

도로 네트워크 데이터베이스를 위한 질의 처리 및 인덱싱 기술

김상욱, 이상철, 장민희, 차창일(한양대학교 정보통신공학과)

1. 서론

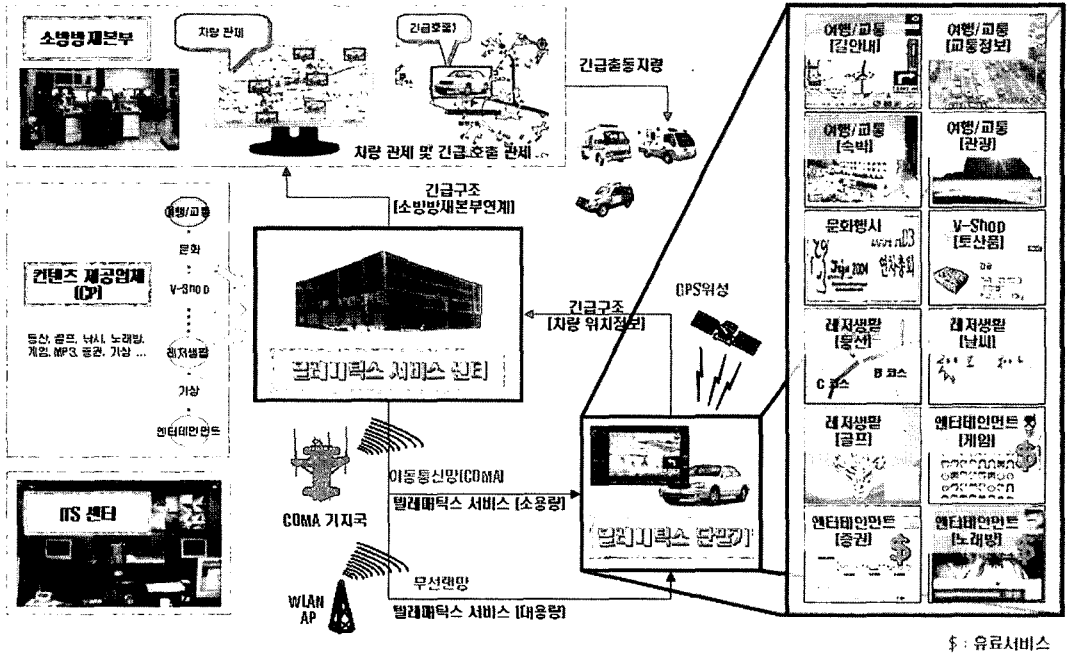
최근 들어, 위성 항법 시스템(global positioning system)과 이동 통신망의 발달로 인하여 다양한 위치 기반 서비스(location-based service)가 이루어지고 있다^[Wu06]. 그 대표적인 예로 텔레매틱스(telematics)를 들 수 있다^[Dur04]. 텔레매틱스는 무선 통신 기술, 위성 항법 장치 등을 이용하여 자동차, 선박 같은 이동 객체(moving object)에 위치 정보 서비스를 지원하는 새로운 응용 분야이다.

텔레매틱스가 제공하는 위치 정보 서비스로는 비상 구난, 차량 보안, 차량 항법, 교통 정보, 위치 기반 맞춤형 정보 서비스 등이 있다^[Dur04]. <그림 1>은 텔레매틱스를 위한 위치 정보의 흐름을 설명하는 그림이다. 예를 들어, 자동차 사고가 발생했을 경우 인근 경찰서와 구급 센터에 연락하여 신속하게 인명 구조 및 교통 정리를 해야 한다. 이 때, 자동차 내에 있는 텔레매틱스 단말기는 자동차의 위치 정보, 도로 정보, 경찰서나 구급 센터 등 시설물의 위치 정보를 이용하여 가장 가까운 경찰서와 구급 센터의 위치를 찾는 서비스를 제공한다. 이러한 위치 정보 서비스를 효과적으로 제공하기 위해 이동 객체와 더불어 시

설물과 같은 정적 객체에 대한 위치 정보를 효과적으로 관리하는 데이터베이스 기술들이 요구된다.

이동 객체 및 정적 객체의 위치 정보를 효과적으로 관리하기 위해서는 우선 객체들이 위치하고 있는 공간의 특성을 파악해야 한다. 여기서, 공간은 이동 객체 움직임의 제약 유무에 따라 이동의 제약이 전혀 없는 공간과 이동이 제약된 공간으로 나눌 수 있다^[Weg04, Spe03]. 제약이 전혀 없는 공간의 대표적인 예로 유클리드 공간(Euclidean space)이 있다^[Kel75]. 유클리드 공간상의 이동 객체로는 바다 위를 항해하는 배나 하늘을 나는 비행기 등을 들 수 있다. 제약이 있는 공간의 대표적인 예는 네트워크 공간(network space)이 있다^[Vaz01]. 네트워크 공간상의 이동 객체로는 도로 위를 움직이는 자동차와 선로를 따라 움직이는 기차 등을 들 수 있다. 텔레매틱스는 주로 도로 네트워크를 기반으로 움직이는 자동차와 같은 이동 객체를 대상으로 한다. 본 논문에서는 도로 네트워크상에서의 객체들의 위치 정보 관리 기술에 대하여 논의한다.

질의 처리와 인덱싱은 이동 객체 및 정적 객체의 위치 정보 관리를 위한 주요 기술이다. 질의



(그림 1) 텔레매틱스를 위한 위치 정보의 흐름

처리하는 사용자가 검색하고자 하는 이동 객체와 정적 객체의 위치 정보를 명세하기 위한 질의어와 이를 처리하는 방식을 연구하는 분야이다 [Pap03, Kol04, Sha02]. 또한, 인덱싱은 질의를 효과적으로 처리하기 위한 인덱스 구조를 연구하는 분야이다 [Frc03, Alm05]. 본 논문에서는 도로 네트워크상에서의 이동 객체 및 정적 객체의 위치 정보를 위한 이러한 기술들에 대하여 논의하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 도로 네트워크 데이터베이스를 위한 질의의 종류를 서술한다. 제 III장에서는 도로 네트워크 공간에서의 정적 객체 질의 처리 방식 및 인덱싱 방식에 대하여 서술한다. 제 IV장에서는 도로 네트워크 공간에서의 이동 객체 질의 처리 방식 및 인덱싱 방식에 대하여 서술한다. 마지막으로, 제 V장에서는 본 논문을 요약하고, 결론을 내린다.

II. 질의의 종류

1. 개요

도로 네트워크 데이터베이스를 위한 질의의 종류는 크게 정적 객체 질의와 이동 객체 질의로 나눌 수 있다. 정적 객체 질의는 사용자가 관심이 있는 정적 객체를 대상으로 하는 질의이다. 예를 들어, 사용자로부터 일정 거리 이내에 있는 주유소를 찾는 질의가 이에 해당된다. 정적 객체 질의의 종류로는 영역 질의(range query), 인접 이웃 질의(nearest neighbor query), 연속 인접 이웃 질의(continuous nearest neighbor query), 공간 조인 질의(spatial join query) 등이 있다 [Pap03].

이동 객체 질의는 모바일 장치를 가지고 움직이는 차량, 항공, 선박 등의 이동 객체를 대상으로 하는 질의이다. 예를 들어, 질의 영역이 주어

〈표 1〉 질의 분류표

이동 객체 질의	좌표 기반 질의	점 질의
		영역 질의
		인접 이웃 질의
	궤적 기반 질의	위상 질의
		향해 질의
정적 객체 질의	영역 질의, 인접 이웃 질의, 연속 인접 이웃 질의, 공간 조인 질의	

졌을 때 그 영역을 통과하는 자동차를 검색하는 질의가 이에 해당된다. 이동 객체 질의의 종류는 좌표를 기반으로 하는 점 질의(point query), 영역 질의(range query), 인접 이웃 질의(nearest neighbor query)와 궤적을 기반으로 하는 위상 질의(topological query), 향해 질의(navigational query)등이 있다^[16600]. 표 1은 전체 질의들을 분류한 것을 나타낸다. 본 장에서는 각 질의에 대하여 자세히 살펴보도록 한다.

2. 정적 객체 질의

본 절에서는 대표적인 정적 객체 질의인 영역 질의, 인접 이웃 질의, 연속 인접 이웃 질의, 공간 조인 질의를 설명하고, 그 예를 보이도록 한다.

가) 영역 질의

영역 질의는 질의 점으로부터 일정 거리 안에 존재하는 정적 객체들을 검색한다. 예를 들어, 자동차로부터 5km 이내에 있는 호텔들을 모두 검색하라는 질의가 이에 해당된다.

나) 인접 이웃 질의

인접 이웃 질의는 질의 점으로부터 가까운 순으로 주어진 개수의 정적 객체들을 검색한다. 예를 들어, 자동차로부터 가까운 순으로 5개의 호

텔들을 검색하라는 질의가 이에 해당된다.

다) 연속 인접 이웃 질의

연속 인접 이웃 질의는 질의점이 주어진 경로로 움직일 때, 각 위치에서 인접 이웃 질의의 결과를 반환한다. 예를 들어, 자동차가 회사에서 집으로 가는 경로가 주어졌을 때, 경로를 따라 가며 매순간 가장 가까운 3개의 주유소를 검색하라는 질의가 이에 해당된다. 이는 인접 이웃 질의를 확장한 것으로써, 주어진 경로 내에서 인접 이웃이 바뀌는 지점과 그 지점부터의 새로운 인접 이웃을 저장함으로써 처리 될 수 있다.

라) 공간 조인 질의

공간 조인 질의는 서로 다른 두 종류의 정적 객체들 사이의 거리가 가장 가까운 쌍을 검색한다. 예를 들어, 거리가 가장 가까운 호텔과 음식점의 쌍을 검색하라는 질의가 이에 해당된다. 이러한 질의는 데이터베이스에 저장되어 있는 호텔에 대한 위치 정보와 음식점에 대한 위치 정보를 이용하여 가장 가까운 쌍을 검색하게 된다.

3. 이동 객체 질의

이동 객체 질의는 질의 영역 내에 단순히 이동 객체가 있었는지 유무를 검색하는 질의와 질의

영역 내에서 특정 이동 객체의 궤적 정보를 검색하는 질의로 나눌 수 있다. 전자를 좌표 기반 질의(coordinate-based query)라 하고, 후자를 궤적 기반 질의(trajjectory-based query)라 한다^[P600]. 본 절에서는 각 질의를 서술하고 그 예를 보이도록 한다.

가) 좌표 기반 질의

좌표 기반 질의는 시공간 삼차원으로 이루어진 공간상에서 좌표 조건을 만족하는 이동 객체들을 검색하는 질의이다. 점 질의는 시공간상에서 주어진 하나의 점과 관련된 이동 객체의 유무를 검색한다. 예를 들어, 오후 3시에 좌표(30, 50)에 이동 객체가 있었는지를 검색하는 질의가 이에 해당된다.

영역 질의는 특정 영역 내에 이동 객체의 유무를 검색한다. 예를 들어, 오후 2시부터 3시까지 x 좌표가 20에서 40, y 좌표가 50에서 80까지의 영역 내에 존재한 적이 있는 이동 객체들을 검색하는 질의가 이에 해당된다. 특별히 시간 영역의 간격이 0인 질의를 시간 슬라이스 질의(time-slice query)라 한다.

인접 이웃 질의는 주어진 질의의 점으로부터 가장 가까운 k개의 이동 객체들을 검색한다. 예를 들어, 오후 3시에 좌표(30, 50)이 주어졌을 때, 질의 점으로부터 가장 가까운 5개의 이동 객체를 검색하는 질의가 이에 해당된다.

나) 궤적 기반 질의

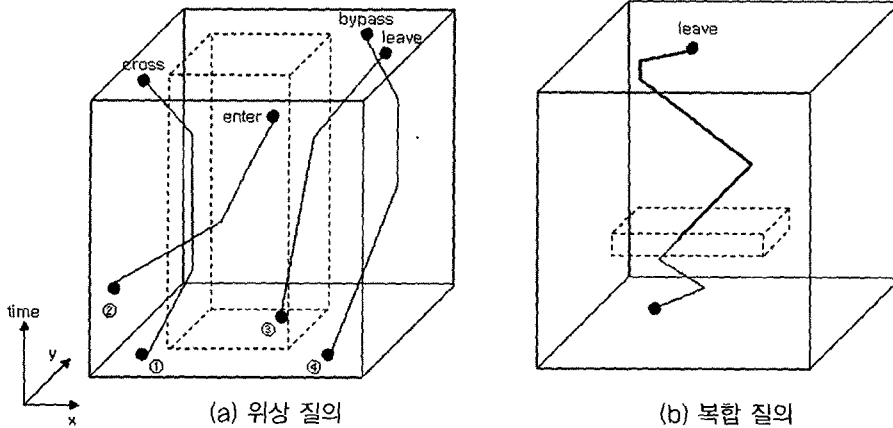
궤적 기반 질의는 위상 질의(topological query)와 항해 질의(navigational query)로 나눌 수 있다^[P600]. 위상 질의는 이동 객체 궤적의 움직임을 추적하는 질의로서 이동 객체가 질의 영역에 대해 들어왔는지, 나갔는지, 통과해 갔는지,

우회 했는지를 검색한다. 예를 들어, 질의 영역이 주어졌을 때, 주어진 질의 영역으로부터 밖으로 나간 이동 객체를 검색하는 질의가 이에 해당된다. 항해 질의는 이동 객체의 궤적 정보를 통하여 속도나 방향 등을 계산한다. 예를 들어, 특정 이동 객체가 오후 3시에 움직인 속도를 계산하는 질의가 이에 해당된다.

그림 2(a)는 궤적 기반 질의 중 위상 질의의 예를 보이고 있다^[P600]. 실선으로 표시된 직육면체 영역은 이동 객체가 움직일 수 있는 전체 공간을 의미하며, 점선으로 표시된 직육면체 영역은 질의 영역을 의미한다. 또한, 각 점은 이동 객체를 의미하며, 점 사이의 실선은 이동 객체가 시간에 흐름에 따라 이동한 경로를 표현하고 있다. 그림에서 보는 바와 같이, 전체 공간에서 질의 영역과 4개의 이동 객체가 주어졌을 때, 위상 질의는 이동 객체의 궤적을 검색하여 결과를 반환한다. 예를 들어, 이동 객체 ①은 질의 영역을 가로질러 갔으며, 이동 객체 ②는 질의 영역 안으로 들어왔으며, 이동 객체 ③은 질의 영역으로 부터 나갔으며, 이동 객체 ④는 질의 영역을 우회하였다는 결과를 반환한다.

다) 복합 질의

복합 질의(combined query)는 영역 질의를 통하여 검색된 이동 객체를 대상으로 궤적 기반 질의를 수행하는 것이다. 그림 2(b)는 복합 질의의 예를 보이고 있다. 영역 질의를 위하여 점선으로 표현된 질의 영역이 주어졌을 때, 질의 영역에 해당하는 이동 객체를 검색하고 검색된 이동 객체에 궤적 기반 질의를 수행하여 질의 영역 이후의 일정 시간 동안에 대하여 궤적의 움직임을 추적하는 질의이다.



〈그림 2〉 과거 질의의 종류

III. 정적 객체를 위한 질의 처리 방식

도로 네트워크 공간에서 정적 객체 질의 처리에 대한 연구는 이동 객체의 현재 위치에서 가장 가까운 정적 객체를 검색하는 인접 이웃 질의에 초점을 맞추고 있다. 인접 이웃 질의를 처리하기 위한 대표적인 방식들은 $INE^{[Pap03]}$, $IER^{[Pap03]}$, $VN^3^{[Kol04]}$ 등이 있다.

INE (incremental network expansion)^[Pap03]는 질의 점이 주어졌을 때, 우선 질의 점이 포함된 도로 선분을 찾는다. 그 후, 해당 도로 선분으로부터 시작하여 인접 도로 선분을 하나씩 확장해 가며, 해당 도로 선분에 정적 객체가 있는지의 여부를 정적 객체가 저장되어 있는 R-트리^[Gut84, Bec90]를 이용하여 검색한다. 위의 과정을 사용자가 요구한 k개의 정적 객체를 찾을 때까지 도로 선분을 확장한다. 이 방식은 저장 공간이 작다는 장점을 가지고 있지만, 도로 선분을 확장할 때마다 도로 선분에 대한 정보를 디스크로부터 액세스해야 한다. 또한, 정적 객체 유무에 대한 결과를 R-트리를 통하여 매번 검색해야 하므로 질의 성능이 떨어진다.

IER (incremental Euclidean restriction)^[Pap03]은 두 점간의 네트워크 거리는 유클리드 거리보다 항상 크거나 같다는 특성을 이용한다. 우선, 정적 객체가 저장되어 있는 R-트리를 이용하여 유클리드 거리를 기준으로 질의 점에서 가장 가까운 k개의 후보 정적 객체들을 검색한다. 그 후, 후보 정적 객체들에서 질의 점까지의 실제 네트워크 거리를 계산하여, 그중 가장 큰 값을 반지름으로 하는 영역 질의를 수행한다. 현 단계에서 검색된 정적 객체에서 이전 단계의 후보 정적 객체들을 제외하고, 유클리드 거리를 기준으로 가장 가까운 정적 객체를 찾아 질의 점과의 네트워크 거리를 계산한다. 이 거리가 후보 정적 객체들 중 질의 점과의 네트워크 거리가 가장 큰 정적 객체보다 가까우면, k번째 정적 객체는 후보에서 탈락시키고 새로 검색된 정적 객체를 k개의 후보 정적 객체에 넣는다. 위의 과정을 계속 반복하여 질의 점에서 가장 가까운 k개의 정적 객체를 검색한다. 이 방식은 INE 와 비슷한 저장 공간을 필요로 하지만 여러 번의 시행 착오를 겪기 때문에 질의 처리 성능이 크게 떨어진다^[Pap03].

VN^3 (Voronoi network nearest neighbor)^[Kol04]

는 하나의 정적 객체와 인접한 다른 정적 객체간의 거리가 같은 지점을 경계로 셀을 나누어 두는 방식이다. 셀의 중심에는 한 개의 정적 객체만이 존재하게 되고, 셀 안의 어느 지역에서나 가장 가까운 정적 객체는 셀 중심에 있는 정적 객체가 된다. 셀 내부적으로는 노드와 정적 객체, 경계점과 정적 객체, 그리고 셀 안의 모든 경계점간 거리가 미리 계산 되어져 있다. 또한, 이 외에도 인접 셀에 대한 정보가 저장되어 있다. k -인접 질의 처리(k -nearest neighbor query) 시 k 가 1일 때는 질의 점이 있는 셀 안의 정적 객체가 가장 가까운 정적 객체가 된다. k 가 1이상일 때에는 해당 셀을 찾고 인접 셀들을 후보로 둔다. 질의 점과 질의 점이 포함된 셀의 경계까지의 거리를 계산하면, 후보의 셀 중 어떤 셀 안의 정적 객체가 두 번째로 가까운 정적 객체인지 알게 된다. 이렇게 두 번째 셀을 발견하게 되면, 두 번째 셀의 인접 셀 역시 후보가 된다. k 개의 정적 객체가 다 찾아 질 때까지 위의 질의 처리 과정을 반복한다. 이 방식은 질의 처리 성능이 매우 뛰어나다. 그러나 미리 계산하여 저장해야 할 정보가 많기 때문에 저장 공간의 오버헤드가 매우 심하다는 단점이 있다.

IV. 이동 객체를 위한 질의 처리 방식

도로 네트워크 공간상에서의 이동 객체에 대한 질의 처리 방식은 최근 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 일방 통행, 좌회전 금지, 유턴 가능 여부 같은 도로 네트워크의 다양한 제약 조건으로 인하여 아직 미비한 수준이다. 이 중에서 이동 객체 질의 처리를 효과적으로 처리하기 위한 대표적 인덱싱 방식으로는 FNR-트리^[Fre03]와 MON-트리^[Alm05]가 있다.

FNR-트리^[Fre03]는 도로 네트워크의 선분을 이

차원 R-트리로 구성하고, 각 리프 노드에는 일차원 R-트리에 대한 포인터를 저장한다. 이 일차원 R-트리는 도로 선분에 존재하였던 이동 객체와 그 이동 객체가 들어온 시간과 나간 시간을 저장한다. 도로 네트워크의 변화는 거의 없기 때문에 이차원 R-트리는 한번 생성이 되면 거의 갱신되지 않는다. 반면, 일차원 R-트리는 이동 객체의 움직임에 따라 빈번한 갱신이 이루어지게 된다. 이 방식은 도로 네트워크상의 영역 질의의 성능을 개선시켜 준다. 그러나 시간 슬라이스 질의에 취약하며, 이동 객체의 궤적의 순서를 보존하는 정책이 없기 때문에 궤적 질의와 복합 질의의 성능이 떨어진다.

MON-트리^[Alm05]는 FNR-트리와 거의 유사한 구조로 두 개의 R-트리로 구성되어 있다. 첫 번째 R-트리를 상위 인덱스라 하고, 두 번째 R-트리를 하위 인덱스라 한다. 상위 인덱스는 도로 네트워크 공간을 인덱싱하는데, FNR-트리와 다른 점은 다중 선분(polyline)으로 R-트리를 구성한다는 점이다. 다중 선분이란 연속된 도로 선분의 집합을 하나의 긴 선분으로 보는 것이다. 상위 인덱스의 리프 노드내 각 엔트리에서는 하위 인덱스에 대한 포인터를 저장한다. 하위 인덱스는 이동 객체가 위치한 다중 선분에서의 머물렀던 시간 간격과 이에 따른 상대적 위치를 저장하는 이차원 R-트리이다. 이 방식은 이동 객체의 삽입 성능을 개선시킨다. 그러나 FNR-트리와 마찬가지로 이동 객체의 궤적의 순서를 보존하는 정책이 없기 때문에 궤적 질의와 복합 질의의 성능이 떨어진다.

V. 결 론

본 논문에서는 도로 네트워크 데이터베이스를

위한 인덱싱 및 질의 처리 기술 현황에 대하여 고찰하였다. 텔레매틱스는 이동 객체 및 정적 객체의 데이터를 활용하여 사용자에게 유용한 정보를 제공하는 서비스이다. 텔레매틱스 사용자에게 다양한 정보를 제공하기 위해서는 이동 객체와 정적 객체에 대한 위치 정보를 효과적으로 관리하고, 이 객체들이 위치하는 공간의 특성을 파악해야 한다.

객체들이 위치하는 공간은 이동 객체의 움직임의 제약에 따라 유클리드 공간과 네트워크 공간으로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 텔레매틱스의 주 대상인 도로 네트워크 공간상에서의 객체들에 대한 질의의 종류와 질의 처리 및 인덱싱 기술에 대해 서술하였다. 질의의 종류는 질의 대상이 되는 객체에 따라 정적 객체 질의와 이동 객체 질의로 분류하여 설명하였으며, 각각에 대한 그 예를 보였다. 또한, 이 질의들에 관한 처리 방식과 이를 효과적으로 처리하기 위한 인덱싱 방식에 대해 기술하였다.

본 논문에서 살펴본 바와 같이 현재 도로 네트워크 공간상의 도로 네트워크 데이터베이스 기술에 대한 연구는 활발히 진행되고 있지만, 그 수준은 아직 높지 않은 상태이다. 산학연이 더욱 분발하여 훌륭한 연구 결과들을 도출함으로써 실제 환경에서 유용한 텔레매틱스 서비스를 누릴 수 있기를 기대한다.

<감사의 글>

본 논문은 제주대학교를 통한 정보통신부 및 정보통신진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업(IITA-2005-C1090-0502-0009)의 지원을 받았습니니다.

참고 문헌

- [Alm05] V. Almeida and R. Güing, "Indexing the Trajectories of Moving Objects in Networks," *Geoinformatica*, Vol. 9, No. 1, pp. 33-60, 2005.
- [Bec90] N. Beckmann et al., "The R*-Tree: An Efficient and Robust Access Method for Points and Rectangles," In *Proc. ACM Int'l. Conf. on Management of Data*, ACM SIGMOD, pp. 322-331, 1990.
- [Dur04] S. Duri et al., "Data Protection and Data Sharing in Telematics," *Mobile Networks and Applications*, MONET, Vol. 9, No. 6, pp. 693-701, 2004.
- [Fre03] E. Frenzos, "Indexing Objects Moving on Fixed Networks," In *Proc. Int'l. Symp. on Spatial and Temporal Databases*, SSTD, pp. 289-305, 2003.
- [Gut84] A. Guttman, "R-Trees: A Dynamic Index Structure for Spatial Searching," In *Proc. ACM Int'l. Conf. on Management of Data*, ACM SIGMOD, pp. 47-57, 1984.
- [Kel75] J. Kelley, *General Topology*, Springer-Verlag, 1975.
- [Kol04] M. Kolahdouzan and C. Shahabi, "Voronoi-Based K-Nearest Neighbor Search for Spatial Network Databases," In *Proc. Int'l. Conf. on Very Large Data Bases*, VLDB, pp. 840-851, 2004.
- [Pap03] D. Papadias et al., "Query Processing in Spatial Network Databases," In *Proc. Int'l. Conf. on Very Large Data Bases*, VLDB, pp. 802-813, 2003.
- [Pfo00] D. Pfooser, C. Jensen, and Y. Theodoridis, "Novel Approaches in Query Processing for Moving Object Trajectories," In *Proc. Int'l. Conf. on Very Large Data Bases*, VLDB, pp. 395-406, 2000.

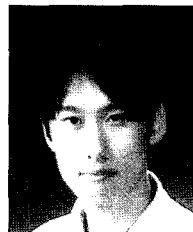
- [Sha02] C. Shahabi, M. Kolahdouzan, and M. Sharifzadeh, "A Road Network Embedding Technique for K-Nearest Neighbor Search in Moving Object Databases," In *Proc. ACM Int'l. Symp. on Advances in Geographic Information Systems*, ACM GIS, pp. 94-100, 2002.
- [Spe03] L. Speicys, C. Jensen, and A. Kligys, "Computational Data Modeling for Network-Constrained Moving Objects," In *Proc. ACM Int'l. Symp. on Advances in Geographic Information Systems*, ACM GIS, pp. 118-125, 2003.
- [Vaz01] M. Vazirgiannis and O. Wolfson, "A Spatiotemporal Model and Language for Moving Objects on Road Networks," In *Proc. Int'l. Symp. on Spatial and Temporal Databases*, SSTD, pp. 20-35, 2001.
- [Weg04] N. Weghe et al., "Representation of Moving Objects along a Road Network," In *Proc. Int'l. Conf. on Geoinformatics*, pp. 187-197, 2004.
- [Wu06] S. Wu and K. Wu, "Effective Location Based Services with Dynamic Data Management in Mobile Environments," *Wireless Networks*, Vol. 12, No. 3, pp. 369-381, 2006.

저자소개



김 상 욱

1989년 서울대학교 컴퓨터공학과 학사
 1991년 한국과학기술원 전산학과 석사
 1994년 한국과학기술원 전산학과 박사
 1991년 미국 Stanford University, Computer Science Department 방문 연구원
 1994년-1995년 KAIST 정보전자연구소 전문 연구원
 1999년-2000년 미국 IBM T.J. Watson Research Center Post-Doc.
 1995년-2000년 한양대학교 컴퓨터정보통신공학부 부교수
 2003년-현 재 한양대학교 정보통신대학 정보통신 학부 교수
 주관심분야 데이터베이스 시스템, 저장 시스템, 트랜잭션 관리, 데이터 마이닝, 멀티미디어 정보 검색, 공간 데이터베이스/GIS, 주기억 장치 데이터베이스, 이동 객체 데이터베이스/텔레매틱스, 사회 연결망 분석, 웹 데이터 분석



이 상 철

2005년 한양대학교 소프트웨어학과 학사
 현 재 한양대학교 정보통신학과 석사 과정
 주관심분야 데이터베이스 시스템, 데이터 마이닝, 공간 데이터베이스/GIS, 이동 객체 데이터베이스/텔레매틱스, 사회 연결망 분석

저자소개



장민희

2003년 홍익대학교 신소재공학과 학사
 2006년 한양대학교 정보통신학과 석사
 현 재 한양대학교 정보통신학과 박사 과정
 주관심분야 데이터베이스 시스템, 데이터 마이닝, 공
 간 데이터베이스/GIS, 이동 객체 데이터
 베이스, 사회 연결망 분석, 데이터베이스
 보안



차창일

2005년 성결대학교 컴퓨터공학과 학사
 현 재 한양대학교 정보통신학과 석사 과정
 주관심분야 데이터베이스 시스템, 저장 시스템, 데이
 터 마이닝, 공간 데이터베이스/GIS, 주기
 역장치 데이터베이스, 이동 객체 데이터
 베이스/텔레매틱스