이동체 관리 시스템을 위한 이동체 질의어 설계

이현아° 이혜진 김동호 김진석
한국전자통신연구원 우정기술센터
{halee°, lhjin, kdh, kimjs}@etri.re.kr

Moving Object Query Language Design for Moving Object Management System

Hyun Ah Lee° Hye Jin Lee Dong Ho Kim Jin Suk Kim
Postal Technology Research Center, ETRI

요 약

최근 부각되고 있는 이동체 위치 중심의 서비스는 이동체 데이터를 효율적으로 관리하기 위한 이동체 데이터베이스를 요구하고 있으며, 이러한 이동체 데이터베이스에서는 데이터의 효율적인 저장, 관리, 질의, 표현, 가공을 위하여 이동체 질의어가 지원되어야 한다. 이동체 질의어는 LBS 뿐만 아니라 Telematics, ITS, 물류 관련 이동체 관리 시스템 등과 같이 특화된 서비스를 제공하기 위하여 필요한 데이터를 획득할 수 있는 질의구문을 포함하고 있어야 한다. 이 논문에서는 이동체 관련 서비스에서 요구하는 구문을 지원할 수 있는 이동체 질의어를 정의하고, SQL2의 문법을 확장하여 이동체 질의 구문의 구조를 설계한다. 이동체 질의어는 사용자가 이동체 데이터베이스의 복잡한 스키마 구조를 이해하지 않더라도 원하는 데이터를 검색하기 위한 질의문을 쉽게 작성할 수 있도록 해준다.

1. 서 론

LBS, Telematics, ITS 등과 같은 이동체 위치 중심의 서비스가 부각되기 시작하면서 이동체 관리에 대한 관심도 나날이 증가하고 있다. 뿐만 아니라, 물류비 절감을 위한 관리 시스템의 필요성이 부각되면서, 운송 차량의 이동 거리 최소화, 공차율을 줄이기 위한 배차 관리, 사고 차량에 대한 대체 차량의 빠른 파견 등을 위하여 이동하는 차량을 실시간으로 관리하고자 하는 노력이 진행되고 있다[1]. 이러한 시스템들에서 사용되는 차량의 위치 정보는 저장구조가 매우 복잡할 뿐만 아니라 실시간으로 급격하게 증가하기 때문에 이동체 데이터의 효율적인 저장과 관리를 위하여 이동체 데이터베이스에 대한 연구가 필요하며[2,3], 이동체 데이터를 이동체 데이터베이스에서 효율적으로 저장/관리/질의/표현/가공하기 위하여 이동체 질의어가 지원되어야 한다. 이러한 이동체 질의어는 사용자 측면을 고려하여 LBS, Telematics, ITS, 물류 관련 이동체 관리 시스템 등에서 필요한 데이터를 획득하기 위하여 필요한 구문을 지원하여야 하고, 질의문의 작성이 용이해야 한다.

이 논문에서는 이동체 관련 서비스에서 필요로 하는 구문을 지원하는 이동체 질의어를 정의하고 문법 구조를 설계한다. 상용 데이터베이스에서 널리 사용되는 SQL2를 기반으로 이동체 데이터 질의를 위한 12개의 MOSQL 구문을 확장 정의하고, 이동체 관리 시스템에서 MOSQL을 사용한 적용 예를 보인다.

제 2 장에서는 이동체 질의어에 대한 관련연구를 설명하고, 제 3 장에서는 질의어를 정의한 이동체 데이터 모형을 기술하고, 제 4 장에서는 이동체 질의어 구문과 BNF를 정의한다. 제 5 장에서는 이동체 질의어의 적용 예를 제시하고 제 6 장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 시간 질의어

SQL(Structured Query Language)은 데이터베이스에서 정보를 얻거나 갱신하기 위하여 사용되는 질의 언어이다. SQL 질의문의 문법적 요소는 하나의 단어로 이루어진 매개변수로 기술된다. SQL 질의문은 정의된 규칙에 따라 매개변수의 조합으로 질의를 수행하며, 각 매개변수는 기능에 따라 데이터처리언어(data manipulation language, DML), 데이터정의언어(data definition language, DDL), 환경설정언어(environmental language)로 구분될 수 있다. 특히 1992년에 개정된 SQL을 SQL2라고 한다. TSQL[4]은 시간에 대한 질의 지원이 가능하도록 SQL2를 확장한 질의어이다. 따라서 질의어의 기본 구조는 SQL2와 동일하며, 시간에 대한 데이터 관리를 지원하기 위하여 새로운 시간 데이터 타입(temporal data type)과 연산자들을 정의하고 있다. TSQL에서 지원하는 시간 데이터 타입은 특정한 시간을 기술하기 위한 Datetime, 연속된 시간 간격을 기술하기 위한 Interval, 특정한 시간 간격을 기술하기 위한 Period가 있으며, 시간 데이터 타입에 대하여 7가지 시간 연산을 정의하고 있다.

TQuel(Temporal Query Language)[5]는 Quel을 확장하여 유효시간(valid time), 거래시간(transaction time) 등 시간 도메인에 관련된 데이터 질의를 지원하기 위하여 정의된 질의어이다. SQL의 기본 질의문 구조는 SELECT, FROM, [WHERE] 이지만, Quel은 From 절에 해당하는 range of 절과 select 절에 해당하는 retrieve 절을 사용하여 RANGE OF, RETRIEVE, [WHERE] 구조의 질의문을 사용한다. TQuel은 이러한 구조로부터 거래시간 조건을 명시하기 위한 as of 절과 유효시간 조건을 명시하기 위한 when 절을 추가로 정의하고 있다. 특히 유효시간에 대한 select 절과 같은 valid at/valid from to 절을 함께 정의한다. valid 절은 start of, end of, overlap, extend, precede와 같이 릴레이션의 시간 값을 선택하기 위한 표현들을 사용하여 선택하고자 하는 시간 값을 검색한다.

2.2 공간 질의어

지리 객체는 2차원 이상의 좌표들의 집합으로 표현되기 때문에 일반적인 데이터베이스에서 저장하거나 질의하는 것은 불가능하거나 매우 비싼 질의비용을 초래할 수 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 데이터 타입과 연산을 동시에 지원하는 공간 추상 데이터 타입(abstract data type, ADT)[6]을 정의하였다. ADT 방식은 주어진 타입의 공간 객체에 대한 연산들의 집합을 정의하고 있기 때문에 연산을 통해서만 지리 객체에 접근

할 수 있다. 지원하는 공간 객체 타입으로는 0차원인 point 타입, 1차원인 polyline 타입, 2차원인 region 타입이 있다. polyline은 연결된 세그먼트(segment) 리스트로 표현되며, region은 구멍(hole)을 포함하지 않은 polygon의 집합으로 표현된다. 공간 연산의 결과는 데이터베이스에서 지원하는 데이터 타입이거나 세 가지 추상 타입 중 하나여야 한다.

3. 데이터 모형

이동체 질의어는 [1]에서 제시한 이동체 데이터 모델을 기반으로 설계하였다. 이동체는 형태에 따라서 이동점(moving point)와 이동영역(moving region)으로 구분된다. 이동 차량은 이동점으로 표현하며 점에 대한 이동체 데이터는 다음과 같은 형태로 정의된다.

[정의1](이동체) 시간의 변화에 따라 객체의 위치 값만 변화되는 이동체를 말한다. 이동체 MP는 시간 속성, 공간 속성, 일반 속성을 가지며, $MP=\langle T_A, S_A, G_A\rangle$가 된다. ■

[정의2](시간속성) MP의 시간 속성은 $T_A=\langle vt_s, vt_e\rangle$로 구성되며 vt_s는 시작시간, vt_e는 종료시간을 나타낸다. 이 때 vt_s와 vt_e는 유효시간의 집합 S_{VT}의 원소가 된다. 유효시간은 실세계에서 발생된 시간을 나타내며, $S_{VT}=t_o, t_1, \ldots, t_k, \ldots, t_{now}$이고, 각 원소들은 $t_o<t_1<\ldots<t_k\ldots<t_{now}$의 순서를 갖는다. 이 때, $t_o=t_o+1$, $t_o=t_o+k$, $k\leq 0$ 인 정수로 정의된다. t_{now}는 현재시간을 의미하는 시간 상수이다. ■

유효시간 도메인은 선형 시간(Linear time), 이산 시간(Discrete time), 절대 시간(Absolute time)이며, 하나의 이동체 데이터베이스는 동일한 유효시간의 주기(Granularity)를 갖는다.

[정의3](공간속성) MP의 공간 속성 $S_A=\langle x, y\rangle$이고, 이 때 $x, y\in R$, R은 실수이다. ■

[정의4](이동체 데이터베이스) 이동체 데이터베이스를 구성하는 이동체들의 집합은 $S_{MP}=MP_0, MP_1, \ldots, MP_n$이다. S_{MP}로 구성된 이동체 데이터베이스의 이력 집합은 $H_{MP}=H_{MP_0}, H_{MP_1}, \ldots, H_{MP_n}$이다. S_{MP}에 속하는 각각의 MP_i에 대한 모든 이력 집합은 $H_{MP_i}=mp_{i_0}, mp_{i_1}, \ldots, mp_{i_k}$이다. ■

정의 4에서 mp_{i_k}는 MP_i의 k번째 이력정보를 의미하고, $T_A(mp_i)$는 MP_i의 k번째 시간속성을, $S_A(mp_{i_k})$는 k번째 공간속성을, $G_A(mp_{i_k})$는 k번째 일반속성을 의미한다.

4. 이동체 질의어 설계

4.1 이동체 질의어 특성

SQL에서 DDL은 데이터베이스 환경에서 사용될 자료의 모양이나 이의 처리 방식 등을 정의하기 위하여 데이터베이스 관리자에 의하여 사용되는 언어이며, DML은 데이터베이스에 자료를 삽입, 삭제, 수정, 검색, 재조직하기 위하여 데이터를 조작하기 위하여 사용되는 언어이다. 이동체 질의어는 SQL2를 기반으로 이동체 질의에 필요한 구문들을 확장하여 지원한다. 따라서 SQL2에서 사용되는 DDL과 DML의 기본 정의를 바탕으로 하고 있으며, 데이터 검색에 관련하여 12가지 구문을 DML에 추가로 정의한다. 이동체를 위하여 정의된 이동체 구문들은 복잡한 이동체 데이터베이스의 스키마 구조에 관계없이 일반 사용자가 쉽게 이동체 데이터를 질의할 수 있도록 하는데 초점을 맞추고 있다.

4.2 이동체 질의어 구문 정의

본 절에서는 새로 제시하는 12가지의 이동체 질의 구문에 대하여 정의한다.

가. Target list 구문

- *ENDTIME*
  이동체가 거점에 도착한 시점을 획득하기 위한 구문으로서, 시간을 표현하며 도착 거점은 ARRIVE AT 구문에서 정의한다.
- *POSITION*
  이동체의 위치를 획득하기 위한 구문으로서, 차량 식별자와 한 쌍의 좌표 값을 표현한다.
- *STARTTIME*
  이동체가 거점을 출발한 시점을 획득하기 위한 구문으로서, 시간을 표현하며, 출발거점은 DEPART FROM 구문에서 정의한다.
- *TRAJECTORY*
  이동체의 궤적을 획득하기 위한 구문으로서, 한 쌍의 좌표와 시간으로 구성된 리스트와 차량 식별자를 표현한다.

나. Predicate 구문

- *ARRIVE AT*
  이동체의 도착 시점을 검색하기 위한 조건구문으로서, 이동체가 도착한 거점을 정의한다.
- *BOUNDARY*
  이동체의 궤적을 획득하기 위한 조건구문으로서, 사용자가 정의한 범위에 포함되는 이동체 궤적들을 검색하기 위한 MBR 범위를 정의한다.
- *BUFFER*
  이동체의 위치를 획득하기 위한 조건구문으로서, 사용자가 명시한 중심점으로부터 일정한 반경을 가지고 있는 원형 범위를 정의한다.
- *DEPART FROM*
  이동체의 출발시점을 검색하기위한 조건구문으로서, 이동체가 출발한 거점을 정의한다.

다. CONSTANT 구문

- *HERE*
  질의가 입력된 현재 시점에 대한 이동체의 위치 데이터를 표현하는 상수로서, 이동체의 현재위치를 나타낸다.
- *NOW*
  현재 시간을 표현하는 상수로서, 질의가 입력된 현재 시간을 나타낸다.

4.3 BNF 설계

MOSQL은 SQL2의 BNF[7]를 기반으로 DML을 확장 정의한 질의어이다. MOSQL의 구문을 표현하기 위하여 기존의 select sublist, predicate에 추가적인 구문을 정의하여 additional select sublist, additional predicate에 기술하였다. 이에 관련된 구문과 문법을 아래와 같다.

가. additional select sublist

<position specification> ::= *POSITION*
<trajectory specification> ::= *TRAJECTORY*
<starttime specification> ::= *STARTTIME*
<endtime specification> ::= *ENDTIME*

나. additional predicate

```
<section predicate> ::=
    SECTION FROM '<string value expression>'
  TO '<string value expression>'
<boundary predicate> ::=
    BOUNDARY FROM '<string value expression>'
  TO '<string value expression>'
<buffer predicate> ::=
    BUFFER FROM '<string value expression>'
  WITHIN '<string value expression>'
<probability predicate> ::=
    PROBABILITY <numeric literal> PERCENT
<valid predicate> ::=
    VALID AT '<datetime value experssion>'
  | VALID FROM '<datetime value expression>'
  TO '<datetime value expression>'
<depart predicate> ::=
    DEPART FROM '<string value expression>'
<arrive predicate> ::=
    ARRIVE AT '<string value expression>'
```

다. constant

```
<current time specification> ::= NOW
<current position specification> ::= HERE
```

5. 적용 예

택배회사 A는 10대의 택배차량을 이용하여 서울특별시를 대상으로 수화물을 수송한다. 택배회사 A는 운송비용을 절감하기 위하여 택배차량들이 최단 거리로 운행하기를 바라고, 차량 고장과 같은 사고가 발생할 경우 대체 운행이 가능한 차량으로 빠르게 대처할 수 있기를 희망한다. 따라서 관리자는 자사의 택배 차량의 위치를 수집하고, 관련 데이터를 쉽게 질의할 수 있어야 한다.

다음은 이동체 질의어를 이용한 질의 예문이며, 그림 1, 그림 2는 질의 대상 데이터의 스키마 구조이다. 예문에서 현재는 2003년 2월 7일 17시라고 가정한다.

column name	ID	FROM	TO	X_From	Y_From	X_To	Y_To
data type	string	string	string	double	double	double	double

그림 1 vehiclehistory 스키마

column name	Srv_ID	Depot_ID	Dpt_nm	Dpt_addr	Dpt_tel	map_x	map_y
data type	double	double	string	string	string	double	double

그림 2 depot 스키마

1) 서울81바3578 차량이 2003년 2월 7일 16시 30분부터 현재까지의 궤적을 검색하라.

```
SELECT TRAJECTORY
  FROM vehiclehistory
  WHERE ID='sl1ba3578'
    AND VALID FROM '07 Feb 2003 16:30' TO NOW;
```

2) 현재 시점에서 서울81바3578 차량으로부터 반경 2km 이내에 존재하는 차량과 차량의 위치를 모두 검색하라.

```
SELECT POSITION
  FROM vehiclehistory
  WHERE ID='sl81ba3578'
    AND BUFFER FROM HERE WITHIN '2 km';
```

3) 서울81바3578의 2003년 2월 7일 16시부터 현재까지 현대백화점과 길동사거리로 구성되는 MBR에 포함되는 궤적을 검색하라.

```
SELECT TRAJECTORY
  FROM vehiclehostory
  WHERE ID='sl1ba3578'
    AND VALID FROM '07 Feb 2003 17:00' TO NOW
    AND BOUNDARY FROM '현대백화점' TO 'E마트';
```

예문 3)은 다음과 같이 SQL2 구문으로 표현될 수 있다.

```
4) SELECT ID, X_From, Y_From, From
    FROM vehiclehistory
    WHERE From>'07 Feb 2003 16:00'
      AND To <07 Feb 2003 17:00'
      AND X_From>(
          SELECT map_x
          FROM depot
          WHERE Dpt_nm='현대백화점')
      AND X_From<(
          SELECT map_x
          FROM depot
          WHERE Dpt_nm='E마트')
      AND Y_From>(
          SELECT map_y
          FROM depot
          WHERE Dpt_nm='E마트')
      AND Y_From<(
          SELECT map_y
          FROM depot
          WHERE Dpt_nm='현대백화점');
```

그러나, 예문 4)에서 보이는 바와 같이, 구문이 매우 복잡하여 일반 사용자가 질의구문을 작성하는 것이 어렵고, 예문 2)에서의 BUFFER와 같은 일부 구문의 경우 SQL2로 질의문을 작성하는 것은 불가능하다.

6. 결 론

상업용 데이터베이스에서 널리 사용되는 SQL2에 이동체에 관련된 12가지 구문을 확장 정의하여 이동체 질의어를 설계하였다. 이동체 질의어는 사용자가 쉽게 질의문을 작성할 수 있는 구조를 가지고 있으며, 복잡한 이동체 데이터베이스 스키마를 이해하지 않아도 질의문 작성이 가능하다는 장점이 있다. 또한 물류 관련 이동체 관리 시스템 등 이동체의 위치에 기반한 서비스를 위하여 필요한 데이터를 획득할 수 있도록 필요한 구문을 지원한다. 현재 이동체 질의어에 대한 질의처리 방법 설계와 질의 최적화 작업이 진행 중이며, 이를 기반으로 이동체 질의처리기를 구현할 예정이다.

참고문헌

[1] ETRI, *물류 지능화 서비스를 위한 개방형 차량 추적 시스템 개발*, 1차년도 개발완료보고서, 2002

[2] Timos K. Sellis, *CHOROCHRONOS - Research on Spatio-temporal Database System*, Integrated Spatial Database, p308-316, 1999

[3] Ouri Wolfson, A. Prasad Sistla, Bo Xu, Jutai Zhou, Sam Chamberlain, *DOMINO: Databases fOr MovINg Objects tracking*, SIGMOD Conference, p547-549, 1999

[4] Richard Snodgrass, Ilsoo Ahn, Gad Ariav, etc., *TSQL2 Language Specification*, SIGMOD Record 23(1), p65-86, 1994

[5] Richard Snodgrass, *The Temporal Query Language TQuel*, TODS 12(2), p247-298, 1987

[6] *Spatial Database with Application to GIS*, chapter 3

[7]http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~shadow/sql/sql2bnf.aug92.txt