

실시간 Mobile GIS를 위한 효율적인 질의처리기법

김태호^o 윤석우 김경창
홍익대학교 컴퓨터공학과
{thkim^o, sw0305, kckim}@cs.hongik.ac.kr

Efficient Query Processing technique in a Real-time Mobile GIS

Taeho Kim^o Sukwoo Yun Kyungchang Kim
Dept. of Computer Engineering, Hongik University

요 약

본 논문에서 제시된 시스템은 주기억 데이터베이스 시스템 기반의 GIS로서, 서버에 구축된 지리정보를 모바일 기기에서 실시간으로 질의할 수 있도록 설계되었다. 본 시스템은 클라이언트-서버 환경으로 GIS 서버가 대용량 GIS 데이터를 저장하고 질의처리 연산을 수행하도록 하였으며 모바일 기기는 단지 서버에 질의만 던지고 그 질의에 해당하는 결과만 실시간으로 제공받는 구조로 설계, 구현하였다. 본 논문은 실시간 모바일 GIS에 적합한 효율적인 인덱스와 SQL like 질의를 사용한 새로운 질의처리기법을 제시한다.

1. 서 론

최근에 인터넷과 정보기술의 발전에 따라 여러 가지 다양한 응용들이 개발되어 서비스 되고 있다. GIS도 이러한 맥락에서 수요가 점차 증가하고 있는 추세이며 공공분야의 지리정보관리, 상하수도 관리, 주택 관리, 지질 연구, 해양 연구 등의 비일반적인 분야와 위치 검색, 경로 탐색 등의 일반적인 서비스에도 사용되고 있다. GIS는 크게 이미지 기반과 벡터데이터기반으로 나눌 수 있으며 각각 장단점이 있다. 이미지 기반은 디스플레이를 위한 별도의 연산과정이 필요없지만 기존 자료를 업데이트하는데 용이하지 않다는 단점이 있다. 벡터데이터 기반의 경우에는 기존 자료 업데이트에 있어 매우 편리하다. 디스플레이가 각 지리 객체의 좌표 및 기타 데이터들로 기인하기 때문에 단순히 좌표 및 기타 데이터들을 변경해주기만 하면 되는 것이다. 물론 그렇기 때문에 디스플레이에 있어 오퍼레이션이 복잡하다는 단점이 있다. 특히 제한된 자원의 무선기기에서 벡터 데이터 기반 GIS를 사용하려 할 때 그 어려움이 크다.[2][3]

무선기기 개발용 플랫폼으로서 Java 기술 기반의 J2ME(Java2 Platform, Micro Edition)[6]가 많이 사용되고 있으며 기기 자체의 제한적인 특성들로 인하여 J2SE(Java2 Platform, Standard Edition)[5]의 일부만 지원한다. 이러한 개발환경에서 벡터 데이터 기반의 GIS server에 접근할 수 있는 클라이언트를 제작하는 데에는 많은 단점이 있다.

특히 무선기기는 충분히 큰 저장장소를 가지고 있지 않다. 최근 무선기기에 탑재되는 CPU 및 메모리의 성능 향상이 크게 발전되고 있지만 시스템 자체가 충분히 많은 양의 데이터를 처리하지 못한다. 따라서 벡터 데이터를 클라이언트 측에서 전체적으로 캐쉬화 하는 것이 쉽지 않다.

이것은 GIS 서버 측에서 질의연산을 대신 수행하는 방법으로 해결하였다. 즉, 벡터 데이터를 클라이언트로 전

송하는 대신에 무선기기를 핸들링하는 GIS 서버 측의 데이터관리자가 대신 데이터를 검색하고 캐쉬화하며 메모리에서 이미지와 위치데이터를 클라이언트에 전송해주는 방법을 사용하였다.

GIS를 질의하기 위한 데이터는 공간데이터와 비공간 데이터로 구분할 수 있으며 공간데이터는 일반적인 1차원의 데이터와 다르게 3차원 데이터로 구성되어 주로 MBR(Minimum Bounding Rectangle)로 표현하게 된다.

본 시스템은 일반 데이터베이스 시스템과 달리 검색속도 측면에서 우위에 있는 주기억 데이터베이스 시스템의 개념을 적용하기 위해 기존 R-트리와 아닌 주기억장치 기반의 인덱스 기법인 mR-트리를 사용하였다. 또한 비공간데이터도 주기억장치기반의 T-트리를 사용하여 보다 빠른 검색속도를 도모 했다.

기존 모바일 GIS는 아이콘 기반의 질의를 수행하는 반면 본 시스템의 모바일 클라이언트 측의 GUI는 아이콘 기반의 질의와 더불어 SQL like한 질의도 가능하도록 설계하여 사용자의 질의 유용성을 향상시켰다.

본 논문에서는 먼저, 2장에서는 실시간 Mobile GIS 시스템에서의 클라이언트와 서버의 전체적인 구성도를 제시하고 3장에서 본 시스템에 적용한 공간데이터를 위한 mR-트리 인덱스와 비공간 데이터를 위한 T-트리 인덱스에 대해 간단히 살펴본 후, 4장에서는 본 시스템에 사용된 질의처리 방법에 대해 설명한다. 이어서 5장과 6장에서는 실제 구현된 시스템의 질의처리 방법에 대한 실제 질의과정과 결과를 보여준다.

2. GIS System의 전체적인 구성

2.1 GIS 서버 시스템 구성

그림 1과 같이 GIS 서버는 크게 인덱스 관리자, 스키마 관리자, 메모리 관리자, 질의 관리자, 그리고 연결 관리자 등으로 나누어 구성하였다. 우선, 인덱스 관리자는 비공간 데이터 및 공간 데이터의 저장 및 검색 등의 오퍼레이션을 직접 수행하기 위해 주기억장치 기반의 mR-트리와 T-트리를

사용한 인덱스를 구축하고 관리한다. 스키마 관리자는 구축된 인덱스들을 기반으로 주기억 데이터베이스 시스템의 각 테이블 정보를 관리하고, 메모리 관리자는 인덱스들로 구축된 각 데이터들을 실제 메모리에 페이지 단위로 저장하기 위한 데이터 페이지 관리자와 T-트리와 mR-트리의 노드에 페이지 단위로 읽고 쓰기 위한 인덱스 페이지 관리자와 연동한다. 질의 관리자는 질의파서로서의 역할을 하며, 이어서 연결 관리자는 외부 클라이언트들과의 연결을 책임지는 역할을 한다.

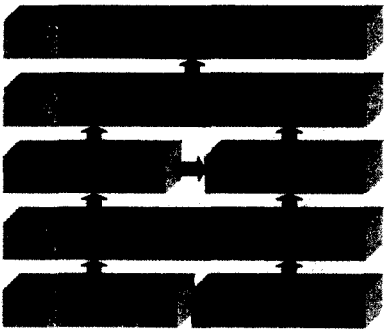


그림 1 서버 구조

2.2 모바일 클라이언트 시스템 구성

모바일 클라이언트는 질의 관리자와 데이터 관리자로 구성된다. 질의 관리자는 사용자 질의를 각 질의패턴별로 파싱하고 결과를 데이터 관리자의 캐쉬에 담아 두었다가 사용자가 최종요청을 하면 GIS 서버에 실제 질의를 하게 된다. 질의 후 결과는 다시 모바일 클라이언트의 사용자 인터페이스에서 볼 수 있게 한다.

3. 공간/비공간 데이터를 위한 인덱스

3.1 mR-트리

기존 공간 인덱스 처리를 위한 R-트리보다 더 캐쉬 동작에 민감하게 설계된 공간인덱스이다. 기존 R-트리가 리프 노드들의 높이 균형을 위해 불필요하게 트리의 높이를 증가시키고, 이는 결국 캐쉬 미스 발생을 유발한다. 따라서 이와 같은 캐쉬 미스 발생을 줄이기 위해 R-트리와 AVL-트리를 결합시킨 mR-트리(Main-memory R-tree)를 본 시스템에 적용하였다.

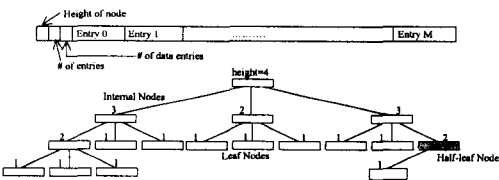


그림 2 mR-트리의 구조

3.2 T-트리

T-트리는 한 노드안의 여러개의 데이터를 가지는 B-

트리의 특성과 이진검색 및 높이 균형을 AVL-트리의 특성을 결합하여 만든 인덱스 구조로서 빠른 처리 속도와 주기억장치 사용의 최적화라는 주기억데이터베이스의 특성을 위해 제안되었다. 그림 3은 T-트리의 한 노드의 구조와 T-트리의 전체 특성을 보여주고 있다. T-트리 노드는 여러개의 엔트리들, 부모 노드에 대한 포인터, 왼쪽 자식 노드 및 오른쪽 자식 노드에 대한 포인터, 그리고 각종 조작 정보값들로 구성된다. 각 엔트리의 구성은 키 값인 데이터 값과 그 키 값을 지나는 실제 아이টে에 대한 주소를 표시하는 포인터의 쌍으로 구성된다.

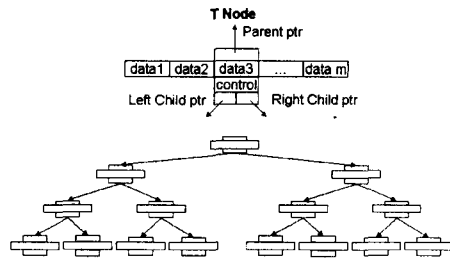


그림 3 T-트리의 구조

T-트리는 B-트리와 같은 디스크 기반 인덱스 방법들에 비해 빠른 검색 속도와 효율적인 메모리 사용을 보장해 주는 인덱스 기법이다. 하지만 정수, 실수, 문자와 같은 1차원 데이터에 대해서만 적용이 가능하기 때문에 본 시스템에서는 데이터 검색 위주의 비공간데이터 질의를 처리하기 위한 인덱스로 사용하였다.

4. 질의처리 방법

4.1 질의처리과정

사용자가 질의처리로서 검색을 선택하게 되면 내부적으로 다음과 같은 Syntax로서 처리한다.

```
SELECT MAP
WHERE [(CENTER = (중심 X좌표, 중심 Y좌표)
| NAME = 객체명)
AND RANGE= 범위정보]+
[ AND NEAREST(객체타입)?
```

이 Syntax에서 찾고자 하는 위치의 좌표(공간검색) 또는 객체명(비공간검색)과 범위정보까지는 반드시 필요하며 NEAREST 정보는 선택적으로 사용할 수 있다. 스키마 관리자는 위의 Syntax를 분석하여 GIS 서버가 가지고 있는 각 테이블을 사용하여 원하는 지리정보를 사용자에게 보여주게 된다.

스키마 관리자는 Polygon 테이블, Label 테이블, Type 테이블을 사용한다. Polygon 테이블은 Polygon화된 지리정보가 저장되어 있고, Label 테이블은 해당 객체명별 위치정보가 저장되어 있고, Type 테이블은 정해진 은행, 학교 등의 객체타입이 저장되어 있다.

위의 Syntax를 바탕으로 요청된 질의를 분석한 후 일

단 중심 X좌표와 중심 Y좌표에 해당하는 정보 또는 객체명을 가지고 Polygon 테이블의 해당 범위정보의 Polygon을 준비한다. 객체타입은 Type 테이블에서 일치하는 타입의 각 트리를 불러와서 정보에 일치하는 타입이 존재하는지 찾고, 만약 존재한다면 그 좌표 또는 객체명에 해당하는 Polygon과 Label 테이블에서 그 객체의 Point를 찾아서 사용자의 클라이언트에 결과위치의 폴리곤 이미지와 해당 Label의 Point정보가 보여지게 된다.

클라이언트에서 검색질의를 서버에 보냈을 때 공간데이터의 경우에는 주로 좌표값을 이용해야 하기 때문에 본 시스템은 공간질의정보를 주로 mR-트리 인덱스에서 검색하게 되는데, 스키마 관리자가 분석하여 나온 각각의 객체타입별 위치정보가 mR-트리로서 구축되어 있고 검색된 객체타입에 해당하는 위치좌표를 찾는 역할을 하게 된다.

비공간 데이터의 경우는 비공간질의에 해당하는 데이터를 요청시 객체명을 이용한 검색(T-트리)의 단계를 거치게 된다. 즉, 스키마 관리자가 앞의 Syntax를 분석하고 각 테이블의 릴레이션 속성(attribute)들을 분석하여 특정 객체타입에 해당하는 T-트리를 검색하여 찾고자 하는 객체명을 가져오게 된다.

지금까지 설명된 질의처리방법에 따라 “내가 위치한 지점에 가장 가까운 홍익 은행을 찾아라.”는 검색을 할 경우, 현재 사용자가 위치한 곳의 X,Y좌표가 필요하지만 이것은 직접 입력하지 않아도 GPS를 통하여 자동적으로 입력이 된다.(단, 필요시에는 따로 사용자가 직접 입력할 수도 있다.) 사용자는 단지 나머지 부분에 대해서만 입력하면 되고, 여기서 객체명은 “홍익”으로 입력하고, 객체타입은 “은행”으로 입력하면 해당 검색이 이루어진다.

5. 실험

그림 4와 그림 5는 SQL 입력창에 Syntax에서 정한 SQL like 문법에 맞게 사용자가 입력하여 검색하고 싶은 위치의 데이터를 사용자 인터페이스에 출력해 주기 위해 고안된 질의를 수행한 모습이다. 즉, 그림 4는 현재 위치에서 “홍익대학교”의 위치를 찾아서 범위1000m에 해당하는 Polygon과 함께 나타내는 질의 수행 과정이다.

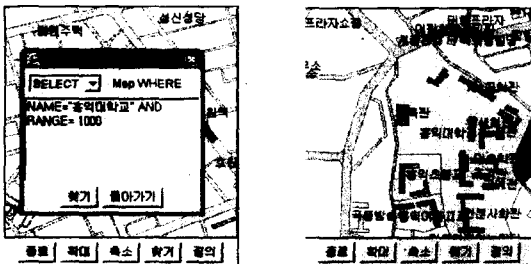


그림 4 SQL like 질의를 수행하여 홍익대학교를 검색

그림 5는 해당 위치에서 가장 가까운 “호텔 콘도”를 찾는 최단거리 검색질의이다.

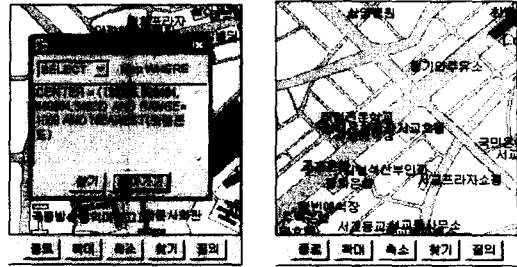


그림 5 최단거리 검색

6. 결과

PDA등 무선 단말기에서 사용되는 지리 정보의 데이터의 용량과 처리량이 증가하는 추세로서 특히, GPS와의 연계되어 많이 사용하고 있다. 특히, 본 논문에서는 제한된 자원을 가지고 있는 j2me 플랫폼 기반의 소형 무선 기기에서 지리 정보를 사용할 수 있는 방법으로 mR-트리를 이용한 공간인덱스와 T-트리를 위한 비공간 인덱스를 사용한다. 즉, 캐시를 사용한 이 같은 분리된 개별 인덱스를 통해 자료구조의 유지 및 검색에 드는 오버헤드를 줄일 수 있다. 또한, 아이콘을 사용한 질의방법과 달리 SQL like 질의를 통해 질의방법의 다양성과 사용자 위주의 상세한 질의를 제공할 수 있었다. 하지만 더 나은 성능 향상을 위한 방법으로 GIS서버에서의 각 인덱스의 삽입/검색 성능을 높이는 방안과 모바일 클라이언트에서 더욱 편리하게 검색을 할 수 있는 사용자 인터페이스 디자인과 효율적인 질의파서는 더 연구되어야 한다.

참고문헌

- [1] Shuichi TAKINO 'GIS on The Fly' to Realize Wireless GIS Network by Java Mobile Phone
- [2] Milan S. Petkovic, Slobodanka Djordjevic-Kajan, Dragan H. Stojanovic, Leonid V. Stoimenov, 'The Role of GIS in Telecommunication Network Maintenance'
- [3] B. R. Badrinath, Shirish Hemant Phatak, 'A Database Architecture for Handling Mobile Clients'
- [4] Margaret H. Dunham and Abdelsalam helal, 'Mobile Computing and Database: Anything new?', ACM SIGMOD Record 24(4)
- [5] Java2 SDK Standard Edition 1.4.1_01 <http://java.sun.com/j2se/1.4.1/index.html>
- [6] MIDP 1.0 Specification, Final <http://java.sun.com/aboutJava/communityprocess/final/jsr037/indx.html>
- [7]윤석우, 김경창, 주기억 데이터베이스 공간 인덱싱을 위한 R-Tree 변환기법
- [8] Hongjun Lu, Yuet Yeung, Ng Zengping, "T-Tree or B-Tree : Main Memory Database 인덱스 Structure Revisited", Australasian Database Conference, 2000