

# LBS 플랫폼을 위한 이동객체 질의어의 설계

남광우, 이재호, 김민수  
4S 통합기술연구팀 공간정보기술센터  
한국전자통신연구원  
e-mail : {kwnam, snoopy, minsoo}@etri.re.kr

## Design of Moving Objects Query Language for LBS Platform

Kwang Woo Nam, Jae Ho Lee, Min Soo Kim  
4S Integration Research Team, Spatial Information Technology Center  
ETRI

### 요 약

이 논문에서는 위치기반서비스 플랫폼을 위한 이동객체 질의어를 제안한다. 최근 이동 객체를 다루는 다양한 위치기반서비스 및 데이터베이스 응용들이 등장함에 따라 이동 객체의 공간 정보를 저장 관리하고 정보를 요구하는 다양한 사용자 질의를 처리할 필요성이 대두되었다. 그러나 기존의 이동객체 질의어는 위치기반서비스에서의 특성을 충분히 반영하고 있지 못하다. 따라서 이 논문에서는 이동객체 데이터베이스에 대하여 시계열 질의와 슬라이스 표현을 지원하도록 함으로서 기존 이동객체 질의어에 비해 강력한 표현력을 갖는 질의어를 제안하고 있다.

### 1. 서론

최근 무선 인터넷을 사용할 수 있는 이동전화와 PDA 등의 등장과 함께 이동 컴퓨팅 기기를 이용한 위치기반서비스(location-based services)의 사용이 점차 보편화 되어 가고 있다.

위치기반서비스는 이동 컴퓨팅 기기를 사용하는 사용자의 위치를 추적해 다양한 응용 서비스를 제공하는 서비스를 통칭한다. 이것은 개인의 정확한 위치를 파악하여 각종 서비스와 마케팅에 활용함으로써 개인화되고 동적인 서비스를 제공할 수 있는 특징을 갖는다. 위치기반서비스에서 대상으로 하는 데이터는 PDA, 이동전화, 차량, 비행기, 선박 등의 자유롭게 이동하면서 시간에 따라 위치를 변경을 특성을 갖는다.

데이터의 특성적인면에서 시간의 흐름에 따라 객체가 이동하면서 위치 및 모양을 계속적으로 변경하는 특성을 갖는 데이터를 이동 객체(moving objects)라고 하며, 위치기반서비스에서 대상으로 하는 데이터는 이동 점(moving point)으로 한정된다.

실세계의 응용에서 “2002년 9월 10일 오전 8시-10시 사이에 A 지역을 통과한 버스와 그 버스들의 평균 이동속도를 구하라” 또는 “현재 B 구역에 위치한 승객에게 가장 빨리 도달가능한 택시를 검색하라”와 같은 이동객체에 대한 사용자 질의는 시간과 공간 제약을 모두 가지며 가까운 과거나 현재, 또는 미래시간에 대한 모델 및 연산을 필요로 한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 LBS 플랫폼

위치기반 상거래는 위치기반 서비스의 상업 서비스 영역이므로 그림 2 과 같이 위치기반 서비스 아키텍처 상에서 이루어진다. 즉, 모바일 기기를 사용하는 서비스 사용자와 이 사용자들을 연결하기 위한 무선 망, 그리고 상거래 서비스를 제공하는 서비스 제공자로 구성된다.

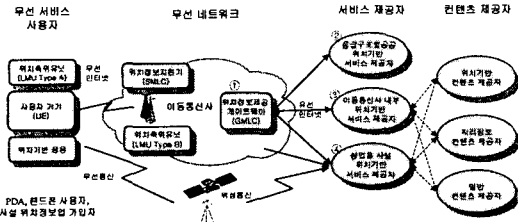


그림 1 위치기반서비스 아키텍처

무선 서비스 사용자는 측위 가능한 유닛(LMU; Location Measurement Unit)과 무선 통신을 위한 사용자 기기(UE; User Equipment) 등의 하드웨어와 위치기반 상거래 응용을 위한 플랫폼과 응용 등의 소프트웨어들을 포함하고 있는 핸드폰, PDA 또는 노트북 사용자라고 할 수 있다. 이 무선 서비스 사용자는 그림 2의 과 같이 일반적으로 이동 통신의 무선 인터넷 사용자 일수도 있으며, 와 같이 위성이동통신이나 비콘 등을 이용하여 서비스를 받는 무선통신 사용자 일 수도 있다.

무선 서비스 사용자가 일반 이동통신사의 무선망을 사용할 경우 무선 서비스 사용자의 위치 측위 유닛은 3.1 절에서 설명된 것과 같은 무선 측위 기술을 사용하여 사용자의 위치를 결정할 수 있다. 이 때 망 기반 측위나 혼합형 측위를 사용하기 위해서 이동통신사의 측위 유닛(Type B)과 함께 운용되며, 위치정보 지원기(SMLC; Serving Mobile Location Center)는 측위에 필요한 자원들을 조정하고 스케줄링 하게 된다. 측위된 위치정보는 3GPP 표준 시스템의 경우 위치정보제공 게이트웨이(GMLC; Gateway Mobile Location Center)를 통해 서비스 제공자에게 제공된다. 무선 서비스 사용자는 필요에 따라 위성통신이나 비콘을 통해 위치기반 서비스를 제공받는 경우도 있다. 위치정보를 제공받기 위한 표준으로는 LIF[13], 3GPP[18] 등이 있다.

2.2 이동객체 데이터베이스

이동객체 데이터베이스에 대한 주요 연구들은 유럽의 Guting 과 Jensen 연구그룹과 Wolfson 의 DOMINO 프로젝트등이 있다.

DOMINO(Database fOr MovINg Objects) 프로젝트에서는 현재 객체의 위치 정보에 대한 단순 질의외에 미래위치에 대한 질의를 처리해 주기 위해 기존 데이터베이스 위에 이동 객체를 관리하는 소프트웨어 모델을 추가한 형태의 MOST 모델을 제안하고 있다. MOST 모델은 동적 속성값을 표현하며 이동 객체의 향후 위치등에 대한 질의처리를 위해서 FTL(Future Temporal Logic)을 제공한다. 이 모델은 이동점의 미래 위치에 대한 질의와 한정된 과거에 대한 질의만을 지원한다는 단점을 갖는다.

Guting 의 연구에서는 이동 객체 표현을 위해 시간 흐름별로 분할된 “슬라이스”라는 조각들을 통해 시간 상에서 변화하는 이동 객체의 속성 정보를 표현하는 슬라이스 표현을 제안하고 이를 바탕으로 연산자와 질의 모델을 정의하였다.

3. LBS 를 위한 이동 점 데이터 모델

3.1 LBS 에서 이동 점의 특성

이동 점은 일정한 선형 이동 경로를 따라 움직이는 점 객체이며 특정 시간간격별로 샘플링된 유클리드 평면상의 점이다. 즉, LBS 에서의 이동점은 다음의 그림 2 의 좌측과 같이 일정하지 않은 특정 시간에 확인된 위치 데이터이다.

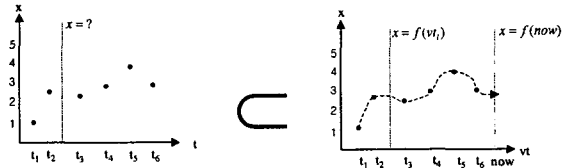


그림 2 LBS 에서의 이동점

이러한 이동점의 특성상 각 시점  $t_2, t_3$  에서의 이동점의 위치는 정확하게 얻어질수 있으나  $[t_2, t_3]$  시간간격의 어느 중간 시점에서의 값은 얻어질 수 없다. 이러한 특성은 시계열적 특성이라 할 수 있으며, 그림 2 의 우측과 같이 특정 시점의 두점사이를 연결하는 시간방정식을 갖는 함수를 통해서만이 추측될 수 있다.

3.2 이동점 Time-Series 모델 함수

앞의 절 3.1 에서 설명된 것과 같이 이동점 객체는 시계열적 특성을 갖는다. 그러므로 다음의 표 1 과 같은 Time-Series 함수를 지원한다.

표 1 이동점의 Time-Series 함수

$validtime(e_i) = t_i$	
$first(s, k) = e_k$	$index(e_i) = i$
$last(s, k) = e_k$	$next(e_i) = e_{i+1}$
$count(s) = l$	$previous(e_i) = e_{i-1}$
$min(s, c_i) = v$	$max(s, c_i) = u$
$after(s, t_i) = e_j$	$slice\_sequence(s, k_{from}, k_{to}) = s'$
$before(s, t_i) = e_j$	$slice\_sequence(s, t_{from}, t_{to}) = s'$

Time-Series 함수가 갖는 특성은 연산의 대상이 이동점의 특정 시간에 대한 위치정보 이동객체 함수에 연산해내는 것이 아니라, 데이터베이스에 저장되어있는 실제 위치데이터이라는 것이다. 즉, first() 함수는 이동점의 제일 첫번째 값에서부터 k 개의 위치정보를 반환하며, last() 함수는 가장 마지막점으로부터 k 개의 위치정보를 반환한다. 이와 비슷하게 after() 함수는 특정 시간 t 를 기준으로 그 시점에 가장 가까운 이전 위치정보값을 반환하며 before() 함수는 이후 위치정보 값을 반환한다.

3.3 이동점 객체 모델 함수

이동점 객체 모델은 Time-Series 모델 함수와 달리 모든 시간에서의 특정위치를 연산할 수 있는 기능을 제공한다. 다음의 표 2 는 이동점 객체 모델의 대표적

인 함수들이다.

표 2 이동점 객체 모델 함수

snapshot	$snapshot\_validtime(m, t_i) = v_i$
	$snapshot\_value(m, c_i, x) \subseteq domain(Time)$
slice	$slice\_validtime(m, t_{from}, t_{to}) = m'$
	$slice\_value(m, c_i, x) = m'$
project	$project\_validtime(m) \subseteq domain(Time)$
	$project\_value(m, c_i) \subseteq domain(T_i)$

이동점 객체 모델 함수는 크게 snapshot()과 slice(), project()함수등으로 구성된다. snapshot() 함수는 이동점의 특정시점에서의 위치정보를 반환하는 함수이며, slice() 함수는 특정 시간 간격(period)를 입력으로 받아 해당 이동 점 객체를 반환하는 함수이다. Project()함수는 위치정보의 변화분에 대한 프로젝션 결과를 반환하는 함수이다. 위의 함수들에서 snapshot()과 slice()의 가장 큰 차이점은 snapshot()은 이동점 객체를 특정시점의 현재 점값으로 타입변환을 하며 slice()는 이동점 객체의 타입변환없이 객체의 슬라이스를 반환한다는 것이다.

4. 이동객체 질의어

4.1 이동객체 테이블 생성

LBS 의 이동점 객체 정보를 저장하기 위한 테이블을 생성하는 데이터 정의어는 각 위치기반서비스의 특성에 적합한 테이블 특성을 지원해야한다. 그러므로, 이동객체 테이블 생성시에 다음의 예 1 에서 보이는 것과 같이 GMLC 의 위치, 데이터의 불확정 범위, 응답시간 설정, 이동점의 저장방법등에 대한 설정을 지원한다.

[예 1] 이동점 속성을 갖는 gmlc\_user 테이블을 생성하라

```
CREATE TABLE gmlc_user (
    cellphone_number char(20),
    cellphone_owner char(15),
    position mpoint
Options (
    GetLocationGateway is
        "http://www.Netruck.com/gmlc?" + cellphone_number,
    Default Horizontal Accuracy is (Indeterminacy(100m, 67%),
        Indeterminacy(300m, 95%)),
    Response Time Mode is low delay,
    Mpoint Raw Data Split Mode is by Time 1 day
    Mpoint Storage is distributed
);
```

4.2 이동객체 Time-Series 질의

앞의 절 3.1 에서 설명한 것과 같이 이동 점 객체에 대한 시계열 함수의 지원은 최근 입력 위치정보에 대한 질의 또는 위치정보 입력의 변화에 대한 질의를 가능하게 한다. 다음의 예 2, 예 3, 예 4, 예 5 를 통해 time-series 함수의 효용성을 보인다.

[예 2] 가장 최근 입력된 위치정보 sequence 를 검색

하고 집계하라

```
SELECT last(position, 0), count(position)
FROM gmlc_user
WHERE cellphone_number = '016-402-8040';
```

[예 3] 최근 10 개의 위치정보 sequence 를 검색하라

```
SELECT slice_sequence( position, index(last(position, 0)),
    index(last(position, 10))
FROM gmlc_user
```

[예 4] 특정 시간 tx 부터 1 시간이후 동안의 위치정보 sequence 검색하라

```
SELECT slice_sequence(position, :tx,
    :tx+ interval('1 hour'))
FROM gmlc_user
```

[예 5] 두개의 위치정보 sequence 에서 5000m 이상의 변화량을 보인 사용자 검색하라

```
SELECT cellphone_owner
FROM gmlc_user
WHERE (
    SELECT tpoint FROM position
    WHERE DISTANCE(before( tpoint ).point,
        tpoint.point)> 5000 AND
        before(tpoint).VT - tpoint.VT < Interval('1 hour'))
```

4.3 이동객체 Snapshot 질의

이동객체에 대한 snapshot 질의는 현재 또는 과거의 특정시점을 기준으로 그 당시의 위치정보에 대한 질의를 가능하게 한다. 이 질의의 또 다른 파생된 이점은 현재 위치정보에 대한 질의만을 사용하는 응용에 대하여 snapshot 함수를 사용함으로써 의미적으로 연속성을 갖는 단순 질의를 작성할 수 있게 한다는 것이다. 다음의 예 6, 예 7, 예 8, 예 9 는 이러한 snapshot 함수의 사용을 보이고 있다.

[예 6] gmlc\_user 의 현재 위치를 검색하라

```
SELECT snapshot_validtime(position, now)
FROM gmlc_user
```

[예 7] 현재 특정 지역내에 존재하는 사용자를 검색하라.

```
SELECT cellphone_owner, cellphone_number
FROM gmlc_user
WHERE within(snapshot_validtime(position, now),
    polygon('3454.32 3423.43...'));
```

[예 8] 'Kwang Woo Nam'이 언제 특정지역을 지나갔는지 검색하라.

```
SELECT snapshot_spatial(position,
    polygon('3454.32 3423.43...'))
FROM gmlc_user
WHERE cellphone_user = 'Kwang Woo Nam';
```

[예 9] 특정시간동안에 특정지역내에 머물렀던 사람들을 검색하라.

```
SELECT cellphone_owner
```

```
FROM gmlc_user
WHERE contains(snapshot_spatial(position,
    polygon('3454.32 3423.43 ...')),
    period('2002/05/02:22:00-2002/05/03:02:00'))
```

#### 4.4 이동객체 Slice, Project 질의

이동객체의 Slice 함수는 이동객체에 대해 특정 시간간격에 대한 부분을 한정하는 효과를 갖는다. 이러한 슬라이싱 표현에 의해 대상 이동객체의 범위가 축소되며 특정 시간 조건을 제시하는 역할을 수행한다. 또한 Project 함수는 이동객체의 위치정보를 시간차원에 대하여 프로젝션하는 함수로서 이동 객체의 궤적을 추출하는데 사용된다. 다음의 예 10, 예 11, 예 12, 예 13 은 Slice 와 Project 를 사용한 예이다.

[예 10] 특정시간동안 사용자 궤적 추출

```
SELECT slice_validtime( position,
    period('2002/05/01-2002/05/31'))
FROM gmlc_user
```

[예 11] 특정지역에서의 사용자 궤적 추출

```
SELECT slice_spatial(position,
    polygon('34234.33 234.33 ...'))
FROM gmlc_user
```

[예 12] 특정시간 특정지역을 지나간 사용자 검색

```
SELECT cellphone_owner
FROM gmlc_user
WHERE overlaps(position, motpolygon(
    period('2002/05/03-now'),
    polygon('344.33 23.33 ...')))
```

[예 13] 이동객체의 궤적 추출

```
SELECT project_spatial(position)
FROM gmlc_user
WHERE cellphone_owner = 'Kwang Woo Nam'
```

#### 4.5 이동객체 Join 질의

이동객체 Join 질의는 이동객체들간의 연산을 수행함으로써 좀더 복합적인 질의를 수행할 수 있도록 지원한다. 이러한 Join 질의는 다음의 예 14, 예 15, 예 16 과 같이 distance, intersection 등의 함수와 같이 사용됨으로써 위치기반서비스의 보다 강력한 기능을 지원할 수 있게 한다.

[예 14] 100 m 이내까지 접근했던 사용자 검색

```
SELECT A.cellphone_owner, B.cellphone_owner
FROM gmlc_user A, gmlc_user B
WHERE DISTANCE(A.position, B.position) < 100
```

[예 15] 특정지역들내에 존재하는 사용자 검색

```
SELECT cellphone_number
FROM gmlc_user, E-Mart
WHERE overlaps(snapshot_validtime( position, now),
    emart_region)
```

[예 16] 교차점 검색

```
SELECT intersection( A.position, B.position )
FROM gmlc_user A, gmlc_user B
```

## 5. 분석 및 결론

이 논문에서 제시된 이동객체 질의어는 위치기반서비스에서 사용되는 이동객체의 특성을 적절히 반영하도록 설계되었으며, 현재 LBS 플랫폼을 위한 이동객체 데이터베이스 엔진의 질의어로서 구현중이다.

이 질의어는 기존의 연구들에서 제안된 것들에서 언급되지 않은 Time-series 함수와 Slice, Project 함수 등을 포함하고 있으며 좀더 좀더 위치기반서비스의 실제적 응용에 적합하다. 현재 이 질의어에서 사용된 이동객체 연산자의 구현과 질의처리기술의 구현중이다.

향후 더욱 폭넓은 활용을 위하여 이동점 객체에 대한 모델 및 질의어에서 이동 영역(moving region)에 대한 질의어로 확장될 필요성이 있다.

참고문헌

- [1] A. P. Sistla, O. Wolfson, S. Chamberlain, S. Dao, "Modeling and Querying Moving Objects," ICDE, pp.422-432, 1997.
- [2] L. Forlizzi, R. H. Guting, E. Nardelli, and M. Schneider, "A Data Model and Data Structures for Moving Objects' Databases," ACM SIGMOD Conference, pp.319-330, 2000.
- [3] M. Erwig, R. H. Gutting, M. Schneider, and M. Vazirgiannis, "Spatio-Temporal Data Types : An Approach to Modeling and Querying Moving Object in Databases," GeoInfomatica, Vol.3, No.3, pp.269-296, 1999.