
모바일 전송 효율 향상을 위한 공간 데이터 압축 기법의 설계 및 구현

최진오*

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

Jin-Oh Choi*

이 논문은 2005년도 부산외국어대학교 학술연구조성비에 의해 연구되었음

요 약

모바일 벡터 지도 서비스 환경에는 공간 데이터의 특성상 큰 데이터 용량으로 인한 단말기 리소스 부족과 전송 시간 지연과 같은 애로사항이 존재한다. 정상적인 모바일 벡터 지도 서비스가 이루어지기 위해서는 이러한 문제점들을 극복하기 위한 대책들이 필요하다. 그 중에서 공간 데이터 압축 기법은 대역폭과 클라이언트에서의 대기 시간 축소에 도움을 줄 수 있다. 하지만 압축과 복원에 소요되는 오버헤드가 전체 효율에 미치는 영향도 함께 고찰할 필요가 있다.

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 클라이언트 좌표 변환 압축 기법이다. 그리고 구현 실험으로 그 효과와 효율을 평가한다.

ABSTRACT

In the mobile vector map service environments, there are problems like as terminal resource shortage and transmission delay for the characteristics of large spatial data. For the normal mobile vector map services, some techniques are required to overcome the problems. Spatial data compression approach is one of the techniques to reduce the bandwidth and the waiting time at clients. However it also must be considered that the effect on total efficiency caused by the overhead of compression and restoration time

This thesis proposes two spatial data compression techniques. First approach is to get relative coordinates to first coordinate of each object. The other approach is to compute client coordinates before transmission. Through the implementation and experiments, proposed techniques are evaluated the compression effects and efficiency.

키워드

mobile vector map, spatial data compression, vector data compression

I. 서 론

모바일 지도 서비스 환경에서는 서버가 이동 클라이언트로 전송하는 지도 데이터는 공간 데이터를 포함하기 때문에 많은 정보량의 전송을 필요로 한다. 공간 데이터의 대용량 특성은 전송 소요 시간이 길뿐만 아니라 이동 클라이언트 장치의 메모리 용량 문제도 지니고 있다.

모바일 이동 장치를 통한 지도 서비스의 제한 사항은 크게 둘로 나눌 수 있다. 첫째, 이동 클라이언트 단말기의 자원(resource)이 제한적이다. 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 요구하며 긴 응답 지연을 초래하게 된다. 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(vector) 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 압

축-해제 비용이 틀리며, 얻을 수 있는 대역폭 이득도 차이가 있다. 따라서 모바일 벡터 환경에서 공간 데이터의 압축에 가장 적합한 기법을 평가해야 한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구를 소개하고, 3장에서 지도 압축 모델과 알고리즘들을 제시한다. 제시한 알고리즘들을 구현하여 비교 평가한 결과는 4장에서 보인다. 끝으로 5장에서 결론 및 향후 연구 과제에 대해 논의한다.

II. 관련 연구

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 전자지도 저장 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 중요도에 대한 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. 지도 압축 모델

이 장에서는 모바일 지도 서비스 환경에서 압축의 필요성을 보이고 구체적인 압축 모델을 제시한다.

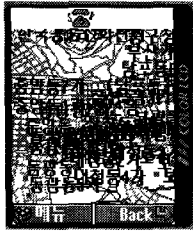


그림 1. 모바일 클라이언트에서의 지도 출력 예
Fig. 1. Map Display Example at Mobile Client

그림 1은 벡터 방식으로 모바일 클라이언트에서 지도를 출력한 예이다. 그림 1에서 이동 단말기 자원의 한계로 지도 관독이 어려운 문제점을 발견할 수 있다. 뿐만 아니라 모바일 환경에서 상당한 전송 지연을 예상할 수 있다.

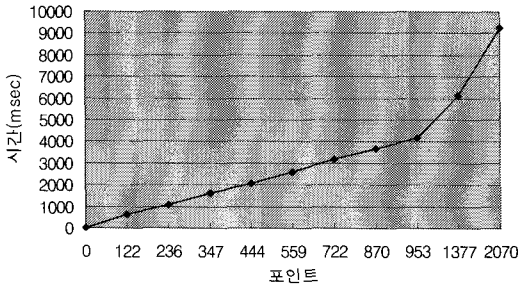


그림 2. 전송 포인트 수에 따른 전송지연
Fig. 2. Transmission Delay by the number of Transmission Points

그림 2는 전송 지연을 보이는 실험 결과이다[7]. 그림 1의 지도는 서버에서 총 5,432개의 포인트 데이터(1개의 포인트는 8byte, 총 43,456byte)를 클라이언트로 전송한 결과 화면이다. 전송 지연 시간은 1,000 포인트를 기준으로 급격히 증가한다. 이는 휴대폰에서의 메모리 부족으로 인한 처리 지연으로 판단된다. 이 통신 지연시간은 그때 그때의 통신망 상태에 따라 가변적일 수 있지만, 근본적으로는 전송되는 포인트 수에만 관련이 있다.

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.

데이터 압축은 문자, 이미지, 동영상, 사운드 등 미디어의 종류에 따라 각각 효율적인 기법들이 사용되고 있다. 벡터 지도는 좌표의 연속 리스트로 데이터가 구성되므로

문자 미디어에 가깝다. 그러나 2차원 이미지를 수치로 표현한 것이므로 단순한 문자 미디어와는 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. 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 표현 가능하다. 하나의 공간 객체를 구성하는 좌표들은 대부분 1~2byte의 상대적 거리를 가지기 때문에 압축 효율을 기대할 수 있다.

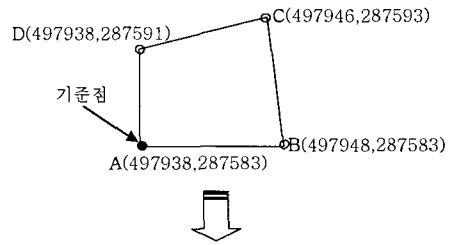


그림 3. 상대좌표 변환 압축 기법
Fig. 3. Relative Coordinator Transformation Compression Method

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.

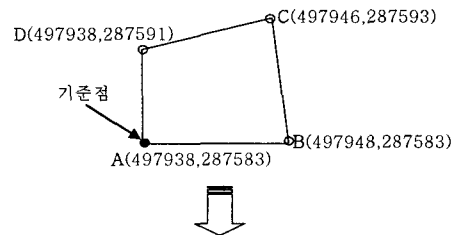


그림 4. 클라이언트좌표 변환 압축 기법
Fig. 4. Client Coordinator Transformation Compression Method

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 2byte만 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 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.

IV. 구현 및 평가

본 장에서는 실험 평가를 위한 시스템 구조 및 구현 환경을 설명하고 실험 결과를 평가한다. 그림 5는 전체 시스템의 구조를 보이고 있다.

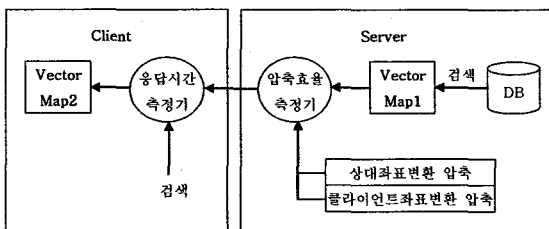


그림 5. 실험 평가를 위한 시스템 구조
Fig. 5. System Structure for Experiments

그림 5에서 지도 데이터베이스로부터 검색된 벡터 지도는 상대좌표 변환 압축 기법 또는 클라이언트좌표 변환 압축 기법을 사용하여 압축한 후 바로 클라이언트로 전송된다. 클라이언트에서는 벡터 지도 브라우저 모듈이 전송 받은 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.

구현 환경은 다음과 같다.

- 서버 : Compaq Alphaserver DS10, JAVA 2 SE JDBC
- 지도데이터베이스 : Cybermap Server Ver 2.0, My SQL Ver 11.13
- 클라이언트 : Windows XP PC, SK-VM Phone Emulator Ver 1.1, (삼성전자 SCH-X350)

본 논문에서의 실험 결과 값은 동일한 조건의 무작위 100개 지역 지도에 대한 평균값을 구하였다. 또한 시간 측정은 통신 환경의 가변성을 고려하여 동일한 조건에서 10회 반복 측정 후 평균값을 취하였다. 그리고 각 실험은 대축척(1:5000)과 소축척(1:25000)의 지도에서 반복하였다. 실험은 각 압축 기법들의 압축 시간과 복원 시간, 압축 효율, 그리고 총 응답시간 등을 평가하였다. 각 실험 결과 그래프에서 범례 1은 클라이언트좌표 압축 기법을, 2는 상대좌표 압축 기법을, 그리고 3은 압축을 하지 않는 방법을 지칭한다.

그림 6은 서버에서 각 기법들의 압축 소요 시간을 비교한 결과이다. 여기서 클라이언트 좌표 압축 기법이 압축 소요 시간이 가장 긴 것으로 나타났다. 이는 서버에서 미리 클라이언트 좌표계로 좌표 변환하는 과정이 상대좌표 압축 기법보다 복잡하기 때문이다. 또한 이 격차는 데이터 크기가 큰 소축척 지도에서 비례하여 더 커짐을 알 수 있다. 참고로, 대축척에서의 평균 지도 크기는 25,013byte이며, 소축척에서는 67,744byte이었다.

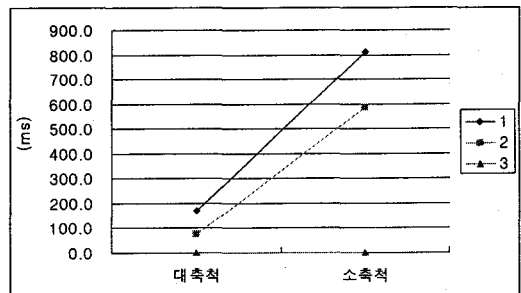


그림 6. 서버에서의 압축 시간 비교
Fig. 6. Server Compression Time

그림 7은 클라이언트에서 각 기법들의 압축 복원 소요 시간을 비교한 결과이다. 여기서 상대좌표 압축 기법이 복원 소요 시간이 가장 긴 것으로 나타났다. 이는 클라이언트에서 절대좌표계 변환한 후 다시 클라이언트 좌표계로 변환하는 과정을 거쳐야 하기 때문이다. 압축을 하지 않은 경우는 클라이언트 좌표계 변환 과정만 거친다.

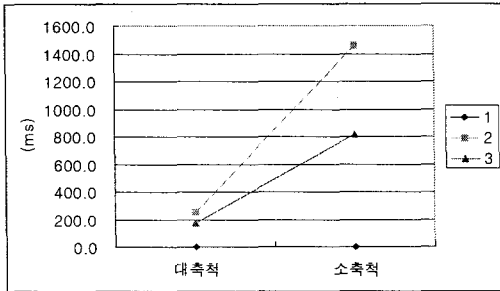


그림 7. 클라이언트에서의 복원 시간 비교
Fig. 7. Client Decompression Time

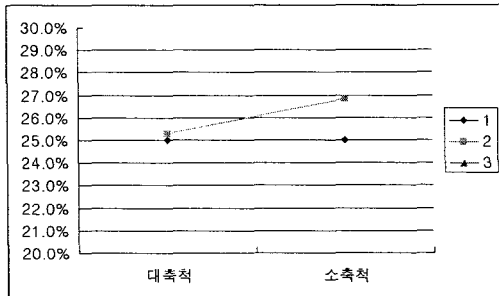


그림 8. 압축 효율 비교
Fig. 8. Compression Efficiency

그림 8은 각 압축 기법들의 압축 효율을 비교한 결과이다. 압축을 하지 않은 원본 데이터 크기를 100%로 잡았을 때 클라이언트좌표 압축 기법이 약 25%로 압축하는 효율을 보였다. 상대좌표 압축 기법은 데이터의 크기가 커질수록 압축되지 않는 기존 좌표의 수가 늘어나기 때문에 상대적으로 압축 효율이 조금씩 떨어짐을 알 수 있다.

그림 9는 클라이언트에서 각 압축 기법들의 총 전송 시간을 비교한 결과이다. 여기서 클라이언트좌표 압축 기법이 가장 우수한 성능을 보였다. 이 기법은 그림 6에서와 같이 서버에서의 압축 시간이 가장 긴 단점이 있으나 이는 높은 압축 효율과 복원 효율로 상쇄되기 때문이다. 더구나, 이 실험 결과에서 알 수 있는 것은 서버에서 클라이

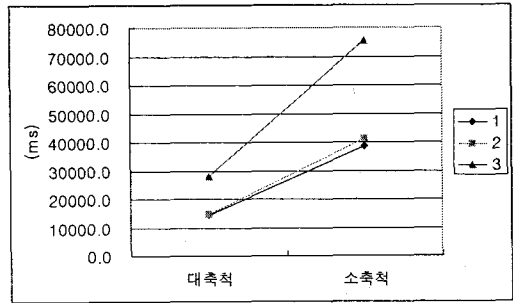


그림 9. 클라이언트 응답시간 비교
Fig. 9. Client Response Time

엔트로의 전송 시간이 전체 전송 시간의 대부분을 차지한다는 것이다. 압축 기법을 사용한 경우가 하지 않은 경우의 약 2배 이상 성능 향상을 보이는데 이는 높은 압축 효율 때문에 전송할 데이터의 크기가 줄어들었기 때문이다.

V. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 공간 데이터의 특성을 고려한 압축 기법들을 제안하였다. 제안한 기법들은 모바일 환경에서 벡터 지도 데이터의 구조와 전송 방식의 특성을 고려하여 개발하였다. 이 압축 기법들은 대역폭을 줄여 전송 효율을 높일 수 있도록 고안되었다. 각 기법은 공간 객체별 기준 좌표 및 상대 좌표를 전송하는 상대좌표 변환 압축 기법과 클라이언트 좌표로 서버에서 미리 좌표 변환하는 클라이언트좌표 변환 압축 기법이다.

또한 제안한 압축 기법들을 구현 실험하기 위한 시스템 구조를 설계하고 제시하였다. 구현 결과는 각 압축 기법의 압축 시간, 복원 시간, 압축 효율, 전송 효율 등을 평가할 수 있었다.

실험 결과에서 압축 시간은 상대좌표 압축 기법이, 복원 시간과 압축 효율은 클라이언트좌표 압축 기법이 우수한 것으로 밝혀졌다. 그리고, 전송 시간을 포함한 전체 클라이언트 응답시간에서 클라이언트 좌표 압축 기법이 다소 우수한 것으로 평가되었다. 또한 두 압축 기법 모두 높은 압축 효율로 인하여 압축을 하지 않은 경우에 비해 2배 이상의 전송 효율 향상을 보였다.

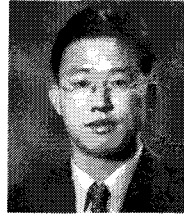
향후, 본 논문에서 제안한 압축 기법의 실험 결과를 수학적 모형으로 형식화 할 필요가 있으며, 비가역 압축 기법의 사용 여부에 대한 추가적 연구가 필요하다.

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. Djugash, "Dictionary Design Algorithms for Vector Map Compression", Proceedings of the Data Compression Conference IEEE Computer Society, 2002
- [5] S. Shekhar, Y. Huang, J. Djugash, 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 컴퓨터
공학과 공학석사

2000년 부산대학교 대학원 컴퓨터
공학과 공학박사

1998.3~2000.2 경동대학교 정보통신공학부 전임강사

2000.3 ~ 현재 부산외국어대학교 컴퓨터공학부 부교수

※ 관심분야 : 공학데이터베이스, 지리정보시스템, 모바일 GIS