

물류 차량 관제를 위한 SQL 기반 이동 객체 질의 처리 시스템의 설계 및 구현

정 영 진[†] · 류 근 호^{††}

요 약

GPS 및 무선 통신 기술의 발달과 무선기기의 소형화, 고속 네트워크 구축 등에 힘입어 휴대전화 사용 고객이나 차량의 위치 추적이 용이해지고 있다. 이로 인해 차량 및 고객이 변화하는 위치에 따라 적절한 서비스를 제공하는 위치 기반 서비스가 활발히 연구되고 있으며, 원활한 교통 소통 및 물류 수송을 위해 차량의 위치 정보를 적절히 활용, 관리하는 차량 추적 및 관리 시스템이 개발되고 있다. 또한 차량의 위치 정보 활용도가 높아짐에 따라 저장된 차량 정보를 효과적으로 검색하는 질의어도 꾸준히 연구되고 있다. 그러나 기존의 이동 객체 질의어는 대부분 설계 단계까지 진행되었으며, 단순한 공간 객체만을 다루었기 때문에, 실세계에 활용되지 못한 문제점이 있다.

따라서 이 논문에서는 택배 차량의 위치 및 궤적 정보를 검색하고 물류 수송비용을 효과적으로 분석하기 위하여, 이동 객체 질의어를 설계하고 이를 지원하는 물류 차량 관제 시스템을 구현한다. 제시된 SQL 기반 이동 객체 질의어는 물류 관리 시스템에서 특정 구간 사이의 궤적, 특정 지점에서의 출발 및 도착 시간 그리고 불확실한 위치 추정 등과 같은 차량의 이동 정보를 분석하기 위해 사용된다. 제시된 물류 차량 관리를 위한 이동 객체 질의어는 차량의 위치 정보를 다루는 다양한 시스템에서 궤적 비용 분석 등에 활용될 수 있다.

키워드 : 시공간 데이터베이스, 이동 객체 질의어, 지리 정보 시스템, 차량 추적 시스템, 이동 객체

Design and Implementation of a SQL based Moving Object Query Process System for Controlling Transportation Vehicle

Young Jin Jung[†] · Keun Ho Ryu^{††}

ABSTRACT

It becomes easy and generalized to track the cellular phone users and vehicles according to the progress of wireless telecommunication, the spread of network, and the miniaturization of terminal devices. It has been constantly studied to provide location based services to furnish suitable services depending on the positions of customers. Various vehicle tracking and management systems are developed to utilize and manage the vehicle locations to relieve the congestion of traffic and to smooth transportation. However the designed previous work can not be evaluated in real world, because most of previous work is only designed not implemented and it is developed for simple model to handle a point, a line, a polygon object.

Therefore, we design a moving object query language and implement a vehicle management system to search the positions and trajectories of vehicles and to analyze the cost of transportation effectively. The designed query language based on a SQL can be utilized to get the trajectories between two specific places, the departure time, the arrival time of vehicles, and the predicted uncertainty positions, etc. In addition, the proposed moving object query language for managing transportation vehicles is useful to analyze the cost of trajectories in a variety of moving object management system containing transportation.

Key Words : Spatio-temporal Database, Moving Object Query Language, GIS, Vehicle Tracking System, Moving Objects

1. 서 론

최근 GPS(Global Positioning System)와 무선 데이터 전송 능력이 있는 휴대용 전화기의 보급 및 이동/무선 컴퓨팅

기술의 발달로 인해 이를 이용한 응용 서비스에 대한 관심이 고조되고 있다. 특히 이동 차량, 비행기, 선박, 휴대용 전화기, 노트북 컴퓨터 등을 이용한 위치기반서비스(Location Based Services, LBS)가 무선 인터넷 시장의 중요한 이슈가 되고 있다[1]. LBS의 주요 응용 대상인 차량, 비행기, 선박, 휴대용 전화기, 노트북 컴퓨터 등은 모두 자유롭게 이동하면서 그 위치를 변경할 수 있는 특징을 가진다. 이와 같이 시간의 흐름에 따라 객체가 이동하면서 그 위치 및 모양을

※ 이 논문은 2005년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

† 준 회 원 : 충북대학교 대학원 전자계산학과 박사과정

†† 종신회원 : 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 교수 및 교신저자
논문접수 : 2005년 7월 12일, 심사완료 : 2005년 8월 31일

연속적으로 변경하는 특징을 가지는 데이터를 이동 객체(Moving Object)[2, 3]라 하며, LBS에서 가장 기본적이면서도 중요한 역할이 바로 이 이동객체의 위치 정보 관리 기법이다. 특히, 이동 객체에 대한 위치 정보는 시간이 흐름에 따라 그 변화량이 방대하게 증가되기 때문에 대용량 차량 데이터를 관리하기 위한 데이터베이스 시스템과 적절한 질의를 처리하기 위한 질의어의 활용이 반드시 필요하다.

그리고 이러한 이동 객체 질의어들은 대부분 점, 선, 면과 같은 일반적인 공간 객체를 기반으로 설계 되었고, 물류 수송 환경 및 차량 관리 시스템에서 실제 구현되어 활용된 연구가 거의 없다. 따라서 이 논문에서는 물류 차량을 용이하게 관리하고, 차량 추적 시스템간의 정보 교환 등을 원활하게 하기 위한 이동 객체 질의어(Moving Object Structured Query Language, MOSQL)를 설계하고, 이를 기반으로 한 질의처리기와 이동 객체 색인[4, 5, 6], 불확실성 처리 등을 지원하는 물류 차량 관리 시스템을 개발한다.

이 논문의 전체적인 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 관련 연구로 SQL 및 이동 객체에 대한 질의들을 소개하고 문제점을 알아본다. 3장에서는 제시된 이동 객체 질의어를 소개하고, 4장에서는 이동 객체 질의어를 지원하는 차량 추적 시스템의 구조를 설명한다. 5장에서는 시스템의 구현 결과를 보이고, 마지막으로 6장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

이동 점 객체 질의어의 관련 연구로 기존에 제시된 이동 객체 질의어의 종류 및 특성, 그리고 그 문제점 등을 알아본다.

이동 객체는 시간이 흐름에 따라 객체의 위치나 영역 같은 공간 정보가 연속적으로 변화하는 객체를 말하며 크게 이동 점(moving point)과 이동 영역(moving region)으로 나눌 수 있다[7]. 이동 점은 시간에 따라 객체의 위치가 변하는 것으로 이런 이동 점의 예는 선박, 버스, 비행기, 등이 있고, 이동 영역은 시간에 따라 객체의 위치뿐만 아니라 모양까지 변하는 것으로 이러한 이동 영역의 예는 숲의 발달, 태풍의 이동 경로, 변종 식물의 서식 지역, 등이 있다.

이동 객체 질의는 크게 좌표 기반 질의(coordinate-based query)와 궤적 기반 질의(trajjectory-based query)로 나눈다[3, 8]. 좌표 기반 질의는 객체 좌표에 대한 질의들로 2차원 평면에 시간 차원을 더한 3차원 공간상의 점(point), 범위(range), 최근접 질의(nearest-neighbor query)가 있다. 예를 들면, “2005년 2월 15일 오후 1시에 백화점에서의 어린이 고객의 흐름을 파악하시오.”, “시청에서 가장 가까운 휴양림을 찾으시오” 등이 있다. 궤적 기반 질의는 객체의 움직임에 대한 질의로 “2005년 1월 5일 오전 10시에 솔밭 공원을 벗어난 택시의 궤적을 찾으시오”와 같이 객체의 이동 정보를 포함하는 위상 질의(topological query)와 “2005년 9월 10일 오전 11시경, A 도로에서 북쪽을 향해 100km/h 이상의 속도로 움직이는 차량들을 검색하시오”와 같이 객체의 이동 특성으로부터 얻을 수 있는 속도와 방향 정보 등을 포함하는 항법 질

의(navigational query)가 있다. 이와 같은 이동 객체 질의는 시간과 공간 및 시공간 변화를 저장하는 자료들을 요구하기 때문에 빈번한 데이터 접근이 필요하고 사용자에게 빠른 응답을 주기 위하여 효과적인 질의 처리 기술이 필요하다.

SQL은 1970년대 IBM의 프로젝트를 수행하던 중 만들어진 SEQUEL(Structured English Query Language)로부터 비롯되었고, 수정을 거쳐 현재 쓰는 형태로 정착되었다. 이러한 SQL이 만들어진 목적은 당시 여러 DBMS를 개발하던 각각의 회사들이 각기 상이한 형태의 질의어를 제공함으로써, 사용자가 다른 회사의 DBMS를 사용하기 위해서는 새로운 인터페이스 및 질의어를 익혀야 하는 문제점을 해결하기 위한 것이다. 이렇게 개발된 SQL은 기술의 발전과 함께 여러 연구 분야에 적용되어 다양한 형태로 발전되었다.

이동 객체를 다루는 모바일 데이터베이스에선, 이동 객체의 위치 변화 및 시간과 공간이라는 속성이 결합되어 다양한 질의 형태가 만들어진다. 그 연속적인 움직임을 효과적으로 분석하기 위한 이동 객체 질의는 대체적으로 다음과 같이 분류된다. 첫째, 단순히 이동 객체의 위치만을 고려하여 질의한다. 둘째, 이동 객체의 움직임에 따른 위상변화에 따른 궤적을 질의한다. 셋째, 이동 객체의 이동 궤적에 따라 추출될 수 있는 기타 정보들을 질의한다[9]. 위와 같이 분류된 질의를 처리하기 위해, 시공간 연산자와 위상 관계 연산자 그리고 항법 질의 연산자등이 쓰인다. 이와 같은 연산자를 활용한 이동 객체 질의어로는 FTL(Future Temporal Logic)[7], STQL(Spatio-Temporal Query Language)[8], 등이 있다. FTL Language는 ‘INSIDE’와 같은 공간 연산자와 ‘UNTIL’, ‘EVENTUALLY’와 같은 시간 연산자와 이동 객체의 불확실성[10]을 표현하기 위한 ‘may’, ‘most’ 연산자가 있다. ‘may’는 어느 정도 불확실한 정도를 허용하는 연산자로서, 질의 범위와 겹치는 모든 객체를 반환하며, ‘must’는 확실한 정보를 원하는 연산자로서, 질의 범위 안에 완전히 포함되는 객체만을 반환한다. [11]에서는 [12]의 데이터 모델에 따른 이동 객체 질의어인 STQL을 제시하였고, 이를 처리하기 위해 여러 시공간 연산자를 제공하여 다양한 위상 관계 질의를 처리할 수 있도록 하였다. [13]은 이동객체 관리 시스템에서 질의를 처리할 때, 효과적으로 활용하기 위한 질의 처리 컴포넌트를 제시하였다. 또한 [14]에선 시간 정보를 다루는 SQL^T 와 공간 정보를 다루는 SQL^S 를 결합하여 시공간 정보를 표현하고 검색하기 위한 SQL^{ST} 를 제안하였다. [15]에선 이동 객체에 대한 논리적, 개념적인 모델을 제시하고, [16]에서는 이를 기반으로 CQL(Constraint Query Language)를 활용한 거리 기반 질의어를 정의하였다. 그리고 이동 객체의 궤적을 효과적으로 다루기 위한 질의어[17, 18, 19]도 활발히 연구되고 있다.

그러나 대부분의 이동 객체 질의어 연구들[7, 8, 11, 14, 16, 17]은 점, 선, 면으로 구성된 일반적인 형태의 데이터 모델을 기반으로 설계 되었으며, 물류 관리 시스템에서 물류 수송 차량을 관리하기 위하여 실제 차량 데이터를 활용하여 적용한 연구는 거의 없다. 따라서 이 논문에서는 물류 수송

환경에서 차량 운행 관리자가 차량 이동 분석 및 스케줄 등을 재조정하기 위해 필요한 여러 질의 구문들을 제시하였고, PDA와 인터넷 서비스를 통해 처리된 질의 결과를 제공한다.

3. 이동 객체 질의어 설계

이 장에서는 물류 차량 관리 시스템에서, 이동 객체 데이터베이스를 효과적으로 관리하며 원하는 차량의 데이터를 용이하게 얻기 위해, SQL을 기반으로 설계된 12 가지의 이동 객체 질의어[20]를 소개한다.

(그림 1)은 MOSQL의 형식을 이해하기 쉽게 Targetlist, Predicate, Constant 구문으로 나누어 표현한 것이다. 물류 차량 관제 시스템에선 세 구문을 적절히 활용하여 물류 차량 관리 및 차량 이력 정보를 분석한다.

3.1 이동 객체 질의어 구문

• Targetlist 구문

Targetlist 구문은 이동 객체 질의어에서 얻고자 하는 데이터 값을 나타내며, 보통 SQL 문장에서 SELECT 문 뒤에 나오는 속성 이름처럼 쓰인다. 이 Targetlist 구문에서 검색하고자 하는 위치, 궤적 및 특정 지점을 지나는 시간 타입을 정의할 수 있다.

- POSITION : 특정 시점에서 이동 차량의 위치를 획득하기 위한 구문으로서, 차량 식별자와 한 쌍의 좌표 값을 표현한다. 특정 시점은 VALID AT 구문에서 정의된다.
- TRAJECTORY : 물류 차량의 이동 경로 즉, 궤적을 획득하기 위한 구문으로서, 한 쌍의 좌표와 시간으로 구성된 리스트와 차량 식별자를 표현한다. 시간 간격과 특정 공간 거점 및 공간 범위를 같이 쓰인다.
- STARTTIME : 이동 차량이 선택된 특정 거점을 출발한 시점을 획득하기 위한 구문으로서, 시간을 표현하며 출발거점은 DEPART FROM 구문에서 정의한다.
- ENDTIME : 이동 차량이 선택된 특정 거점에 도착한 시점을 획득하기 위한 구문으로서, 시간을 표현하며 도착 거점은 ARRIVE AT 구문에서 정의한다.

• Predicate 구문

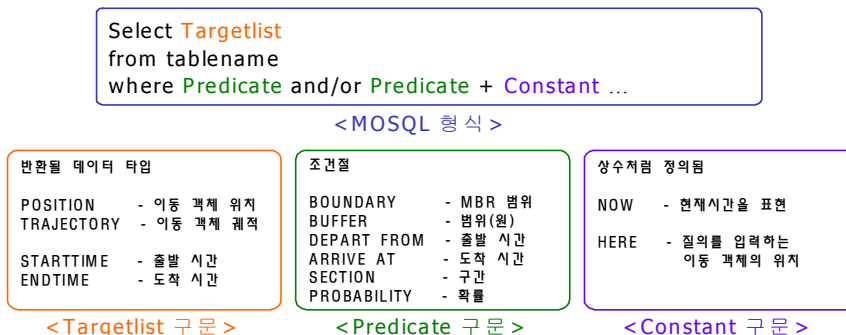
Predicate 구문은 SQL 문의 조건절과 같이 WHERE 구문 뒤에 붙으며 구간 및 시간 범위 그리고 확률 값을 정의하여, Target list에서 얻으려는 정보를 제약하여 원하는 정보를 얻도록 도와주는 조건 구문이다.

- ARRIVE AT : 물류 차량이 특정 지점에 도착한 시점을 검색하기 위한 조건구문으로서, 이동 객체가 도착한 거점의 위치를 나타낸다.
- BOUNDARY : 물류 차량이 이동한 궤적을 획득하기 위한 조건구문으로서, 사용자가 정의한 공간 범위에 포함되는 이동 객체 궤적들을 검색한다.
- SECTION : 특정 지점들을 통과하는 차량의 궤적을 획득하기 위한 조건구문으로 사각형 범위의 궤적만 검색하는 BOUNDARY 연산자와는 달리 범위를 한정하지 않는다.
- BUFFER : 특정 위치에서 일정한 거리 안의 이동 차량의 위치를 획득하기 위한 조건구문으로 사용자가 명시한 중심점의 위치와 원형 범위의 반경을 정의한다.
- DEPART FROM : 물류 차량이 특정 지점에서 출발한 시점을 검색하기 위한 조건구문으로서, 이동 객체가 출발한 거점의 위치를 나타낸다.
- PROBABILITY : 차량의 과거 위치 및 미래 위치를 추정할 때 사용되며, 추정된 차량의 위치가 몇 %의 확률로 신뢰성이 있는지를 나타낸다.

• Constant 구문

Constant 구문은 이동 객체 질의어에서 특정하게 고정된 의미를 가지면서, 마치 상수처럼 정의된 구문을 말한다. Constant 구문은 “여기”, “지금”, “5분 뒤” 등과 같이 일상적으로 많이 쓰이면서도 정확히 숫자로 표현하기 어려운 구문을 간단하게 표현하고 처리하고자 설계되었다. 이와 같이 정의된 이동 객체 질의어는 사용자가 직접 MOSQL 구문을 입력할 수도 있고, (그림 8)과 같이 MOSQL 생성 마법사 등을 사용하여 편리하게 작성할 수도 있다.

- HERE : 이동 객체의 현재 위치를 나타낸다. 질의가 입력된 현재 시점에 대한 이동 객체의 위치 데이터를 표현하는 상수로 쓰인다.
- NOW : 현재 시간을 표현하는 구문으로, 질의가 입력된 현재 시간을 나타내는 상수로 쓰인다.



(그림 1) MOSQL 구문의 형식

3.2 이동 객체 질의어 활용 예

기존의 대부분의 이동 객체 질의어 연구는 단순히 점, 선, 면 객체를 다루고, 실세계의 다양한 분야에서 필요한 문제점을 다루지 않았다. 이 논문에서 제시한 이동 객체 질의어의 효용성을 알아보기 위해, 물류 수송 환경에서 몇몇 경우의 예를 들어 설명한다.

물류 수송을 위해 여러 대의 차량들을 관리하는 택배회사에서는 운행비용을 줄이기 위해, 운행하는 차량들이 어떤 구간을 어떤 시간대에 지나는지, 한번 지나갔던 도로를 몇 번씩 다시 지나가진 않는지를 체크하여, 최적의 운행스케줄을 잡으려 할 것이다. 따라서 차량 관리자는 택배차량의 위치 및 궤적을 쉽게 수집하고, 차량 운행에 낭비가 없는지 파악할 수 있어야 한다. 이를 위한 이동 객체 질의어를 예를 들어 설명한다.

(질의 1) "2005년 6월 20일 11시 1분에서의 'CB81BA3578'의 위치를 70%의 확률로 검색하시오."

(MOSQL 1) "SELECT POSITION FROM VEHICLEHISTORY WHERE ID='CB81BA3578' AND VALID AT '200506201101' AND PROBABILITY 70 PERCENT;"

질의 1은 확률을 적용한 특정 시점 불확실한 위치 질의어를 나타낸다. POSITION은 위치를 검색하는 질의문임을 나타내고, ID='CB81BA3578'은 위치를 검색하려는 특정 차량 번호이다. VALID AT은 특정 시점을 표현하며, PROBABILITY 70 PERCENT은 차량의 위치가 데이터베이스에 저장되지 않았을 경우, 70%의 확률범위로 6월 20일 이전에 저장된 차량의 위치를 검색하고 이를 시간에 대한 함수에 활용하여 질의한 시점의 위치 값을 추정한다.

(질의 2) "2005년 3월 20일 9시 1분부터 13시까지, 'CB81BA3578'가 (243461,349089) 지점을 출발한 시간을 구하시오."

(MOSQL 2) "SELECT STARTTIME FROM VEHICLEHISTORY WHERE ID='CB81BA3578' AND DEPART FROM (243461,349089) AND VALID FROM '200503200901' TO '200503201300';"

(질의 2)는 특정 지점에서 특정 차량이 출발한 시점을 검색하는 질의문이다. STARTTIME은 출발시점을 검색하는

질의문임을 나타내고, DEPART FROM (243461,349089)은 특정 거점에 대한 좌표를 나타내며, FROM '인쇄박물관'과 같이 건물에 대한 상호명이 입력되면, TM 좌표로 자동 변환된다. VALID FROM-TO는 출발시점을 검색하려는 시간 범위를 한정한다.

(질의 3) "2005년 12월 20일 9시부터 현재까지, 시작점 (243461, 349089)부터 끝점 (244032, 350806)를 지나는 'CB81BA3578'의 궤적을 검색하시오."

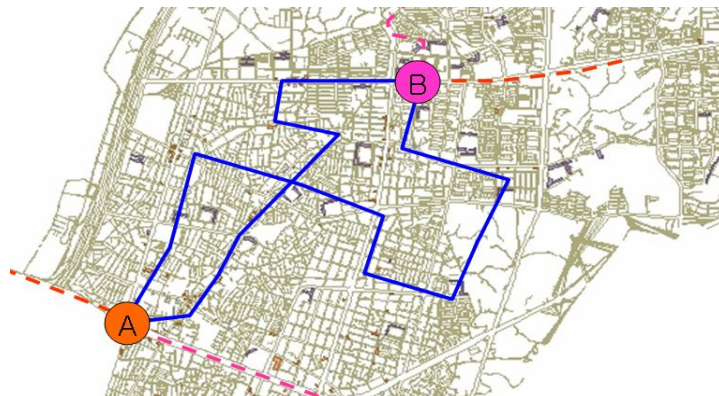
(MOSQL 3) "SELECT TRAJECTORY FROM VEHICLEHISTORY WHERE ID= 'CB81BA3578' AND VALID FROM '200312200900' TO NOW AND SECTION FROM (243461,349089) TO (244032, 350806);"

(질의 3)은 특정 거점들을 지나는 차량의 이동 경로를 검색하는 질의로서, 차량 번호, 시간 범위, 두 지점의 좌표를 입력받아 해당하는 궤적을 반환한다. NOW는 질의 처리기에서 현재 시간으로 변환되어 처리되며 SECTION FROM-TO는 (그림 2)의 A, B와 같이 궤적을 검색하려는 두 거점의 좌표를 나타낸다.

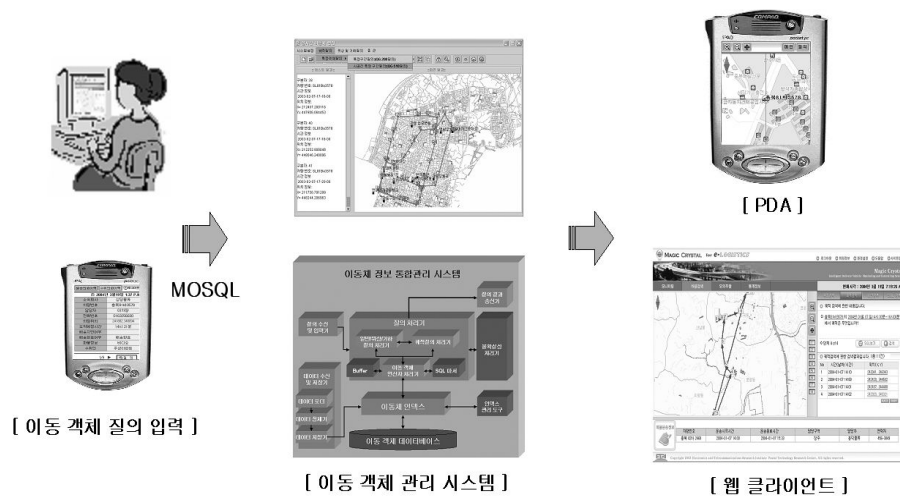
(그림 2)는 특정 지점으로 지정된 A와 B지점을 지나는 차량의 궤적들을 나타낸 것이다. 실선은 A 지점을 통과하여 B 지점을 지나기 전까지의 궤적을 나타내고, 점선들은 그 밖의 차량의 이동을 표현한다. 질의 3의 이동 객체 질의는 실선으로 표시된 궤적을 찾는 질의로써, 차량 관리자가 두 지점을 포함하는 특정 구간을 통과하는 차량들을 파악하고, 차량의 궤적이 많이 겹쳐지는지, 등을 체크하여 운행 스케줄을 재조정하는데 사용될 수 있을 것이다. 이렇게 물류 차량 관리를 위해 제공된 이동 객체 질의어는 기존의 SQL로 작성하기 어려운 부분들에 대해 이동 객체 연산자들을 지원함으로써, 관리자가 차량의 이동 정보들을 파악하고 분석할 때 도움을 줄 수 있으며, 또한 여러 시스템간의 연동 및 정보를 공유하기 위한 방법으로 쓰일 수 있다.

4. 이동 차량 관리 시스템

이 장에서는 차량의 위치가 PDA를 통해 끊임없이 전송되는 물류 수송 환경에서, MOSQL을 활용한 PDA 기반 물



(그림 2) 특정 지점들을 지나는 차량의 궤적



(그림 3) 차량 관리 시스템의 구성도

류 차량 관리 시스템의 구조 및 질의 처리기에 대해서 알아 본다. 전체적인 구성은 클라이언트-서버 구조로 이루어져 있으며 물류를 수송하는 택배 차량의 위치 추적 및 궤적 분석에 초점을 맞추고 있다.

(그림 3)은 차량 추적 시스템의 전체 구성을 나타낸다. 사용자가 개인용 컴퓨터 및 PDA를 통해 이동 객체 질의어를 차량 관리 시스템으로 전송하면, 질의 처리 시스템은 MOSQL 파서 및 이동 객체 연산자를 활용하여 이를 분석, 처리하고 웹 클라이언트와 PDA로 그 결과를 송신한다.

4.1 이동 객체 관리 시스템 구조

이동 객체 관리 시스템은 차량의 위치 정보를 입력받아 저장하고, 사용자의 요청에 따라 질의를 처리하는 핵심 부분으로 그 구조는 아래 (그림 4)와 같다.

(그림 4)의 이동 객체 관리 시스템은 차량 위치 정보를 받아 저장하는 데이터 수신 및 저장기와 이동 객체 데이터를 저장하는 이동 객체 데이터베이스, 대용량의 차량 위치 정보를 효과적으로 검색하기 위한 이동 객체 인덱스와 인덱스를 효과적으로 활용될 수 있도록 조절하는 인덱스 관리도

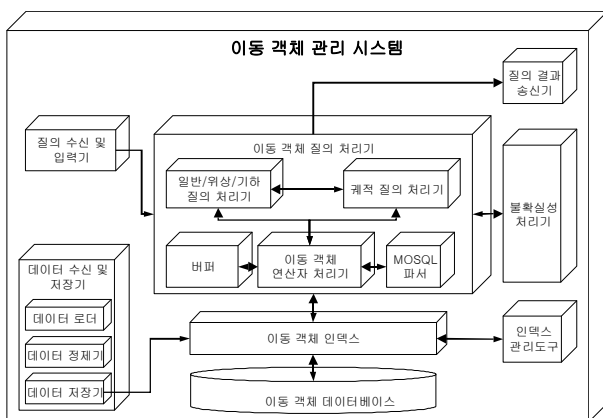
구, 사용자의 질의를 입력받아 질의 처리기에 제공하는 질의 수신 및 입력기, 이동 객체 질의를 처리하는 질의 처리기, 위치 불확실성 처리를 위한 불확실성 처리기, 계산된 결과를 반환하여 인터넷 및 PDA로 결과를 전달하는 질의 결과 송신기로 구성된다.

이동 객체 인덱스로는 차량 데이터의 효과적인 저장을 위해, 버퍼 노드를 활용한 GU-트리(Group Update-tree)[6]를 사용하였으며, 인덱스 관리 도구는 색인에 최신의 데이터를 유지시키고 불필요한 검색을 줄이기 위해 24시간마다 하루 전의 데이터를 모두 삭제하고 데이터베이스에 백업하는 정책을 사용했다. 불확실성 처리기는 [10]에서와 같이 이동 객체의 속도와 방향을 고려하여 과거와 미래의 위치를 추정하였으며, 확률 값을 활용하여 불확실한 위치 범위를 한정한다. 또한 이전에 저장된 정보 중 확률 변경 안에 포함되는 위치 정보가 있으면, 이를 제시하여 사용자가 불확실한 위치를 인식할 때 참고하도록 하였다.

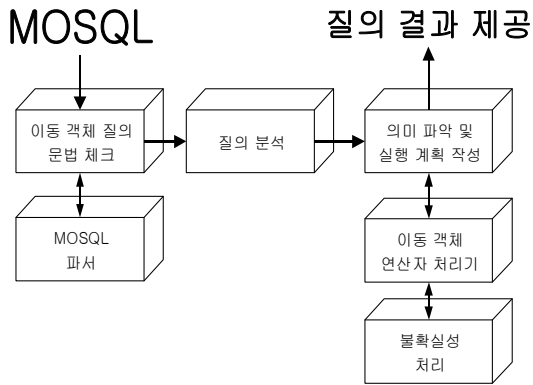
4.2 이동 객체 질의 처리기

이동 객체 질의 처리기는 요청된 사용자 질의를 분석하는 MOSQL 파서와 일반적으로 차량과 관련된 질의를 처리하는 일반/위상/기하 질의 처리기, 궤적에 대한 질의를 처리하는 궤적 질의 처리기 그리고, 실제로 연산이 이루어지는 이동 객체 연산자 처리기와 처리된 결과를 다시 사용하여 질의 처리 연산을 줄이기 위한 버퍼로 구성된다. 이와 같은 구성요소들이 (그림 5)와 같은 과정을 거쳐 사용자 질의를 처리한다.

(그림 5)는 사용자가 처리하길 원하는 MOSQL문이 질의 처리기에 입력된 후, 질의 결과를 제공하기까지의 과정을 나타낸다. MOSQL은 사용자가 직접 구문을 입력할 수도 있지만, 보통 (그림 8)과 같이 MOSQL 생성 마법사를 통해 안전하고 편리하게 사용자 질의어를 만든다. 사용자가 요청한 질의문이 입력되면, MOSQL 파서를 활용하여 먼저 문법 체크과정을 거쳐 질의를 분석한다. 분석이 끝난 후에는 의



(그림 4) 이동 객체 관리 시스템 구조



(그림 5) MOSQL 질의 처리 과정

- ① 질의 : '서울 81바 3578' 차량의 현재 위치를 검색하십시오.
- ② MOSQL : SELECT POSITION FROM VEHICLEHISTORY WHERE ID = 'SL81BA3578' AND VALID AT NOW;
POSITION -> 위치 질의
ID = 'SL81BA3578' -> 'SL81BA3578' 차량
VALID AT NOW -> 특정 시점 질의
NOW -> 현재시간 : 2005년 10월 7일 17시
- ③ 질의 타입 결정 -> 특정 시점 위치 질의
(2005년 10월 7일 17시의 'SL81BA3578' 차량의 위치 검색 질의)
- 이동 객체 연산자 활용 PositionAtTime()
- 연산자에 해당하는 Database SQL 작성
(select x, y from vehicle where id = 'SL81BA3578' and '200510071700')
-> 검색 결과 버퍼 저장 -> 데이터 정제
- 확률을 활용한 위치 불확실성 체크 및 처리
- ④ 결과코드 : 2450100
ID : 'SL81BA3578'
데이터수 : 1
Time : 200510071700
TMX : 243369.26
TMY : 349007.77

(그림 6) 질의 처리 과정의 예

미 파악과 실행 계획이 세워지고 그에 따라 이동 객체 연산자와 함께 불확실성 처리가 이루어져 질의를 처리한다.

(그림 6)은 MOSQL 구문으로 이루어진 질의 처리 예를 보이고 있다. 질의가 입력되면, 먼저 MOSQL 구문에서 질의 처리를 위해 필요한 부분들을 추출하고, 2005년 10월 7일 17시경, 'SL81BA3578' 차량의 위치를 검색하기 위한 특정 시점 질의라는 판단을 내린 후, 이동 객체 연산자와 불확실성 처리기를 활용하여 검색된 결과를 얻고 웹 서버 및 PDA로 데이터를 제공한다.

5. 시스템 구현

이 장에서는 앞에서 설계된 이동 객체 질의어를 비롯한 시스템의 구현사항들을 설명한다. 제시된 이동 객체 관리 시스템은 오라클 데이터베이스와 자바를 사용하여 구현되었고, ETRI, ROTIS, Ara Network와 함께 공동 연구 되었다. 사용자는 별다른 프로그램 설치 없이 웹 브라우저와 PDA에서 시스템 홈페이지에 접속하여 서비스를 이용할 수 있다.

차량 번호	좌표(X)	좌표(Y)	시간	속도	방향
SL81Ba3578	211115.403000	448483.816000	16:19:00	16	16
SL82Ah2468	204414.862000	448712.635000	16:27:00	14	14
SL84Ah4680	206147.369000	449576.490000	16:45:00	0	0
SL85Ba7902	211386.822000	448468.140000	16:19:00	0	0
SL86Ah6802	204566.872000	448733.532000	16:26:00	0	0
SL82Ah2468	204452.430000	448698.965000	16:27:00	13	13
SL81Ba3578	211156.521000	448467.962000	16:19:00	16	16
SL83Ba5790	212076.790000	448430.173000	16:58:00	0	0
SL84Ah4680	206147.369000	449576.490000	16:45:00	0	0
SL85Ba7902	211439.846000	448449.950000	16:19:00	0	0
SL86Ah6802	204566.872000	448733.532000	16:26:00	0	0
SL81Ba3578	211209.868000	448443.349000	16:19:00	21	21
SL82Ah2468	204484.251000	448689.733000	16:27:00	11	11
SL84Ah4680	204792.100000	449549.488000	16:45:00	0	0
SL83Ba5790	211476.500000	448692.890000	17:00:00	0	0
SL85Ba7902	211496.357000	448430.842000	16:19:00	0	0
SL86Ah6802	204566.417000	448733.399000	16:26:00	0	0
SL82Ah2468	204514.157000	448681.540000	16:27:00	10	10
SL81Ba3578	211266.310000	448430.371000	16:19:00	24	24
SL84Ah4680	206332.920000	449508.559000	16:46:00	0	0
SL85Ba7902	211558.699000	448407.157000	16:20:00	0	0
SL86Ah6802	204566.417000	448733.399000	16:26:00	0	0
SL82Ah2468	204525.499000	448679.395000	16:28:00	0	0
SL81Ba3578	211328.503000	448407.146000	16:20:00	27	27

(그림 7) 차량 데이터 수신 및 저장기

5.1 차량 데이터 수신 및 저장

이 시스템에서 사용된 차량 데이터는 비콘 방식과 GPS 방식을 사용하여 획득되었고, 전송된 데이터는 (그림 7)과 같이 이동 객체 데이터베이스에 저장된다.

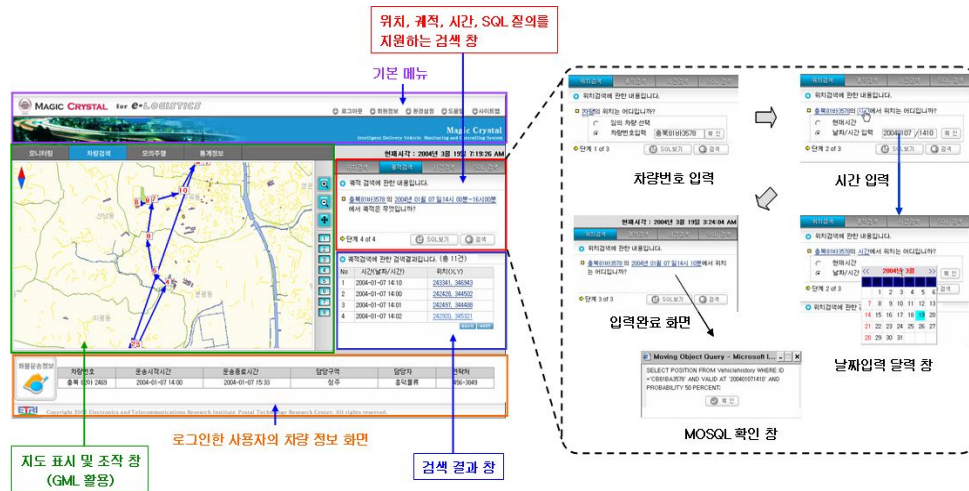
(그림 7)은 PDA를 장착한 차량이 전송한 TM 좌표와 속도, 방향 정보를 사용자가 정의한 시간간격에 따라 데이터베이스에 저장하는 MO Data Loader를 나타낸다. 차량의 위치 데이터는 매초마다 전송되어, 차량 데이터 수집기를 통해 모아진 후, 사용자가 정의한 시간간격마다 차량 데이터를 데이터 저장기로 보낸다. 전송된 차량의 위치 정보는 (그림 7)의 차량 데이터 수신 및 저장 화면과 같이 데이터베이스에 저장된다. 저장 시간 간격을 조절하여 서버의 부하를 줄일 수 있고 이를 불확실성 처리를 통해 보완한다.

5.2 이동 객체 질의 처리

이동 객체 질의 처리를 위한 인터넷 서비스는 크게 서버, 클라이언트, 응용도구의 3가지로 구성되어 있다. 인터넷 서버는 클라이언트의 요청을 분석하고 이동 객체 정보와 이동 객체를 포함 하는 지역의 지도데이터를 데이터 전송의 표준 형태인 GML로 변환하여 전송하는 역할을 담당하고, 사용자 클라이언트는 이동 객체에 대한 질의를 서버에 요청하고 그 결과인 GML 데이터를 Applet, SVG등의 형태로 변환하여 사용자에게 디스플레이하는 역할을 담당 한다. 마지막으로 응용도구인 GML2Image Tool 은 GML 데이터를 Text 형태에서 Image 형태로 변환함으로써 사용자가 데이터를 쉽게 이해할 수 있도록 돕는다.

구현된 시스템에서 사용된 이동 객체 질의어는 SQL을 기반으로 작성되어 사용자가 쉽게 이해하고 활용할 수 있다. 그러나 질의어를 사용자가 직접 입력할 경우, 차량 번호를 비롯한 질의 시간, 거점 위치 좌표 등을 잘못 입력할 가능성이 높기 때문에 (그림 8)과 같은 MOSQL 생성 마법사를 지원한다.

(그림 8)은 물류 관계 시스템의 사용자 인터페이스를 나



(그림 8) 이동 객체 질의어를 활용한 차량의 궤적 질의 처리 결과



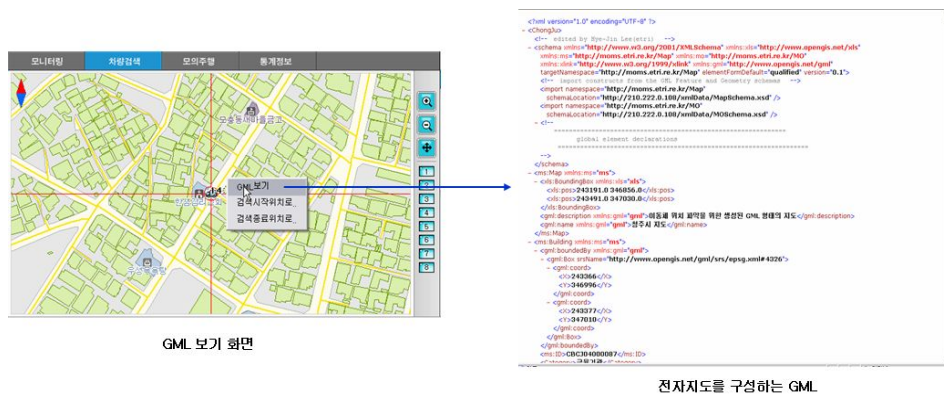
(그림 9) MOSQL 수신 및 질의 결과 전송 버퍼 위치 질의 검색 결과

타낸 것이다. 왼쪽의 지도 창엔 요청한 이동 차량의 궤적과 함께 차량의 이동 방향을 화살표와 숫자로 나타내었고, 지도의 확대, 축소가 가능하다. 오른쪽의 입력창은 MOSQL을 생성하는 마법사와 궤적 질의에 대한 검색 결과를 표로 보여주고 있으며, 아래쪽의 화물 운송 정보 창은 차량번호, 운송시간, 담당구역, 연락처 등 검색된 차량의 일반적인 정보를 제공한다. 또한 검색창에서는 이동 객체 질의를 쉽게 작성하기 위한 MOSQL 생성 마법사가 있어 사용자가 질의 작성을 돕는다. 이동 객체 질의어 생성 과정은 보통 차량번호, 질의 시간, 추가 질의 구문의 순서로 만들어지며, 그림에선 2004년 1월 7일 14시 10분에 “충북81바3578” 차량의 위치를 검색하기 위한 질의어를 생성하였다. 작성된 질의어는 (그림 9)와 같이 처리되어 사용자에게 제공된다.

(그림 9)는 사용자 인터페이스에서 2004년 1월 7일 14시 10분, 한샘감리교회에서 300m 안에 포함된 물류 차량의 위치를 검색하는 질의를 수신 받고, MOSQL 파서 및 이동 객체 색인과 데이터베이스를 활용하여 처리된 결과를 인터넷

으로 서비스하는 과정을 보여준다.

검색조건을 다 입력하고 검색 버튼을 누르면 아래의 그림과 같이 전자지도상에 해당 이동 객체의 위치가 중앙에 표시되고 검색 결과 창에는 이동 객체의 차량번호와 검색시간, 위치(X,Y좌표)가 나타난다. 지도를 다른 곳으로 이동시켰더라도 결과 창에서 위치좌표 부분을 마우스로 클릭하면 해당 위치로 지도가 이동되며, 지도 창은 지도의 조작 아이콘을 통해서 확대/축소/이동할 수 있으며 각 Level 버튼을 통해 해당 레벨의 지도를 직접 확인 할 수 있다. 구현된 시스템에서는 웹 브라우저에서의 지도 및 객체 정보를 효과적으로 표현하기 위하여 GML(Geography Markup Language) 3.0을 사용하였다. GML은 Geographic features 혹은 객체 정보를 인코딩하고 원하는 해상도로 제공될 수 있기 때문에, 지도를 간결하고 보기 좋게 나타내며 또한 로컬 파일, 이메일, 혹은 출력 형태로 저장할 수 있고 객체와 관련된 링크를 추가할 수도 있다. 예를 들어 행정명(동명, 구명)등에 해당 관청의 링크를 적용한다면, 브라우저에서 사용자가 해당 텍스트



(그림 10) 전자지도를 표현하는 GML



(그림 11) PDA에서의 차량 위치 검색

트를 클릭하여 곧바로 동사무소 혹은 구청의 홈페이지로 접근할 수 있다. 사용된 GML은 전자지도 상에서 오른쪽 버튼을 눌러 GML보기를 선택하면 (그림 10)처럼 전자지도를 구성하는 GML을 XML형태로 확인할 수 있다.

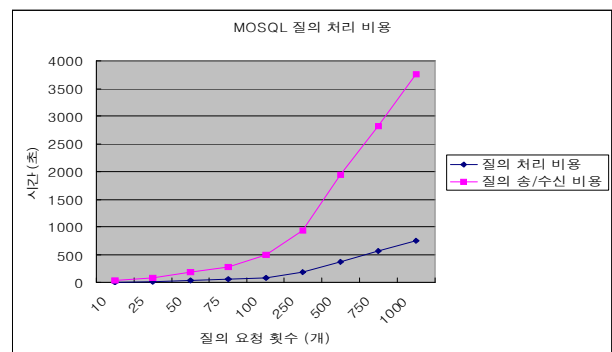
(그림 11)은 사용자가 질의한 이동 객체 위치를 PDA를 통해 전송 받은 결과를 보여주며, 운전자와 연락처 지역 등의 일반적인 정보도 알 수 있다. 역시 지도상으로 위치 확인이 가능하며 화면을 축소, 확대, 이동시켜 검색된 차량의 주변 지형 정보를 검색할 수 있다.

6. 평가 및 분석

이 논문에서는 물류 수송 환경에서 차량의 이동을 효과적으로 관리하고, 여러 시스템간의 정보 공유를 위한 이동 객체 질의어를 제시하였다. 제시된 질의어는 단순히 차량의 위치를 검색하기 위한 것이 아니라 물류 수송 비용을 줄이기 위해, 특정 지점간의 궤적 및 출발/도착 시간 등을 검색하기 위한 연산자를 제공하였다. 또한 질의 처리기는 스프레드 방식을 사용하여 여러 클라이언트에서 동시에 요청된 다양한 질의를 바로 처리할 수 있다. 이런 동시성 처리 비용

을 테스트하기 위해, 1개의 서버 프로그램과 정해진 횟수만큼 랜덤한 질의를 반복적으로 요청하는 가상의 시뮬레이터를 5개 사용하여 실험하였다.

(그림 12)는 랜덤한 MOSQL 구문을 시뮬레이터를 통해 전송받아 처리한 후, 다시 전송하는 과정의 비용을 분석한 결과이다. 평균적으로, 한 개의 질의를 처리하는 시간은 1초 내외였지만, 질의 수신 및 결과 전송 시간이 2~8초 정도로 처리 시간에 비해 많은 시간을 소비했다. 따라서 데이터를 관리하



(그림 12) MOSQL 질의 처리 비용

는 색인 및 질의 처리기술도 중요하지만 데이터 전송 비용을 줄이기 위한 시스템 구성 및 전송 방법에 대한 연구도 필요하다. 또한 사용자의 필요에 의해 점점 복잡한 형태를 갖는 질의어를 손쉽게 다루기 위하여, MOSQL 생성 마법사와 같은 인터페이스에 대한 연구가 꾸준히 이루어져야 한다.

7. 결 론

원활한 교통 소통 및 물류 수송을 위해 개발된 차량 추적 및 관리 시스템들은 각각 그 개발 목적과 활용하는 사용자들이 다르기 때문에, 데이터베이스 스키마를 비롯하여 서로 다른 질의 처리 방식과 인터페이스를 사용하고 있다. 이로 인해, 시스템간의 호환 및 정보 교환 등에 어려움이 있으며, 사용자의 경우는 다른 서비스를 이용할 때마다 새로운 인터페이스를 익혀야 하는 번거로움이 있다.

따라서 이 논문에서는 이동 객체 질의어를 기반으로 한 물류 차량 관리 시스템을 연구하였다. 물류 차량을 용이하게 관리하고 차량 추적 시스템간의 정보 교환 등을 원활하게 하기 위한 이동 객체 질의어를 설계하였고, 이동 객체 색인, 불확실성 처리 등을 지원하는 차량 관리 시스템을 개발하였다. 아울러 우리가 개발한 이동 객체 시스템이 1000 개 이상의 질의 요청에도 정상적으로 처리됨을 보였고, 사용자 질의 처리시에, 질의 요청 횟수가 증가하더라도 비교적 안정적으로 처리하는 만족한 결과를 얻었다. 그러나 질의 송수신 비용은 질의 요청 수가 150회 이상 되는 시점부터, 처리비용보다 급증하는 결과를 보였다. 따라서 질의 처리 비용뿐만 아니라 송수신 비용도 보다 안정적으로 처리하기 위한 연구가 계속되고 있다. 이 연구의 결과로 인해 사용자는 원활한 차량 관리 및 운행 스케줄 재조정 등, 효과적인 물류 수송을 관리하는데 도움을 받을 수 있다. 그리고 다양한 이동 객체 관리 시스템에서 이러한 이동 객체 질의어와 같은 어떤 표준화된 질의어를 지원할 경우, 서로 간의 정보 활용에 많은 도움을 줄 수 있다.

참 고 문 헌

- [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] Martin Erwig, Ralf Hartmut Guting, Markus Schneider and Michalis Vazirgiannis, "Spatio-Temporal Data Types : An Approach to Modeling and Querying Moving Object in Databases," CHOROCHRONOS Technical Report CH-97-08, December, 1997.
- [3] Ralf Hartmut Guting, Michael H. Bohlen, Martin Erwig, Christian S. Jensen, Nikos A. Lorentzos, Markus Schneider, and Michalis Vazirgiannis, "A Foundation for Representing and Querying Moving Objects," ACM Transactions on Database Systems, Vol. 25, No.1, pp.1-42, March, 2000.
- [4] Y. J. Jung, E. J. Lee, K. H. Ryu, "MP-tree : An Index Approach for Moving Objects in Mobile Environment," ASGIS, pp.104-111, 2003.
- [5] Y. J. Jung, D. G. Lee, K. H. Ryu, "A Transportation Management System to Support Plentiful Vehicle Position Data Insertion," ASGIS, pp.144-151, 2005.
- [6] Y. J. Jung, K. H. Ryu, "A Group Based Insert Manner for Storing Enormous Data Rapidly in Intelligent Transportation System," ICIC2005, pp.296-305, August, 2005.
- [7] O. Wolfson, S. Chamberlain, A.P. Sstla, B. Xu, J. Zhou, "DOMINO : Databases fOr MovIng Objects tracking," Proc. ACM SIGMOD, pp.547-549, 1999.
- [8] Martin Erwig, "Design of Spatio-Temporal Query Languages," NSF/BDEI Workshop on Spatio-Temporal Data Models of Biogeophysical Fields for Ecological Forecasting, 2002.
- [9] Dieter Pfoser, Christian S. Jensen, and Yannis Theodoridis, "Novel Approaches in Query Processing for Moving Objects," CHOROCHRONOS Technical Report CH-00-3, February, 2000.
- [10] K. H. Ryu, and Y. A. Ahn, "Application of Moving Objects and Spatiotemporal Reasoning", Time Center TR-58, 2001.
- [11] Martin Erwig, Markus Schneider, "STQL : A Spatio-Temporal Query Language," Chapter 6 of Mining Spatio-Temporal Information Systems, Kluwer Academic Publishers, pp. 105-126, 2002.
- [12] Luca Forlizzi, Ralf Hartmut Guting, Enrico Nardelli, and Markus Schneider, "A Data Model and Data Structures for Moving Objects Databases," Proc. ACM SIGMOD Conf., Dallas, Texas, pp.319-330, 2000.
- [13] 김경숙, 권오제, 변희영, 조대수, 김태완, 이기준, "이동객체를 위한 질의처리 컴포넌트의 설계 및 구현," 개방형 지리정보 시스템학회 논문지 6권, 1호, pp.31-50, 2004년 6월.
- [14] Cindy Xinmin Chen, Carlo Zaniolo, "SQLST : A Spatio-Temporal Data Model and Query Language," Proc. ER 2000, pp.96-111, 2000.
- [15] J. Su, H. Xu, and O. Ibarra, "objects : Logical relationships and queries," Proc. SSTD. pp.3-19, 2001.
- [16] H. Mokhtar, J. Su, and O. Ibarra. "On Moving Object Queries," Proceedings of the 21st ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART Symposium on Principles of Database Systems (PODS), Madison, WI, pp.188-198, June, 2002
- [17] H. M. O. Mokhtar and J. Su. "A Query Language for Moving Object Trajectories," Proceedings of the International Scientific and Statistical Database Management Conference, June, 2005.
- [18] H. Mokhtar and J. Su. "Universal Trajectory Queries for Moving Object Databases," Proceedings of IEEE International Conference on Mobile Data Management, Berkeley, CA, January, 2004.

- [19] H. Zhu, J. Su, and O. Ibarra. "Trajectory Queries and Octagons in Moving Object Databases," Proceedings of the ACM Conference on Information and Knowledge Management (CIKM), McLean, VA, pp.413-421, November, 2002.
- [20] 이현아, 이해진, 김동호, 김진석, "이동체 관리 시스템을 위한 이동체 질의어 설계," 정보과학회 2003년 추계학술대회, Vol. 30 No.2-2, pp.148-150, 2003년 10월.



정 영 진

e-mail : yjjeong@dblab.chungbuk.ac.kr
 2000년 충북대학교 전자계산학과(이학사)
 2002년 충북대학교 대학원 전자계산학과
 (이학석사)
 2003년~현재 충북대학교 대학원
 전자계산학과 박사과정

관심분야 : 이동 객체 데이터베이스, 이동 객체 색인, Temporal GIS, 유비쿼터스 컴퓨팅 및 질의 처리



류 근 호

e-mail : khryu@dblab.chungbuk.ac.kr
 1976년 숭실대학교 전산학과(이학사)
 1980년 연세대학교 공학대학원 전산전공
 (공학석사)
 1988년 연세대학교 대학원 전산전공
 (공학박사)

1976년~1986년 육군군수 지원사 전산실(ROTC 장교),
 한국전자통신연구원(연구원), 한국방송통신대
 전산학과(조교수) 근무

1989년~1991년 Univ. of Arizona Research Staff
 (TempIS 연구원, Temporal DB)

1986년~현재 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 교수
 관심분야 : 시간 데이터베이스, 시공간 데이터베이스, Temporal GIS, 유비쿼터스 컴퓨팅과 스트림 데이터, 지식기반 정보검색 시스템, 데이터마이닝, Bio-Informatics

K C I