

# 모바일 추천 서비스를 위한 센서 데이터 추상화

정영진, 안부영, 조금원

한국과학기술정보연구원

{yjjung, ahnyoung, ckw}@kisti.re.kr

## Sensor Data abstraction for Mobile Recommendation Service

Young Jin Jung, Bu-Young Ahn, Kum Won Cho

Korea Institute of Science and Technology Information

### 요 약

휴대용 단말기를 활용하는 위치 기반 서비스는 기존의 단순한 위치 정보 제공 및 분석에서 보다 개인화되고 지능화되고 있다. 이러한 모바일 추천 서비스는 이동 객체의 위치 정보 뿐만 아니라 객체의 주변 환경 정보도 고려하여 보다 쾌적한 서비스를 제공한다. 이를 위해, 시간에 따라 변화하는 이동 객체의 위치 추적은 물론, 온도, 습도, 미세먼지, 등의 다양한 센서 데이터도 상황에 맞게 해석하고 활용할 수 있어야 한다. 그리고 다양한 센서 종류와 함께 수많은 센서 데이터를 해석하여, 전체적인 상황을 판단하기 위해서는 센서 데이터를 적절히 표현하는 데이터 모델의 활용이 필요하다.

이 논문에서는 모바일 추천 서비스에서 환경 정보를 제공하기 위하여 활용한 경사 그리드 기반의 센서 데이터 추상화 모델과 그 처리 방법을 기술한다. 추상화 모델은 경사 방향을 활용하여 간단하게 해당 지역의 데이터 경향을 나타낸다. 그리고 색인과 연산자를 활용한 처리방법을 통해 환경 정보를 제공하는 과정을 설명한다.

### 1. 서 론

지도 및 이동하는 객체의 위치를 다루는 연구는 탐험, 여행, 교통, 전쟁 등을 통해 오랜 시간 연구되어 왔다. 최근 GPS (Global Positioning System) 같은 위치 측위 기술과 무선 통신 기술의 발달, 그리고 무선 기기의 소형화에 힘입어 휴대용 전화기 및 PDA, 등의 무선 단말기를 사용하는 위치 기반 서비스(LBS, Location Based Services)가 활발히 개발되어 제공되고 있다[1]. 이러한 위치 기반 서비스는 항법 및 비행기 추적, 등의 위치 정보 제공에서 사용자의 취향에 맞는 도로 추천 및 사고 지역 회피 등, 보다 쾌적한 서비스를 제공하기 위해, 점점 개인화되고 지능적인 서비스로 변화되고 있다[2]. 따라서 단순히 위치 정보만을 다루는 기술 뿐만 아니라 주변의 환경 정보를 획득하기 위한 환경 모니터링 기술이 필요하다. 위치와 환경 정보를 결합할 경우, 구조 활동, GCRM, 항법 서비스에서 보다 진보된 서비스를 제공할 수 있다.

이를 위해, 차량 추적 시스템과 같이 시간의 흐름에 따라 위치 및 모양이 변화하는 이동 객체(Moving Object)[3, 4]의 위치 정보를 효과적으로 다루어야 하며, 다양한 센서 데이터로부터 사용자가 원하는 환경 정보를 추출해 내는 기술이 필요하다. 이동 객체를 다루는 연구로는 이동 객체 질의어, 위치 불확실성 처리, 이동 객체 색인, 이동 객체 연산자, 이동 객체 위치 저장 기술, 위치 기반 사용자 콘텐츠 관리 기술, 웹과 모바일 서비스, 이동 객체 데이터 생성기(data generator), 위치 예측 기술, 등이 활발히 연구되고 있다. 또한, 환경 정보를 제공하기 위해, 다양한 센서 데이터를 다루는 연구로는 센서 네트워크 관리, 샘플링 주기 조정, 센서 데이터

추상화, 슬라이딩 윈도우, 센서 데이터 획득 및 저장 기술, 상황 표현 기술 (Modeling), 등이 있다.

모바일 추천 서비스는 사용자의 위치 뿐만 아니라 사용자가 처한 상황과 주변 환경 정보를 분석하고 적절한 서비스를 추천해야 한다. 예를 들어 갑작스런 재해로 인해 긴급 구조 및 재해 방지 작업을 수행할 경우, 소방차에게는 화재 지역으로 가는 최적의 경로 및 지원 사항을, 구급차에게는 피해자의 현황 파악과 피해 정도 그리고 재해 종류 및 대응 전략을, 피해자에게는 가까운 대피소 및 응급처치 방법을, 기타 시민들에게는 대피 경로와 재해에 대한 정보, 등을 제공한다. 이와 같이 사용자의 상태 및 상황에 따라 적절한 형태로 가공된 정보를 제공해야 한다[5].

이를 위해, 사용자 주변의 환경 정보를 신속하게 분석하고 이를 모바일 정보 서비스에 적절히 반영하는 것이 매우 중요하다. 센서 네트워크 응용에서는 각각의 센서 노드마다 해당 지역에 대한 다양한 데이터 값을 획득하기 때문에, 이를 취합하여 높은 수준의 지식 및 정보를 만들고 전체적인 흐름을 이해하기 어려운 점이 있다[6].

측정된 데이터로부터 의미있는 정보를 이끌어내기 위해서는 적절한 데이터 표현 방법이 필요하다. 예를 들어, “5분전 감지된 가스 폭발의 진행 방향 및 확산 속도는?”, “대기 오염 수준이 급격하게 변동하는 지역은 어느 지역인가?” 과 같은 질의에 답하기 위해서는 전송되는 수많은 센서 데이터를 공간 및 환경 정보와 함께 해석하고, 그에 대한 특성들을 적절히 추출하는 데이터 표현 기법이 필요하다. 또한 데이터를 적절히 표현하며, 논리적인 데이터 독립성을 지원하는 레이어(layer)는 데이터 관리 및 해석 방법 중의 하나로서, 불규칙한 데이터

를 그룹지어 수많은 데이터를 다루는데 유용하다[7].

따라서 이 논문에서는 모바일 추천 서비스를 위한 데이터 표현 모델로, 경사 그리드 기반의 추상화 모델[8]과 그 처리 방법을 기술한다. 사용된 데이터 추상화 모델은 원시 센서 데이터와 환경 모니터링 시스템의 사이에서 데이터 독립적인 한 계층을 제공함으로써, 시스템에서 측정된 센서 데이터를 보다 빠르고 효과적으로 다루고 활용할 수 있게 한다.

이 논문의 전체적인 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로 센서 네트워크 응용 및 추상화에 대한 기존 연구들을 소개한다. 3장에서는 모바일 추천 서비스 시스템의 구조와 데이터 처리 과정을 설명한다. 4장에서는 활용된 센서 데이터 추상화 모델과 그 처리 방법을 기술한다. 5장에서는 추상화 모델의 구현 사항을 보이고, 마지막으로 6장에서는 결론을 맺는다.

### 2. 관련연구

이 장에서는 관련 연구로 센서 네트워크를 활용한 환경 모니터링 응용과 추상화 기술을 소개한다. 다양한 환경 모니터링 시스템이 인간이 접근하기 어려운 넓은 지역을 감시하고 생태계를 분석하기 위하여 활용되며 사용자에게 유용한 정보를 제공한다. 바다새 서식지 모니터링 프로젝트 [9]는 Great Duck 섬에 32개의 센서 노드를 배치하였으며, 원활한 데이터 처리를 위해 분산시스템과 네트워크 상황 체크, 등에 대해 고려한다. GLACSWEB [10]은 빙하의 이동과 지구의 기후 변화를 이해하기 위해, 빙하 속에 센서를 설치하여 데이터를 분석한다. In-situ 센서 데이터 처리를 위한 프레임워크 [11]는 미세먼지, 황하수소, 등 대기 오염 및 기상 상태를 체크하기 위한 12종의 센서 종류를 활용하여 24개의 센서 노드를 설치하고, 대기 오염 방지를 위한 컨텍스트 모델을 사용하여 사용자에게 피해를 줄 수 있는 오염에 대해 정보를 제공한다. The PODS [12]는 희귀 식물 모니터링을 위한 생태계 분석 및 데이터 요약 (Generic Mapping tools (GMT) [13]) 방법을 고려하였다.

환경 모니터링 응용을 포함한 센서 네트워크 응용에서는 효과적인 데이터 분석 및 활용을 위하여 다음과 같이 보통 3가지 센서 데이터 획득 방법을 사용한다. 모든 센서 데이터를 활용 [14, 15], 요약된 센서 데이터만 활용 [16]. 특정 지역의 데이터만 활용 [17]. 특정 지역의 데이터를 얻을 때는 아래와 같이 SQL 기반의 집계함수를 사용하기도 한다.

SQL : “SELECT avg(volume) FROM Sensors GROUP BY region HAVING avg(volume) > threshold.”

센서 네트워크 응용에서의 다음과 같은 추상화 연구가 이루어진다. 오픈 서비스 게이트웨이 선도 (OSGi, Open Service Gateway initiative)에서 상황 인식을 위해 디자인 된 센서 추상화 및 통합 레이어 (SAIL, Sensor Abstraction and Integration Layers) [18]는 데이터 획득 및 WSN (wireless sensor network) 그리고 기존의 상황 인식 시스템 [18] 사이의 노드 상호작용을 단순

화 시키는 계층적인 구조를 제시한다. SAIL은 WSN 발견과 센서 제어, 사건 감시를 지원하기 위한 접근 (access), 추상화(Abstraction), 통합(Integration) 세 계층으로 구성된다. 이 추상화 기술은 또 센서네트워크 안에서도 활용된다. 글로벌 센서 네트워크 (GSN, Global Sensor Networks)는 가상의 센서 추상화를 사용한다. 그리고, XML 기반의 표현자와 SQL 질의를 사용하여 다양한 원격 센서 데이터 소스에서 센서 데이터를 통합한다[19]. GSN은 XML기반 서식과 함께 가상의 센서 추상화를 활용하여 무 질서한 수많은 데이터 소스를 감추고 데이터를 활용하는 다양한 기술들을 단순하게 사용할 수 있게 도와준다.

환경 모니터링을 포함한 센서 네트워크 응용에서 효과적으로 데이터를 획득하고 활용하기 위한 연구가 계속되고 있지만, 센서 데이터를 효과적으로 분석하고 관리하기 위한 데이터 추상화 모델에 대한 연구는 아직 많이 이루어지지 않았다.

### 3. 모바일 추천 서비스 시스템

이 논문에서는 모바일 추천 서비스 응용을 위하여 이동 객체 관리 시스템[20]과 환경 모니터링 시스템[21]을 활용하였다.

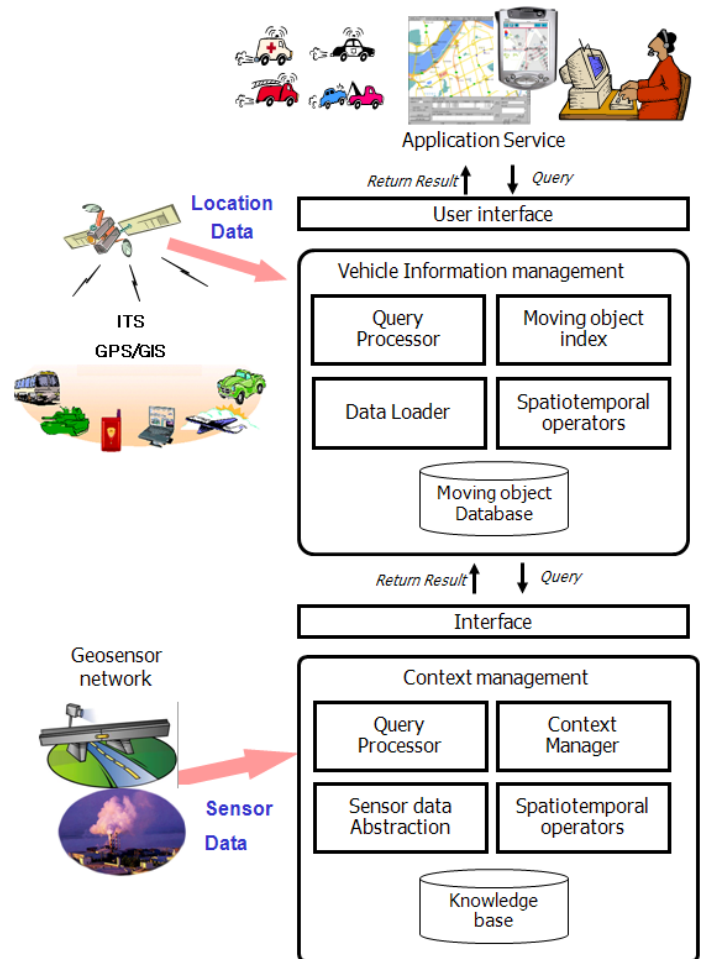


그림 1 모바일 추천 서비스 시스템 구성도

이동 객체 질의 처리 시스템은 차량의 위치 정보를 입력받아 저장하고, 사용자의 요청에 따라 위치 및 궤적 질의를 처리한다. 그리고 환경 모니터링 시스템은 센서로부터 들어온 데이터를 추상화 및 규칙과 컨텍스트 모델과 함께 가공한 후, 센서가 설치된 곳에서 어떤 사건이 어떻게 발생하는지에 대한 정보를 제공한다. 그림 1은 모바일 추천 시스템의 전체 구성을 나타낸다. 개인용 컴퓨터 및 PDA를 활용하여 위치 및 궤적에 대한 질의를 처리하면, 시스템은 이동 객체 질의 분석기와 시공간 연산자를 활용하여, 질의를 처리하고 웹과 PDA로 그 결과를 전송한다. 이 시스템은 차량 위치 정보 획득, 저장, 관리 모듈과 사용자 질의 수집, 처리, 전송 모듈, 그리고 이동객체 색인으로 구성된다. 이 시스템에서 제공하는 이동 객체 위치 및 궤적은 모바일 추천 서비스를 제공할 때, 사용자 및 타겟의 위치 정보로 활용된다.

환경 모니터링 시스템은 실시간 사건 감시를 위해 전송되는 센서 데이터를 필터링과 추상화 과정을 통해 요약한다. 그리고 컨텍스트 모델과 사용자 규칙, 그리고 시공간 연산자를 활용하여 요약된 센서 데이터를 분석하고 상황을 판단한다. 특히 센서 데이터를 요약하는 센서 데이터 추상화는 시스템에서 처리되는 데이터의 양을 줄여 효율적으로 데이터를 처리할 수 있게 도와준다.

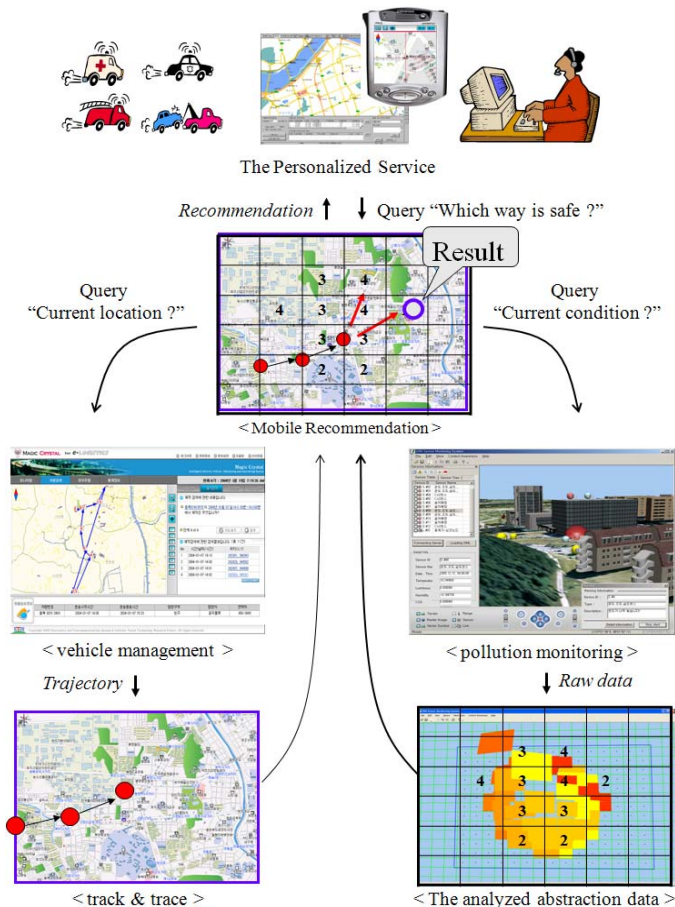


그림 2 추천 서비스를 위한 데이터 처리 과정

그림 2는 이 논문에서 제시하는 모바일 추천 서비스에서 이동 객체의 위치 서비스와 환경 정보 서비스가 함께

결합하여 처리되는 과정을 보여준다. 예를 들어, “거동이 불편한 환자를 데려가기 위한 가장 가까운 병원을 추천하시오.”와 같은 질의가 입력되면, 이동 객체 관리 시스템은 사용자의 현재 위치를 검색하고, 환경 모니터링 시스템은 그 주변의 환경 정보를 분석하여, 가까운 미래의 예측 위험도를 제시한다. 그러면, 모바일 추천 시스템은 전달받은 두 정보와 사용자가 입력한 규칙에 따라 가장 가깝고도 안전한 지역의 병원을 추천한다. 이와 같이 환경 모니터링 시스템은 모바일 추천 서비스를 제공할 때, 사용자가 요청한 지역의 환경 정보를 분석하여, 사용자의 위치에서 보다 적절한 결과 값을 전달할 수 있도록 도와준다.

#### 4. 센서 데이터 추상화

이 장에서는 모바일 추천 서비스의 환경 정보를 제공하기 위하여 사용된 센서 데이터 추상화 기법을 소개한다. 환경 모니터링 시스템에서는 대용량의 데이터를 빠르게 접근하기 위하여 센서 데이터 추상화를 위한 경사 그리드 (SGSA, Slope Grid for Sensor Data Abstraction) [8] 를 활용한다.

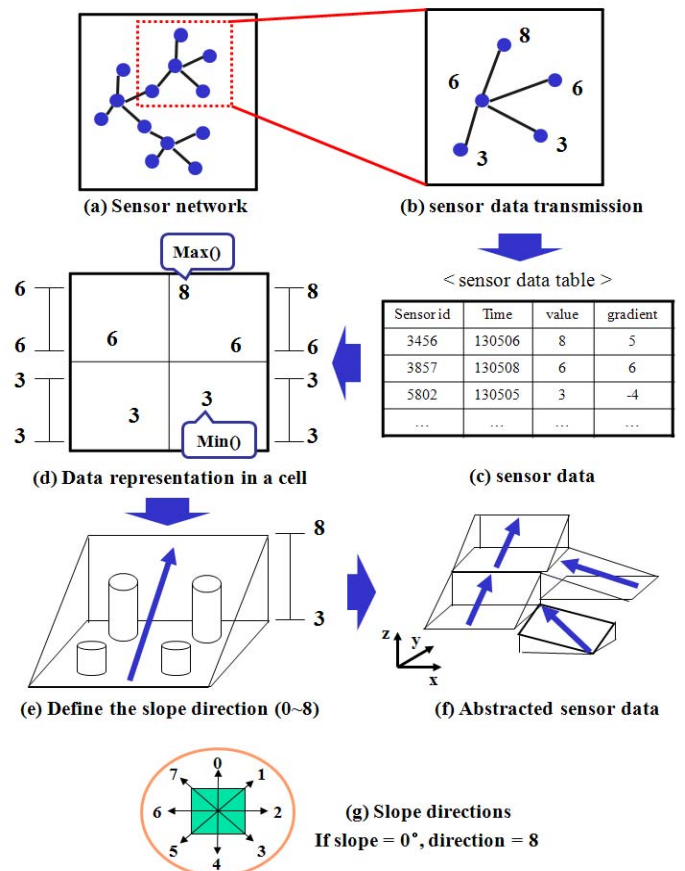


그림 3 센서 데이터 추상화

그림 3은 경사 그리드에서 센서 데이터가 추상화되는 과정을 보여준다. 먼저, 센서 데이터가 입력되면, 각 지역(셀) 안에 포함된 센서 데이터를 하나의 경사 방향으

로 대표해서 나타낸다. 이 때, 각 셀마다 4개의 서브 셀로부터 최소 값, 최대 값을 추출하여 비교하고 셀 안의 데이터 경향을 가장 잘 나타낼 수 있는 방향으로 경사 방향을 설정한다. 이 경사 방향이 모이면, 단순화된 등고선 맵처럼, 현재 측정된 데이터가 어떤 경향을 보이는지를 쉽게 알 수 있다.

또한 모바일 추천 서비스에서 사용자가 환경 정보를 요청할 경우, 현재 정보 뿐만 아니라 가까운 미래의 환경 변화 정보를 제공한다. 이에 대한 과정은 아래와 같이 센서의 현재 측정 값을 기반으로 특정 시간 뒤의 예측 값을 구하고, 그 예측된 값을 기반으로 각 셀마다 예측 위험도를 계산한다.

현재 시간이 t 이고, 특정 시간 a 후의 예측 위험도는

$$\text{미래 예측 값}(t + a) = \text{현재 값}(t) + \text{가까운 미래 시간}(a) * \text{증가량} / \text{샘플링 간격(초)}$$

$$\text{예측 위험도}(t + a) = \text{센서 예측 값}(t + a) * \text{지역 중요도} * \text{증감 값} * \text{임계값 도달 확률} * a$$

각 셀마다 계산된 예측 위험도는 각 센서 종류에 속하는 그리드에서 경사 방향을 통해 나타나며, 그리드에서 추상화된 데이터는 서로 다른 종류의 센서 데이터와 결합하며, 최종적으로 통합된 환경 정보를 만들어 낸다.

통합된 환경 정보를 제공하는 과정은 그림 4에 나타나 있다. 각 센서 종류 (예; 온도, 습도, 미세먼지, 등)마다 추상화된 데이터는 각각의 색인에 의해 빠르게 검색되며, 다양한 센서 종류의 경사 그리드를 적절히 관리하기 위해 요약된 색인을 사용한다.

그리고, “현재 대기 오염 지역은 어디인가?”, “현재, 급격하게 대기 오염도가 증가하고 있는 지역은 어디인가?”와 같이 현재 상황을 요청하는 사용자 질의가 들어올 경우, 질의에 답하기 위한 다양한 연사자를 데이터베이스에 저장된 컨텍스트 모델(context model)과 규칙에 적응하여, 통합된 환경 정보를 이끌어 낸다.

### 5. 구현

이 장에서는 환경 정보 제공을 위한 센서 데이터 추상화의 일부 구현된 내용을 보인다. 센서 데이터 추상화를 위해, 60,000개의 가상의 센서들과 그리드 내에 10,000개의 셀을 설정하였다. 가상의 센서 데이터는 사용자의 입력에 따라 연속적으로 생성되며, 전송된 센서 데이터 값에 따라 경사 그리드의 각 셀은 데이터 경향 표현을 위한 경사 방향을 유도한다.

그림 5는 구현된 경사 그리드 기반 센서 데이터 추상화를 보여준다. (a)는 지리 정보에 따라 설정된 가상의 센서를, (b)는 센서 값에 따라 추상화된 환경 정보를 보여준다. 그림에서는 특정 사건이 발생함에 따라 특정 지역의 오염도가 증가함을 알 수 있다. 그리고 이 특정 지역을 원시 센서 데이터를 하나하나 검토하지 않고, 추상화된 데이터만 체크하여 유도함으로써, 센서 데이터에서 오염지역을 추출할 때, 보다 빠르게 상황을 처리할 수 있다.

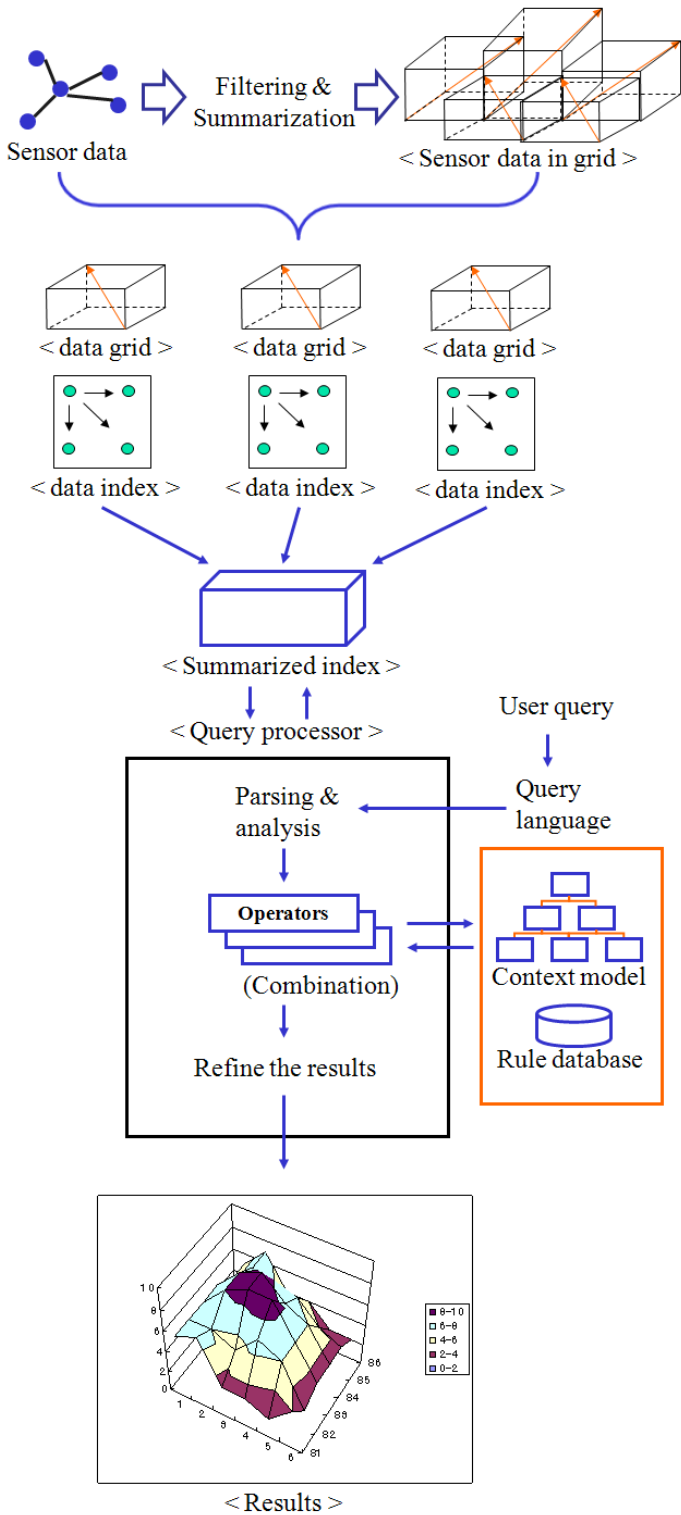
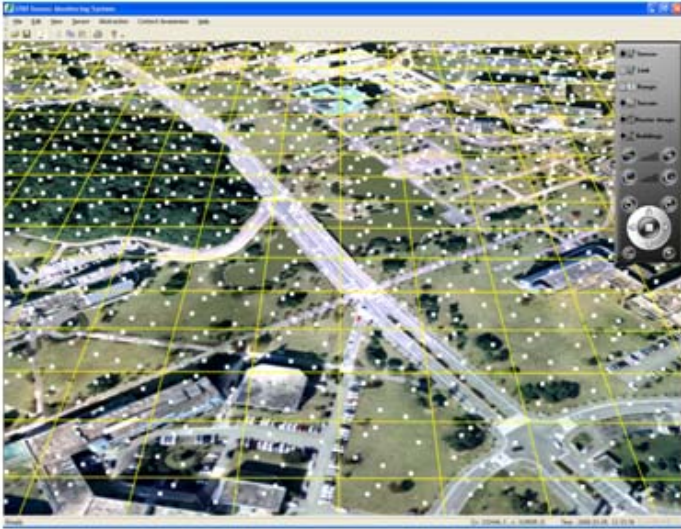
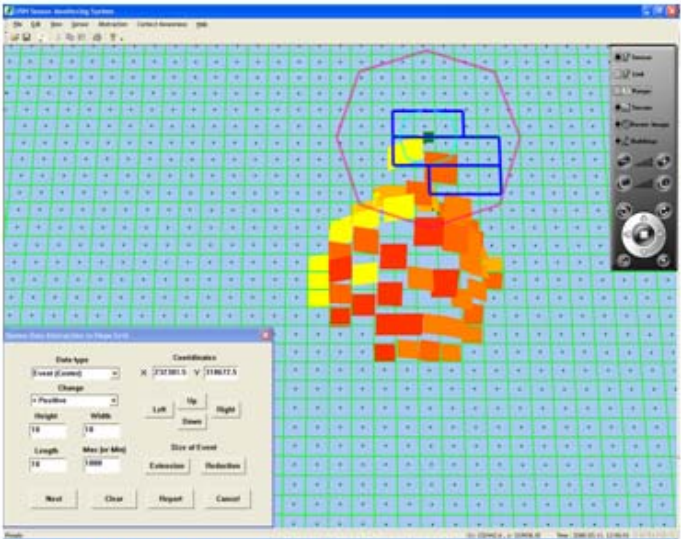


그림 4 추천 서비스를 위한 데이터 처리 과정





(A) Sensors in the SGSA



(b) The detected event with SGSA

그림 5. 경사 그리드 기반 센서 데이터 추상화

이와 같이 활용된 센서 데이터 추상화는 센서 데이터를 요약하여 표현함으로써, 환경 모니터링 시스템에서 데이터를 보다 간단하게 처리하는데 효과적이다.

## 6. 결론

이 논문에서는 모바일 추천 서비스를 위한 센서 데이터 추상화와 그 처리 방법에 대해 기술하였다. 먼저, 다양한 이기종의 센서 데이터를 효과적으로 다루기 위해, 경사 그리드를 활용하였으며, 통합된 환경 정보를 제공하기 위한 추상화 데이터 처리 과정을 제시하였다.

향후에는 경사 그리드를 위한 각각의 색인, 모든 추상화된 데이터를 다루는 요약 색인, 추상화된 데이터에서 보다 고차원 정보를 추출하는 연산자 설계할 것이다.

## 참고문헌

1. C. Hage C. S. Jensen T. B. Pedersen L. Speicys I. Timko, "Integrated Data Management for Mobile Services in the Real World," VLDB 2003, pp.1019-1030, 2003.
2. H. A. Lee, H. J. Lee, "Design of a Moving Object Engine for Web Applications," IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Institute of Electrical and Electronics Engineers, pp.3494-3497, 2005.
3. M. Erwig, R. H. Guting, M. Schneider, M. Vazirgiannis, "Spatio-Temporal Data Types : An Approach to Modeling and Querying Moving Object in Databases," CHOROCHRONOS Technical Report CH-97-08, December, 1997.
4. R. H. Guting, M. H. Bohlen, M. Erwig, C. S. Jensen, N. A. Lorentzos, M. Schneider, M. Vazirgiannis, "A Foundation for Representing and Querying Moving Objects," ACM Transactions on Database Systems, Vol. 25, No.1, pp.1-42, March, 2000.
5. 박정석, 정영진, 신문선, 류근호, "모바일 추천 서비스를 위한 이동 객체 질의 처리 시스템," 한국정보처리학회 논문지 D, 14권 7호, pp.707-718, 2007.
6. Welsh, M., Mainland, G., 2004, Programming Sensor Networks Using Abstract Regions, USENIX Association, pp. 3-3.
7. Deshpande, A., Madden, S., 2006, MauveDB: Supporting Model based User Views in Database Systems, ACM SIGMOD, pp.73-84.
8. Y. J. Jung, S. Nittel, "Geosensor Data Abstraction for Environmental Monitoring Application," GIScience, pp. 168-180, 2008
9. A. Mainwaring, J. Polastre, R. Szewczyk, D. Culler, J. Anderson, "Wireless Sensor Networks for Habitat Monitoring," ACM International Workshop on Wireless Sensor Networks and Applications, EUA, pp. 88-97, 2002.
10. J. K. Hart, J. Rose., "Approaches to the study of glacier bed deformation," Quaternary International, Vol. 86, pp. 45-58, 2001.

11. Y. J. Jung, Y. K. Lee, D. G. Lee, M. Park, K. H. Ryu, H. C. Kim, K. O. Kim, "A Framework of In-situ Sensor Data Processing System for Context Awareness," ICIC, pp. 124-129, 2006.

12. E. Biagioni, K. Bridges, "The application of remote sensor technology to assist the recovery of rare and endangered species," In Special issue on Distributed Sensor Networks for the International Journal of High Performance Computing Applications, Vol. 16, No. 3, 2002.

13. Generic Mapping tools, <http://gmt.soest.hawaii.edu>.

14. D. Chu, A. Deshpande, J. M. Hellerstein, W. Hong, "Approximate Data Collection in Sensor Networks using Probabilistic Models," International Conference on Data Engineering, pp. 48, 2006.

15. D. Tulone, S. Madden, "PAQ: Time Series Forecasting For Approximate Query Answering In Sensor Networks," Lecture Notes in Computer Science 3868, pp. 21-37, 2006.

16. S. Madden, M. J. Franklin, J. M. Hellerstein, W. Hong, "Tag: a tiny aggregation service for ad-hoc sensor networks," SIGOPS Operating Systems Review, pp. 31-46, 2002.

17. D. Goldin, "Faster In-Network Evaluation of Spatial Aggregation in Sensor Networks," Int'l IEEE Conference On Data Engineering, pp. 148, 2006.

18. Girolami, M., Lenzi, S., Furfari, F., Chessa, S., 2008, SAIL: a Sensor Abstraction and Integration Layer for Context Awareness, 34th SEAA, pp. 374-381.

19. Aberer, K., Hauswirth, M., Salehi, A., 2006, A Middleware For Fast And Flexible Sensor Network Deployment, VLDB, pp. 1199-1202.

20. Young Jin Jung, Keun Ho Ryu, "The Vehicle Tracking System for Analyzing Transportation Vehicle Information," Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3842, pp.1012-1020, January 2006.

21. 정영진, 류근호, 김학철, "실외 센서네트워크 기반 재해방지 시스템을 위한 위험지역 예측기법," 한국정보처리학회 논문지 D, 13-D권, 6호, pp.775-788, 2006년 10월.