

이동체 데이터베이스에서의 Alert 엔진 기능 설계

민경욱, 박종현
한국전자통신연구원 공간정보기술센터 LBS 연구팀
(kwmin92, jhp)@etri.re.kr

The Design of Alert Engine on Moving Object Database

Kyoung-Wook Min, Jong-Hyun Park
LBS Research Team, Spatial Information Technology Center, ETRI

요 약

무선인터넷의 급속한 발전으로 인해 위치기반서비스(LBS : Location-Based Services)에 대한 관심이 증가하고 있는 추세이며, 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이동체 데이터베이스 관리시스템(MODBs : Moving Object Database system)은 LBS 플랫폼의 핵심적인 기능으로, 이동체의 현재 및 과거정보를 효과적으로 관리하는 시스템이다. LBS를 위한 시스템의 성능은 이러한 이동체 데이터베이스 관리시스템의 성능과 밀접한 관련이 있다. LBS를 위한, 플랫폼에서 제공되어야 하는 또 다른 기술은 alerting 기술이다. Alert 엔진은 이동체의 특정 이벤트를 감지하여 단말기 소지자에게 정보를 전송하여 주기 위한 시스템이며, 이는 이동체의 이동정보를 관리하고 있는 이동체 데이터베이스 관리시스템의 기능과 밀접한 관계를 가지고 있다. 즉, 기존의 이동체 데이터베이스 관리시스템의 기능을 확장하여 Alert 엔진의 구동을 위한 이동체의 진입 및 진출 감지, 특정 지점에 근접한 이동체의 일괄적 감지 등의 기능을 제공하여야 한다. 본 논문에서는 이러한 Alert 엔진을 위하여, 이동체 데이터베이스 관리시스템에서 확장해야 할 기능들에 대해서 살펴본다.

1. 서 론

시간의 흐름에 따라 이동하면서 그 위치 및 모양을 연속적으로 변경하는 특징을 가지는 데이터를 이동체(Moving Object)[1]라 하며, LBS 플랫폼의 핵심은 이러한 이동체의 이동정보를 효과적으로 관리하는 부분이다. 즉, 이동체의 정보를 다양한 디바이스를 통해서 획득하여 대용량 데이터를 데이터베이스에서 모델링하고, 저장하고 질의하는 부분까지의 많은 연구가 진행되어 왔다. 이러한 이동체 데이터베이스에서 추가적으로 제공되어야 할 부분은 alerting 부분이다. 즉, 일반적으로 alert 엔진은 이동체 데이터베이스와 별개로 존재하지만, 이동체의 이동정보를 관리하고 있는 데이터베이스에서 기본적인 기능이 제공되어야 한다. 특히, 진입 및 진출, 특정 지점에 근접한 이동체의 일괄적 감지기능은 이동체를 저장할 때 생성되는 공간색인을 이용한 공간 연산이랑 밀접한 관련이 있다. 이러한 기본적인 기능들이 이동체 데이터베이스 관리시스템과 별개로 운용 된다면, 시스템 성능의 저하를 초래할 수 있다. 즉, alerting을 위한 (시)공간 연산은 이동체의 이동정보가 관리되고 있는 이동체 데이터베이스 상에서 구현되어야 하는 것이다. 본 논문에서는 alerting을 위한 기능을 크게 1. moving point triggering, 2. periodic batch alerting 두 가지로 나눈다. Moving point triggering은 특정 지역의 진입 및 진출을 감지하는 기능이다. 예를 들어서 특정 위치 지역

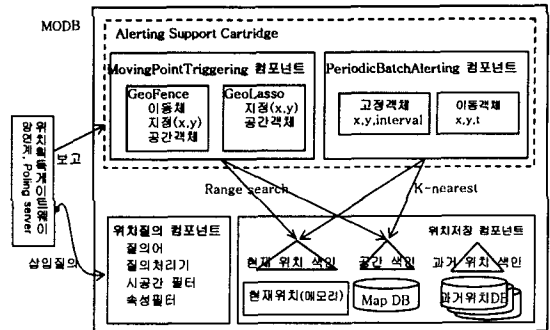
반경 1km에 진입하는 이동체 감지, 백화점 내 반경 1km 이내에 진입하는 고객을 감지하여 무료 쿠폰 전송 등, 실시간으로 특정 지역의 진입, 진출을 감지하여 이동체정보를 반환하여 주는 기능이다. 이 기능을 위하여 이동체 데이터베이스 관리시스템에서는 특정 지역에 대한 정보를 관리하고, 진입 및 진출의 이동체 정보를 이러한 특정 지역과 연계하여 관리하여야 하며, 실시간 영역 질의(range query)를 효과적으로 수행하여야 한다. 두 번째로 periodic batch alerting은 특정 지점으로부터 근접한 k개의 이동체를 실시간으로 감지하는 것이다. 예를 들어 하루 두 차례 A 백화점에 특정 코너에 선착순 50명에게 무료증정 상품을 주기 위하여 백화점에 근접한 100명의 고객에게 이러한 정보를 전송하라 등, 실시간으로 k-nearest 이동체를 추출하는 기능이다. 특히, 이 기능은 기존 공간데이터베이스(spatial database)에서 공간색인 기능과 밀접한 관계를 가지며 많은 연구가 진행되어 왔다. 이에, 본 논문에서는 이동체 데이터베이스 상에서 이러한 moving point triggering과 periodic batch alerting의 기능을 제공하기 위한 시스템을 설계하는 것이다. 2장에서는 관련연구에 대해서 살펴 보고, 3장에서는 전체 시스템 구조에 대해서 살펴볼 것이다. 그리고 4장에서는 alerting을 위한 2가지 기능을 위한 세부적인 구성 요소에 대해서 살펴보고, 마지막 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해서 기술한다.

2. 관련연구

이동체 데이터베이스는 기존의 공간데이터베이스, 시공간데이터베이스의 확장된 부분으로 많은 연구가 진행되어 왔으며, 특히 데이터 모델링(modeling), 시공간 색인(index), 질의(query, operator) 표현, 불확실성(uncertainty)에 대한 연구가 중점적이다[2]. [3]에서는 위치 인식을 통한 일반적인 alerting 구조를 제시하고 있으며, GeoFence, GeoLasso라는 용어를 사용하고 있다. GeoFence는 이동체의 진입, 진출을 감지하기 위한 특정 지점을 둘러싸고 있는 가상 공간 영역을 가리키며, GeoLasso는 긴급 알람(오염, 위험 지역 등)을 위한 공간 영역을 일컫는다. 공간데이터베이스 분야에서 근접 질의를 처리하기 위한 구조는 디스크 기반 색인을 이용하여 알고리즘을 연구해 왔으며, 주로 고정된 공간 객체에 대하여 적용된다[4, 5]. [6]에서는 질의 주체가 시간에 따라서 위치가 변하는 이동체인 경우, 시간에 따라 서로 다른 위치에서 근접질의를 수행하여, 각각의 질의 결과의 연관관계를 찾아서 질의 수행 비용을 줄인다. [7]에서는 질의 주체는 고정객체이고 질의 대상이 이동체인 경우 이동체의 이동변화를 시간에 대한 1차원 함수로 설정하여, 주로 미래 어떤 시점에 고정지점으로부터 근접한 이동체를 추출하는 부분을 기술하고 있다. [8]에서는 이동체 데이터베이스에서 과거 이동정보가 아닌, 실시간 현재의 위치정보에 대한 메모리 색인에 대하여 기술하고 있다. 기존의 Quad-tree를 변형하여, 이동체의 빠른 위치정보 변경에 탄력적으로 대처할 수 있는 색인에 대하여 기술하고 있다. 본 논문에서 제시하는 이동체 데이터베이스는 현재 이동정보의 관리를 위하여 주 메모리를 이용하며, 과거 이동정보를 관리하기 위하여 디스크 메모리를 이용한다. Alerting 기능은 현재 위치를 이용하여 실시간으로 제공하여야 하는 기능이며, 주 관심사는 메인 메모리에서 관리되는 현재 위치 정보와, 현재 색인의 기능과 연관성이 많다.

3. Alerting support cartridge를 포함한 이동체 데이터베이스 관리시스템

Alerting support cartridge를 포함한 이동체 데이터베이스 관리시스템의 구조는 그림 1과 같다. 위치획득 게이트웨이는 이동통신망으로부터 단말기 소지자의 위치를 획득하는 역할을 한다. 그러기 위해서 우선 이동통신망과의 연계 인터페이스를 포함하고 있으며, 대용량 위치정보를 획득할 때 발생하는 통신부하를 최소화하기 위한 polling server의 기능을 포함하고 있다. 이동체 데이터베이스는 크게 위치질의 컴포넌트, 위치저장 컴포넌트와 각종 응용을 지원하기 위한 이동체 지원 카트리지로 구성된다. 그림에서는 alerting을 지원하기 위한 카트리지를 포함한 구조이다. 먼저 위치질의 컴포넌트는 질의를 처리하는 역할을 수행하며, 저장 컴포넌트의 현재 및 과거 위치색인을 이용하여 필터링을 수행하여 시공간 연산을 수행한다. 위치저장 컴포넌트는 크게 3가지의 저장소로 구분될 수 있다. 먼저 이동체의 현재 위치를 저장하는 메모리 저장소와 현재 공간 색인, 과거 위치를 저장하는 분산 데이터베이스 저장소와 과거 위치 색인, 지도 데이터를 저장하기 위한 저장소와 공간색인. 현재 위치를 저장하기

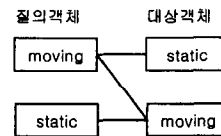


(그림 1) Alerting Cartridge를 포함한 MODB 구조
 위한 저장소는 빠른 실시간 질의 응답을 위하여 메모리를 이용하고 있으며, 색인 또한 메모리에 존재하게 된다. 그리고, 현재 위치 색인은 빈번하게 변경되는 위치정보에 대하여 빠른 갱신이 가능하여야 한다. Alerting을 지원하는 cartridge는 크게 ① Moving Point Triggering 컴포넌트와 ② Periodic Batch Alerting 컴포넌트로 구성된다. ①은 위치획득 게이트웨이로부터 획득 위치정보가 보고될 때, GeoFence 또는 GeoLasso 객체의 조건(진입, 진출)을 실시간으로 triggering하여 결과를 반환하는 기능을 수행한다. 여기서 triggering 조건은 현재의 위치를 저장하고 있는 정보와 지도데이터를 저장하고 있는 정보를 이용하게 되며, GeoFence, GeoLasso의 조건을 검사하기 위해서 영역 검색질의를 색인을 통해서 수행하게 된다. ②는 주어진 시간 간격마다 일괄적으로 근접 객체(이동, 고정 객체)를 검색하여 결과를 반환하는 기능을 수행한다. 마찬가지로, 현재위치정보와, 지도데이터의 정보를 이용하게 되며, k-nearest 질의를 수행하기 위하여 현재 위치색인과 공간색인을 이용하여 검색을 수행한다.

4. Alerting의 기능을 위한 구성요소

4.1 Alerting을 구성하는 질의 및 대상객체

alerting을 위한 질의 객체와 대상객체는 그림 2와 같다.

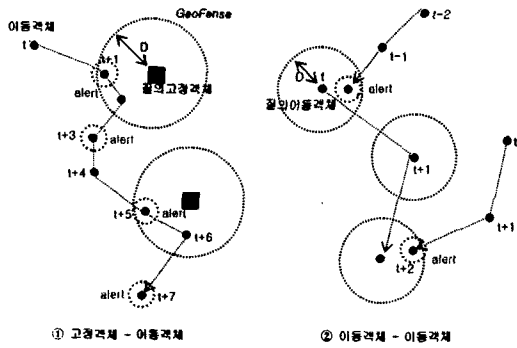


(그림 2) 질의객체와 대상객체

그림의 질의객체, 대상객체는 moving point triggering와 periodic batch alerting 두 경우 모두 적용될 수 있다. 그림 3에서 질의 객체와 대상객체의 예를 보인다. ①은 백화점 반경 1km이내에 진입, 진출하는 이동체를 triggering하는 경우이고, ②는 A고객 반경 1km에 진입, 진출하는 이동체를 triggering하는 경우이다.

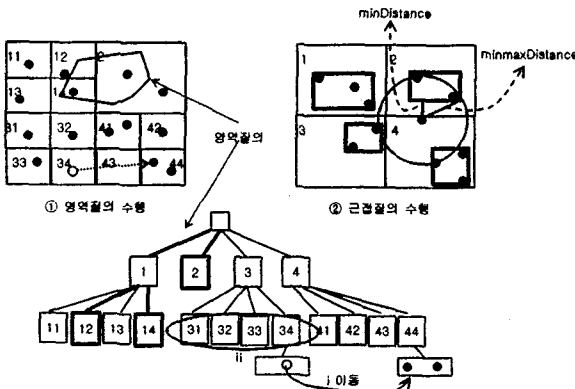
4.2 Alerting을 위한 공간 연산

본 논문에서 제시하는 alerting기능을 구현하기 위하여 성능과 밀접한 관련이 있는 공간연산은 영역질의(range search)와 근접질의(nearest neighbor search)이다. 이러한 연산의 성능은 공간 색인과도 밀접한 연관이 있다. 기존에 많은 연구가 이루어진 공간색인들은 대부분이 디



(그림 3) 질의객체 대상객체의 예

스크 기반 색인이고, 또한 공간객체는 일반적으로 한번 구축되면 변경이 거의 이루어지지 않기 때문에 이러한 특성을 반영하여 주로 검색성능을 주요 요점으로 하여 연구가 진행되어 왔다. 하지만 Alerting을 위한 공간 색인은 현재 이동체의 빈번한 위치 변화를 즉각적으로 반영할 수 있는 색인이 필요하며, 메모리 기반 색인이 필요하다. 기존의 공간 색인들 중, 일반적으로 성능이 좋은 R-tree 계열 색인은 검색성능은 좋지만 변경(update)질의 경우 색인을 재구성하는 비용이 많이 소요되기 때문에 Alerting을 위한 현재 색인으로는 적절하지 못하다. 이에 본 논문에서는 빠른 변경지원이 가능한 Quad-tree의 변형된 색인을 제시한다.



(그림 4) 현재색인을 위한 변형된 Quad-tree 구조

그림 4는 이동체데이터베이스에서 현재 이동객체를 저장하는 부분에서 필요한 메모리용 색인의 구조를 보여주고 있다. 이 색인은 Quad-tree의 변형된 형태를 보이고 있으며, Alerting 기능을 위한 공간연산 중 영역질의와 근접질의 예를 도시하고 있다. 현재색인의 가장 중요한 요점은 이동체가 시간에 따라 위치가 변함으로써, 색인의 변경이 적은 비용으로 수행되어야 한다는 점이다. 그림에서 색인의 노드의 BF(branch factor)가 3일 경우, 이동객체가 i 과 같이 이동하였을 경우 ii의 31,32,33,34에 존재하는 이동체의 개수는 3개가 되어 사실상 4개의 노드는 병합되어 3의 노드가 leaf node가 되어야 한다. 하지만 색인의 변경 cost를 줄이고, 일반적으로 이동체는 일정한 패턴을 가지고 이동하기 때문에 다시 그 위치로 돌아올 가능성이 크기 때문에 병합하지 않는다. ①은 영역질의

수행 시, tree의 노드를 탐색(filtering)하는 과정을 나타내고 있다. 일반적으로 다중차원의 색인일 경우 검색비용을 줄이기 위해 전체데이터를 탐색하는 것이 아니라, 트리의 노드의 키정보를 이용하여 filtering단계와 refinement단계를 거쳐서 검색을 수행하게 된다. ②는 quad-tree에서 근접질의를 수행하기 위한 [4]에서 제시하고 있는 가지치기(branch and bound)를 수행하기 위한 mindistance, minmaxdistance를 수행하는 과정을 보인것이다. Quad-tree에서의 key는 이차원의 정사각형 그리드가 된다. 하지만 본 논문에서 제시하는 방법은, 각 노드별로 이차원의 그리드와 그 그리드 영역에 포함되어 있는 이동체를 둘러싸는 최소경계사각형(MBR)을 따로 뒤서 min, minmaxdistance를 찾게 된다. 즉, 1차 키인 그리드의 영역을 이용하여 가지치기를 수행할 경우, minmax-distance에 의하여 형성되는 원에 포함되는 노드가 많아져서 탐색비용이 증가하기 때문에 부가적인 MBR(Minimum Bounding Rectangle)을 2차 키로 두어서 minmaxdistance에 의해 포함되는 노드의 수를 줄여서 탐색비용을 줄이게 된다.

5 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 대용량 이동체 데이터베이스 상에서 alerting 엔진을 지원하기 위한 기능에 대하여 살펴보았다. 향후에는 실제 구현을 통한 본 논문에서 제시하는 색인의 성능을 비교 분석해야 하며, 다양한 형태의 색인들을 확장해야 한다.

참고 문헌

- [1] Ralf H. Guting, Mike H. Bohlen, Martin Erwig, Christian S. Jensen, Nikos A. Lorentzos, Markus Schneider, Michalis Vazirgiannis, "A Foundation for Representing and Querying Moving Objects," ICDE, pp.422-432, 1997
- [2] Ouri Wolfson, Bo Xu, Sam Chamberlain, Liqin Jiang, "Moving Objects Databases: Issues and Solutions", Proc. of the 10th Int. Conf. on Scientific and Statistical Database Management (SSDBM98), Capri, Italy, July 1-3, 1998, pp. 111-122
- [3] Jonathan P. Muson, Vineet K. Gupta, "Location-Based Notification as a General-Purpose Service", Proceedings of the 2nd international workshop on Mobile commerce pp. 40-44, 2002
- [4] N.Roussopoulos, S. Kelley, and F. Vincent, "Nearest Neighbor Queries," Proc. ACM SIGMOD, San Jose, USA, pp.71-79, May 1995.
- [5] Norio Katayama, Shin'ichi Satoh, "The SR-tree : An Index Structure for High-Dimensional Nearest Neighbor Queries, SIGMOD conference 1997, pp 369-380.
- [6] Sunil Arya, David M. Mount, Nathan S. Netanyahu, Ruth Silverman, Angela Y. Wu: An Optimal Algorithm for Approximate Nearest Neighbor Searching. SODA 1994: 573-582
- [7] George Kollios, Dimitrios Gunopulos and Vassilios J. Tsotras: "Nearest Neighbor Queries in a Mobile Environment", Proc. Int. Workshop on Spatio-Temporal Database Management, pp.119-134, 1999.
- [8] Park, H, Son, J., Kim, M., "An Efficient Spatiotemporal Indexing Method for Moving Objects in Mobile Communication Environments, "Proceedings of MDM, LNCS 2574, 2003, pp78-91.