

모바일 GIS를 위한 클라이언트-서버 시스템에서 캐싱기법 연구

김진덕* · 김미란** · 최진오**

*동의대학교 · **부산외국어대학교

A Study on Caching Methods in Client-Server Systems for Mobile GIS

Jin-Deog Kim · Mi-Ran Kim · Jin-Oh Choi

Donggeui University · Pusan University of Foreign Studies

E-mail : jdk@donggeui.ac.kr

요 약

클라이언트에서 검색한 지도를 스크롤할 경우 이미 전송 받은 객체를 캐싱하여 무선 데이터 전송량을 줄일 수 있지만, 클라이언트 내에서 데이터 좌표 변환, 선택적인 객체 삭제, 압축 단계가 부가적으로 요구된다. 특히 좌표 변환 연산은 모바일 휴대폰의 낮은 계산 능력, 적은 메모리 용량 등과 같은 제한적 자원으로 많은 시간이 요구된다. 따라서 휴대폰 기반 모바일 지도 서비스에서 효과적인 지도 제어 연산을 수행하기 위해서는 휴대폰의 제한적인 자원을 극복함과 동시에 무선 네트워크 대역폭을 줄이는 방안이 연구되어야 한다. 이 논문에서는 클라이언트-서버 시스템에서 이미 전송 받은 객체의 효율적인 캐싱 기법을 제안하고자 한다. 또 캐싱된 데이터의 재이용과 원시 데이터의 재전송 방법의 장단점에 분석하고자 한다.

ABSTRACT

Although the reuse of the cached data for scrolling the map reduces the amount of passed data between client and server, it needs the conversions of data coordinates, selective deletion of objects and cache compaction at client. The conversion is time intensive operation due to limited resources of mobile phones such as low computing power, small memory. Therefore, for the efficient map control in the vector map service based mobile phone, it is necessary to study the method for reducing wireless network bandwidth and for overwhelming the limited resources of mobile phone as well. This paper proposes the methods for caching pre-received spatial objects in client-server systems for mobile GIS. We also analyze the strengths and drawbacks between the reuse of cached data and transmission of raw data respectively.

키워드

GIS, 모바일 벡터지도 서비스, 캐싱기법, J2ME

1. 서 론

최근 무선 인터넷의 급속한 확산과 휴대장치 기술의 발전으로 모바일(Mobile) 지도 서비스가 보편화되고 있다. 이동이 자유로운 휴대 장치는 향후 정보 소비의 주체가 된다는 점을 감안할 때 모바일 지도 서비스는 GPS(Global Positioning System)와 연동한 위치 기반 시스템(LBS : Location Based System), 물류 관리 시스템, 관광지 안내 등 많은 응용 분야를 창출할 것이다. 특히 보급률이 매우 높은 휴대폰에서의 지도 서비스는 대표적인 콘텐츠가 될 것이다.

무선 인터넷 응용의 구현은 크게 WAP 기반과 JAVA 기반으로 나누어진다. 최근에는 이식성과 동

적 애플리케이션 다운로드의 장점으로 인해 JAVA의 J2ME가 많이 사용되고 있다[1]. 그러나 지금까지 휴대폰 기반 모바일 지도 서비스는 WAP 기반 시스템으로서 비교적 간단한 구조인 래스터(Raster) 방식의 공간 데이터 구조를 이용한다. 그렇지만 래스터 데이터는 일반적으로 벡터(Vector) 데이터에 비해 용량이 클 뿐만 아니라 축소 확대 및 질적 저하가 발생한다.

모바일 지도 서비스는 위치 추적 정보 시스템이 다양하게 구현되고 있으며, 특히 차량 위치 추적을 통한 인근의 다양한 멀티미디어 정보 전송이 가능하다[2]. 그러나, 주로 PDA를 통한 서비스[3]로 이루어지고 있다.

이 논문에서 구현한 시스템은 서버 모듈과 클라이언트 모듈로 나뉜다. 서버 모듈은 JAVA 2 SE(Standard Edition)로 구현하였고 클라이언트 모듈은 JAVA 2 ME(Micro Edition)로 구현하였다 [1]. 여기서, JAVA 기반으로 시스템을 설계하고 구현함으로써 얻을 수 있는 장점은, 첫째, 모바일 환경에서의 이식성 문제가 해결될 수 있다. 둘째, 기존의 WAP 기반 서비스에서 제약되었던 벡터지도 서비스가 가능하게 되었다.

한편 GIS 응용 프로그램에서는 스크롤, 축소, 확대와 같은 지도 제어(Map Control) 연산이 빈번하게 발생한다. 래스터 데이터는 데이터 구조적인 측면에서 각 객체들을 독자적으로 관리하거나 처리할 수 없지만, 벡터 데이터 구조는 각 객체를 처리가 가능하다. 즉, 래스터에서는 별로 고려할 것이 없는 지도 제어 연산이지만, 벡터에서는 다양한 방법을 적용할 수 있다는 것이다. 그러므로 지도 제어 시 이미 캐싱된 공간 객체를 효율적으로 활용할 수 있는 기법이 연구되어야 한다. 따라서 이 논문에서는 무선 데이터 전송량과 휴대폰의 낮은 계산 능력을 감안한 효율적인 캐싱 기법을 제안하고자 한다. 또 제한한 캐싱 기법에 관한 분석을 실시하여 캐싱된 데이터의 재이용과 원시 데이터의 재전송의 선택 기준을 도출하고자 한다.

이 논문의 구성은 2장에서 휴대폰 기본 모바일 지도 서비스 시스템을 간단히 소개하고, 3장에서는 시스템의 지도 제어 결과를 살펴본다. 4장에서 지도 제어 시 캐싱 기법을 소개하며, 캐싱 데이터의 재이용과 원시 데이터의 재전송 방법의 장단점을 살펴본다. 그리고 5장에서 결론을 맺는다.

II. 시스템 구조 및 처리 메카니즘

본 논문에서 적용하는 시스템 구조는 크게 두 모듈로 나뉜다. 첫째, 지도 데이터베이스로부터 벡터 데이터를 수집하여 클라이언트로 전송하는 모바일 벡터 서버 모듈, 둘째, 서버로부터 전송 받은 벡터 데이터를 휴대폰 단말기의 출력 창에 지도를 출력하는 모바일 벡터 클라이언트 모듈이다. 구현 환경은 다음과 같다.

- 서버 호스트 : Compaq Alphaserver DS10
- 지도 데이터베이스 : Cybermap Server Ver 2.0
- 속성 데이터베이스: Mysql
- 무선 단말기 : SK-VM Phone Emulator Ver 1.1

모바일 벡터 서버 모듈과 클라이언트 모듈의 시스템 처리 메커니즘은 그림 1과 같다. 처음, 무선 단말기에 응용프로그램이 로딩(loading)이 되면(①), 클라이언트는 사용자가 검색하고자 하는 시설물 명과 단말기의 출력 화면 해상도를 서버로 전송한다(②). 서버는 속성정보 데이터베이스로부터 검색한 시설물 리스트를 클라이언트로 전송하여(③) 사용자가 정확히 검색하고자 하는 시설물 명을 넘겨 받는다(④). 서버는 지도 데이터베이스로부터 그 시설물이 포함된 영역의 벡터데이터를 질의하여(⑤) 객체

로 저장한다(⑥). 그 다음, 지도 Generalization 작업 [4]과 Filtering 작업[1] 수행하여 벡터 데이터의 볼륨을 축소시킨다(⑦). 이 결과 간소화된 벡터 데이터를 클라이언트로 전송한다(⑧). 이후 클라이언트는 사용자의 요구에 따라 지도 제어 메시지를 서버로 전송하여 필요한 데이터를 추가로 전송 받는다(⑩⑪).

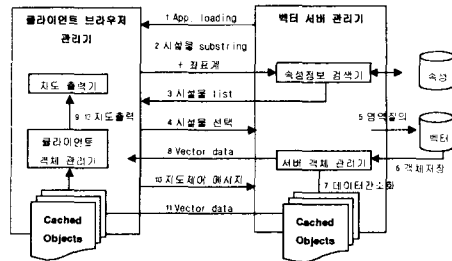


그림 1. 처리 메커니즘

서버 객체 관리기와 질의한 벡터 데이터를 서버 캐쉬에, 클라이언트 객체 관리기는 서버로부터 전송 받은 벡터 데이터를 클라이언트 캐쉬에 각 객체로 저장한다. 벡터 데이터의 임시 저장 객체 모델은 그림 2와 같다. 그림 2에서 지도는 여러 개의 레이어로 구성되며 각 레이어는 여러 개의 Geometry로 구성된다. 그리고 Geometry는 점, 선, 면의 세 가지 유형을 갖는다. 단, 하나의 레이어는 한 유형의 Geometry만 갖는다.

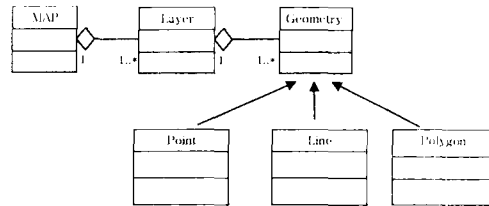
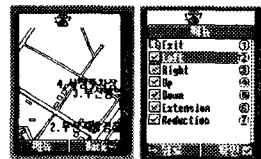


그림 2. 임시 저장 객체 모델

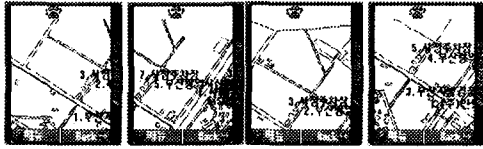
III. 지도 제어 결과

그림 3.(a)는 클라이언트에서 시청을 입력한 후 부산 시청을 선택한 후 서버로부터 전송 받은 벡터 지도를 화면에 출력한 예이다. 그림 3.(b)는 좌, 우, 상, 하의 스크롤과 확대 및 축소와 같은 지도 제어 명령 클라이언트 화면이다.

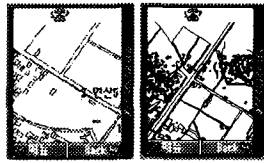


(a) 기본 출력 (b) 지도제어창
그림 3. 기본 출력 및 지도제어창

그림 4는 각각 상하 좌우로 스크롤 한 예이다. 이때 각각 50%씩 이동하게 된다. 그림 5.(a)는 좌 스크롤을 두 번 수행한 결과이며, 그림 5.(b)는 축소 명령을 수행한 결과이다.



(a)좌 (b)우 (c)상 (d)하
그림 4. 스크롤



(a) 좌 & 좌 (b) 축소
그림 5. 좌우두번, 축소

IV. 캐싱 기법

지도 제어는 크게 스크롤, 축소, 확대의 3명령으로 구분할 수 있다. 이와 같은 지도 제어 명령이 발생했을 경우 기존의 캐싱된 객체를 재이용 하는 방법과 해당 영역의 모든 객체를 서버로부터 재전송 받는 방법이 있다. 각각의 명령이 수행될 때 모바일 클라이언트에서 캐싱된 객체를 재이용하는 방법과 재전송 방법 또한 다르다.

(1) 스크롤 명령

① 재전송

- 서버 : 이미 캐싱된 객체와 상관없이 현재 그림 6과 같이 질의 영역으로부터 50% 이동한 새로운 질의 영역을 생성한 뒤 벡터데이터를 질의하여(그림 1.5) 객체를 검색한 뒤 휴대장치의 좌표체에 맞게 변환한 뒤 클라이언트로 전송.

- 클라이언트 : 새롭게 전송 받은 객체를 화면상에 출력. 기존 캐싱된 객체를 모두 삭제한 뒤 새롭게 검색된 객체가 캐싱됨.

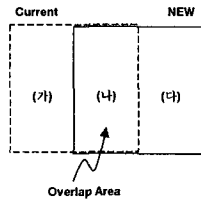


그림 6. Right 명령 수행

② 재이용

- 서버 : 이미 캐싱된 영역(그림 6.나)은 처리대상에서 제외하고 새로운 영역(그림 6.다)을 위한 질의 영역을 생성한 뒤 벡터 데이터를 검색한 뒤

클라이언트로 전송. 이때 기존 캐싱된 객체 중 약 절반정도는 좌표변환만을 수행하고, 나머지 절반은 질의로 검색된 객체가 캐싱됨.

-클라이언트 : 기존에 캐싱된 객체 중 절반은 새로운 출력 영역에 맞게 좌표변환을 수행해야 하며, 나머지는 서버로부터 전송 받은 객체가 캐싱됨. 이때 모바일 휴대 장치의 낮은 계산 능력으로 좌표변환을 위한 연산에 다소의 비용이 요구되며, 그림 7과 같이 클라이언트 메모리 내에 캐싱된 객체의 선택적인 삭제와 압축(compaction)을 위한 추가 비용이 요구됨.

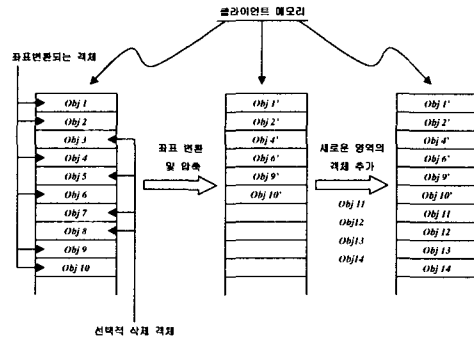


그림 7. 캐쉬 데이터 관리 순서

(2) 확대 명령

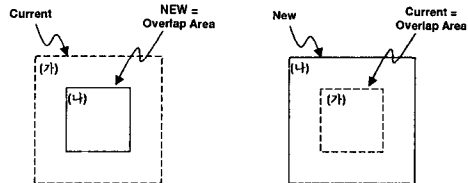
① 재전송

-서버 : 서버는 현재 질의 영역의 중심점을 기준으로 상하좌우가 각각 50% 축소된 새로운 질의 영역을 생성한 뒤 벡터데이터를 질의하여 객체를 검색한 뒤 휴대장치의 좌표체에 맞게 변환하고 벡터데이터를 클라이언트로 전송. 확대명령으로 보다 자세한 지리 정보가 검색되어야 하므로 본 시스템에서는 표 1과 같이 8단계로 자료 전송 레이어를 조절함. 즉, 확대될수록 아래단계로 진행되어 출력되는 지역은 줄어들지만 보다 많은 레이어가 서버로부터 클라이언트로 전송됨. 최종적으로 8단계이면 모든 레이어가 출력됨.

표 1. 확대/축소단계

1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계
전국	시도	군군	농면	고을	마을	동네	가옥

- 클라이언트 : 새롭게 전송 받은 객체를 화면상에 출력. 이 때 기존 캐싱된 객체를 모두 삭제한 뒤 새롭게 검색된 객체가 캐싱됨.



(a) 확대 (b) 축소
그림 8. 확대/축소 명령 수행

② 재이용

- 서버 : 서버는 중첩된 영역(그림 8.a.나)에 대해서 새로운 질의 영역을 설정하고, 확대로 인해 새롭게 추가되는 레이어에 대해서만 질의를 수행하여 검색한 뒤 클라이언트로 전송. 즉, 확대로 인해 중첩된 영역은 기존 영역 내에 존재하므로 서버에서는 현재 레이어들에 관한 정보는 추가 전송이 생략되며, 확대로 인해 요구되는 새로운 레이어는 해당 질의 영역 내의 모든 원소를 클라이언트로 전송함.
- 클라이언트 : 현재 캐싱된 객체 중 중첩영역 내에 존재하는 객체는 좌표변환을 수행하며, 영역 외부에 존재하는 객체는 삭제한 후 압축을 수행함. 그리고 새로운 레이어의 객체들을 서버로부터 전송 받아 캐싱함.

(3) 축소 명령

① 재전송

- 서버 : 확대 명령과 반대로 서버는 현재 질의 영역의 중심점을 기준으로 상하좌우가 각각 50% 확대된 새로운 질의 영역을 생성한 뒤 벡터 데이터를 질의하여 객체를 검색한 뒤 휴대장치의 좌표체계에 맞게 변환하고 벡터 데이터를 클라이언트로 전송. 축소 명령으로 전송되는 레이어 개수는 줄어들. 이는 과도하게 많은 데이터가 화면상에 출력되어 인식 불가능한 상태가 발생하는 것을 방지함.
- 클라이언트 : 새롭게 전송 받은 객체를 화면상에 출력. 이 때 기존 캐싱된 객체를 모두 삭제한 뒤 새롭게 검색된 객체가 캐싱됨.

② 재이용

- 서버 : 서버는 중첩된 영역(그림 8.b.가)에 대해서는 새로운 데이터를 전송할 필요가 없고, 중첩 영역을 제외한 나머지 지역(그림 8.b.나)에 대해서는 새로운 질의 영역을 설정하고, 해당 레이어를 축소설정하여 검색한 뒤 클라이언트로 전송.
- 클라이언트 : 축소로 인해 중첩된 영역은 새로 출력될 영역의 일부이다. 따라서 캐싱된 객체 중 축소해도 출력되어야 하는 레이어의 객체는 좌표 변환을 수행하고, 나머지는 삭제한 뒤 압축 수행. 그리고 나머지 새롭게 그려질 영역의 데이터는 서버로부터 전송 받아 캐싱함.

이상과 같이 전체 데이터의 재전송은 비교적 간단한 처리 알고리즘이지만 무선 대역폭의 사용량이 증가하는 반면, 캐싱된 객체의 재이용은 삭제, 압축, 삽입 연산이 각 명령마다 복잡하게 처리되어야 하는 단점이 있다. 그림 9는 캐싱 기법을 의사코드로 나타낸 것이다.

```

CASE : SCROLL
layer ← unchange
FOR ( all Obji ∈ cache )
    IF( {Obji ∩ QR[new]} = ∅ )
        delete Obji from cache
    ELSE conversion coordinates of Obji
cache memory compaction
Objects=Query(QR(new) - QR(current), layer)
insert Objects into cache
CASE : EXTENSION
layer ← stepwise increment
    
```

```

FOR ( all Obji ∈ cache )
    IF( {Obji ∩ QR[new]} = ∅ )
        delete Obji from cache
    ELSE conversion coordinates of Obji
cache memory compaction
Objects=Query(QR(new), layer-old_layer)
insert Objects into cache
CASE : REDUCTION
layer ← stepwise decrement
FOR ( all Obji ∈ cache )
    IF( Obji ∉ layer )
        delete Obji from cache
    ELSE conversion coordinates of Obji
cache memory compaction
Objects=Query(QR(new) - QR(current), layer)
insert Objects into cache
    
```

그림 9. 지도제어 의사 코드

V. 결론 및 향후 연구

이 논문은 휴대폰 기반 모바일 무선 지도 서비스에서 상하좌우 스크롤, 축소 확대와 같은 지도 제어 명령 시 이미 캐싱된 지리 객체를 효율적으로 활용할 수 있는 캐싱 기법에 관해 연구하였다. 이와 같이 캐싱된 지리 객체를 관리할 수 있는 것은 구현된 시스템이 J2ME를 기반으로 하는 벡터 전자 지도 서비스를 하기 때문이다. 구현 결과 제안한 캐싱 기법이 적절히 동작함을 보였다. 또한 연구 결과 현재 휴대폰의 리소스 제약과 무선 데이터 전송 속도 등을 감안할 때 캐싱된 데이터의 재이용이 다소 복잡한 알고리즘을 요구함을 알 수 있었다.

향후 연구과제로는 전송한 바와 같이 전체 데이터의 재전송과 캐싱된 객체의 재이용은 휴대폰이라는 특수한 상황에서 각각 장단점이 있다. 그러므로 위 두 가지 방법의 다양한 성능 비교 평가를 수행하고자 한다.

* 본 연구는 정보통신부에서 지원하는 대학기초 연구지원사업으로 수행되었음.

참고문헌

- [1] <http://java.sun.com/j2me/>
- [2] Y. S. Moon, K.-Y. K. Wong, "GSM Mobile Phone Based Communication of Multimedia Information : A Case Study", In Proc. 1st Int'l Conf. on MDA, p14-23, Hong Kong, China, December 1999.
- [3] <http://www.cybermap.co.kr/cm2000/newhome/index.html>
- [4] 김미란, 최진오, "Generalization과 filtering을 이용한 무선지도 데이터베이스의 동적 생성 기법", 정보처리학회 논문지, 제8권 제4호, 2001.
- [5] Wegdan Ahmad Elsay Fouda Abdelsalam, "Maintaining Quality of Service for Adaptive Mobile Map Clients", Master thesis of Mathematics in Computer Science in University of Waterloo, Canada, 2001.