd IEEE International Conference on Digital Information Management (ICDIM'07)*, pp. 81-86. 2007.
- [3] S. Shekhar, Y. Huang, and J. Djughash, "Dictionary Design Algorithm for Vector Map Compression," *Proceedings of the Data Compression Conference IEEE Computer Society*, 2002.
- [4] Juliette W. Ioup, Marlin L. Gendron, and Maura C. Lohrenz. "Vector Map Data Compression with Wavelet," *Journal of Navigation*, Vol.53, No.3, pp. 437-449, 2000.
- [5] <http://zlib.net/>, 2009.
- [6] <http://7-zip.org/>, 2009.
- [7] Khalid Sayood, *Instruction to Data Compression*, Second Edition, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, Calif., 2000.
- [8] Alexander Kolesnikov and Pasi Frilinti, "Data Reduction of Large Vector Graphics," *Pattern Recognition*, Vol.38, No.3, 2005.
- [9] Sun Xingchun and He Wenbin, "An accelerated algorithm for Douglas-Peucker algorithm," *SCIIINCE*, No.20, pp. 202-203, 2009.
- [10] 김준희, 이석환, 권성근, 박승섭, 권기룡, "GIS 벡터맵 폴리라인 워터마킹 방법," *한국멀티미디어 학회논문지*, 제13권, 제4호, pp. 582-593, Apl. 2010.



장 봉 주

2002년 부산외국어대학교 전자공학과 학사 졸업(공학사)
2004년 부산외국어대학교 전자컴퓨터공학과 석사 졸업(공학석사)
2007년~현재 부경대학교 정보보호협동과정 박사과정

2004년~2006년 (주)아크로옴 연구원
관심분야: 영상압축, 멀티미디어 정보보호, 임베디드 시스템



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



문 광 석

1979년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1981년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1989년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1988년 1월~12월 일본 동경대학교 공학부 연구원
1997년 8월~1998년 7월 미국 Jackson State University 객원교수
2006년 1월~2007년 2월 미국 North Carolina State University 객원교수
1990년 3월~현재 부경대학교 전자공학과 교수
관심분야: 영상신호처리, 적응신호처리 등



권 기 통

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

2000년~2001년 Univ. of Minnesota, Post-Doc.
1996년~2006년 부산외국어대학교 디지털정보공학부 부교수
2006년~현재 부경대학교 IT융합응용공학과 교수
2011년~현재 한국멀티미디어학회 정책자문위원
관심분야: 멀티미디어정보보호, 영상처리, 멀티미디어 통신 및 신호처리