
모바일 전송 효율 향상을 위한 공간 데이터 압축 기법의 설계

최진오*, 김진덕**, 문상호*

Design of Spatial Data Compression Methods for Improvement of Mobile Transmission Efficiency

Jin-Oh Choi*, Jin-Deog Kim**, Sang-Ho Moon*

요 약

컴퓨터와 통신 기술의 빠른 발전으로 모바일 인터넷 서비스의 요구가 급격히 증대하고 있다. 그러나 모바일 벡터 지도 서비스 환경에서의 가장 큰 걸림들은 큰 데이터 용량과 제한된 대역폭이다. 많은 가능한 해결방안 중 공간 데이터 압축 기법이 대역폭과 클라이언트에서의 대기 시간 축소에 공헌할 수 있을 것으로 기대된다. 본 논문은 공간 데이터를 압축하기 위한 2가지 기법을 제시한다. 하나는 공간 객체별로 기준 좌표 및 상대 좌표를 전송하는 상대좌표 변환 압축 기법이고 또 하나는 클라이언트 좌표로 서버에서 미리 좌표 변환하는 클라이언트좌표 변환 압축 기법이다. 이 두 압축 기법은 압축 효율과 응답시간을 측정하여 평가할 수 있다.

ABSTRACT

According to the rapid advance of computer and communication techniques, the request of mobile internet services is highly increasing. However, the main obstacles for mobile vector map service environments, are large data volume and narrow wireless bandwidth. Among the many possible solutions, spatial data compression technique may contribute to reduce the load of bandwidth and client response time. This thesis proposes two methods for spatial data compression. The one is relative coordinates transformation method, and the other is client coordinates transformation method. And, this thesis also proposes the system architecture for experiments. The two compression methods could be evaluated the compression effect and the response time.

키워드

mobile vector map, spatial data compression, vector data compression

1. 서 론

모바일 지도 서비스 환경에서는 서버가 이동 클

라이언트로 전송하는 지도 데이터는 문자 정보뿐만 아니라 공간 데이터를 포함하기 때문에 많은 정보량의 전송을 필요로 한다. 공간 데이터의 대용량

특성은 전송할 데이터의 큰 크기 때문에 전송 소요 시간도 길게 만든다. 뿐만 아니라 출력하는데 필요한 이동 클라이언트 장치의 메모리 용량이 커야 하는 문제점을 지니고 있다.

모바일 이동 장치를 통한 지도 서비스의 제한 사항은 크게 둘로 나눌 수 있다. 첫째, 이동 클라이언트 단말기의 자원(resource)이 제한적이다. 공간 데이터는 크기가 크기 때문에 출력을 위해서 많은 하드웨어 자원을 요구한다. 이동 장치에는 각각의 특성에 따라 디스플레이나 메모리 용량의 차이는 있지만 일반적으로 이동 가능한 장치로서 메모리와 출력장치의 용량이 기존의 컴퓨터에 비해 상당히 한정적이다. 이러한 제약 사항은 이동 단말기가 성공적으로 전송받은 지도 데이터를 정상적으로 출력하지 못하는 문제를 발생시킬 수 있다. 따라서 원본 지도 데이터의 크기를 해당 이동 클라이언트 장치에 맞추어 출력이 가능한 수준까지 단순화시켜 전송할 필요가 있다.

둘째, 무선 대역폭의 한계이다. 공간 데이터의 큰 용량 때문에 자료의 전송에 높은 대역폭을 요구한다. 무선 대역폭은 유선에 비해 크게 한정되어 있으므로 사용자가 원하는 지도 정보의 전송에 근본적인 어려움이 따르며, 너무 긴 응답 지연을 초래하게 된다. 응답 지연은 모바일 환경의 낮은 대역폭 문제뿐만 아니라 다소 취약한 통신 안정성 등의 특성으로 인해 발생하기도 한다. 응답 지연을 해결하기 위해서는 데이터양의 축소가 불가피하다.

이러한 제한 사항을 해결하기 위해서는 첫째, 서버에서 지도를 간소화하여 클라이언트로 전송할 필요가 있다. 이것은 클라이언트의 자원과 무선 대역폭의 한계를 극복하기 위해 반드시 필요한 해결책이다. 서버에서의 지도 간소화[1][2] 작업은 지도 일반화(generalization)연산들이 전형적으로 사용된다.

둘째, 서버에서 클라이언트로의 지도 전송에 있어서 높은 대역폭을 낮추기 위한 노력이 필요하다. 이는 공간 데이터를 압축하여 전송하는 방법이 대표적이다. 벡터 지도 서비스에서 공간 데이터는 좌표들의 리스트로서, 상당한 압축 효율을 기대할 수 있으며, 대역폭을 줄이는데 큰 효과를 얻을 수 있다.

본 논문은 모바일 벡터 환경에서 대역폭을 줄이기 위한 공간 데이터 압축 기법에 초점을 맞춘다. 공간 데이터의 압축 기법에서 고려되어야 할 사항들은 다음과 같다. 첫째, 데이터 압축-해제 비용과 대역폭 이득의 비교 평가이다. 데이터 압축 전송으로 긴 지연시간을 해소할 수 있지만, 서버에서의 압축과 클라이언트에서의 압축 해제에 소요되는 시간과 비용이 대역폭 감소의 이득에 비해 무시할 수 있는지 검토가 필요하다.

둘째, 다양한 압축 기법을 조사하고 각각의 성능과 특별한 장점을 평가해야 한다. 각각의 압축 기법에 따라 압축-해제 비용이 틀리며, 얻을 수 있는 대역폭 이득도 차이가 있다. 따라서 모바일 벡터 환경에서 공간 데이터의 압축에 가장 적합한 기법을 평가해야 하며, 필요하다면 새로운 압축 기법을 개발하여 제시할 필요가 있다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구를 소개하고, 3장에서 문제를 정의하며, 4장에서 압축 알고리즘들을 제시한다. 제시한 알고리즘들을 비교 평가하기 위한 시스템 설계는 5장에서 설명한다. 마지막으로 6장에는 결론 및 향후 연구 과제에 대해 논의한다.

II. 관련 연구

공간 데이터의 압축은 래스터 지도와 벡터 지도 모두에 적용 가능하다. 또한 공간 데이터 압축의 목적은 저장 공간의 절약과 전송 효율 향상에 있다. 최근까지의 관련 연구는 이미지 데이터의 압축과 벡터 지도의 저장 공간 축소에 집중되어 왔다.

[3][4][5]는 디렉터리(directory)를 이용하여 압축 해제 시 손실을 최소화하는 비가역 압축 기법을 제안하였다. 이는 PDA와 같은 휴대 장치에서 GPS(Global Positioning Service), LBS(Location Based System) 등의 응용을 위한 전자 지도 저장의 압축 효율을 극대화할 수 있는 유용한 기법이다.

[6]은 비가역 압축의 단점을 극복하기 위해 경험적(heuristics) 기법을 이용한다. 대용량 데이터의 높은 압축 효율을 얻기 위해 객체별 중요도 사전 지식을 이용한다.

본 논문에서는 비가역 압축과 같은 데이터 간소화 효과를 서버에서의 지도 일반화 기법으로 지원함을 가정한다. 따라서 서버에서 클라이언트로의 가역 압축 기법을 이용한 실시간 공간 데이터 압축 전송 기법들을 제시한다.

III. 문제 정의

그림 1은 벡터 방식으로 모바일 클라이언트에서 지도를 출력한 예이다. 지도 데이터베이스는 인터넷 검색 서비스를 목적으로 하는 상용 'Cybermap Server Ver 2.0'을 사용하였고, 모바일 벡터 서버 구현은 'JAVA 2 SE 및 JDBC'를, 모바일 벡터 클라

이언트 구현은 'JAVA 2 ME'를, 무선 단말기는 'SK-VM Phone Emulator Ver 1.1 (SCH-X230)'을 이용하였다.

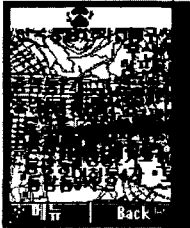


그림 1. 모바일 클라이언트에서의 지도 출력 예
Fig. 1 Map Display Example at Mobile Client

그림 1의 지도 출력 결과로부터, 첫째, 모바일 서비스를 고려하지 않고 제작된 일반 지도 데이터베이스로부터 추출한 지도는 모바일 환경에서 상당한 전송 지연을 예상할 수 있다. 둘째, 또한 이동 단말기 자원의 한계로 지도 판독이 어려운 문제점을 알 수 있다.

그림 1의 지도는 서버에서 총 5,432개의 포인트 데이터를 클라이언트로 전송한 결과 화면이다. 서버에서 1개의 포인트는 8byte(x, y 좌표 2개, 각 4byte)로 구성되므로 전송되는 데이터의 크기는 43,456byte이다. 모바일 단말기에서 이 용량의 데이터를 수신하기 위해서는 상당한 전송 지연이 발생한다.

그림 2는 이를 보이는 실험 결과이다[7]. 그림 2는 서버에서 전송하는 포인트 수에 따른 클라이언트에서의 지연 시간을 실험한 결과이다. 전송 지연 시간은 1,000 포인트를 기준으로 급격히 증가한다. 이는 휴대폰에서의 메모리 부족으로 인한 처리 지연으로 판단된다. 이 통신 지연시간은 그때그때의 통신망 상태에 따라 가변적일 수 있지만, 근본적으로는 전송되는 포인트 수에만 관련이 있다.

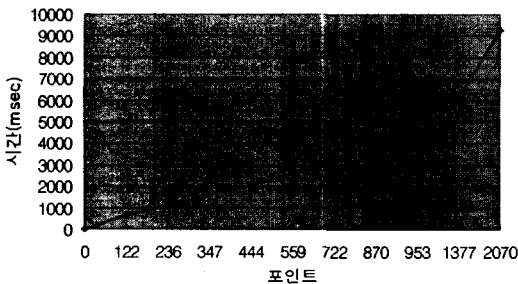


그림 2. 전송 포인트 수에 따른 전송지연
Fig. 2 Transmission Delay by the number of Transmission Points

따라서 모바일 지도 서비스에서 가장 핵심이 되는 사항 중 하나는, 고비용의 무선 대역폭을 줄이고, 서비스가 불가능할 정도의 클라이언트 대기시간을 줄이는 기술이다. 이는 서버에서 데이터를 압축하여 클라이언트로 전송함으로써 상당한 효과를 기대할 수 있다.

IV. 지도 압축 모델

데이터 압축은 문자, 이미지, 동영상, 사운드 등 미디어의 종류에 따라 각각 효율적인 기법들이 사용되고 있다. 문자 미디어의 경우 RLE(Run-Length Encoding), 가변길이코드(Variable-Length Code) 등이 유용하며, 높은 압축률이 요구되는 이미지, 동영상, 사운드 등의 미디어에는 가치 없는 정보를 버리는 비가역 압축 기법들이 사용된다.

벡터 지도는 좌표의 연속 리스트로 데이터가 구성되므로 문자 미디어에 가깝다. 그러나 2차원 이미지를 수치로 표현한 것이므로 단순한 문자어와는 차이가 있다. 또한, 서버에서 전송되는 벡터 데이터는 클라이언트에서 좌표 변환이라는 가공 작업을 거치는 특성을 지니고 있다.

본 논문에서는 벡터형식으로 전송되는 공간 데이터에 적합한 압축 기법 2가지를 제안한다. 이는 압축 효율이 높고 압축-해제 방법이 간단하다는 장점이 있다. 첫째, 상대좌표 변환 기법, 둘째, 클라이언트좌표 변환 기법이다.

상대좌표 변환 압축 기법은 공간 객체별로 하나의 기준점은 그대로 전송하고 나머지 좌표들은 이 기준점에서의 상대 거리로 변환하여 전송하는 방법을 취한다. 지도 데이터베이스에서 사용하는 좌표계는 최소 4byte로 표현가능하다. 하나의 공간 객체를 구성하는 좌표들은 대부분 1~2byte의 상대적 거리를 가지기 때문에 압축 효율을 기대할 수 있다.

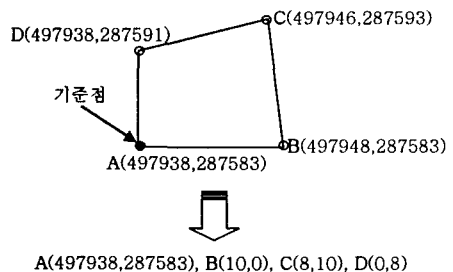


그림 3. 상대좌표 변환 압축 기법
Fig. 3 Relative Coordinator Transformation Compression Method

그림 3은 이 압축 기법을 설명하고 있다. 이 그림에서 사각형의 공간 객체는 4개의 x,y 좌표 쌍으로 구성되며 총 32byte 크기를 가진다. 그러나 상대좌표 변환 기법을 사용하면, 상대 좌표는 1byte로 표현가능하기 때문에 14byte로 압축이 가능하다.

모바일 지도 서비스 환경에서 이동 단말기는 상당히 제한적인 출력 화면을 가지고 있다. 예를 들어, 삼성 SCH-X230 휴대폰 모델의 경우 120 X 133 픽셀의 해상도 출력 캔버스를 사용한다. 그리고 서버에서 전송하는 8byte 크기의 한 포인트는 클라이언트에서 이 출력 캔버스의 좌표로 다시 변환된다. 이 이동 단말기의 좌표로는 한 포인트 당 2byte면 표현가능하다. 따라서 서버에서 미리 공간 객체의 좌표를 클라이언트 출력 캔버스 좌표로 변환하여 전송한다면 데이터 압축 효과를 얻을 수 있다. 단, 서버에서 전송할 클라이언트의 캔버스 크기를 미리 알고 있어야 한다.

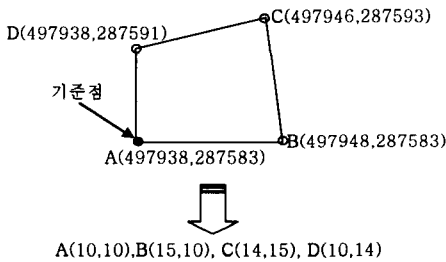


그림 4. 클라이언트좌표 변환 압축 기법

Fig. 4 Client Coordinator Transformation Compression Method

그림 4는 클라이언트좌표 변환 기법을 설명하고 있다. 이 그림에서 사각형의 공간 객체는 4개의 x,y 좌표 쌍으로 구성되며 총 32byte 크기를 가진다. 그러나 클라이언트좌표 변환 기법을 사용하면, 모든 좌표는 1byte로 표현가능하기 때문에 8byte로 압축이 가능하다. 따라서 이 기법이 상대좌표 변환 압축 기법보다 우수한 압축 효율을 보일 것으로 기대된다.

V. 시스템 구조 설계 및 실험 계획

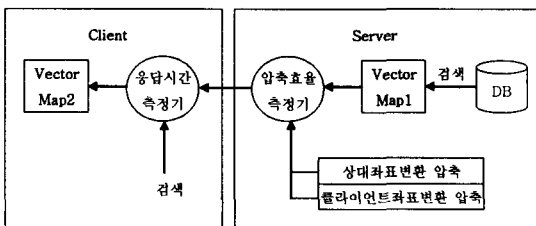


그림 5. 실험 평가를 위한 시스템 구조
Fig. 5 System Architecture for Experiment Evaluation

본 논문에서 제안한 공간 데이터 압축 기법은 실험을 통하여 효율과 장단점을 평가할 필요가 있다. 본 장에서는 실험 평가를 위한 시스템 구조를 설계한다. 그림 5는 전체 시스템의 구조를 보이고 있다.

그림 5에서 지도 데이터베이스로부터 검색된 벡터 지도는 상대좌표 변환 압축 기법 또는 클라이언트 좌표 변환 압축 기법을 사용하여 압축한 후 바로 클라이언트로 전송된다. 클라이언트에서는 벡터 지도 브라우저 모듈이 전송받은 벡터 데이터를 화면에 그려서 출력한다. 서버 측의 압축 효율 측정기는 각 압축을 시행하면서 압축 정도와 소요 시간을 계산하여 수치화한다.

클라이언트 측의 응답시간 측정기는 특정 지도를 서버에 요청한 시점부터 지도가 전송 복원 완료될 때까지의 총 소요 시간을 측정하여 한다.

표 1. 실험 평가 계획 및 예측
Table. 1 Experiment Evaluation Plan and Estimate

평가 항목	압축 효율		복원 효율	전송 효율
	압축 효율	압축 시간		
고밀도 지도	2-1-3	3-1-2	2	?
저밀도 지도	2-1-3	3-1-2	2	?

표 1은 설계한 시스템 구조를 이용한 실험 평가 계획이다. 표 1에서 1은 상대좌표변환 압축기법을, 2는 클라이언트좌표변환 압축기법을, 그리고 3은 압축을 하지 않는 경우이다. 압축 효율은 2-1-3, 압축 시간은 3-1-2의 순서가 예측된다. 그러나 전송 효율은 클라이언트에서 서버로 지도를 요청한 직후부터 지도를 전송받아 복원하기까지의 총 시간으로, 압축 효율, 압축 시간, 그리고 복원효율의 3 요소에 의해 결정된다. 이를 고밀도 지도와 저밀도 지도로 나누어 실험 평가해 볼 필요가 있다.

VI. 결론 및 향후 과제

공간 데이터는 기존의 미디어들과 다른 특성을 지니며, 모바일 벡터 지도 서비스라는 특수한 환경을 고려하여야 하므로, 전송할 공간 벡터 데이터를 위해 기존의 압축 기법을 그대로 적용할 수 없다.

따라서 본 논문에서는 공간 객체별로 기준 좌표 및 상대 좌표를 전송하는 상대좌표 변환 압축 기법과 클라이언트 좌표로 서버에서 미리 좌표 변환하는 클라이언트좌표 변환 압축 기법을 제안하였다.

그리고 압축 효과를 평가하기 위한 시스템 구조를 설계하고 제시하였다. 마지막으로 전송 효율을 평가하기 위해서 실시할 평가 항목과 실험 계획을 보였다.

향후, 본 논문에서 제안한 압축 기법과 시스템을 구현하고 실험을 실시하여 다양한 요소들을 평가하는 연구가 필요하다. 또한 비가역 압축 기법의 사용 여부에 대한 추가적 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Ruas, Anne, "A method for building displacement in automated map generalization", *International Journal of Geographical Information Science*, Vol.12, No.8, 1998
- [2] Dettori, G. and Puppo, E., "Designing a Library to Support Model-Oriented Generalization", *ACM Int. Symp. on Advances in GIS, United States*, 1998
- [3] D. Salomon, "Data Compression : the Complete Reference 2nd", Springer-Verlag, 2000
- [4] S. Shekhar, Y. Huang, J. Djughash, "Dictionary Design Algorithms for Vector Map Compression", *Proceedings of the Data Compression Conference IEEE Computer Society*, 2002
- [5] S. Shekhar, Y. Huang, J. Djughash, C. Zhou, "Location-based services and mobile computing: algorithms: Vector map compression: a clustering approach", *Proceedings of the tenth ACM international symposium on Advances in GIS*, 2002
- [6] C. Bajaj, S. Park, I. Ihm, "Visualization-Specific Compression of Large Volume Data", *Ninth Pacific Conference on Computer Graphics and Applications*, 2001
- [7] 김미란, 최진오, "모바일 벡터지도 서비스를 위한 클라이언트/서버 시스템의 설계 및 구현" *한국 정보처리학회 논문지*, 제 9-D권 5호, 2002.10.

저자소개

최진오(Jin-Oh Choi)



1991년 부산대학교 컴퓨터공학과 공학사
 1995년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학석사
 2000년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학박사

1998. 3~2000. 2 경동대학교 정보통신공학부 전임강사

2000. 3~현재 부산외국어대학교 컴퓨터공학부 조교수

※관심분야 : 공학데이터베이스, 지리정보시스템, 모바일 GIS

김진덕(Jin-Deog Kim)



1993년 부산대 컴퓨터공학과(공학사)
 1995년 부산대 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
 2000년 부산대 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)

1998.3~2001.2 부산정보대학 정보통신계열 전임강사

2001.3~현재 동의대학교 컴퓨터공학과 조교수

※관심분야 : 객체 지향 DB, GIS, 공간 질의, 공간 색인, 이동체 데이터베이스, LBS, 텔레매틱스

문상호(Sang-Ho Moon)



한국기계연구원 정보지원실 연구원
 부산대학교 컴퓨터공학과 공학석사
 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사

위덕대학교 컴퓨터공학부 조교수
 부산외국어대학교 컴퓨터공학부 조교수
 ※관심분야 : GIS, 공간DB, 데이터마이닝, GIS표준, 정보시스템 관리