

석사학위논문

이동객체의 상대적 속도와 방향 정보를 이용한 최근접 질의

Nearest Neighbor Query using
Relative Velocity and Direction Information
of Moving Objects

한국방송통신대학교 평생대학원

정 보 과 학 과

조 진 연

2006년

이동객체의
상대적 속도와 방향 정보를
이용한 최근접 질의

Nearest Neighbor Query using
Relative Velocity and Direction Information
of Moving Object

지도교수 이 언 배

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

한국방송통신대학교 평생대학원

정 보 과 학 과

조 진 연

2006년 5월

조 진 연 의
석사학위 논문을 인준함

심사위원장 인

심사위원 인

심사위원 인

한국방송통신대학교 평생대학원

2006년 6월

논문 요약

이동객체의 상대적 속도와 방향 정보를 이용한 최근접 질의

조진연

한국방송통신대학교 평생대학원

정보과학과

(지도교수 이언배)

이동환경에서 이동객체들 간의 최근접 질의 (NN: Nearest Neighbor Query)는 질의 요청자와 가장 가까운 곳에 위치한 대상 객체를 검색하기 위한 질의이다. 그런데, 단순히 거리 값이 최소인 값을 결과로 반환할 경우, 질의 객체의 방향과는 반대 방향에 있는 결과를 줄 때도 있다. 특히 일반적인 도로 상황에서는 U-턴이 가능한 지점까지 진행한 후에 되돌아와야 하기 때문에 오히려 사용자에게 시간과 비용의 낭비를 줄 수 있다. 또한 거리는 가깝지만 대상 객체의 이동속도가 느려서 시간상으로는 접근 시간이 더 많이 걸리는 경우도 있다.

본 논문에서는 이런 문제를 해결하기 위해 이동객체의 상대적 속도와

방향 정보를 고려한 최근접 질의 기법인 RVDNN(Relative Velocity Direction-based Nearest Neighbor) 질의 처리 기법을 제안한다. 상대속도를 구하기 위하여, 질의 객체와 대상 객체의 속도의 변화를 x축과 y축으로 나누어 계산한 값을, 질의 객체와 대상 객체의 위치 변화에 따라 가중치를 구하고, 방향 정보를 고려하기 위하여, 질의 객체와 대상 객체의 이동 정보를 4사분 영역으로 나누어서 절대방향을 구하였으며, 구하여진 절대방향의 차이인 상대방향 정보를 가중치로 환산하였다. 제안된 기법은 질의 객체와 대상 객체의 거리에 상대속도 가중치를 더한 값에 상대방향 정보 가중치를 곱하여서 구해진 거리로 최근접 질의를 수행한다.

또한 기존 논문들에서 제시된 NN(Nearest Neighbor) 질의 처리 기법과 제안된 질의 기법을 수행하기 위한 과정에서 유출된 상대적 방향 정보만을 가중치로 환산하여 적용한 RDNN(Relative Direction-based Nearest Neighbor) 질의 처리 기법과 질의 객체와 대상 객체의 상대적 속도 정보만을 가중치로 환산하는 RVNN(Relative Velocity Nearest Neighbor) 질의 처리 기법과 본 논문에서 제안한 질의 처리 기법을 실험을 통하여 비교 하였다.

본 논문에서 제안한 질의 기법은 질의 객체와 대상 객체의 미래위치를 추정하여, 질의 객체와 가까이 있으면서 빨리 도착 할 수 있는 최근접 질의 대상 결과를 추천할 수 있음을 실험을 통하여 확인하였다.

제안된 기법은 교통정보 시스템, 물류관리 시스템, 항만시스템과 같은 응용 시스템 등에 적용할 수 있다.

목 차

제1장 서론

1.1 연구 배경 및 목적	1
1.2 연구 내용 및 구성	3

제2장 관련연구

2.1 공간 데이터베이스의 최근접 질의	4
2.2 이동환경에서의 최근접 질의	5
2.3 문제점 및 해결 방안	6

제3장 이동객체의 질의 모델링

3.1 이동객체의 특성	8
3.2 데이터 모델	10

제4장 RVDNN 질의 처리

4.1 RVNN 질의 처리	13
4.1.1 거리계산단계	13
4.1.2 상대속도를 이용한 가중치 부여 단계	15
4.2 RDNN 질의 처리	17
4.2.1 이동객체의 상대방향 계산단계	17
4.2.2 방향 정보를 이용한 가중치 부여 단계	22
4.3 RVDNN 질의 처리	22

제5장 실험 및 평가

5.1 구현 환경	25
5.2 이동객체 데이터베이스	26

5.3 질의 수행 결과	29
5.4 평가	34
 제6장 결론	 36
 참고문헌	 37
외국어 초록	39



표 목차

<표 4-1> 기호 표기	24
<표 5-1> 실험 서버 사양	25
<표 5-2> 질의 객체 릴레이션	27
<표 5-3> 대상 객체 릴레이션	27
<표 5-4> 소속 구 릴레이션	28
<표 5-5> NN 질의, RDNN 질의, RVNN 질의, RVDNN 질의 처리 비교	30



그림 목차

<그림 2-1> 가지치기 경계	4
<그림 2-2> 이동환경에서의 최근접 객체	7
<그림 3-1> 이동객체의 유형	8
<그림 3-2> 이동객체의 이동 과정 예	11
<그림 4-1> 유클리드 거리와 도시 블록형 거리	13
<그림 4-2> 도시 블록형 거리계산	14
<그림 4-3> 상대속도계산	15
<그림 4-4> 이동객체의 이동패턴 분류	16
<그림 4-5> 질의 객체와 대상 객체의 상대 각도	17
<그림 4-6> 질의 객체의 절대 각도 계산	18
<그림 4-7> 대상 객체의 절대 각도 계산	20
<그림 4-8> RVDNN 질의 알고리즘	23
<그림 5-1> 테이블 스페이스 생성	25
<그림 5-2> 사용자 생성	26
<그림 5-3> ERD	28
<그림 5-4> [질의 5-1] 질의 정보 입력 어플리케이션 화면	29
<그림 5-5> [질의 5-1] 질의 객체의 시공간 정보	29
<그림 5-6> [질의 5-1] 서비스 객체의 시공간 정보	30
<그림 5-7> [질의 5-1] 수행결과 화면	30
<그림 5-8> [질의 5-1] 수행결과 출력	31
<그림 5-9> [질의 5-2] 질의 정보 입력 어플리케이션 화면	32
<그림 5-10> [질의 5-2] 질의 객체의 시공간 정보	32
<그림 5-11> [질의 5-2] 서비스 객체의 시공간 정보	33
<그림 5-12> [질의 5-2] 수행결과 화면	33
<그림 5-13> [질의 5-2] 수행결과 출력	34

제 1 장 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

최근 무선 인터넷 및 모바일 컴퓨팅, 또는 GIS(Geographic Information System)/GPS(Global Positioning System) 기술에 대한 관심이 높아지고, 이 기술들이 급속하게 발전함에 따라 LBS(Location Based System) 관련 기술 개발도 활발히 진행되고 있다. LBS는 이동 중인 사용자에게 무선 통신을 통해 쉽고 빠르게 사용자의 위치와 관련된 다양한 정보를 제공하는 서비스로, 외부에서 이동 중인 사람이나 차량 등을 효율적으로 관리하는데 이용된다. 이러한 LBS환경에서 시간의 흐름에 따라 객체가 이동하면서 위치 및 모양이 연속적으로 변하는 특징을 가지는 데이터를 이동객체(Moving Object)라 한다.

실세계 응용에서 자주 사용되는 질의 처리 기법 중 하나인 최근접(nearest neighbor, NN) 질의는 사용자의 선택 위치와 가장 가까운 곳에 존재하는 객체를 결과로 반환하며, 위치기반서비스 내에서 다음에 제시하는 예제와 같이 적용될 수 있다.

[예 1-1] A씨는 사무실에서 가장 가까운 음식점을 검색하여 점심메뉴를 주문한다.

(정적-정적)

[예 1-2] 운전 중인 B씨는 가장 가까운 주유소를 검색한다. (동적-정적)

[예 1-3] 항해중인 선박 C는 연료보충을 위해 근처에서 항해중인 주유선을 검색하여 급유를 요청한다. (동적-동적)

[예 1-4] D씨는 출근하기 위해 제일 먼저 도착할 교통수단을 선택하고자 한다.

(정적-동적)

이때, 각각의 예제에서 괄호 안의 요소는 질의-데이터 객체 타입을 가리키며, 정

적 객체는 시간에 상관없이 항상 고정된 정보를 가지는 2차원 공간 객체를, 동적 객체는 시간의 흐름에 의존하여 위치를 변경시키는 3차원 이동객체를 뜻한다.

이와 같이, 각 서비스들은 다양한 타입의 데이터 객체들(동적 또는 정적)에 대해 적절히 질의를 처리하고 사용자가 원하는 정보를 결과로 제공한다. 하지만 기존의 최근접 질의 처리 기법들은 대부분 특정 객체 타입에만 한정적으로 적용될 수 있는 방법들을 제시하고 있으며[1][2][3], 몇몇 연구들이 여러 타입의 객체에 적용 가능한 기법을 제공하기는 하지만[4][5][6] 이들 역시 정확한 최근접 질의 결과를 제공하지는 못한다. 특히 질의 객체와 데이터 객체가 모두 이동객체인 경우에는 정확한 결과를 제공해줄 수 있는 연구가 미흡한 상태이다. 그리고, 이동객체들은 시간의 흐름에 따라 연속적으로 자신의 위치를 변경하며 움직이기 때문에 어떠한 시점에서 계산된 최근접 질의 결과는 다른 시간 점 위에서 변경될 수 있다. 또한 데이터객체와 이동객체의 속도 성분을 고려하지 않으므로, 최근접 객체가 가장 가까이 있다고 해서 가장 빠른 시간에 도착하지는 못하는 현상이 발생하게 된다.

따라서 본 논문에서는 객체간의 질의 요청자의 이동 속도 정보와 대상 객체의 이동 속도 정보가 모두 질의 처리 과정에 반영될 수 있도록 확장한 방법을 제안한다. 제안된 질의 처리 방법은 질의 요청자와 대상 객체의 상대속도를 이동방향에 따라 가중치로 환산하여 질의 처리 과정에 적용하였다. 속도 정보 뿐 아니라, 방향 정보도 중요한 경우에는 상대속도와 상대적 방향 정보를 함께 가중치로 환산하여 질의 처리 결과에 반영하는 확장된 방법을 제안한다.

1.2 연구 내용 및 구성

이 논문에서는 이동객체의 상대적 속도를 고려한 최근접 질의 기법을 제안한다. 이 논문의 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 속도 정보를 최근접 질의 기법에 적용하기 위하여 최근접 질의 모델을 설계한다. 이를 위하여 2차원 공간에서 이동하는 객체를 정의하고, 질의 객체의 시간, 공간 속성을 기술한다. 또한, 대상 객체를 정의하고 시간, 공간 속성을 기술한다.

둘째, 속도 정보를 고려한 최근접 질의 기법을 설계한다. 제안된 기법에서는 질의 객체와 데이터객체의 상대적 속도 정보를 관리하여 가중치로 적용하는 방법인 RVNN(Relative Velocity Nearest Neighbor) 질의 알고리즘과, 상대적 방향 정보를 가중치로 적용하는 RDNN(Relative Direction-based Nearest Neighbor) 질의 알고리즘과, 상대속도, 상대방향 정보를 모두 가중치로 적용하는 RVDNN(Relative Velocity direction-based Nearest Neighbor) 질의 알고리즘을 제안한다.

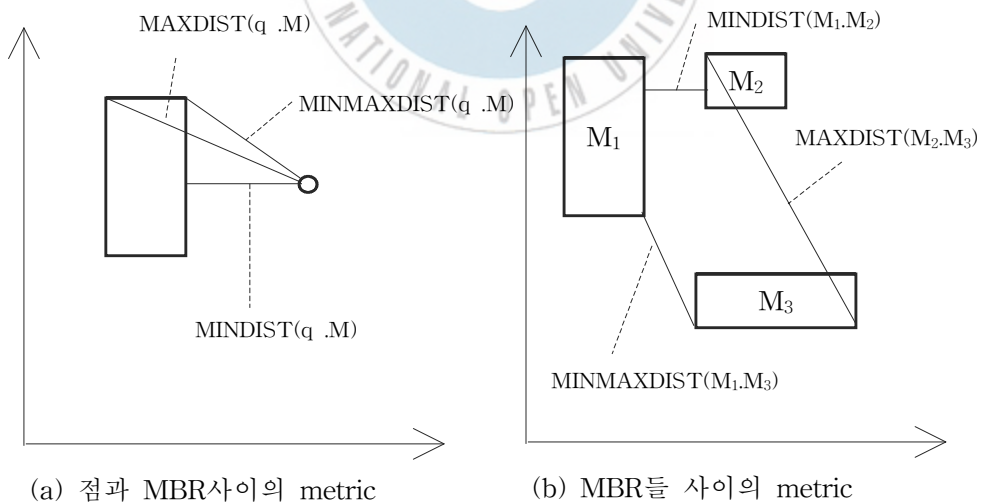
셋째, 제안된 질의 기법의 효율성을 평가하기 위하여 가상의 질의 데이터와 찾아가는 서비스를 위한 데이터 객체를 이용하여 실험 데이터를 생성한다. 그리고, 기존의 최근접 질의, RVNN 질의, RDNN 질의, RVDNN 질의를 가지고 질의 객체와 대상 객체 사이의 최근접 질의 결과를 비교 평가한다.

이와 같은 내용을 포함하여 다음과 같이 논문을 구성하였다. 먼저 제 2장에서는 최근접 질의와 관련된 기존의 연구들과 이들의 문제점을 살펴본다. 제 3장에서는 속도 정보를 고려한 최근접 질의 처리를 위한 모델링하며, 제 4장에서는 제안된 속도 정보를 이용한 최근접 질의 처리 방법을 소개한다. 제 5장에서는 제안된 방법과 기존의 최근접 질의 처리 방법을 비교평가하고, 제안된 질의 처리 기법의 응용 예를 보이며, 마지막으로 제 6장에서는 결론 및 향후 연구를 제시한다.

제 2 장 관련연구

2.1 공간 데이터베이스의 최근접 질의

공간 데이터베이스에서는 점질의, 영역질의, 조인질의, 최근접 질의 등 매우 다양한 형태의 질의 유형들이 제공된다. 최근접 질의는 주어진 점에서 가장 가까운 객체를 찾는 질의로써 지금까지 이에 대한 연구는 많이 행해졌다[1][2]. 가까운 객체를 빠르게 검색하기 위하여 R-Tree 색인을 이용한 방법은 R-Tree를 구성하는 노드들의 최소경계사각형 간의 거리 계산 기준을 정의하고, 이 기준에 의하여 탐색 공간을 가지치기함으로써 최근접 객체를 검색한다[1]. 거리 계산 기준으로 최소 경계 사각형 M의 모서리와 질의 q사이의 최소거리를 의미하는 $MINDIST(q, M)$, M내에 위치하는 임의의 점이 최근접 객체임이 보장될 때, q와 M 사이의 최소거리를 나타내는 $MINMAXDIST(q, M)$, M의 모서리와 q사이의 최대 거리를 나타내는 $MAXDIST(q, M)$ 등의 세 가지 기준을 제시하였다<그림 2-1>.



<그림 2-1> 가지치기 경계

이외의 최근접 질의 처리 방법으로 두 데이터 집합이 주어졌을 때, 하나의 데이터 집합을 질의 데이터로 삼고 다른 데이터 집합에서 최근접 탐색을 행하는 Closet-Pair 집합의 처리방법이 제안되었다[2]. 최근에는 제약 조건을 통하여 빠르게 최근접 객체를 탐색하는 방법이나[3], 실세계 도로를 기반으로 한 공간 네트워크 데이터베이스 상에서의 최근접 질의 처리 기법도 제안되고 있다[4].

2.2 이동환경에서의 최근접 질의

최근 무선 통신 기술 및 모바일 인터넷 기술이 발달하면서, 위치기반 서비스에 대한 연구가 활발해지고 있다. 이러한 위치기반 서비스를 효과적으로 지원하기 위해서는 질의 요청자로부터 가장 가까운 객체 검색에 대한 질의 처리가 선행되어야 한다. 최근에는 이동객체의 특성을 고려한 최근접 질의 처리 기법들이 제안되었다 [5][6][7][8][9]. 모든 객체 타입에 사용가능한 질의 처리 기법으로 쌍대성 변환(duality transform)기법을 사용하여 (x,y) 평면상의 이동객체 궤적 선분들을 (속도, y 절편) 평면상의 점으로 변환하고, 두 점 사이의 유클리드 거리 (euclidean distance)를 계산하여 최근접 객체를 탐색하는 방법이 제안되었다. 하지만, 연속적인 최근접 탐색이 불가능하며, 3차원 (x,y,t) 공간상의 선분으로 표현되는 이동객체 궤적에 대해서는 비효율적이라는 단점을 가진다[5]. 이러한 단점을 극복하여, 객체가 모두 이동객체인 경우에 적용 가능한 최근접 탐색기법과 자신을 최근접 객체로 가지는 다른 객체를 결과로 반환하는 역(reverse)최근접 탐색 기법을 제안되었으며, 이 두 기법의 조합은 쌍방향 최근접 질의 서비스를 가능케 한다[6]. 또한 객체가 모두 이동객체인 경우, 적용될 수 있는 k-CNN기법을 제안하였다[7]. 이때, 질의점과 데이터 객체점 사이의 거리 계산은 [6]과 동일한 미분 함수를 사용해 처리되며, 근접원과 수직이등분선은 각각 근접구와 수직 이등분평면으로 확장된다. 이러한 연구를 좀 더 발전시킨, 연속 최근접 질의 개념과 궤적 최근접 질의 개념에 대한 CTNN(Continuous Trajectory Nearest Neighbor) 기법을 제안되었다[8]. 이 기법은 변위 계산을 통해 질의 궤적과 가장 가까운 위치를 유지하면서 움직이는 객체를 최근접 객체로 선택하

며, 최근접 객체가 변경되는 연속적인 시간을 탐색해내기 위하여 객체 세그먼트들의 변곡점과 교차점 위에서 결과 변경 여부를 비교하여 처리한 기법이다. 또한, 속도가 일정한 이동객체간의 방향 정보를 이용하여, 이동객체간의 방향 정보에 가중치를 부여한 DNN(Direction-based Nearest Neighbor) 기법이 제안되었다[9]. 이 기법은 이동객체의 위치 정보와 방향 정보가 GPS 등의 장치에 의해서 수집되면, 도로환경 등 방향 정보가 중요한 질의 시에 질의 객체와 대상 객체간의 방향 정보에 따라서 가중치를 부여하여, 방향 정보가 유사한 최근접 객체를 반환하는 질의 기법이다.

2.3 문제점 및 해결 방안

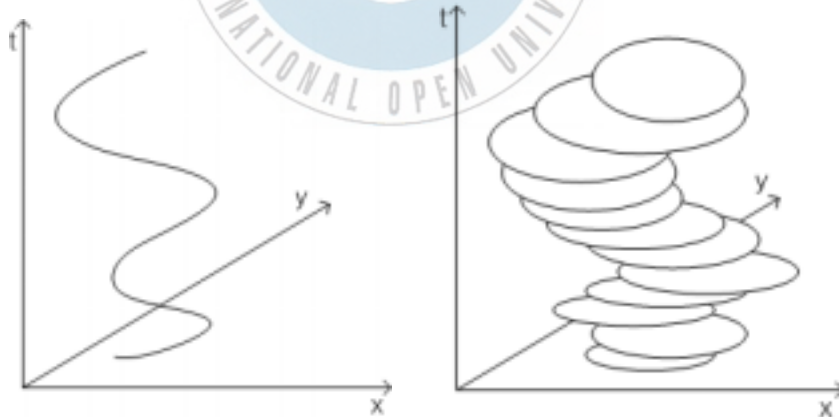
지금까지의 이동환경에서의 최근접 질의 연구들은 질의 객체가 이동하고, 대상 객체가 정지하거나, 질의 객체가 정지하고 대상 객체가 이동하는 상황에서의 질의에 대한 연구가 대부분 이었다. 즉, 주유소를 찾는 승용차나 택시를 잡는 손님을 예들 들 수 있다. 그러나, 유비쿼터스 시대가 도래되고, 시공간 데이터베이스의 발달함에 따라서 이러한 서비스들은 더욱 발전하여, 이동하고 있는 고객에게 물류를 배달한다 던가, 승용차로 출근하는 길에 이동쇼핑카에서 쇼핑을 하는 등, 질의 객체와 대상 객체가 모두 이동하는 경우에 대한 요구가 계속 되어질 것이다. 또한, 질의 객체와 대상 객체가 모두 이동하는 경우에는, 질의 객체의 방향 속성이나, 질의 객체와 대상 객체의 상대속도에 따라서 요청 결과가 달라질 수 있다. 이미 방향 정보에 대한 가중치 부여는 2.2절에서 제안된 DNN기법[9]에서 연구되었으나, 이동객체의 속도가 일정하다는 가정을 하고 있다. 그러나, 현실세계에서는 항상 대상 객체의 속도가 일정 할 수는 없다.

예를 들어, <그림 2-2>에서처럼 질의 객체(T)가 시청을 출발하여 방송통신대학 으로 시간의 흐름에 따라 지속적으로 이동하는 경우, 질의 객체에서 서비스를 제공 하려는 대상 객체들(A,B,C,D,E)이 각각 다른 색깔의 이동 경로를 가지고 이동하고 있다. 질의 객체(T)가 13시 30분에 가장 가까운 서비스 객체들에게 제공받고자 하여

제 3 장 이동객체의 질의 모델링

3.1 이동객체의 특성

이동객체는 실세계에 존재하는 임의의 시공간 객체로서 시간이 흐름에 따라 스스로 그 위치를 변화하면서 이동 가능한 객체를 말한다. 이동객체에는 시간의 변화에 따라 객체의 위치 값만 변화 되는 점(point) 객체와 위치 및 모양이 함께 변화되는 영역(region) 객체가 있다. 점 객체에는 자동차, 동물, 사람, 비행기, 배 등의 예가 있으며, 영역 객체에는 태풍 영역, 오염 지역, 화재 지역, 암 세포 등의 예가 있다. 이와 같은 모바일 객체의 이동 형태는 자유 궤적과 제약 궤적으로 분류할 수 있다. 자유 궤적은 n -차원 공간에서 이동객체의 이동에 제약이 없는 경우를 말한다. 예를 들면, ‘평야를 질주하는 승용차’를 들 수 있다. 제약 궤적은 객체의 이동을 강하게 제약하는 경우를 말한다. 예를 들면 ‘기차의 궤적’과 같은 경우가 있다. 이동객체는 일반적으로 자유 궤적을 가지며 이동한다고 정의할 수 있다. 제약 궤적은 자유 궤적의 특별한 경우로 간주될 수 있기 때문이다.



(a) 점 객체

(b) 영역 객체

<그림 3-1> 이동객체의 유형

<그림 3-1>은 이동객체의 이동 과정을 점 객체와 영역 객체로 구분하여 표현한 것이다. 이와 같이 자유롭게 이동하는 이동객체의 위치 정보를 획득하는 방법에 따라, 사건 지향 시스템과 관측 지향 시스템의 두 가지 형태로 분류할 수 있다. 사건 지향 시스템은 이동객체의 속도나 방향의 변화를 자동으로 검출하는 것이 가능한 경우의 시스템을 말한다. 예를 들면, 추적 항법 시스템이 있다. 관측 지향 시스템은 GPS와 같은 센서 시스템을 이용하여 정규적인 시간의 간격에서 정렬된 순서대로 객체의 위치를 획득하는 시스템을 말한다.

이 논문에서는 다음과 같은 몇 가지의 가정을 두고 이동객체의 위치 정보를 모델링하며, 이 가정은 전체 논문에서 내용 전개의 바탕이 된다.

첫째, 이동객체는 2차원 공간에서 이동하는 점 객체를 대상으로 한다.

둘째, 질의 객체와 대상 객체는 현재 계속 이동하고 있는 상태이며, 위치 변화 과정을 자유 궤적으로 간주한다.

셋째, 이동객체의 위치 정보 관리 방법은 GPS를 이용하는 관측 지향 시스템을 기반으로 한다.

넷째, 이동환경의 특정 시간 점에서 이동 중인 객체에서 이동 중인 객체를 검색 하는 질의 처리를 하고자 한다.

3.2 데이터 모델

제안된 기법은 시간의 흐름에 따라 위치를 변경하며 연속적으로 움직이는 이동 객체들을 대상으로 한다. 객체의 위치 정보는 GPS와 같은 센서 시스템 등의 장치를 통하여 주기적으로 추출되며, 객체의 삽입이나 삭제, 이동 속도나 방향 변경 등의 갱신이 발생할 때 마다 데이터베이스에 저장된다. 즉, 이동객체는 갱신이 발생되는 각 시간 $time$ 에서 $\langle Oid, time, position(x,y) \rangle$ 형태로 저장된다. 이때, Oid 는 객체의 식별자이고, $time$ 은 유효시간을 나타내는 타임스탬프이며, $position(x,y)$ 는 객체의 위치에 해당되는 좌표를 나타낸다. 이와 같이 센서 시스템으로부터 획득할 수 있는 이동객체의 위치 정보는 동일한 형태를 가진다. 그러나 이동객체의 위치 정보를 모델링 하는 방법에 따라 데이터베이스에 저장되는 데이터 구조 및 연산 처리 방법이 바뀌게 된다. 이 논문에서는 다음과 같이 이동객체를 정의한다.

[정의 3-1] 시간에 따라 위치가 변화하는 객체를 이동객체라 하고, 이동객체는 $MV = \langle T_A, S_A \rangle$ 로 정의한다.

[정의 3-1]의 T_A , S_A 는 이동객체의 시간속성, 공간속성을 나타내며, T_A , S_A [정의 3-2], [정의 3-3]과 같이 정의한다.

[정의 3-2] 이동객체의 시간 속성은 유효시간간격으로 구성되며 $T_A = \langle vt_s, vt_e \rangle$ 로 정의한다.

[정의 3-2]의 vt_s 는 유효시작시간, vt_e 는 유효종료시간을 나타낸다. 이때, vt_s 와 vt_e 는 유효시간의 집합 T_v 의 원소가 된다. 유효 시간은 실세계에서 발생한 시간을 나타내며, $T_v = \{t_0, t_1, t_2, \dots, t_k, \dots, t_{now}\}$ 이고, 각 원소들은 $t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_k < \dots < t_{now}$ 의 순서를 갖는다. $t_k = t_{k-1} + 1$, $t_k = t_0 + k$, $k, \geq 0$ 인 경우로 정의된다. t_{now} 는 현재 시간을 의미하는 시간 상수이며, 하나의 데이터베이스는 동일한 유효 시간의 주기를 갖는다.

[정의 3-3] 공간 속성은 이동 차량의 특정 시점에서의 위치 좌표 값을 나타내며,
 $S_A = \langle x, y \rangle$ 로 정의한다.

지금까지 정의한 이동 데이터를 이용하여 이동환경의 최근접 질의 연산자를 설명한다. 예를 들어 먼저 임의의 질의 객체가 시청에서 방송통신대학쪽으로 이동하고 있다고 가정하자.



<그림 3-2> 이동객체의 이동 과정 예

<그림 3-2>에서 이동객체들의 위치 정보는 10분 간격으로 데이터 수신기를 통해 입력된다고 가정하자. 다음의 질의가 요청되는 과정을 살펴본다.

[질의 3-1] 최근접 질의 연산 : “2006년 5월 1일 13시 30분에 을지로4가역을 이동하는 차량 01가 1234의 위치에서 가장 가까운 서비스 제공 차는 어느 것인가?”

[질의 3-1]은 다음과 같은 구문을 통해 표현할 수 있다.

```
Select Sv_id, Sv_x, Sv_y
From Obj_table, Svc_table
Where Obj_id='01가1234' and obj_ils_i = '200605011310' and VDNearest
```

즉, 질의 시점(obj_ils_i) 와 객체id(obj_id)를 입력 값으로 받은 후, 서비스 제공 객체의 위치를 검색한다. 질의 객체 차량(obj_x, obj_y)와 서비스 제공 차량(sv_x, sv_y)를 가지고 거리를 계산한다. 또한 질의 객체와 서비스 제공 객체의 속도와 방향을 계산한 후, 속도와 방향 가중치 함수를 적용하여 결과를 도출 할 수 있다.

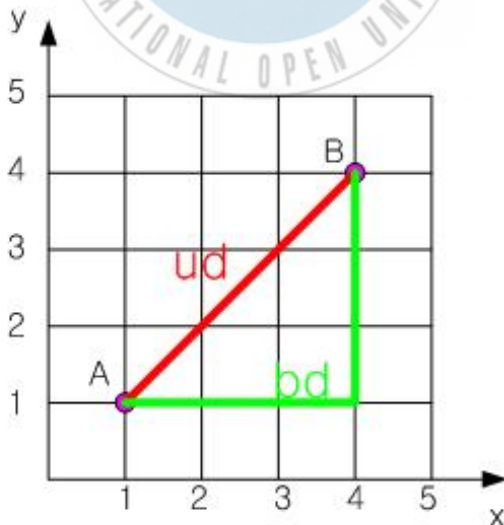
제 4 장 RVDNN 질의 처리

4.1 RVNN 질의 처리

RVDNN 질의를 수행하기 위한 속도 가중치 부여 단계인 RVNN 질의는 이동환경에서 연속적으로 이동하는 객체의 속도 성분을 고려하여 최근접 질의 처리를 수행하는 방법이다. 이동객체의 속도 성분을 반영하기 위하여 제안된 방법에는 이동객체의 속도 성분을 가중치로 환산하고, 구해진 가중치를 최근접 질의 처리 과정에서 주어진 도로 환경에 적합한 거리에 상대적 속도 정보를 구하여 그 값을 더하거나 빼줌으로써 최종적인 대상 객체의 우선순위를 결정한다. RVNN 질의는 크게 두 가지 단계, 거리 계산단계와, 상대속도를 이용한 가중치 부여 단계를 가진다.

4.1.1 거리 계산 단계

거리계산법 중 최단거리계산법인 유클리드거리와 비유사성 거리계산법인 도시 블록형 거리를 그림으로 살펴보자<그림 4-1>.



<그림 4-1> 유클리드 거리와 도시 블록형 거리

<그림 4-1>에서와 같이 A(x,y) 와 B(a,b) 의 거리를 유클리드 거리(ud)와 도시 블록형 거리(bd) 계산해보면 <식 4-1>이 된다.

$$ud = \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2} = \sqrt{(1-4)^2 + (1-4)^2} = 3\sqrt{2} \quad \text{<식 4-1>}$$

$$bd = |x-a| + |y-b| = |1-4| + |1-4| = 6$$

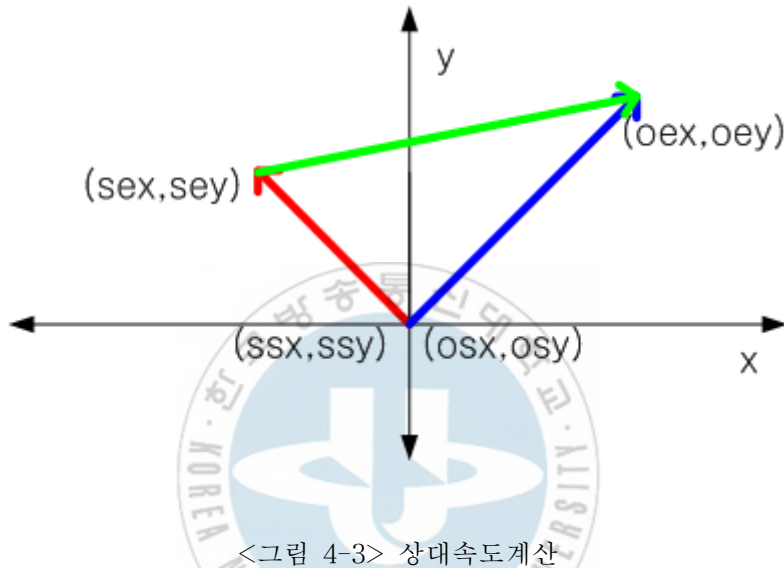
<그림 4-2>와 같은 도로상황에서는 도시 블록형 거리가 더 정확한 거리 척도로 사용될 수 있다. 도로상황이 <그림 4-2>와 같이 동서 방향과 남북 방향으로 되어 있지 않은 경우에는 유클리드 거리를 기준으로 계산할 수 있다. 본 논문에서 제안한 방법은 다양한 거리 계산 후에 가중치를 적용하는 것이 가능하다.



<그림 4-2> 도시 블록형 거리계산

4.1.2 상대속도를 이용한 가중치 부여 단계

상대속도는 관찰자가 관찰하는 대상의 속도를 말한다. 즉 질의 객체의 입장에서 대상 객체들의 상대속도를 구하기 위해서는 대상 객체의 속도에서 질의 객체의 속도를 빼주면 질의 객체의 관점에서 대상 객체들의 이동 속도를 구할 수 있다<그림 4-3>.



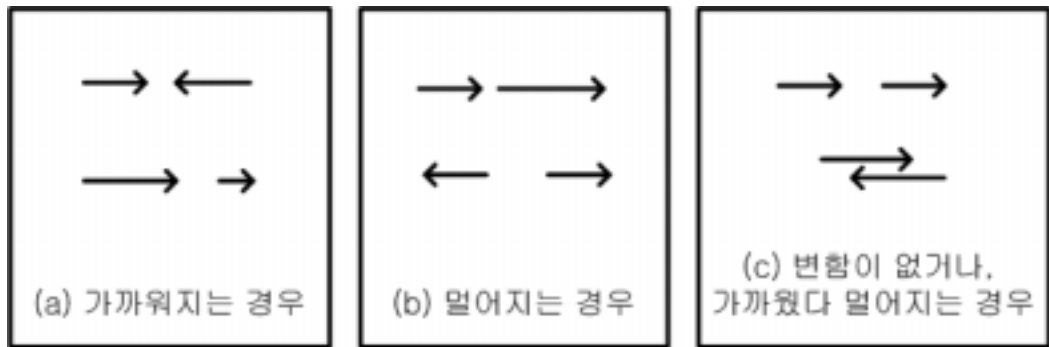
속도의 값은 벡터 값이므로, x축 성분과 y축 성분을 각각 나누어서 계산하여서 각각의 가중치를 4.1.1절에서 구한 거리에 가감하여 주게 된다.

$$\text{x축 상대속도 : } vx = (oex - osx) - (sex - ssx) \quad \text{<식 4-2>}$$

$$\text{y축 상대속도 : } vy = (oey - osy) - (sey - ssy)$$

<식 4-2>와 같이 x축과 y축의 상대속도를 구하고, 가중치를 부여하기 위하여 가중치 부여 조건을 만든다.

단위 시간당, 이동객체들간의 가까워지고 멀어지는 경우를 보면 <그림4-4>와 같이 분류할 수 있다.



<그림 4-4> 이동객체의 이동패턴 분류

<그림 4-4>의 이동객체의 이동 패턴의 분류에 따라서 X축과 Y축의 가중치 값을 <식 4-3>과 같이 구할 수 있다.

(a) $dsx * dex \geq 0$ And $|dsx| > |dex|$: $w_x = -|vx| * w_{con}$ <식 4-3>

(b) $dsx * dex \geq 0$ And $|dsx| < |dex|$: $w_x = |vx| * w_{con}$

(c) $dsx * dex < 0$ Or $|dsx| = |dex|$: $w_x = 0$

(a') $dsy * dey \geq 0$ And $|dsy| > |dey|$: $w_y = -|vy| * w_{con}$

(b') $dsy * dey \geq 0$ And $|dsy| < |dey|$: $w_y = |vy| * w_{con}$

(c') $dsy * dey < 0$ Or $|dsy| = |dey|$: $w_y = 0$

이제 구하여진 속도 가중치 값을 4.1.1절에서 구한 거리와 더하여 보면 <식 4-4>와 같다.

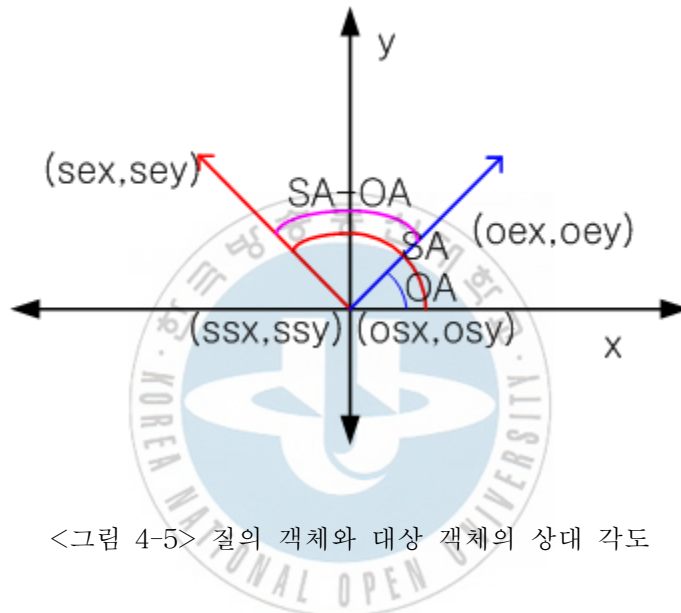
$$\text{거리}(d) = bd + ux + wy$$

<식 4-4>

4.2 RDNN 질의 처리

RVDNN 질의를 수행하기 위한 방향 정보 가중치 부여 단계인 RDNN 질의를 처리하기 위해서는 질의 객체와 대상 객체의 상대각도를 계산하는 단계와 상대각도를 이용하여 방향 정보 가중치를 구하는 단계로 나눌 수 있다.

4.2.1 이동객체의 상대방향 계산 단계

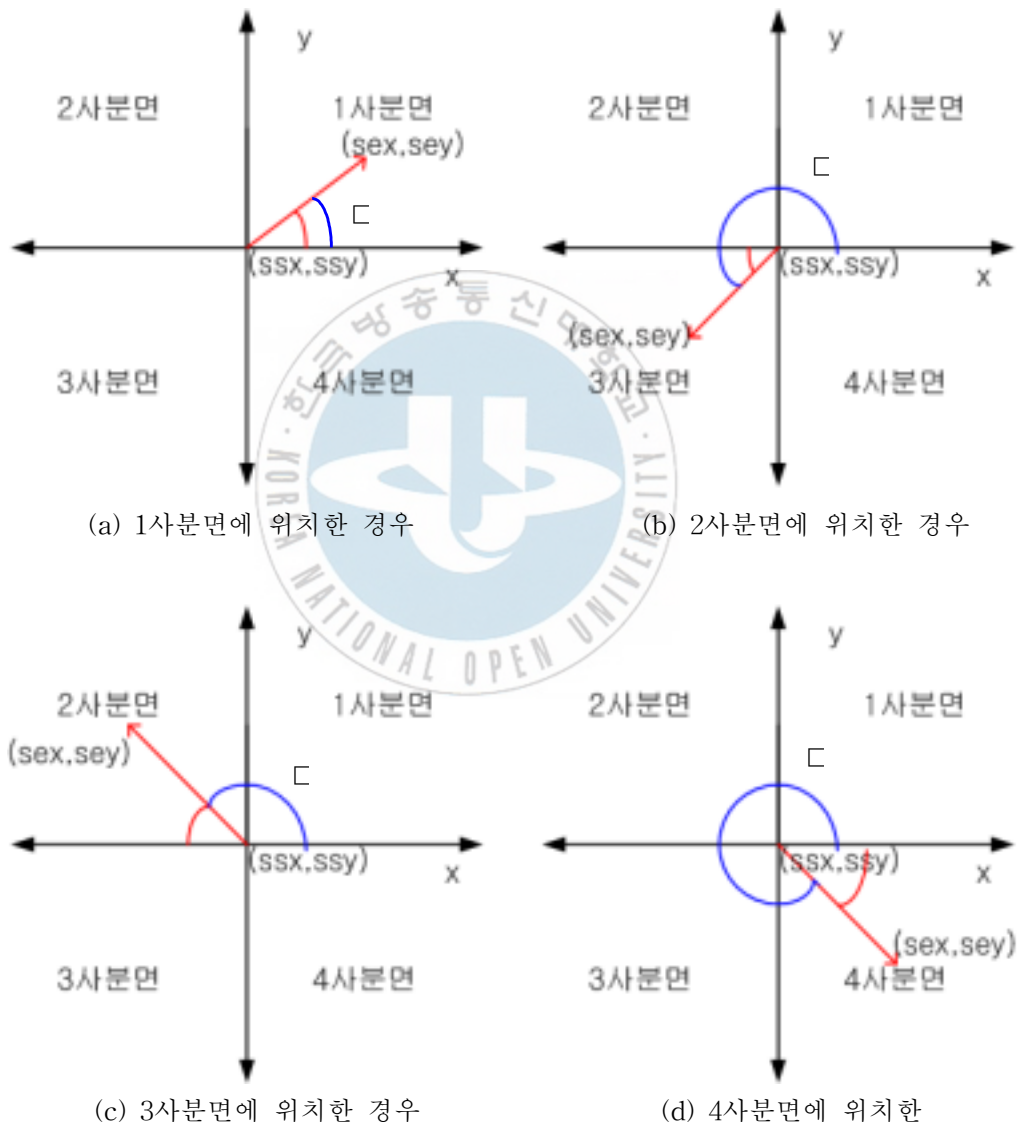


<그림 4-5> 질의 객체와 대상 객체의 상대 각도

질의 객체와 대상 객체의 상대각도는 <그림 4-5>에서처럼 질의 객체의 절대각도 SA에서 대상 객체의 절대각도 OA의 차이 각도이며, 이를 식으로 나타내면 <식 4-5>와 같다.

$$\text{상대각도} = \text{질의 객체의 절대방향(SA)} - \text{대상 객체의 절대 방향(OA)} \quad \text{<식 4-5>}$$

<식 4-5>의 값을 구하기 위하여 질의 객체의 절대각도를 계산하기 위하여 <그림 4-6>에서와 같이 질의 시작점 (ssx, ssy)에서 질의 종료점(sex, sey)으로 이동한다고 가정할 때 질의 시작점과 종료점의 값의 변화에 따라서 1,2,3,4 분면의 절대 각도를 구할 수 있다.



<그림 4-6> 질의 객체의 절대각도 계산

<그림4-6>의 (a), (b), (c), (d)에서처럼 질의 시작점에서 질의 종료점의 값으로 이동방향을 구하여 보면 <식 4-6>과 같다.

$$(a) \text{ 1사분면에 위치한 경우 : 이동방향} = \frac{180}{\pi} \times \tan^{-1}\left(\frac{-sey-ssy}{sex-ssx}\right)$$

$$(b) \text{ 2사분면에 위치한 경우 : 이동방향} = 180 - \frac{180}{\pi} \times \tan^{-1}\left(\frac{-sey-ssy}{ssx-sex}\right)$$

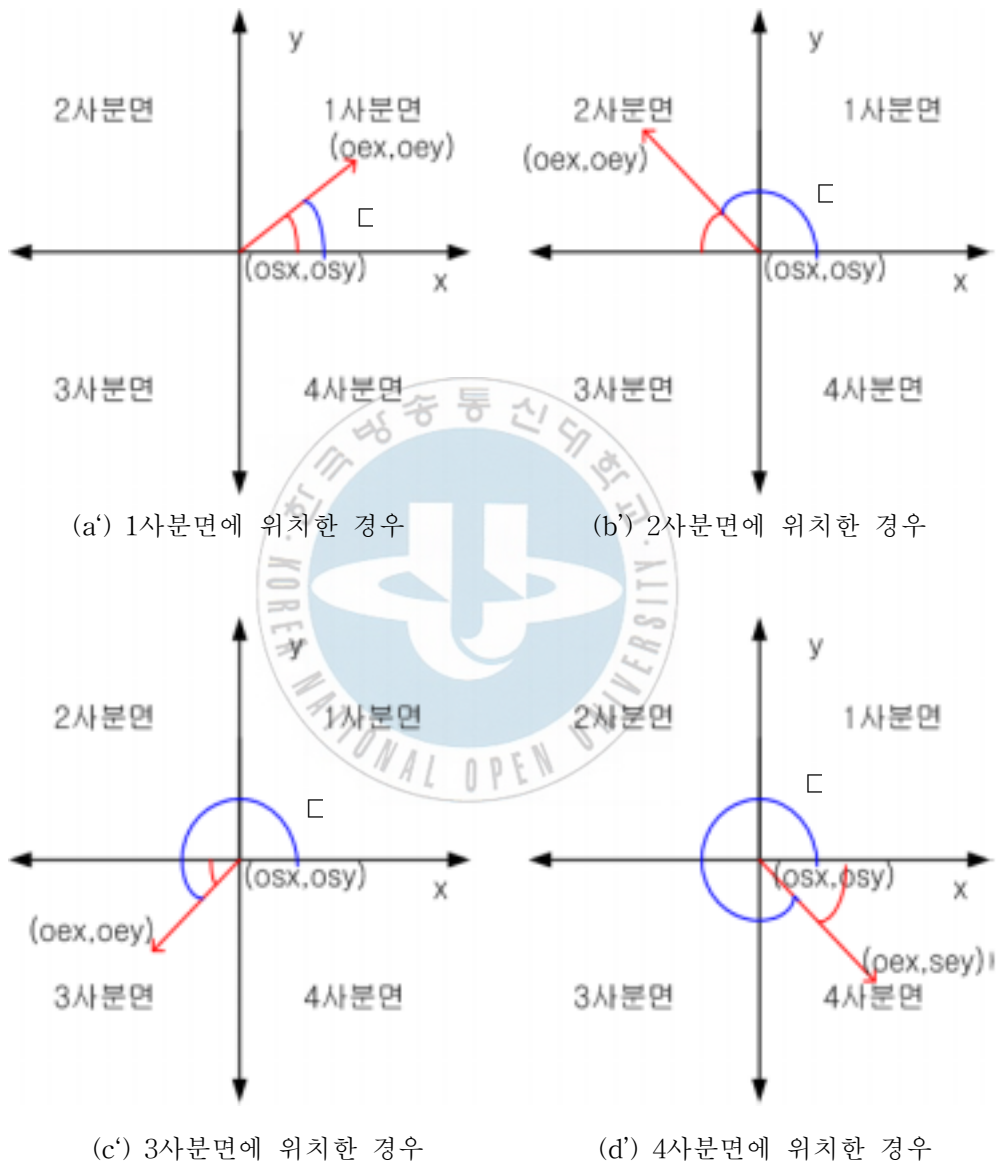
$$(c) \text{ 3사분면에 위치한 경우 : 이동방향} = 180 + \frac{180}{\pi} \times \tan^{-1}\left(\frac{-sey-ssy}{sex-ssx}\right) <\text{식 4-6}>$$

$$(d) \text{ 4사분면에 위치한 경우 : 이동방향} = 360 - \frac{180}{\pi} \times \tan^{-1}\left(\frac{-ssy-sey}{sex-ssx}\right)$$

$$(e) \text{ x축 방향으로의 이동이 없는 경우는 이동방향} = 90$$



동일한 방법으로 대상 객체의 절대 방향을 구하기 위하여 <그림 4-7>과 같이 질의 시작점 (osx, osy) 에서 질의 종료점 (oex, oey) 로 이동 한다고 가정할 때 각각의 이동형태에 따라 절대 각도를 구할 수 있다.



<그림 4-7> 대상 객체의 절대각도 계산

<그림 4-7>의 (a'), (b'), (c'), (d')에서처럼 질의 시작점에서 질의 종료점의 값으로 이동방향을 구하여 보면 <식 4-7>과 같다.

$$(a') \text{ 1사분면에 위치한 경우 : 이동방향} = \frac{180}{\pi} \times \tan^{-1}\left(\frac{oe_y - os_y}{oe_x - os_x}\right)$$

$$(b') \text{ 2사분면에 위치한 경우 : 이동방향} = 180 - \frac{180}{\pi} \times \tan^{-1}\left(\frac{oe_y - os_y}{os_x - oe_x}\right)$$

$$(c') \text{ 3사분면에 위치한 경우 : 이동방향} = 180 + \frac{180}{\pi} \times \tan^{-1}\left(\frac{oe_y - os_y}{oe_x - os_x}\right) <\text{식 4-7}>$$

$$(d') \text{ 4사분면에 위치한 경우 : 이동방향} = 360 - \frac{180}{\pi} \times \tan^{-1}\left(\frac{os_y - oe_y}{oe_x - os_x}\right)$$

$$(e') \text{ x축 방향으로의 이동이 없는 경우는 이동방향} = 90$$



4.2.2 방향 정보를 이용한 가중치 부여 단계

4.2.1절에서 <식 4-6>에서 구한 질의 객체의 절대방향(θ_{obj})과 <식 4-7>을 통해 구한 대상 객체의 절대방향(θ_{sv})의 각도 차이를 통하여 이들의 상대 이동각(θ_{diff})을 구할 수 있다<식 4-8>.

$$\theta_{diff} = |\theta_{sv} - \theta_{obj}| \quad \text{<식 4-8>}$$

$$\theta_{diff} = 360 - \theta_{diff}$$

구하여진 이동각도에 대한 가중치를 계산하면 <식 4-9>와 같다.

$$W_d = W_{\max} - \frac{(180 - \theta_{diff})}{180} \times W_{diff} \quad \text{<식 4-9>}$$

4.3 RVDNN 질의 처리

속도와 방향 정보 가중치를 부여한 RVDNN 질의 처리는 4.1절과 4.2절에서 구한 가중치를 모두 적용하여, 상대속도 가중치를 부여한 거리 값에 방향 정보 가중치의 값을 곱하여 줌으로써 구할 수 있다<식 4-10>.

$$\text{거리}(d) = (|o_{ex} - s_{ex}| + |o_{ey} - s_{ey}| + ux + uy) \times W_d \quad \text{<식 4-10>}$$

속도와 방향 정보 가중치를 부여한 RVDNN 질의 알고리즘으로 정리하면 <그림 4-8>과 같다.

Algorithm findRVDNN(ObjID, ts)

input ObjID : 임의의 질의객체

ts : 질의 시점

output List NL : 최근접 질의 리스트

Begin

Step 1. 질의 시점 ts에서의 ObjID 위치, Service 위치 검색

1.1 ObjID 위치 : (ObjID, ts, ObjX, ObjY)

1.2 Service 위치 : (SvID, Svt, SvX, SvY)

Step 2. ObjID 위치와 Service 위치 간의 거리 계산

Step 3. ObjID와 Service 위치의 속도 계산

3.1 ObjID 위치와 Service 위치사이의 거리계산

3.2 ObjID 위치와 Service 위치사이의 상대속도 계산

3.3 ObjID 위치와 Service 위치 사이의 이동상태에 따른 속도 가중치 계산

Step 4. ObjID와 Service 위치의 방향정보 검색

4.1 ObjID 위치의 절대방향 계산

4.2 Service 위치의 절대 방향 계산

4.3 ObjID와 Service사이의 상대 방향 계산

4.4 ObjID와 Service사이의 상대 방향에 대한 방향 가중치 계산

Step 5. 질의 상황에 맞는 단계의 값을 선택한다.

5.1 정적-정적 질의에서는 단계2의 값으로 NL을 구한다.

5.2 속도가 모두 다른 동적-동적 환경에서 단계3의 값으로 NL을 구한다.

5.3 정적-동적, 동적-정적 환경에서 단계 4의 값으로 NL을 구한다.

5.4 방향정보가 중요한 동적-동적 환경에서
(단계 2 + 단계 3) * 단계 4 값으로 NL을 구한다.

Step 6. Return NL

End

<그림 4-8> RVDNN 질의 알고리즘

지금까지 가중치 산출을 위하여 사용한 기호를 정의하면 <표 4-1>과 같다.

<표 4-1> 기호 표기

기호	설명
ssx	질의점 시작 x위치
ssy	질의점 시작 y위치
sex	질의점 종료 x위치
sey	질의점 종료 y위치
osx	대상점 시작 x위치
osy	대상점 시작 y위치
oex	대상점 종료 x위치
oey	대상점 종료 y위치
sssi	시작시간
sesi	종료시간
SA	질의 객체의 절대각도
OA	대상 객체의 절대각도
vx	x축 속도
vy	y축 속도
dsx	질의 객체와 대상 객체의 x시작점 거리 : $osx - ssx$
dex	질의 객체와 대상 객체의 x종료점 거리 : $oex - sex$
dsy	질의 객체와 대상 객체의 y시작점 거리 : $osy - ssy$
dey	질의 객체와 대상 객체의 y종료점 거리 : $oey - sey$
wx	x축 속도 가중치
wy	y축 속도 가중치
wcon	가중치 상수 : $0 < wcon \leq 1$
W_d	방향 가중치
θ_{obj}	질의 객체의 절대각도
θ_{sv}	대상 객체의 절대각도
θ_{diff}	질의 객체와 대상 객체의 상대이동각도
W_{min}	방향 가중치 최소 값
W_{max}	방향 가중치 최대 값
W_{diff}	최대 방향 가중치와 최소 방향 가중치의 차

제 5 장 실험 및 평가

5.1 구현환경

이동환경에서의 최근접 질의 처리를 위하여 <표 5-1>과 같이 어플리케이션 서버와 데이터베이스 서버를 각각 구성하여 실험하였다.

데이터베이스 서버		어플리케이션 서버	
CPU	P3 Xeon 550Mhz * 2	CPU	P4 1.6Ghz
RAM	1G	RAM	512MB
HDD	32G	HDD	80G
OS	Linux Red hat 9	OS	Window XP Professional
DBMS	Oracle9i Enterprise Edition	개발언어	Visual Basic 6.0

<표 5-1> 실험서버 사양

데이터베이스 서버에 m_svc_dat01과 m_svc_ind01로 데이터와 인덱스를 위한 테이블 스페이스를 <그림 5-1>과 같이 생성하고, m_svc라는 유저를 <그림 5-2>와 같이 생성하였다.

```
[DB02@Dns2nd]/home/oracle/hskim/vamsdb/ranne> more Create_TBS.sql
CREATE TABLESPACE m_svc_dat01
DATAFILE '/vamsdb/datafiles/m_svc_dat01a.dbf' SIZE 1000M
EXTENT MANAGEMENT LOCAL UNIFORM SIZE 10M
ONLINE;

CREATE TABLESPACE m_svc_ind01
SQL> @Create_TBS.sql

Tablespace created.

Tablespace created.
```

<그림 5-1> 테이블 스페이스 생성

```
[DB02@Dns2nd]/home/oracle/hskim/vamsdb/ranne> more Create_user.sql
CREATE USER m_svc identified by m_svc01
default tablespace m_svc_dat01
temporary tablespace temp;

GRANT connect, resource TO m_svc;
SQL> @Create_user.sql

User created.

Grant succeeded.
```

<그림 5-2> 사용자 생성

어플리케이션은 비주얼 베이직으로 오라클 클라이언트를 통해 데이터베이스 서버에 있는 내용을 바탕으로 본 논문의 실험을 수행하였다.

5.2 이동객체 데이터베이스

이 절에서는 질의 객체와 대상 객체의 실험 데이터를 저장하기 위한 이동객체 데이터베이스의 스키마를 소개 하고 각각에 대해서 설명한다.

질의 객체 정보와 대상 객체 정보는 다음과 같이 3개의 릴레이션 스키마 형태로 저장 관리한다.

MOhistory (ObjID, tril, ts, gucd, Obj_x, Obj_y)

Svhistory (SvID, tril, Sts, gucd, Sv_x, Sv_y)

Gucode (gucd, gunm)

MOhistory 스키마는 질의 객체의 시공간 속성 정보를 관리하기 위한 것이며,

Svhistory 스키마는 대상 객체의 시공간 속성 정보를 관리하기 위한 것이다.

Gucode 스키마는 공간질의를 위한 구의 정보를 나타낸다.

이 논문에서는 유비쿼터스시대에 빈번하게 사용될 수 있는 최근접 질의에 대해 현재부터 가까운 미래까지 가까이 있는 대상을 효율적으로 추천해주기 위한 객체들의 이력 정보를 저장 관리한다. 질의 객체 속성 릴레이션인 Mohistory과 대상 객체 속성인 Svhistory는 데이터베이스로 관리되는 이동객체를 표현하기 위한 속성 값들을 가지고, 이들의 구 정보는 gucode 릴레이션으로 질의 객체와 대상 객체의 외래키로 구성한다.

이들은 각각 <표 5-2> <표 5-3> <표 5-4>의 릴레이션을 가지며, 이들은 현재 시공간 이동객체들의 행위 정보를 유지하는 릴레이션이다. 이 행위 정보는 속도와 방향을 말하며, 릴레이션의 값들은 연속된 위치 정보를 나타내며, 질의 유효시간 내에서 유효한 값을 가진다.

즉, i번째 시간인 ts의 위치는 i+1번째 시간인 ts'의 위치사이의 각도와 속도는 유효시간 ts'전 까지 유효한 값이다.

<표 5-2> 질의 객체 릴레이션

속성	ObjID	tril	ts	gucd	Obj_x	Obj_y
자료형	string	string	string	string	double	double
설명	객체아이디	질의일자	질의유효시간	소속구코드	x좌표	y좌표
	PK			FK	인덱스	

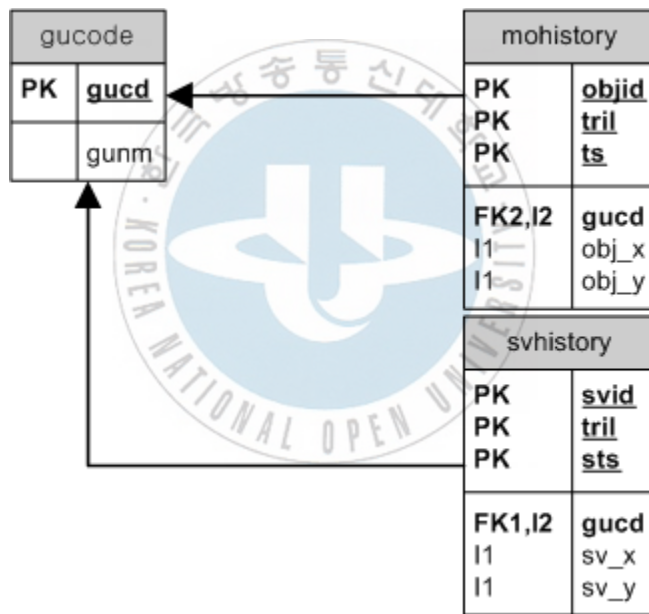
<표 5-3> 대상 객체 릴레이션

속성	SvID	tril	Sts	gucd	Sv_x	Sv_y
자료형	string	string	string	string	double	double
설명	객체아이디	질의일자	질의유효시간	소속구코드	x좌표	y좌표
	PK			FK	인덱스	

<표 5-4> 소속 구 릴레이션

속성	Gucd	Gunm
자료형	string	string
설명	구 코드	구 이름
	PK	

이들 릴레이션에 대한 ERD는 <그림 5-3> 과 같다.



<그림 5-3> ERD

5.3 질의 수행 결과

이 절에서는 제안된 질의 기법이 적용된 이동객체 관리 시스템 응용에서 질의를 수행함으로써 NN 질의, RDNN 질의, RVNN 질의, RVDNN 질의에 대해 비교해 본다. 서울 시청에서 방송통신대학교로 이동하는 차량이 가장 가까이 있는 서비스 제공 차량을 찾는다고 가정하여 13:15분과 13:30분의 [질의 5-1]과 [질의 5-2]와 같이 두 가지 경우에 질의 수행결과를 살펴보자.

[질의 5-1] “2006년 5월 30일 13:15분에 종로구 지역을 이동하는 차량 O1가1234 의 위치에서 가장 가까운 서비스 제공 차량은 어느 것인가”

<그림 5-4> [질의 5-1] 질의 정보 입력 어플리케이션 화면

[질의 5-1]을 수행하기 위해 <그림 5-5>와 같이 질의 객체의 시공간 정보를 구한다.

<그림 5-5> [질의 5-1] 질의 객체의 시공간 정보

<그림 5-5>에서 구하여진 질의 객체의 정보를 이용하여, <그림 5-6>과 같이 서비스 대상 객체의 시공간 정보를 구한다.

[질의 5-1]이 요청 되었을 때, NN거리와 RDNN 질의 처리, RVNN 질의 처리, RVDNN 질의 처리 결과 출력 값은 <그림 5-8>과 같다. 실제 거리상으로는 SVC0001의 서비스가 가장 가까운 위치에 있지만, 이동하는 방향이 반대이므로, 방향 정보를 고려한 RDNN과 RVDNN의 경우는 질의 객체와 이동방향이 유사한 SVC0004가 반환되는 것을 볼 수 있다.

```

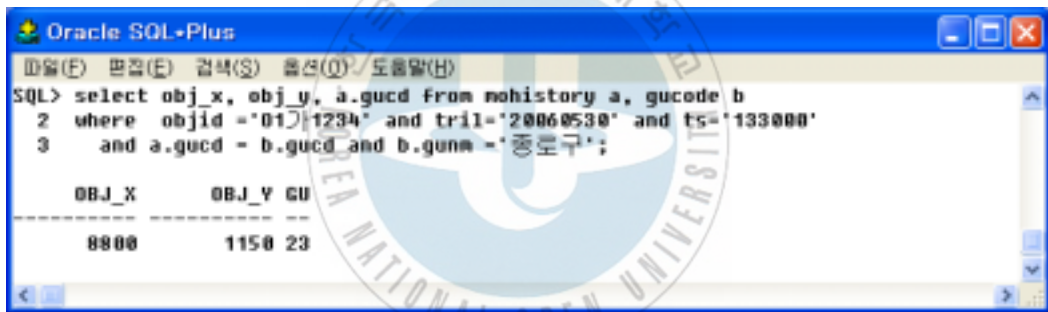
14:34:07 - NN 질의 시작 -----
14:34:07 - SVC0001 : 시간:131500 거리:2520
14:34:07 - SVC0002 : 시간:131500 거리:7070
14:34:07 - SVC0003 : 시간:131500 거리:5620
14:34:07 - SVC0004 : 시간:131500 거리:3590
14:34:07 - SVC0005 : 시간:131500 거리:4470
14:34:07 - NN 질의 근접 거리:2520
14:34:07 - RDNN 질의 시작 -----
14:34:07 - SVC0001 : wdiff:0.5 r_s:162.96 w : 0.95 단순거리:2520 RDNN:2400.86
14:34:07 - SVC0002 : wdiff:0.5 r_s:86.25 w : 0.74 단순거리:7070 RDNN:5228.82
14:34:07 - SVC0003 : wdiff:0.5 r_s:18.61 w : 0.55 단순거리:5620 RDNN:3100.6
14:34:07 - SVC0004 : wdiff:0.5 r_s:4.56 w : 0.51 단순거리:3590 RDNN:1840.52
14:34:07 - SVC0005 : wdiff:0.5 r_s:5.71 w : 0.52 단순거리:4470 RDNN:2305.91
14:34:07 - RDNN 질의 근접 거리:1840
14:34:08 - RVNN 질의 시작 -----
14:34:08 - SVC0001 : vx_n:1550 w_con:0.5 wx:0 vx_n:-1550 단순거리:2520
14:34:08 - vy_n:70 w_con:0.5 wy:35 vy_n:-70 RVDN 거리:2555
14:34:08 - SVC0002 : vx_n:-750 w_con:0.5 wx:-375 vx_n:-750 단순거리:7070
14:34:08 - vy_n:-380 w_con:0.5 wy:-190 vy_n:-380 RVDN 거리:6505
14:34:08 - SVC0003 : vx_n:-70 w_con:0.5 wx:35 vx_n:-70 단순거리:5620
14:34:08 - vy_n:250 w_con:0.5 wy:125 vy_n:250 RVDN 거리:5780
14:34:08 - SVC0004 : vx_n:-300 w_con:0.5 wx:150 vx_n:-300 단순거리:3590
14:34:08 - vy_n:-70 w_con:0.5 wy:-35 vy_n:-70 RVDN 거리:3705
14:34:08 - SVC0005 : vx_n:900 w_con:0.5 wx:-450 vx_n:900 단순거리:4470
14:34:08 - vy_n:-60 w_con:0.5 wy:-40 vy_n:-60 RVDN 거리:3900
14:34:08 - RVNN 질의 근접 거리:2555
14:34:08 - RVDNN 질의 시작 -----
14:34:08 - SVC0001 : wx:0 wy:35 발향가중치:0.95 단순거리:2520 RVDNN:2434.2
14:34:08 - SVC0002 : wx:-375 wy:-190 발향가중치:0.74 단순거리:7070 RVDNN:4810.96
14:34:08 - SVC0003 : wx:35 wy:125 발향가중치:0.55 단순거리:5620 RVDNN:3188.87
14:34:08 - SVC0004 : wx:150 wy:-35 발향가중치:0.51 단순거리:3590 RVDNN:1899.48
14:34:08 - SVC0005 : wx:-450 wy:-40 발향가중치:0.52 단순거리:4470 RVDNN:2053.13
14:34:08 - RVDNN 질의 근접 거리:1899
  
```

<그림 5-8> [질의 5-1] 수행결과 출력

[질의 5-2] “2006년 5월 30일 13:30분에 종로구 지역을 이동하는 차량 O1가1234 의 위치에서 가장 가까운 서비스 제공 차량은 어느 것인가”

<그림 5-9> [질의 5-2] 질의 정보 입력 어플리케이션 화면

[질의 5-2]를 수행하기 위해 <그림 5-10>과 같이 질의 객체의 시공간 정보를 구한다.



<그림 5-10> [질의 5-2] 질의 객체의 시공간 정보

<그림 5-10>에서 구하여진 질의 객체의 정보를 이용하여, <그림 5-11>과 같이 서비스 대상 객체의 시공간 정보를 구한다. 수행된 결과를 보면 SVC0001의 경우는 질의 한계 값 5000을 초과하므로 질의 대상에서 제외된다.

Oracle SQL*Plus

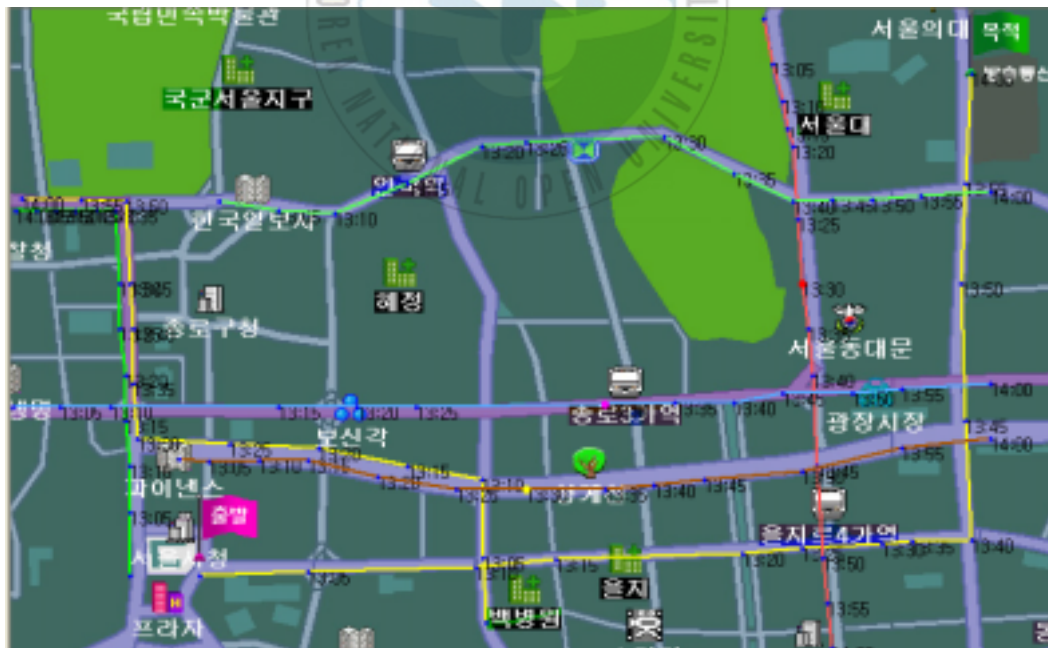
파일(F) 편집(E) 검색(S) 옵션(O) 도움말(H)

```
SQL> SELECT svid, tril, sts, sv_x, sv_y FROM svhistory
2  WHERE tril='20060530' and sts <= 133000
3    and sts > 133000-1000 and gucd = 23
4    and sv_x between 8000 - 5000 and 8000 + 5000
5    and sv_y between 1150 - 5000 and 1150 + 5000
6  order by svid, sts asc;
```

SVID	TRIL	STS	SV_X	SV_Y
SUC0002	20060530	132500	7950	4700
SUC0002	20060530	133000	8000	4000
SUC0003	20060530	132500	5200	5550
SUC0003	20060530	133000	6600	5600
SUC0004	20060530	132500	4500	1750
SUC0004	20060530	133000	5200	1750
SUC0005	20060530	132500	4100	2650
SUC0005	20060530	133000	6000	2600

8 개의 행이 선택되었습니다.

<그림 5-11> [질의 5-2] 서비스 객체의 시공간 정보



<그림 5-12> [질의 5-2] 수행결과 화면

[질의 5-2]가 요청 되었을 때, NN거리와 RDNN 질의 처리, RVNN 질의 처리, RVDNN 질의 처리 결과 출력 값은 <그림 5-13>과 같다. 실제 거리상으로는 SVC0002의 서비스가 가장 가까운 위치에 있지만, 이동하는 방향이 다르다. SVC0004와 SVC0005의 경우는 이동방향이 질의 객체와 유사하나, SVC0005의 경우에 이동하는 속도가 SVC0004보다 빠르므로, 속도와 방향 정보를 고려한 근접질의인 RVDNN 질의의 결과로 SVC0005가 선택됨을 알 수 있다.

```

15:45:51 - NN 질의 시작
15:45:51 - SVC0002 : 시간:133000 거리:3650
15:45:51 - SVC0003 : 시간:133000 거리:6650
15:45:51 - SVC0004 : 시간:133000 거리:4200
15:45:51 - SVC0005 : 시간:133000 거리:4330
15:45:51 - NN 질의 근접 거리:3650
15:45:52 - RDNN 질의 시작
15:45:52 - SVC0002 : wdiff:0.5 r_s:89.49 w : 0.75 단순거리:3650 RDNN:2732.34
15:45:52 - SVC0003 : wdiff:0.5 r_s:11.53 w : 0.5 단순거리:6650 RDNN:3325
15:45:52 - SVC0004 : wdiff:0.5 r_s:3.58 w : 0.51 단순거리:4200 RDNN:2141.72
15:45:52 - SVC0005 : wdiff:0.5 r_s:2.67 w : 0.51 단순거리:4330 RDNN:2197.14
15:45:52 - RDNN 질의 근접 거리:2141
15:45:53 - RVNN 질의 시작
15:45:53 - SVC0002 : vx_n:-750 w_con:0.5 wx:375 vx_n:-750 단순거리:3650
15:45:53 - SVC0003 : vx_n:600 w_con:0.5 wx:-300 vx_n:600 단순거리:6650
15:45:53 - SVC0004 : vx_n:-100 w_con:0.5 wx:50 vx_n:-100 단순거리:4200
15:45:53 - SVC0005 : vx_n:1100 w_con:0.5 wx:-550 vx_n:1100 단순거리:4330
15:45:53 - RVNN 질의 근접 거리:3650
15:45:53 - RVDNN 질의 시작
15:45:53 - SVC0002 : wx:375 wy:-375 w:0.75 단순거리:3650 RVDNN:2732.34
15:45:53 - SVC0003 : wx:-300 wy:0 w:0.5 단순거리:6650 RVDNN:3175
15:45:53 - SVC0004 : wx:50 wy:-25 w:0.51 단순거리:4200 RVDNN:2154.47
15:45:53 - SVC0005 : wx:-550 wy:-10 w:0.51 단순거리:4330 RVDNN:1912.98
15:45:53 - RVDNN 질의 근접 거리:1912
  
```

<그림 5-13> [질의 5-2] 수행결과 출력

5.4 평가

기존의 최근접 질의 처리, 방향 정보를 고려한 최근접 질의, 속도 정보를 고려한 최근접 질의, 방향과 속도 정보를 고려한 최근접 질의에 대한 질의 처리 결과로써 각각을 비교해 보았다. 기존의 질의 처리 방법과 제안하는 질의 처리 방법을 비교하면, <표 5-5>과 같다.

<표 5-5> NN 질의, RDNN 질의, RVNN 질의, RVDNN 질의 처리 비교

질의 처리	데이터종류		질의 처리 종류			질의 처리 시점			방향고 려여부	속도고 려여부
	이동 점	이동 영역	공간 질의	시간 질의	시공간 질의	과거	현재	미래		
정적NN질의	O	X	O	X	X	X	O	X	X	X
동적NN질의	O	X	O	O	O	O	O	X	X	X
RDNN질의	O	X	O	O	O	O	O	△	O	X
RVNN질의	O	X	O	O	O	O	O	O	△	O
RVDNN질의	O	X	O	O	O	O	O	O	O	O

O : 처리가능 △: 조건적으로 처리 가능 X: 처리하기 어려움

<표 5-5>에서는 기존의 정적 최근접 질의 처리는 현재 위치에 대해 최근접 질의를 처리하며 공간 데이터베이스 상에서 질의를 처리한다. 이로 인하여 이동객체의 특징을 갖고 연속적으로 변하는 이동객체의 위치 정보를 효과적으로 관리하지 못하며, 질의 사용자가 요청하는 최근접 질의를 처리하지 못한다. 또한 데이터베이스에 저장된 현재 위치 정보만 다루므로 가까운 과거나 미래 위치 정보는 다루지 못한다.

따라서 이 절에서는 기존의 최근접 질의를 확장하여, 이동객체의 속도나 방향 속성을 고려한 RVDNN 질의를 제안하였으며, RVDNN 질의를 수행하기 위한 과정에서 나타나는 동적 NN 질의, RDNN 질의, RVNN 질의와 비교하였다.

이를 위하여 5.3절에서는 이동 차량의 위치와 서비스 제안 차량의 위치 정보를 가지고 제안한 기법을 [질의 5-1]과 [질의 5-2]에서 질의 처리하는 것을 보았다. 동적 최근접 질의와 비교 하였을 때, 질의 객체의 속성인 방향, 속도 속성에 가중치를 부여하여 가장 가까운 객체들을 추천해주는 최근접 질의를 처리하였다. 실제 이동객체가 대상 객체로 이동할 때 방향이 유사할 경우의 질의를 선택하였으며, 방향이 유사한 서비스 객체의 경우에는 속도가 빠른 객체를 선택하는 것을 보았으며, 이는 기존 질의 보다 시간이나 비용을 절약할 수 있음을 나타낸다.

제 6 장 결론

LBS 환경에서 자주 사용되는 질의 처리 기법 중 하나인 최근접 질의는 질의 요청자의 위치를 기준으로 가장 가까운 곳에 위치한 객체를 검색하는 질의이다. 이동 환경에서는 질의 객체가 연속적으로 이동한다는 특성 때문에 질의 요청자의 위치에 따라 연속적인 질의 요청이 발생하기도 하며, 질의 객체의 이동방향 속성과 데이터 객체의 이동 방향 속성에 따라 제공되어야 할 질의 결과가 달라질 수 있다.

본 논문에서는 이동환경에서 질의 요청자와 질의 대상자의 이동 방향과 속도를 고려한 최근접 질의 처리 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 질의 처리 과정에서 질의 요청자와 질의 대상자의 방향과 속도 정보가 반영될 수 있도록, 질의 요청자와 대상자의 상대적인 방향 정보와 상대적인 속도를 가중치로 환산하여 질의 처리 과정에 적용하는 기법을 제안하였다.

본 논문에서는 유비쿼터스 시대에 사용하게 될 ‘이동하는 서비스 대상자를 찾아가는 서비스 제공차량’의 예를 들어, 속도가 유사한 서비스 객체의 경우에는 이동방향이 질의 객체와 유사한 서비스 객체를 선택함을 보여주었고, 서비스 객체들의 방향이 유사하고, 속도가 다른 경우에는 속도가 빠른 서비스 객체를 선택하여, 각각 속도와 방향 정보에 따라 다른 질의 객체를 선택함을 보여주었다. 또한, 속도와 방향에 따라서 질의 객체와 대상 객체의 미래 위치를 추정하고, 추정된 결과를 반영한 RVDNN 질의를 수행하여, 미래 위치에 대한 최근접 질의를 수행할 수 있음을 실험으로 구현하였다.

본 연구는 교통 정보 시스템, 물류관리 시스템과 같은 응용 시스템에 적용할 수 있으며, 향후에는 속도, 방향 속성 뿐 아니라, 가격, 서비스, 개인 선호도를 고려하는 연구도 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] N. Roussopoulos, S. Kelley, F. Vincent, "Nearest Neighbor Queries", *SIGMOD Conference O'reilly*, pp.71~79, 1995.
- [2] J. Zhang, N. Mamoulis, D.Papadias, Y. Tao, "All-Nearest Neighbor Queries in Spatial Database", *Intel Developer update magazine*, February 2001.
- [3] H. Ferhatosmanoglu, I. Stanoi, D. Agrawal, A. E. Abbadi, "Constrained Nearest Neighbor Queries", *SSTD 2001*, pp.257~278, 2001.
- [4] D. Papadias, J. Zhang, N. Mamoulis, Y. Tao, "Query Processing in Spatial Network Databases", *VLDB*, 2003.
- [5] G. Kollios, D. Gunopulos, V. J. Tsotras, "Nearest Neighbor Queries in a Mobile Environment", *Spatio-Temporal Database Management 1999*, pp.119~213, 1999.
- [6] R. Benetis, C. S. Jensen, G. Karciuskas, S. Saltemis, "Nearest Neighbor and Reverse Nearest Neighbor Queries for Moving Objects", *IDEAS 2002*, pp.44~45, 2002.
- [7] Y. Tao, D. Papadias, "Spatial Queries in Dynamic Environments", *TODS*, Vol.28, No.2, pp.101~139, 2003.
- [8] 최보윤, "이동객체 궤적에 대한 연속 최근접 질의", *충북대학교 석사학위논문*, 2004.
- [9] 최현미, "모바일 추천 시스템을 위한 최근접 질의 처리", *충북대학교 석사학위논문*, 2004.
- [10] 박상만, "택배 시스템에서의 배달운영 시스템의 구현", *한남대학교 석사학위논문*, 2003.
- [11] Y. Tao, C. Faloutsos, D. Papadias, B. Liu, "Prediction and Indexing of Moving Objects with Unknown Motion Patterns", *SIGMOD Conference*,

June 13~18, 2004.

- [12] K Mouratidis, D. Papadias, S. Bakiras, Y. Tao, "A Threshold-Based Algorithm for Continuous Monitoring of k Nearest Neighbors", *IEEE Transactions on knowledge and data engineering*, vol 17, 2005.
- [13] 조진연, 이언배, "이동객체 방향 정보를 이용한 연속궤적 최근접 질의", *한국정보처리학회 춘계학술대회 논문지*, 제13권, 제1호 pp.59 ~ 62 , 2006.



A B S T R A C T

Nearest Neighbor Query using Relative Velocity and Direction Information of Moving Objects

by
Jo, Jin Yeon

Department of Computer Science
Korea National Open University
Graduate School

Supervised by Professor : Lee, Eun Bae

In the environment of moving, Nearest Neighbor Query is a query to search object that is located nearest to an inquirer. But if we simply convert the value of the shortest distance as a result, then we may show the result that is in the opposite direction of an inquirer. In particular, in usual road conditions, as users have to return after going forward to the point where U-turn is possible, it may rather cause waste of time and cost of users. Also, even though, it is shorter in distance but as moving speed of object is slower, it make take a longer time in approaching time.

This thesis proposes the Relative Velocity Direction-based Nearest Neighbor(RVDNN), the nearest query technique that considers relative speed and direction information of the moving objects in order to solve such problem. To obtain relative speed, the change of speed of target objects and query objects was calculated in x axis and y axis, weighted average was obtained according to location change of query objects and target objects. To consider direction information, information on movement of query objects and target objects was divided to 4 areas to obtain absolute direction. Difference of absolute direction, the information of relative direction, was converted to the average value. Proposed technique can perform the nearest neighbor query using the distance that was obtained by multiplying the weighted average of relative direction information with value adding weighted average of relative speed to the distance of query objects and target objects.

In addition, this thesis compared this query processing technique with RVNN(Relative Velocity Nearest Neighbor) query processing technique that converts the relative speed information of target objects and query objects as well as RDNN(Relative Direction-based Nearest Neighbor) query processing technique that was applied by converting the relative direction information to the weighted average in the process of performing query technique proposed and NN(Nearest Neighbor) query processing technique presented in existing studies through experiment.

It was verified through experiment that query technique proposed in this thesis could recommend the results of nearest neighbor query target that could arrive fast while located nearest to the query object, by estimating the future position of target object and query object.

Proposed technique can be applied to application systems such as traffic information system, logistics system, and ports system

감사의 글

2년 반의 대학원 생활을 돌아보며 부족한 저를 이끌어 주신 모든 분들에게 짧은 글로나마 감사의 말씀을 드립니다.

늘 세심한 배려와 적극적인 지도를 해 주신 이언배 지도교수님께 고개 숙여 감사드립니다. 그리고 부족한 논문에 대해서 아낌없는 조언과 심사를 해 주신 이병래 교수님, 이관용 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 대학원 생활동안 많은 가르침을 주신 곽덕훈 교수님, 손진곤 교수님, 김희천 교수님께 감사드립니다.

이동객체분야에 논문을 쓸 수 있도록 도와주신 충북대학교의 류근호 교수님께 감사드립니다. 그리고, 논문의 주제 선정부터 구현까지 많은 아이디어와 조언을 해 주신 충북대학교 정영진 연구원님과 연구하신 논문을 참조할 수 있도록 허락해 주신 최현미님께 감사의 말씀을 전합니다.

그리고 대학원 생활과 논문 작성 및 발표에 여러 도움을 준 우재홍, 임영관, 전병호, 서문정, 은인기, 탁성수 선배님, 김서강 선배님, 박지수 선배님, 장종성 선배님, 허남현 조교님께 감사의 말씀을 전합니다.

바쁜 회사 업무 속에서도 논문을 쓸 수 있도록 최대한 배려를 해 주신 사장님, 부사장님, 이사님, 최명상 본부장님과 개발부 직원들께 감사의 말씀을 드립니다. 특히, 개발2팀 직원들과 신민철씨, 이민현씨, 김형석씨에게 깊은 감사의 말씀드립니다.

부족한 저를 언제나 믿고 응원해주시는 시부모님, 시할머님, 형님, 어머니, 언니, 오빠와 사랑하는 딸 승희, 아들 윤보, 든직한 남편에게 감사의 마음을 드리며 그동안 노력한 결실을 바칩니다.

2006년 6월 조진연.