

# 이동객체 위치 획득시스템의 구현 및 평가

민경욱\*, 조대수\*, 이종훈\*

\*한국전자통신연구원 공간정보기술센터 GIS 연구팀

e-mail : [kwmin92@etri.re.kr](mailto:kwmin92@etri.re.kr)

## Implementation and Estimation of Acquisition System of Moving Object Location

Kyoung-Wook Min\*, Dae-Su Cho\*, Jong-Hun Lee\*

\*GIS Research Team, Spatial Information Technology Center, ETRI

### 요 약

이동객체 위치획득시스템은 이동체데이터베이스(MODB : Moving Object Database)에서 위치를 획득하는 서비스시스템으로써, 사람 또는 자동차와 같이 이동성을 갖는 객체의 위치를 여러 디바이스를 통해서 획득하는 역할을 한다. 이러한 위치획득시스템은 실시간으로 위치를 획득함에 있어서 통신 부하를 최소화 하여야 하며, 획득된 정보의 질을 보장하여야 한다. 또한 다양한 데이터의 집합, 다양한 통신 환경 상황에 대하여 다양한 위치획득 모델을 적용할 수 있어야 하며, 어떠한 상황에서도 통신부하를 최소화 하는 것을 목적으로 하고 있다. 정적 위치획득 전략, 거리기반 위치획득 전략, 그룹기반 위치획득 전략, 예측기반 위치획득 전략 등, 다양한 위치획득 전략을 모델링 하여 성능을 보장하여야 한다. 이에 본 논문에서는 이러한 다양한 위치획득 모델을 포함하고 있는 위치획득시스템을 구현하여 그 성능을 평가한다.

### 1. 서론

위치획득시스템은 이동체데이터베이스의 한 서비스시스템이다. 현재, 이동체의 위치를 이용한 서비스는 다양한 형태로 제공되고 있으며, LBS(Location-Based Services)형태로 우리의 생활과 밀접한 관계를 맺고 있으며, 향후에는 그 이용 폭이 대폭 증가 될 전망이다[1,3,5]. 이러한 LBS의 플랫폼에서는 이동체 데이터베이스의 기능이 필수적이며, 이러한 이동체 데이터베이스 시스템에서는 위치정보 저장 기능, 위치정보 질의 처리기능 이외에도 위치정보 획득 기능을 포함하고 있다. 위치정보 저장 기능은 대용량의 획득된 위치정보를 다양한 분산 데이터베이스에 효과적으로 저장하는 기능이고, 위치정보 질의 처리기능은 공간 및 시간 필터에 의해서 위치정보로의 빠른 접근 기능을 제공하고 있다. 지금까지 이동객체와 관련된 연구에는 효과적인 시공간 데이터의 저장, 데이터의 모델링 및 빠른 접근을 위한 시공간 색인 등에 대하여 집중적으로 연구 되어져 왔으며, 위치정보의 획득에 관한 연구는 소홀히 해 왔다. 향후, 대용량의 이동체의 위치를 획득하는데 있어서 통신부하는 쉽게 예측할 수 있으며, 이에 대한 대비책이 마련되어야 한다. 이러한 대용량의 위치를 획득하는데 있어서, 통신 부하를 축소하고 시

스템을 안정성을 도모하는 역할을 하는 것이 바로 이러한 위치획득시스템이다. 위치획득 시스템은 다양한 데이터의 집합에 대하여 다양한 전략을 지원해야 한다. 정적위치획득 전략, 거리 기반 위치획득 전략, 그룹기반 위치획득 전략, 예측 기반 위치획득 전략 등 다양한 전략을 모델링 하여야 하며 이러한 모델들을 적용함으로써 시스템의 성능을 보장 하여야 한다.

본 논문에서는 다양한 위치획득 모델을 포함하고 있는 이동객체 위치획득시스템을 구현하여 그 성능을 평가한다. 2 장에서는 이동객체 위치획득시스템의 전체 구조와 구현 측면에서 그 구성을 살펴 볼 것이다. 그리고 3 장에서는 이러한 위치획득시스템에서 제공하는 위치획득 모델과, 위치획득 벤치마킹에 대해서 살펴보고, 4 장에서는 여러 위치획득 모델의 각각의 성능을 실험적으로 평가하며, 5 장에서는 마지막으로 결론 및 향후 연구 과제에 대하여 논의 할 것이다.

### 2. 이동객체 위치획득 시스템

이번 장에서 살펴 볼 이동객체 위치획득시스템은 이동객체데이터베이스시스템을 축소화하여 구현하였다. 즉, 위치획득시스템, 위치저장 파일시스템으로 구성된 일종의 Little

MODBs 라고 보면 될 것이다. 전체 구조는 그림 1 과 같다.

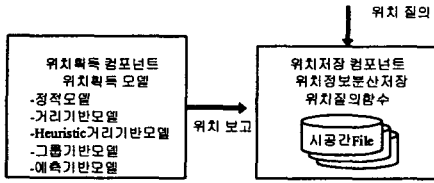


그림 1 이동객체 위치 획득 및 저장시스템

다양한 위치 획득 모델을 포함하고 있는 위치 획득 컴포넌트와 파일기반 위치 저장 컴포넌트로 구성되어 있다. 각 부분을 세부적으로 살펴보면, 먼저 위치 획득 컴포넌트의 시스템 구조는 그림 2 와 같다.

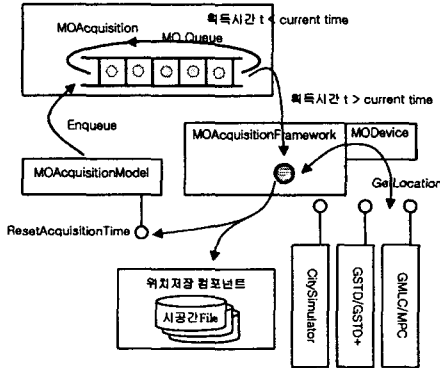


그림 2 위치 획득 컴포넌트 구조

위치 획득 클래스에서는 대기 큐에 있는 이동체들이 루프를 돌면서 busy check 를 한다. 획득 시간이 지난 이동체들은 큐에서 제거되어 MOAcquisitionFramework 로 보내지고 MODevice 를 거쳐서 다양한 데이터 소스로부터 위치 정보를 획득 하게 된다. 획득된 이동체는 하루 위치 저장 컴포넌트로 보내지게 되고, 다양한 모델의 알고리즘에 따라서 획득 시간을 재 설정한 후 다시 대기 큐로 들어가게 된다. 여기서 MOAcquisitionFramework 은 이동체 위치 획득의 동시성을 보장하기 위하여 thread pool 을 사용한다. 위치 획득 디바이스는 다양한 데이터 소스로부터 이동체의 위치를 획득하는 역할을 한다. MPC (Mobile Positioning Center)[12], GMLC (Gateway Mobile Location Center)[11] 등의 이동통신사에서 위치 정보를 제공해주는 게이트웨이 서버와, GSTD/GSTD+[8,9], CitySimulator[13]와 같이, 이동체를 시뮬레이션하여 위치 정보를 제공하여 주는 다양한 데이터 소스가 가능하다. 본 논문에서 구현한 위치 획득 시스템은 시뮬레이터로부터 위치를 획득하여 오는 부분만이 구성되어 있다.

위치 저장 컴포넌트의 구조는 그림 3 과 같다. 획득된 위치 정보는 MOFileManager 의 InsertRow 라는 인터페이스를 통해서 파일에 기록하게 된다. 파일은 저장하고자 하는 시간 (Packaging Time) 동안 기록되며, 그 이후에는 새로운 파일을 생성하여 새롭게 기록하게 된다. 즉, packaging time 이 하루 라면, 하루 동안 획득한 이동객체는 하나의 파일에 저장하게 된다.

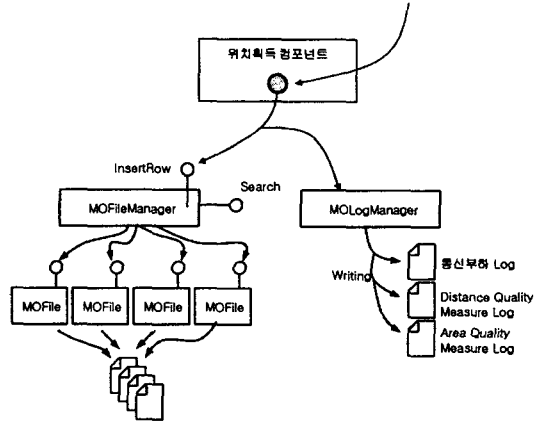


그림 3 위치 저장 컴포넌트 구조

또한 이동체의 정보를 획득한 후, MOLogManager 는 다양한 상태를 모니터링하기 위한 로그를 기록하여 저장하게 된다.

### 3. 이동객체 위치 획득 모델 및 벤치마킹

이동객체의 위치 획득 모델은 본 학술 발표 논문지에 제출한 바가 있기 때문에 간단히 언급한다. 이동객체의 위치 획득 모델의 최종 목표는 위치 획득 회수를 줄여서 통신 부하를 최소화하는 것을 목적으로 하고 있다. 본 논문에서는 5 가지의 기본 위치 획득 모델을 구현하고 있으며 4 장에서는 이 중 4 개의 위치 획득 모델에 대한 성능을 평가 할 것이다.

#### 3.1. 이동객체 위치 획득 모델링

이동객체 위치 획득 모델은, 과거에 획득된 위치의 정보를 바탕으로 미래의 획득 시간을 다르게 설정하여 획득 회수를 줄이는 것이 목적이다. 아래와 같이 5 가지 위치 획득 모델에 대해서 설명한다.

○ 정적기반 위치 획득  
정적기반 위치 획득(Static Acquisition)은 이동체의 위치를 획득하는 시간을 모두 동일하게 설정하는 방법이다. 즉, 모든 이동체의 위치 획득 시간  $\Delta t (t_i - t_{i-1})$ 는 동일하다. 이 방법은 실제 통신 부하를 줄이기 위한 목적이라기 보다는 다른 모델의 성능을 측정하기 위한 모델이다. 즉, 이 모델에서  $\Delta t = 1$  로 설정하여 다른 모델과의 위치 획득 회수, 및 이동거리 오차, 이동면적 오차율을 계산한다.

○ 거리기반 위치 획득  
거리기반 위치 획득(Distance-based Acquisition)은 이동량이 많은 객체에 대해서는 획득 시간  $\Delta t$  를 줄이고, 이동량이 적은 객체에 대해서는  $\Delta t$  를 늘이는 방법이다. 즉 아래와 같다.

$$\Delta d > ub \rightarrow \Delta t \downarrow$$

$$\Delta d \leq lb \rightarrow \Delta t \uparrow$$

(ub : threshold upper bound, lb : threshold lower bound  
 $\Delta d$ :  $d_i - d_{i-1}$  (이동변화량),  $\Delta t$ : 획득시간간격)

먼저, threshold bound 는 이동체 데이터 셋의 특성과 관련하여 설정하여야 한다. 즉, 이동량이 적은 사람과 데이터 집합에 대해서는 그 범위를 낮게 설정하여야 하며, 이동량이 많은 차와 같은 데이터 집합에 대해서는 그 범위를 높게 설정하여야 한다. 또한, 획득시간을 증가하거나 감소시키는 한계(획득시간 단계) 도 중요한 요소가 된다. 하나의 이동체 데이터 셋에 대하여 모든 이동체의 threshold bound 는 동일하다.

○ Heuristic 거리기반 위치획득  
 Heuristic 거리기반 위치획득(Heuristic Distance-based Acquisition) 모델은 거리기반 위치획득 모델에서 threshold bound 의 값을 전체 이동체에 동일하게 적용하는 것이 아니라, 각각의 이동체의 bound 의 값을 설정하여, 최적의 bound 의 값을 갖도록 하는 방법이다. 이동체의 위치정보를 획득하였을 경우 threshold bound 의 값을 거리기반 위치획득 모델과 동일하게 적용하되, 연속적인 상태(lower state, upper state, stable state)의 회수를 계산하여 threshold bound 의 값을 다르게 설정하는 방법이다.

○ 그룹기반 위치획득  
 그룹기반 위치획득(Group-based Acquisition) 모델은 이동체가 특정 시간대에 특정 지역에 군집하였다가 그 지역을 벗어날 때까지의 획득시간 간격을 늘여서 통신부하를 줄이는 방법이다. 이 방법은 이동체의 최근에 위치한 곳들의 MBR (Minimum Bounding Rectangle)을 중심으로 하여, 추가로 획득된 이동체의 위치가 MBR 에 포함되는지 안 되는지를 판단하여 위치획득 간격을 조정한다. 여기서 MBR 에 포함되지 않지만, 근접한 곳으로의 이동에 대하여서도 포함되는 것으로 간주하기 위하여 MBR 증가 rate ( $0 < r < 1$ )을 뒤서 MBR 의 크기를 확대한다.

$MBR_{N=n}.Contain(x,y) = false \rightarrow \square t \downarrow$   
 $MBR_{N=n}.Contain(x,y) = true \rightarrow \square t \uparrow$   
 $(x, y) :$  마지막에 획득된 이동체의 위치좌표  
 $MBR_{N=n} :$  최근  $n$  개 이동체에 대한 MBR  
 $MBRr = MBR + MBR * r, 0 < r < 1 :$  area 증가 rate)

○ 예측기반 위치획득  
 예측기반 위치획득(Predict-Based Acquisition) 모델은 과거 이동체의 정보인 (방향, 속도)를 이용하여 다음 이동 위치를 예측하는 것이다. 하지만 이 방법은 많은 위험이 따른다. 왜냐하면 과거 이동 정보를 이용하는 데에는 한계가 있고, 이동체 별로 복잡한 예측 모델을 적용하기에는 그 오버헤드가 크기 때문이다. 따라서, 이 전략은 가장 기본적인 백터 정보인 (방향, 속도, 시작점)을 가지고 위치를 예측하며, 이동정보의 정확도를 보장하기 위해서 일정 회수까지는 실제 위치를 획득한 후 통신 부하를 고려하여 위치를 예측하게 된다.

3.2. 이동객체위치획득 시스템의 벤치마킹

이동객체 위치획득 시스템의 성능을 평가하기 위하여 크게 두 가지로 나눈다.

○ 통신부하

○ 획득된 위치정보의 질 (Quality of Information)

통신부하의 측정은 단위시간에 위치획득 회수를 비교하여 측정할 수 있다. 즉,  $\square t = 1$  인 정적기반 위치획득의 통신부하를 100%로 봤을 경우, 상대적인 위치획득 회수를 측정함으로써 가능하다. 획득된 위치정보의 질의 측정을 위해서 본 논문에서는 이동거리의 변화량, 면적의 변화량을 측정하여 비교한다. 다시말하면,  $\square t = 1$  인 정적기반 위치획득 모델의 이동거리 및 이동면적의 변화량과의 상대적인 값을 비교함으로써 측정을 할 수가 있다.  $\square t = 1$  인 정적기반 위치획득의 거리 및 면적 변화량에 가까울수록 질은 높다고 판단할 수가 있다. 그림 4 와 같이 quality 를 측정하는 함수를 만든 후, 정도를 측정할 수가 있다.

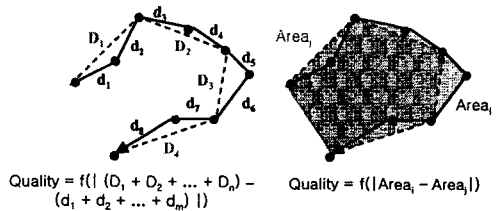


그림 4 획득 정보의 quality 측정 방법

4. 성능평가

본 논문에서 구현한 위치획득 시스템의 성능을 평가하기 위하여, CitySimulator(IBM)의 시뮬레이션 데이터를 입력 데이터로 하여 테스트하였다. CitySimulator 는 이동체의 수, 획득 회수를 파라미터로 입력하여 이동체를 시뮬레이션한다.

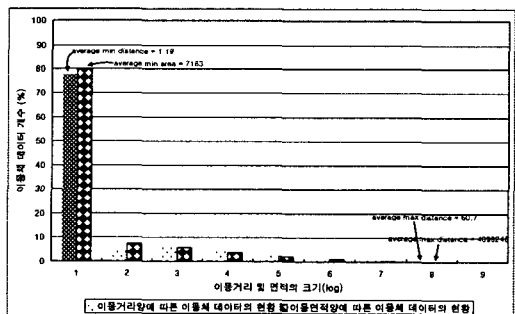


그림 5 실험데이터의 분포 현황

데이터 셋의 크기는 10000 개이며,  $\square t = 1$  인 정적 위치획득 모델에 의해 1000 번의 위치정보를 가져올 수 있는 데이터에 대하여 실험을 하였다. 이동체 데이터의 현황은 그림 5 와 같다. 데이터의 약 80%가 이동 속도와 이동 면적이 적은 그룹에 속한다. 즉, 사람과 같이 이동량이 적은 데이터를 나타내고 있다.

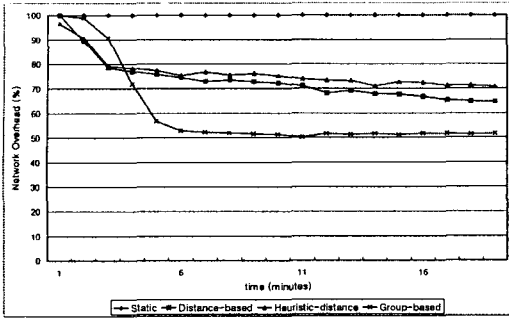


그림 6 위치획득 회수 측정 그래프

테스트 항목은 먼저 각 위치획득 모델 별로 통신부하(단위시간의 위치획득 회수) 및 획득 정보의 quality 를 측정하기 위하여  $\alpha = 1$  인 정적 위치획득 모델의 이동거리와의 오차와 면적 변화량의 오차를 측정하였다. 그림 6 은 위치획득 회수를 측정한 그래프이다. 3 가지 모델 모두 일정 시간이 지나면 획득 회수는 거의 일정하게 유지됨을 알 수 있다. 여기서 Distance-based 획득 및 Heuristic Distance-based 획득 모델에서는 threshold bound 를 20, 30 으로, 획득시간 단계를 5 단계로 두었으며, Group-based 모델에서의  $r$  ( $1 < r < 0$ )의 값은 0.2 로 두고 측정하였다. 이러한 파라미터들은 해당 데이터 셋의 특성에 맞게끔 설정하여 통신 부하율을 줄여야 한다.

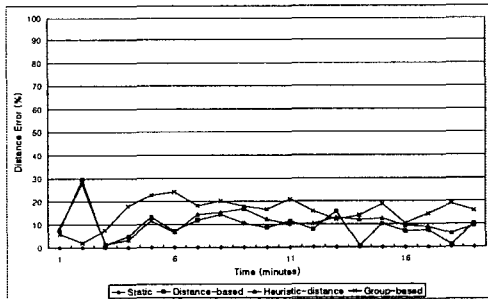


그림 7 이동거리 오차 측정 그래프

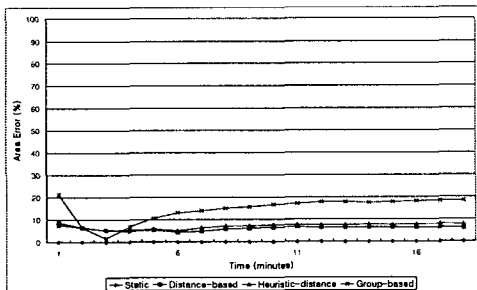


그림 8 이동면적 오차 측정 그래프

그림 7 과 그림 8 은 이동거리 오차 및 이동면적 오차를 측정한 그래프이다. 3 가지 모델 모두 오차율이 30% 이상이며, 시간이 지날수록 그 오차율을 일정함을 알 수가 있다.

Group-based 획득 모델이 통신부하율이 제일 낮은 반면 오차율은 다소 높음을 알 수 있다.

### 5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서 구현한 이동객체 위치획득 시스템은 4 가지의 모델을 포함하고 있으며, 다양한 데이터 셋에 적절한 옵션들을 설정하여 사용할 수 있다. 대용량 이동객체의 위치를 획득하여 로컬 파일 시스템에 대용량의 데이터를 일정 시간 단위로 저장하고 있으며, 간단한 검색을 위한 인터페이스를 제공하고 있다. 또한 CitySimulator 에서 시뮬레이터한 데이터 셋을 바탕으로 하여 성능을 평가해 보았다. 정적 위치획득 모델을 기준으로 하여 3 가지 모델의 통신부하량과 이동 거리 오차율, 이동 면적 오차율을 측정하여 각각의 성능을 확인하여 보았다.

향후 연구과제로는 이러한 3 가지 이외에도 더욱더 다양한 모델을 설계하여야 하며, 다양한 데이터 소스로부터 다양한 파라미터를 적용하여 그 성능을 평가하여 시스템을 안정화 하여야 한다.

### 참고문헌

- [1] 조대수, 남광우, 이종훈 "M-커머스를 위한 위치기반서비스 응용 기술 "한국정보과학회지 제 20 권 제 6 호, 2002. 6 pp. 45-51
- [2] 윤재관, 장영승, 한기준, "모바일 GIS 를 위한 위치기반서비스", 한국정보과학회 데이터베이스연구회지 18 권 1 호, 2002. 3 pp. 3-15
- [3] 진희재, 박상미, 안병익, "위치기반정보서비스를 지원하는 시스템 구조 및 소프트웨어 기술동향 분석", 2001 개방형 지리정보시스템 학회 학술회의 논문집, 4 권 1 호 2001, pp.145-160
- [4] 이양동, 김용대, "이동통신 3 사 연동 친구 찾기 서비스 사례", 정보처리학회지 2002. 3 pp. 79-83
- [5] 양영규 "위치기반 서비스(LBS: Location Based Service)기술 현황 및 전망", 정보처리학회지 제 8 권 제 6 호, 2001. 11 pp. 4-5
- [6] 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
- [7] Jensen, C.S. Jensen, A. Friis-Christensen, T. B. Pedersen, D. Pfoer, S. Saltens, and N. Tryfona, "Location-Based Services - A Database Perspective," Proceedings of the Eighth Scandinavian Research Conference on Geographical Information Science, As, Norway, June 25-27, 2001, pp. 59-68
- [8] Yannis Theodoridis, Jefferson R. O. Silva, Mario A. Natchimento, "On the Generation of Spatiotemporal Datasets", CHOROCHRONOS Technical Report CH-99-01
- [9] Dietoer Pfoer, Yannis Theodoridis, "Generating Semantics-Based Trajectories of Moving Objects", International Workshop on Emerging Technologies for Geo-Based Applications, Ascona, Switzerland, 2000.
- [10] OpenLS Initiative, A Request for Technology In Support of an Open Location Services(OpenLS (TM) Testbed, <http://www.openls.org>, 2000.
- [11] ISO TC/211, 19132 Geographic Information - Location based services possible standards, <http://www.isotc211.org/scope.htm#19132>.
- [12] LIF(Location Inter-operability Forum), Statement Version 4, LIF.
- [13] <http://www.alphaworks.ibm.com/tech/citysimulator>