(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0061971
(43) 공개일자 2020년06월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 16/00 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G06F 16/90335 (2019.01)
G06F 16/29 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2018-0147867
(22) 출원일자 2018년11월26일
심사청구일자 2018년11월26일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
박석
서울특별시 종로구 평창12길 16-6, 2동 202호 (평창동, 평창삼호빌라)
윤소혜
경기도 화성시 동탄하나1길 47-2, 718호 (능동, 오딧세이더테라스뷰)
(74) 대리인
유미특허법인

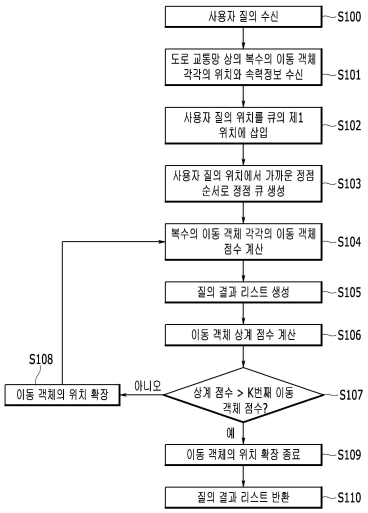
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **사용자와 이동 객체의 움직임을 고려한 예측 질의 처리 시스템 및 방법**

(57) 요 약

예측 질의 처리 시스템이 사용자에 의해 요청된 예측 질의를 처리하는 방법으로서, 예측 질의를 수행한 사용자의 질의 위치와, 정점을 포함하여 복수의 정점들, 복수의 정점들 중 두 정점을 연결하는 간선들로 구성된 도로 교통망 그래프를 토대로 도로 교통망에 위치한 복수의 이동 객체 각각의 위치와 속력 정보를 수신한다. 질의 위치와 복수의 정점들을 포함하는 질의 큐를 생성하고, 복수의 이동 객체 각각에 대하여 질의 위치로부터 이웃 정점으로 사용자가 이동하는데 걸리는 시간 동안 복수의 이동 객체가 질의 위치로 도달할 시간을 기초로 복수의 이동 객체 각각에 대한 이동 객체 점수를 계산한다. 이동 객체 점수가 높은 적어도 하나의 이동 객체들의 정보를 질의 결과 리스트로 생성하여 사용자에게 반환한다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
G06F 16/9024 (2019.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 NRF-2017R1D1A1B03036252
부처명 교육부
연구관리전문기관 연구재단
연구사업명 이공분야기초연구사업
연구과제명 도로교통망 이동객체에 대한 사용자 의도 추론 기반의 프라이버시를 보호한 예측 질의처리 기법
기 여 율 1/1
주관기관 서강대학교
연구기간 2017-06-01~2020-05-31

명 세 서

청구범위

청구항 1

예측 질의 처리 시스템이 사용자에 의해 요청된 예측 질의를 처리하는 방법으로서,

임의의 정점에 위치하며 상기 예측 질의를 수행한 상기 사용자의 질의 위치와, 상기 정점을 포함하여 복수의 정점들, 상기 복수의 정점들 중 두 정점을 연결하는 간선들로 구성된 도로 교통망 그래프를 토대로 도로 교통망에 위치한 복수의 이동 객체 각각의 위치와 속력 정보를 수신하는 단계,

상기 질의 위치와 복수의 정점들을 포함하는 질의 큐를 생성하는 단계,

상기 큐를 토대로 복수의 이동 객체 각각에 대하여 상기 질의 위치로부터 이웃 정점으로 사용자가 이동하는데 걸리는 시간 동안 상기 복수의 이동 객체가 상기 질의 위치로 도달할 시간을 기초로 상기 복수의 이동 객체 각각에 대한 이동 객체 점수를 계산하는 단계, 그리고

상기 이동 객체 점수가 높은 적어도 하나의 이동 객체들의 정보를 질의 결과 리스트로 생성하여 상기 사용자에게 반환하는 단계

를 포함하는 예측 질의 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 질의 큐를 생성하는 단계는,

상기 사용자의 질의 위치를 큐에 삽입하는 단계, 그리고

상기 질의 위치에 해당하는 정점에서 거리가 가까운 인접 정점들 순서로 상기 큐에 삽입하여 상기 질의 큐로 생성하는 단계

를 포함하는 예측 질의 처리 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 이동 객체 점수를 계산하는 단계는,

상기 복수의 이동 객체 각각의 위치에서 상기 질의 위치로 도달하는 최단 경로를 확인하는 단계,

상기 복수의 이동 객체 각각에 대해, 상기 사용자가 상기 질의 위치에서 인접한 정점으로 이동할 경우 상기 복수의 이동 객체들과 만나게 되는 적어도 하나의 후보 정점들을 확인하는 단계, 그리고

상기 적어도 하나의 후보 정점들 각각에 대하여 상기 사용자가 상기 후보 정점들로 이동하는데 걸리는 시간과, 상기 후보 정점들에서 상기 복수의 이동 객체들을 만나기 위해 대기하는 시간을 토대로 이동 객체 점수를 계산하는 단계

를 포함하는 예측 질의 처리 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 사용자에게 반환하는 단계는,

상기 질의 결과 리스트에 포함된 적어도 하나의 이동 객체들에 대하여, 현재 이동 객체의 위치에 대응하는 정점과 상기 사용자의 질의 위치 사이의 네트워크 거리를 이동 객체들에 대한 상계 점수로 계산하는 단계

를 포함하는 예측 질의 처리 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 상계 점수가 상기 질의 결과 리스트에 포함된 이동 객체들의 이동 객체 점수보다 낮으면, 상기 현재 이동 객체의 위치에 대응하는 정점에 대한 위치 확장을 중단하는 예측 질의 처리 방법.

청구항 6

예측 질의 처리 시스템이 사용자에 의해 요청된 예측 질의를 처리하는 방법으로서,

사용자 또는 복수의 이동 객체가 위치할 수 있는 복수의 정점들, 상기 복수의 정점들 각각에 대해 두 정점을 연결하는 간선들로 구성된 도로 교통망 그래프로부터, 정점의 수가 미리 설정한 개수 이하가 되도록 복수의 서브 그래프들을 구성하는 단계,

상기 복수의 서브 그래프 중 하나인 제1 서브 그래프와 제2 서브 그래프를 연결할 수 있는 경계점을 확인하고, 상기 경계점에 대한 최단 경로를 계산하는 단계,

상기 복수의 정점들 중 임의의 정점에 위치한 사용자가 예측 질의를 수행하면, 상기 임의의 정점을 포함하는 서브 그래프 내에 이동 객체가 존재하는지 확인하는 단계,

상기 이동 객체가 존재하면 이동 객체에 대한 이동 객체 점수를 계산하여 질의 결과 리스트로 생성하여 상기 사용자에게 반환하는 단계

를 포함하는 예측 질의 처리 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 경계점은 상기 제1 서브 그래프에 포함된 정점들 중 상기 제2 서브 그래프에 포함된 어느 하나의 정점과 연결되는 간선을 가지는 정점을 경계점으로 하는 예측 질의 처리 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 이동 객체가 존재하는지 확인하는 단계는,

상기 이동 객체가 상기 서브 그래프에 존재하지 않으면, 이웃한 복수의 후보 서브 프레임들 각각의 상계 점수를 계산하는 단계

를 포함하는 예측 질의 처리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 상계 점수를 계산하는 단계는,

상기 후보 서브 프레임들의 경계점 집합을 확인하는 단계,

경계점 집합에 존재하는 적어도 하나의 정점들 중 어느 하나의 정점에 각각 위치한 이동 객체들의 속력을 토대로 가장 빠른 대상 이동 객체를 확인하는 단계, 그리고

상기 경계점 집합에 포함된 모든 정점들에 대해 상기 대상 이동 객체의 상계 점수를 후보 서브 프레임의 상계 점수로 선택하는 단계

를 포함하는 예측 질의 처리 방법.

청구항 10

예측 질의를 처리하는 시스템으로서,

사용자 또는 복수의 이동 객체가 위치할 수 있는 복수의 정점들, 두 정점 사이의 도로 구간을 의미하며 상기 두 정점을 연결하는 간선들로 구성된 도로 교통망 그래프를 저장하고, 상기 복수의 이동 객체의 위치와 속도 정보를 수집하는 도로 교통망 그래프 저장부,

상기 복수의 정점 중 어느 하나의 정점에서 상기 사용자가 질의하면, 상기 어느 하나의 정점의 위치를 질의 위치로 수신하는 도로 교통망 그래프의 질의 위치 수신부,

상기 질의 위치를 임의의 큐에 삽입하고, 상기 질의 위치로부터 거리가 가까운 정점 순서대로 큐에 삽입하여, 상기 복수의 정점들에 대한 정점 큐를 생성하는 정점 큐 생성부,

상기 질의 위치로부터 이웃 정점으로 사용자가 이동하는데 걸리는 시간 동안 상기 복수의 이동 객체가 상기 질의 위치로 도달할 시간을 토대로 이동 객체 점수를 계산하는 이동 객체 점수 계산부, 그리고

이동 객체 점수가 높은 적어도 하나의 이동 객체들을 포함하는 질의 결과 리스트를 생성하고, 생성한 질의 결과 리스트를 상기 사용자에게 질의 결과로 반환하는 질의 결과 반환부

를 포함하는 예측 질의 처리 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 이동 객체 점수 계산부는,

상기 사용자가 복수의 이동 객체 중 하나인 제1 이동 객체를 이용하기 위하여, 상기 복수의 정점 중 어느 하나의 정점까지 이동하는데 걸리는 시간과, 상기 어느 하나의 정점에서 상기 제1 이동 객체를 만나기 위해 대기하는 시간을 토대로 상기 제1 이동 객체의 이동 객체 점수를 계산하는 예측 질의 처리 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 이동 객체 점수 계산부는,

상기 제1 이동 객체가 초기 위치에서 상기 어느 하나의 정점에 도달할 확률을 계산하는 예측 질의 처리 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 확률은 상기 어느 하나의 정점과 연결된 적어도 하나의 정점들 중, 상기 제1 이동 객체가 방문하지 않은 정점의 수로 계산되고,

상기 계산된 확률이 미리 설정한 임계값 보다 낮은지 판단하여 상기 제1 이동 객체에 대한 이동 범위를 확장하는 예측 질의 처리 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 이동 객체 점수 계산부는,

상기 질의 결과 리스트에 포함되어 있는 적어도 하나의 이동 객체들에 대하여, 유클리드 거리 계산 방법으로 상계 점수를 계산하는 예측 질의 처리 시스템.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 도로 교통망 그래프 저장부는 상기 도로 교통망 그래프를 복수의 서브 그래프로 구성하고, 상기 복수의 서브 그래프 중 제1 서브 그래프에서 제2 서브 그래프 각각에 포함된 경계점들 및 상기 경계점들 각각에 대한 최

단 경로를 계산하는 예측 질의 처리 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 경계점은 상기 제1 서브 그래프에 포함된 정점 중 상기 제2 서브 그래프에 포함된 정점과 연결되는 간선을 가지는 정점인 예측 질의 처리 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 사용자와 이동 객체의 움직임을 고려한 예측 질의 처리 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 GPS가 탑재되어 있는 모바일 기기의 사용이 증가함에 따라, 다양한 센서로부터 대량의 데이터를 수집하고 이를 분석하는 것이 가능해졌다. 이에 따라 사용자의 위치 또는 상황을 고려하여 적절한 서비스를 제공하는 다양한 위치기반 서비스(LBS: Location-Based Service)들이 주목을 받게 되었다.

[0003] 위치기반 서비스들을 효과적으로 제공하기 위해서는, 다양한 공간 질의를 처리할 수 있어야 한다. 따라서 효율적인 공간 질의처리 기법에 대한 연구의 필요성이 높아지고 있다. 이와 관련하여, 최근에는 주로 유클리드 공간이 아닌 실제 도로 교통망에서 다양한 질의를 처리하기 위한 기법들이 연구되었다.

[0004] 사용자의 관심 지점(POI: Point of Interest)과 같은 고정 객체뿐만 아니라, 택시 또는 공유 차량 등을 포함하는 이동 객체에 대한 질의를 처리하기 위한 기법들에 대해서도 연구가 진행되고 있다. 특히, 이동 객체의 연속적인 위치 정보를 활용해 미래 위치를 예측하는 공간 예측 질의를 효율적으로 처리하기 위한 기법에 대한 연구가 꾸준히 이루어지고 있는데, 이동 객체에 대한 예측 질의는 차량 공유 시스템이나 네비게이션 등 다양한 분야에서 활용될 수 있다.

[0005] 기존 이동 객체에 대한 예측 질의는 일정 시간 뒤에 고정된 지점 또는 영역에 가장 먼저 도착할 것으로 예상되는 이동 객체를 탐색하는데, 예측 지점 질의 또는 예측 영역 질의를 처리하기 위한 다양한 기법이 제안되었다. 그러나 기존의 연구들은 질의 위치가 고정되어 있으며 사용자가 이동하는 상황을 고려하지 않아, 도로교통망의 환경적인 요인이나 제약사항으로 인해 질의 결과로 반환된 이동 객체를 이용하기 위해 많은 시간을 대기해야 하는 상황이 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 발명은 질의 요청자의 이동을 고려하여 예측 질의를 처리하는 예측 질의 처리 시스템 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 본 발명의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 하나의 특징인 예측 질의 처리 시스템이 사용자에 의해 요청된 예측 질의를 처리하는 방법으로서,

[0008] 임의의 정점에 위치하며 상기 예측 질의를 수행한 상기 사용자의 질의 위치와, 상기 정점을 포함하여 복수의 정점들, 상기 복수의 정점들 중 두 정점을 연결하는 간선들로 구성된 도로 교통망 그래프를 토대로 도로 교통망에 위치한 복수의 이동 객체 각각의 위치와 속력 정보를 수신하는 단계, 상기 질의 위치와 복수의 정점들을 포함하는 질의 큐를 생성하는 단계, 상기 큐를 토대로 복수의 이동 객체 각각에 대하여 상기 질의 위치로부터 이웃 정점으로 사용자가 이동하는데 걸리는 시간 동안 상기 복수의 이동 객체가 상기 질의 위치로 도달할 시간을 기초로 상기 복수의 이동 객체 각각에 대한 이동 객체 점수를 계산하는 단계, 그리고 상기 이동 객체 점수가 높은 적어도 하나의 이동 객체들의 정보를 질의 결과 리스트로 생성하여 상기 사용자에게 반환하는 단계를 포함한다.

[0009] 상기 질의 큐를 생성하는 단계는, 상기 사용자의 질의 위치를 큐에 삽입하는 단계, 그리고 상기 질의 위치에 해당하는 정점에서 거리가 가까운 인접 정점들 순서로 상기 큐에 삽입하여 상기 질의 큐로 생성하는 단계를 포함

할 수 있다.

[0010] 상기 이동 객체 점수를 계산하는 단계는, 상기 복수의 이동 객체 각각의 위치에서 상기 질의 위치로 도달하는 최단 경로를 확인하는 단계, 상기 복수의 이동 객체 각각에 대해, 상기 사용자가 상기 질의 위치에서 인접한 정점으로 이동할 경우 상기 복수의 이동 객체들과 만나게 되는 적어도 하나의 후보 정점들을 확인하는 단계, 그리고 상기 적어도 하나의 후보 정점들 각각에 대하여 상기 사용자가 상기 후보 정점들로 이동하는데 걸리는 시간과, 상기 후보 정점들에서 상기 복수의 이동 객체들을 만나기 위해 대기하는 시간을 토대로 이동 객체 점수를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 사용자에게 반환하는 단계는, 상기 질의 결과 리스트에 포함된 적어도 하나의 이동 객체들에 대하여, 현재 이동 객체의 위치에 대응하는 정점과 상기 사용자의 질의 위치 사이의 네트워크 거리를 이동 객체들에 대한 상계 점수로 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 본 발명의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 특징인 예측 질의 처리 시스템이 사용자에 의해 요청된 예측 질의를 처리하는 방법으로서,

[0013] 사용자 또는 복수의 이동 객체가 위치할 수 있는 복수의 정점들, 상기 복수의 정점들 각각에 대해 두 정점을 연결하는 간선들로 구성된 도로 교통망 그래프로부터, 정점의 수가 미리 설정한 개수 이하가 되도록 복수의 서브 그래프들을 구성하는 단계, 상기 복수의 서브 그래프 중 하나인 제1 서브 그래프와 제2 서브 그래프를 연결할 수 있는 경계점을 확인하고, 상기 경계점에 대한 최단 경로를 계산하는 단계, 상기 복수의 정점들 중 임의의 정점에 위치한 사용자가 예측 질의를 수행하면, 상기 임의의 정점을 포함하는 서브 그래프 내에 이동 객체가 존재하는지 확인하는 단계, 그리고 상기 이동 객체가 존재하면 이동 객체에 대한 이동 객체 점수를 계산하여 질의 결과 리스트로 생성하여 상기 사용자에게 반환하는 단계를 포함한다.

[0014] 상기 경계점은 상기 제1 서브 그래프에 포함된 정점들 중 상기 제2 서브 그래프에 포함된 어느 하나의 정점과 연결되는 간선을 가지는 정점을 경계점으로 할 수 있다.

[0015] 상기 이동 객체가 존재하는지 확인하는 단계는, 상기 이동 객체가 상기 서브 그래프에 존재하지 않으면, 이웃한 복수의 후보 서브 프레임들 각각의 상계 점수를 계산할 수 있다.

[0016] 상기 상계 점수를 계산하는 단계는, 상기 후보 서브 프레임들의 경계점 집합을 확인하는 단계, 경계점 집합에 존재하는 적어도 하나의 정점들 중 어느 하나의 정점에 각각 위치한 이동 객체들의 속력을 토대로 가장 빠른 대상 이동 객체를 확인하는 단계, 그리고 상기 경계점 집합에 포함된 모든 정점들에 대해 상기 대상 이동 객체의 상계 점수를 후보 서브 프레임의 상계 점수로 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 본 발명의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 특징인 예측 질의를 처리하는 시스템으로서,

[0018] 사용자 또는 복수의 이동 객체가 위치할 수 있는 복수의 정점들, 두 정점 사이의 도로 구간을 의미하며 상기 두 정점을 연결하는 간선들로 구성된 도로 교통망 그래프를 저장하고, 상기 복수의 이동 객체의 위치와 속도 정보를 수집하는 도로 교통망 그래프 저장부, 상기 복수의 정점 중 어느 하나의 정점에서 상기 사용자가 질의하면, 상기 어느 하나의 정점의 위치를 질의 위치로 수신하는 도로 교통망 그래프의 질의 위치 수신부, 상기 질의 위치를 임의의 큐에 삽입하고, 상기 질의 위치로부터 거리가 가까운 정점 순서대로 큐에 삽입하여, 상기 복수의 정점들에 대한 정점 큐를 생성하는 정점 큐 생성부, 상기 질의 위치로부터 이웃 정점으로 사용자가 이동하는데 걸리는 시간 동안 상기 복수의 이동 객체가 상기 질의 위치로 도달할 시간을 토대로 이동 객체 점수를 계산하는 이동 객체 점수 계산부, 그리고 이동 객체 점수가 높은 적어도 하나의 이동 객체들을 포함하는 질의 결과 리스트를 생성하고, 생성한 질의 결과 리스트를 상기 사용자에게 질의 결과로 반환하는 질의 결과 반환부를 포함한다.

[0019] 상기 이동 객체 점수 계산부는, 상기 사용자가 복수의 이동 객체 중 하나인 제1 이동 객체를 이용하기 위하여, 상기 복수의 정점 중 어느 하나의 정점까지 이동하는데 걸리는 시간과, 상기 어느 하나의 정점에서 상기 제1 이동 객체를 만나기 위해 대기하는 시간을 토대로 상기 제1 이동 객체의 이동 객체 점수를 계산할 수 있다.

[0020] 상기 이동 객체 점수 계산부는, 상기 제1 이동 객체가 초기 위치에서 상기 어느 하나의 정점에 도달할 확률을 계산할 수 있다.

[0021] 상기 확률은 상기 어느 하나의 정점과 연결된 적어도 하나의 정점들 중, 상기 제1 이동 객체가 방문하지 않은 정점의 수로 계산되고, 상기 계산된 확률이 미리 설정한 임계값 보다 낮은지 판단하여 상기 제1 이동 객체에 대

한 이동 범위를 확장할 수 있다.

[0022] 상기 이동 객체 점수 계산부는, 상기 질의 결과 리스트에 포함되어 있는 적어도 하나의 이동 객체들에 대하여, 유클리드 거리 계산 방법으로 상계 점수를 계산할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따르면 사용자와 이동 객체의 움직임을 동시에 고려하여 이동 범위를 단계적으로 확장하기 때문에, 불필요한 질의에 대한 계산을 줄일 수 있다.

[0024] 또한, 인덱스 구조를 사용함으로써, 정점과 이동 객체의 수가 많은 환경에서도 효율적으로 질의를 처리할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 일반적인 도로 교통망 예측 질의에 대한 예시도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 도로 교통망의 예시도이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 예측 질의 처리 시스템의 구조도이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 예측 질의 방법에 대한 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 도로 교통망의 예시도이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 예측 질의 방법에 대한 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 Top-K 리스트 유사도를 비교한 예시도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 질의처리 시간 비교 실험에 대한 그래프이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 다양한 상황에서의 질의처리 시간에 대한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0027] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0028] 본 명세서에서 단말(terminal)은, 이동국(Mobile Station, MS), 이동 단말(Mobile Terminal, MT), 가입자국(Subscriber Station, SS), 휴대 가입자국(Portable Subscriber Station, PSS), 사용자 장치(User Equipment, UE), 접근 단말(Access Terminal, AT) 등을 지칭할 수도 있고, 이동 단말, 가입자국, 휴대 가입자 국, 사용자 장치 등의 전부 또는 일부의 기능을 포함할 수도 있다.

[0029] 본 명세서에서 기지국(Base Station, BS)은 접근점(Access Point, AP), 무선 접근국(Radio Access Station, RAS), 노드B(Node B), 송수신 기지국(Base Transceiver Station, BTS), MMR(Mobile Multihop Relay)-BS 등을 지칭할 수도 있고, 접근점, 무선 접근국, 노드B, 송수신 기지국, MMR-BS 등의 전부 또는 일부의 기능을 포함할 수도 있다.

[0030] 이하, 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예에 따른 예측 질의 처리 시스템 및 방법에 대해 설명한다. 본 발명의 실시예에 대해 설명하기 앞서, 일반적인 도로 교통망 예측 질의에 대해 도 1을 참조로 먼저 설명한다.

[0031] 도 1은 일반적인 도로 교통망 예측 질의에 대한 예시도이다.

[0032] 일반적인 공간 예측 질의처리 기법들은 사용자가 이동하는 상황을 고려하지 않는다. 따라서 질의에 포함된 특정 지점 또는 영역으로 한정하여 질의를 처리하였다.

[0033] 도 1에 도시된 상황은 일반적인 공간 예측 질의처리 형태가 사용자의 이동시간과 대기시간을 고려했을 때, 이용

가능한 최적의 이동 객체를 질의 결과로 반환하지 못함을 보여준다.

[0034] 도 1에서 v_1~v_6는 정점을 표시한 것이고, 정점과 정점을 연결하는 선은 이동 객체가 이동할 수 있는 인접 정점을 의미한다. 선에 기재되어 있는 숫자는 정점과 정점 사이의 거리를 나타낸다. 또한, v_6에서 v_5로 연결된 선의 화살표, v_6에서 v_7에 연결된 선의 화살표, v_2에서 v_1로 연결된 선의 화살표는 단방향 이동 가능함을 의미하고, 화살표가 표시되어 있지 않은 간선은 양방향 이동 가능함을 의미한다.

[0035] 즉, 사용자 또는 이동 객체는 v_6에서 v_5로만 이동할 수 있고 v_5에서 v_6로는 이동이 불가능함을 의미한다. 그리고, 사용자 또는 이동 객체는 v5에서 v1로 또는 v_1에서 v_5로 이동 가능함을 의미한다.

[0036] 도 1에서는 사용자는 1의 속력으로 이동하고(v_u=1), 제1 이동 객체(o_1)는 8의 속력으로(v_{o1}=8), 제2 이동 객체(v_{o2})는 10의 속력(v_{o2}=10)으로 이동함을 나타낸다.

[0037] 이동 객체가 현재 위치한 정점에서 인접한 정점으로 이동할 확률은 1/(인접한 정점 수)로 계산한다. 예를 들어, v_1에 위치한 제1 이동 객체(o_1)가 v_5로 이동한다고 가정하면, 해당 객체가 v_1에서 인접한 정점인 v_5로 이동할 확률은 1/2인 0.5가 된다. 이는, v1이 연결된 인접 정점이 v_2, v_4, v_5로 3개이나, v_1과 v_2는 단방향 연결이기 때문에 v_1에서 v_2로 이동하지 못하기 때문에 인접한 정점 수는 v_4와 v_5 두 개가 된다.

[0038] 사용자는 질의한 시점에서 10만큼의 시간 내에 이용 가능한 차량을 알고자 한다고 가정한다. 여기서 시간의 단위를 어느 하나로 한정하지 않는다.

[0039] 이를 위해 기존의 질의 형태인 예측 지점 질의와 예측 영역 질의를 통해 사용자가 이용할 수 있는 최적의 차량을 구한다. 이에 대해 표 1의 이동객체 이동경로 예시를 참조로 설명한다.

표 1

[0040]

오브젝트	궤도	v_6에 도착 시간	확률
o_1	$v_1 \rightarrow v_5 \rightarrow v_2 \rightarrow v_6$	t=10	0.166
o_2	$v_4 \rightarrow v_3 \rightarrow v_2 \rightarrow v_6$	t=7	0.055
o_3	$v_7 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_1$	x	0.833

[0041] [표 1]은 사용자가 질의한 시점에서 10만큼의 시간 동안 각각의 이동 객체가 이동 가능한 경로와 사용자의 질의 위치인 v_6에 도달하는 시각을 확률과 함께 나타낸 것이다.

[0042] 예를 들어, 제1 이동 객체(o_1)는 v_1에서 v_5, v_2, 그리고 v_6의 궤도를 통해 v_1에서 v_6까지 이동한다. 이때, 제1 이동 객체(o_1)가 v_1에서 v_6까지 도달할 거리는 80(=48+22+10)에 해당하는데, 제1 이동 객체(o_1)의 이동 속력이 8이므로 v_1에서 v_6까지 도달 시간은 10만큼의 시간이 된다. 그리고, 제1 이동 객체(o_1)의 확률은 v_1에서 v_5로 이동할 확률 1/2, v_5에서 v_2로 이동할 확률 1, v_2에서 v_6로 이동할 확률 1/3을 곱한 값으로 0.166으로 계산된다. 이때, 이동 객체가 임의의 정점에서의 확률을 계산할 때, 바로 이전에 이동한 정점으로는 돌아가지 못한다고 가정한다.

[0043] 이를 바탕으로, 먼저 사용자의 질의 위치인 v_6에 대해 예측 지점 질의를 수행하면, v_6에 가장 먼저 도달하는 이동 객체는 7만큼의 시간이 필요한 제2 이동 객체(o_2)이다. 제2 이동 객체(o_2)를 이용하기 위해 사용자는 v_6에서 7만큼의 시간을 대기하여야 한다.

[0044] 또한, 사용자가 (v_2, v_3, v_6)의 영역을 지정하였다고 가정하고, 지정한 영역에 예측 영역 질의를 수행하면, 세 개의 이동 객체인 제1 이동 객체(o_1), 제2 이동 객체(o_2), 제3 이동 객체(o_3) 모두, 해당 영역에 10만큼의 시간 내에 도달한다. 즉, 제1 이동 객체(o_1)는 $v_1 \rightarrow v_5 \rightarrow v_2$의 궤도로 지정 영역으로의 도달 시간이 8.75(=(48+22)/8), 제2 이동 객체(o_2)는 $v_4 \rightarrow v_3$의 궤도로 지정 영역으로의 도달 시간이 2.4(=24/10), 제3 이동 객체(o_1)는 $v_7 \rightarrow v_3$의

퀘도로 지정 영역으로의 도달 시간이 2.3(=21/9)에 해당하므로, 10만큼의 시간 내에 도달한다.

[0045] 하지만 사용자가 각각의 이동 객체를 이용하기 위하여 인접 정점으로 이동했을 때, 이동 객체가 해당 인접 정점을 이미 지나간 경우가 존재할 수 있다. 따라서, 질의 결과로 반환된 세 개의 이동 객체가 모두 이용 가능한 것이라고 보장할 수 없다.

[0046] 예를 들어, 사용자의 이동을 고려한다고 가정하면, 사용자가 v_6에서 5만큼의 시간을 들여 v_5로 이동한다면, 제1 이동 객체(o_1)가 v_5로 6만큼의 시간으로 이동하기 때문에 1만큼의 시간만 v_5에서 대기하면 제1 이동 객체(o_1)를 이용할 수 있게 된다. 따라서, 사용자의 이동이 고려된다면 제1 이동 객체(o_1)이 최적의 이동 객체가 된다. 이를 통해 기존의 질의 형태에서는 제2 이동 객체(o_2)가 최적의 이동 객체로 도출되었으나, 사용자의 이동에 따라 사용자가 원하는 최적의 결과 집합을 반환할 수 없음을 알 수 있다.

[0047] 따라서, 본 발명의 실시예에서는 사용자의 이동까지 고려하여 예측 질의를 처리하는 시스템과 방법에 대하여 제안한다. 본 발명의 실시예에서는 사용자의 이동과 이동 객체의 이동을 고려한 확장 알고리즘을 이용하는 첫 번째 실시예에 따른 질의 처리 방법, 그리고 확장 알고리즘을 적용하기 전에 도로 교통망을 서브 그룹으로 그룹핑한 후 확장 알고리즘을 적용하는 두 번째 실시예로 구분하여 설명한다. 먼저 첫 번째 실시예에 대해 도 2 내지 도 4를 참조로 설명한다.

[0048] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 도로 교통망의 예시도이다.

[0049] 도 2에 도시된 바와 같이 도로 교통망이 형성되어 있고, 사용자는 정점 v_1에 위치하여 있다고 가정한다. 그리고 두 이동 객체인 제1 이동 객체(o_1)와 제2 이동 객체(o_2)가 각각 정점 v_6과 v_{12}에 위치하여 있다고 가정한다.

[0050] v_1과 v_2 사이의 거리는 5이고, v_1과 v_4의 거리는 1만큼 떨어져 있다. 그리고 v_1에 사용자 또는 이동 객체가 위치할 경우 v_4로는 이동할 수 있으나 v_4에서 v_1으로 이동할 수는 없다. 이를 화살표로 표시하였다.

[0051] 또한, 본 발명의 실시예에서는 사용자와 이동 객체 모두의 움직임을 동시에 고려하여 예측 질의 처리를 수행하기 위해, 아래와 같은 상황을 가정한다.

[0052] - 전제 1.

[0053] 사용자와 이동 객체들은 일정한 속력으로 움직인다.

[0054] - 전제 2.

[0055] 이동 객체는 바로 직전에 이동해온 정점으로는 연이어 방문하지 않는다.

[0056] - 전제 3.

[0057] 사용자는 정점에서만 이동 객체를 이용할 수 있다.

[0058] 추가적으로 본 발명의 실시예에 대한 설명을 위해 필요한 용어를 다음과 같이 정의한다.

[0059] - 정의 1. 도로 교통망 그래프

[0060] 도로 교통망(RN: Road Network)은 도로 교통망 그래프 RNG=(V, E)로 표현할 수 있다. 이때, 정점 집합 V={v_1, v_2, …, v_n}에 속하는 정점 vi는 도로 교통망에서의 교차로를 의미하며, 간선 집합 E={e_1, e_2, …, e_m}에 속하는 간선 e_i=($v_{i,s}$, $v_{i,e}$)는 정점 $v_{i,s}$와 $v_{i,e}$를 연결하는 도로 구간을 의미한다. 각 간선 e는 W={w_1, w_2, …, w_m}에 속하는 간선의 가중치 w_i의 값을 가지는데, 이는 $v_{i,s}$와 $v_{i,e}$ 사이의 거리를 나타낸다.

[0061] - 정의 2. 사용자와 이동 객체의 움직임을 동시에 고려한 예측 질의

[0062] 도로 교통망 그래프 RNG=(V, E)와 RNG위에 존재하는 이동 객체들의 집합 Q가 주어진다. 사용자의 질의 위치 q를 포함한 질의 Q(q)가 입력으로 주어지면 사용자의 이동시간과 대기시간을 고려한 점수가 높으면서도 도달 확률 또한 높은 K개의 이동 객체로 구성된 리스트 R을 사용자에게 질의 결과로 반환한다.

[0063] - 정의 3. 사용자의 이동시간과 대기시간을 고려한 점수

[0064] 사용자가 이동 객체 oi를 이용하기 위해 임의의 정점 v_x까지 이동하는데 걸리는 시간을 t_{move}, v_x에서 대기해야

하는 시간을 t_{wait}라고 했을 때, v_x에서 o_i의 점수 $Score_{v_x,o_i}$는 다음 수학식 1과 같이 계산한다.

수학식 1

[0065] $$Score_{v_x,o_i}=\frac{1}{\alpha\times t_{move}+(1-\alpha)\times t_{wait}}$$

[0066] 이때, α는 사용자가 설정한 이동시간과 대기시간 사이의 중요도 가중치로, 0이상 1이하의 값을 가지며, 중요도 가중치 값이 작을수록 사용자 자신이 이동할 의향이 큰 사용자임을 의미한다.

[0067] 정의 4. 이동 객체가 임의의 정점에 도달할 확률

[0068] 이동 객체 o_i의 초기 위치가 $v_{i,0}$일 때 $v_{i,1}$, $v_{i,2}$, …, $v_{i,\alpha-1}$의 정점들을 거쳐 $v_{i,\alpha}$에 도달할 확률 $prob_{o_i,v_{i,x}}$은 다음 수학식 2와 같이 계산한다.

수학식 2

[0069] $$prob_{o_i,v_{i,x}}=\prod_{k=0}^{x-1}p_{v_{i,k}}$$

[0070] 이때 $p_{v_{i,k}}$는 정점 v_k와 연결된 정점 중 o_i가 아직 방문하지 않은 정점의 수를 n이라고 했을 때 1/n의 값을 갖는다.

[0071] 본 발명의 실시예에서는 사용자의 이동과 이동 객체의 이동을 모두 고려하기 위해, 사용자와 이동 객체의 위치를 동시에 확장해 나가는 방식을 사용한다. 이를 위해, 멀티-오브젝트 INE(Incremental Network Expansion) 알고리즘을 이용하여 K-최근접 질의를 처리한다.

[0072] 멀티-오브젝트 INE 알고리즘은 기존의 INE 알고리즘의 변형된 알고리즘으로서, 사용자의 위치를 점진적으로 확장할 때마다 해당 시간 동안 각각의 이동 객체가 이동 가능한 범위도 동시에 확장해 나간다. 그리고, 확장 중에 사용자와 특정 이동 객체가 정점에서 만나면, 해당 이동 객체에 대한 이동 객체 점수를 계산한다.

[0073] 이때, 이동 객체 점수는 상기에서 정의한 사용자의 이동 시간과 대기 시간을 고려한 점수를 의미한다. 그리고 이동 객체 점수가 높은 K개의 이동 객체를 질의 결과 리스트에 유지한다. 위치 확장이 종료되면, 질의 결과 리스트를 사용자에게 질의 결과로 반환한다. 이러한 질의 결과를 반환하는 예측 질의 처리 시스템(100)의 구조에 대해 도 3을 참조로 설명한다.

[0074] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 예측 질의 처리 시스템의 구조도이다.

[0075] 도 3에 도시된 바와 같이, 적어도 하나의 프로세스에 의해 구동되는 예측 질의 처리 시스템(100)은 질의 위치 수신부(110), 정점 큐 생성부(120), 이동 객체 점수 계산부(130), 질의 결과 반환부(140), 그리고 도로 교통망 그래프 저장부(150)를 포함한다.

[0076] 질의 위치 수신부(110)는 사용자가 임의의 위치에서 최적의 이동 객체에 대한 질의를 실행하면, 도로 교통망 위를 움직이는 이동 객체의 위치와 속력에 대한 정보를 도로 교통망 그래프와 함께 도로 교통망 그래프 저장부(150)로부터 수신한다. 그리고, 사용자가 질의를 실행한 사용자 질의 위치도 수집한다. 질의 위치 수신부(110)가 사용자 질의 위치를 수집하는 방법은 다양하므로, 본 발명의 실시예에서는 어느 하나의 방법으로 한정하지 않는다.

[0077] 정점 큐 생성부(120)는 질의 위치 수신부(110)가 수집한 사용자 질의 위치를 큐에 삽입한다. 정점 큐 생성부(120)는 질의 위치로부터 거리가 가까운 정점 순서대로 큐에서 정점을 삭제하고, 삭제한 정점과 간선으로 연결된 아직 방문하지 않은 정점들을 질의 위치로부터의 거리와 함께 큐에 삽입하는 절차를 반복한다.

[0078] 정점 큐 생성부(120)는 이동 객체 점수 계산부(130)와 연동하여, 이동 객체 점수 계산부(130)에서 계산한 이동 객체의 도달 확률이 미리 설정한 임계값 보다 낮으면 이웃 정점들을 큐에 삽입하는 확장을 중지한다.

[0079] 이동 객체 점수 계산부(130)는 질의 위치 수신부(110)가 사용자 질의 위치를 삽입한 큐가 비어 있는 상태가 될 때까지 사용자가 질의 위치로부터 거리가 가장 가까운 이웃 정점까지 이동하는데 걸리는 시간동안, 각각의 이동 객체가 질의 위치로 도달할 도달 시각과 도달 확률을 이동 객체 점수로써 계산한다. 이웃 정점에 대한 이동 객체 점수를 계산한 이동 객체 점수 계산부(130)는 이웃 정점의 식별 정보를 포함하여 질의 결과 리스트로 생성한다.

[0080] 이웃 정점에 대한 이동 객체 점수가 계산되면, 정점 큐 생성부(120)는 이웃 정점을 삭제하고, 이웃 정점과 간선으로 연결된 주변 정점에 대한 이동 객체 점수를 계산한다. 주변 정점에 대한 이동 객체 점수가 이웃 정점의 이동 객체 점수보다 높으면, 이동 객체 점수 계산부(130)는 질의 결과 리스트를 갱신한다.

[0081] 그리고 이동 객체 점수 계산부(130)는 질의 결과 리스트에 포함되어 있는 K개의 이동 객체들에 대한 상계 점수를 계산하여, 질의 결과 리스트가 제대로 생성되었는지 검증을 수행한다. 상계 점수는 정점의 좌표만으로 계산한 유클리드 거리를 이용하여, 계산한 상계 점수와 질의 결과 리스트에 포함된 K개의 이동 객체들 각각에 대해 계산된 이동 객체 점수를 토대로 검증을 수행한다. 유클리드 거리 계산 방법은 이미 알려진 사항으로 본 발명의 실시예에서는 상세한 설명을 생략한다.

[0082] 질의 결과 반환부(140)는 이동 객체 점수 계산부(130)가 계산한 복수의 이동 객체들 각각의 점수를 토대로 생성된, 복수의 이동 객체로 구성된 질의 결과 리스트를 사용자에게 제공한다.

[0083] 도로 교통망 그래프 저장부(150)는 상기 도 2에서 확인한 도로 교통망에 대한 그래프가 저장되어 있다. 그리고 질의 위치 수신부(110)가 사용자 질의를 수신하면, 저장된 도로 교통망 그래프를 질의 위치 수신부(110)로 전달한다.

[0084] 또한, 도로 교통망 그래프 저장부(150)는 미리 설정한 주기에 따라 도로 교통망 상에 움직이는 복수의 이동 객체의 위치와 속력 정보를 각각 수집하여 도로 교통망 그래프와 함께 저장한다. 여기서, 도로 교통망 그래프 저장부(150)가 이동 객체의 위치와 속력 정보를 수집하는 방법은 다양한 방법으로 실행될 수 있으므로, 본 발명의 실시예에서는 어느 하나의 방법으로 한정하지 않는다.

[0085] 또한, 도로 교통망 그래프 저장부(150)는 본 발명의 제2 실시예에 따른 예측 질의를 처리하기 위하여, 도로 교통망 그래프를 복수의 서브 그래프들로 구성한다. 그리고 각각 구성한 서브 그래프들에서 적어도 하나의 경계점을 확인한 후, 확인한 경계점들에 대한 최단 경로를 계산하여 저장해 둔다.

[0086] 이상에서 설명한 예측 질의 처리 시스템(100)이 사용자에 의한 질의를 처리하는 방법에 대해 도 4를 참조로 설명한다.

[0087] 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 예측 질의 방법에 대한 흐름도이다.

[0088] 도 4에 도시된 바와 같이, 예측 질의 처리 시스템(100)이 사용자 질의를 수신하면(S100), 도로 교통망 상의 복수의 이동 객체 각각의 위치와 속력 정보를 수신한다(S101). 그리고 예측 질의 처리 시스템(100)은 사용자 질의 위치를 큐의 제1 위치에 삽입한 후(S102), 사용자 질의 위치에서 가까운 정점 순서로 큐를 채워 생성한다(S103). 상기 도 2를 예로 한다면, 예측 질의 처리 시스템(100)이 S103 단계를 통해 생성한 큐는 [v_1, v_4, v_3, v_2, v_7, v_5, v_9, v_8, v_6, v_{10}, v_{11}, v_{12}]와 같다.

[0089] 이상에서와 같이 큐가 생성되면, 예측 질의 처리 시스템(100)은 복수의 이동 객체 각각의 이동 객체 점수를 계산한다(S104). 본 발명의 실시예에서는 설명의 편의를 위하여 상기 도 2의 제1 이동 객체와 제2 이동 객체를 예로 하여 설명한다. 여기서, 사용자는 1의 속력으로 이동하고, 제1 이동 객체는 2의 속력, 제2 이동 객체는 3의 속력으로 이동한다고 가정한다. 또한, 사용자의 중요도 가중치(α)는 0.7인 것으로 가정한다.

[0090] 사용자는 질의 위치와 가까운 정점 순으로 움직인다고 가정하였다. 따라서 S104 단계에서 이동 객체 점수를 계산할 때, 이동 객체의 예측 질의 처리 시스템(100)은 질의 위치를 포함하여 이전에 이동 객체 또는 사용자가 방문한 모든 정점에서 이동 객체 점수를 계산한다. 제1 이동 객체를 예를 들어 설명하면, 제1 이동 객체가 최단 경로를 통해 질의 위치인 v_1까지 오는 궤도는 $v_6 \rightarrow v_5 \rightarrow v_4 \rightarrow v_3 \rightarrow v_1$로 이동하게 된다. 이때, 사용자가 질의 위치에서 이동한다면 v_1과 v_3 또는 v_4에서 제1 이동 객체를 만날 수 있다.

[0091] 따라서, 사용자의 이동시간과 대기시간을 고려하여 각각의 정점에서의 제1 이동 객체에 대한 이동 객체 점수를 계산한다. 각각의 정점에서 계산한 이동 객체 점수는 다음 수학식 3과 같다.

[0092] [수학식 3]

[0093] $v_{4,o1}$= 1/(0.7*1+0.3*5)=0.454

[0094] $v_{3,o1}$= 1/(0.7*4+0.3*6.5)=0.210

[0095] $v_{1,o1}$= 1/(0.7*0+0.3*5.5)=0.606

[0096] 마찬가지로 사용자의 이동시간과 대기시간을 고려하여 각각의 정점에서의 제2 이동 객체에 대한 이동 객체 점수를 계산한다. 제2 이동 객체의 궤도는 v_{12}→v_{11}→v_9→v_7→v_4로 이동하기 때문에, 사용자가 v_4로 이동할 경우 제2 이동 객체를 만날 수 있다. 그러므로 v_4에서의 제2 이동 객체에 대한 이동 객체 점수는 다음 수학식 4와 같다.

[0097] $v_{4,o2}$= 1/(0.7*1+0.3*4.7)=0.474

[0098] S104 단계를 통해 예측 질의 처리 시스템(100)은 사용자가 이동시간과 대기시간을 모두 고려하였을 때 v_1에서 제1 이동 객체를 이용하는 것이 최적인 것으로 도출한다. 따라서, 예측 질의 처리 시스템(100)은 이동 객체 점수가 각각 계산되면, 질의 결과 리스트에 $v_{1,o1}$이 포함되도록 생성한다(S105).

[0099] 이상에서 설명한 멀티 오브젝트 INE 알고리즘은 다음 표 2와 같이 나타낸다.

표 2

[0100]

```
begin
  topK=[]
  dN=0
  Q=<(QueryPoint, dN)>
  dequeue top of Q with the smallest dN
  while not in Q
    foreach non-visited adjacent node of n do
      enqueue((nx,dN +distance(n,nx)))
    foreach oi∈O do
      while UBScore(oi)>k^th element in topK
        NetworkExpansion(oi)
      foreach user's visited node v do
        OScore = Score(oi,v)
        if OScore>k^th element in topK then
          topK.append((oi,v, ObjectScore))
return topK
```

[0101] 한편, S105 단계에서 질의 결과 리스트가 생성되더라도, 즉, 이동 객체가 사용자와 특정 정점에서 만났다고 하더라도, 예측 질의 처리 시스템(100)은 위치 확장을 중단해서는 안 된다. S105 단계에서 질의 결과 리스트를 생성한 이후에 사용자의 질의 위치와 더 가까운 정점에서 임의의 이동 객체가 사용자와 만날 가능성이 있기 때문이다.

[0102] 따라서 예측 질의 처리 시스템(100)은 각각의 이동 객체를 언제까지 확장해야 하는지 결정해야 하며, 본 발명의 실시예에서는 이동 객체의 상계 점수를 계산함으로써 확장을 결정한다(S106). 여기서, 본 발명의 실시예에서는 상계 점수에 대해 하기와 같이 정의한다.

[0103]

[0104] - 정의 5. 이동 객체의 상계 점수

[0105] 현재 이동 객체가 위치를 확장하려는 정점을 v, 사용자의 질의 위치를 q라고 했을 때, 이동 객체의 상계 점수는 v와 q사이의 유클리드 거리를 사용자와 이동 객체가 최적으로 이동한 경우의 점수이다. 즉, 다음과 같은 세 가지 경우에서의 점수 중 최대값을 이동 객체의 상계 점수로 결정한다.

[0106] (1) 사용자는 이동하지 않고 이동 객체가 q로 이동

[0107] (2) 이동 객체는 이동하지 않고 사용자가 v로 이동

[0108] (3) 사용자와 이동 객체가 서로 마주보는 방향으로 동시에 이동

[0109] S106 단계에서 예측 질의 처리 시스템(100)이 계산한 유클리드 거리는 실제 거리보다 가깝다. 즉, 본 발명의 실시예에서는 유클리드 거리를 계산할 때 정점의 좌표를 가지고 계산하기 때문에, 실제 거리는 항상 유클리드 거리보다 멀다.

[0110] 따라서, 예측 질의 처리 시스템(100)은 S105 단계에서 질의 결과 리스트를 생성한 이후에 위치 확장을 하더라도, 상계 점수보다 높은 점수를 가지는 이동 객체 점수가 없다. 그러므로, 예측 질의 처리 시스템(100)은 현재 이동 객체가 확장하려는 정점에서 계산한 상계 점수가 질의 결과 리스트의 K번째 이동 객체의 점수보다 낮은지 확인한다(S107).

[0111] 만약 K번째 이동 객체 점수가 상계 점수보다 높다면 질의 결과 리스트가 제대로 생성된 것으로 검증하고, 확장을 중지한다(S109). 그리고 모든 이동 객체의 확장이 중지되면 상기 표 1에 기재한 멀티 오브젝트 INE 알고리즘의 구동을 종료한 후 S105 단계에서 생성한 질의 결과 리스트를 사용자에게 반환한다(S110).

[0112] 그러나, S107 단계에서 확인한 결과 K번째 이동 객체 점수가 상계 점수보다 낮다면, K개의 이동 객체를 찾지 못한 것으로 판단하여, S104 단계 이후의 절차를 반복 실행한다.

[0113] 이상의 절차를 통해, 예측 질의 처리 시스템(100)은 사용자와 이동 객체의 이동을 고려하여 예측 질의를 처리하였다. 다음은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 예측 질의를 처리하기 위한 도로 교통망과 방법에 대해 도 5 및 도 6을 참조로 설명한다.

[0114] 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 도로 교통망의 예시도이다.

[0115] G-tree는 전체 도로 교통망 그래프를 루트로 하며, 자식 그래프들을 정점의 수가 일정 개수 이하인 그래프가 될 때까지 동일한 사이즈의 서브 그래프들로 재귀적으로 분할하여 노드에 저장한다. 이때 각 서브 그래프의 경계점도 해당 노드에 추가하는데, 경계점이란 해당 서브 그래프에 포함된 정점 중 다른 서브 그래프에 포함된 정점과 연결되는 간선을 가지는 정점을 의미한다.

[0116] 상기 도 2에 도시된 도로 교통망 그래프에서 fan-out을 3으로 하여 G-tree를 구성하면, 도 5에 도시된 바와 같이 생성된다. 이 때 첫 번째 그룹(G_1)의 경계점은 v_2, v_3, v_4이며, G_2의 경계점은 v_5, v_7이 된다. G_3의 경계점은 v_9가 된다.

[0117] 예측 질의 처리 시스템(100)은 G-tree로 구성된 도로 교통망 그래프의 서브 그래프에 포함되는 모든 노드들마다, 해당 노드에 포함된 경계점 간의 최단경로를 미리 계산해 저장하고 있다. 따라서, 도로 교통망 환경에서 최단경로 탐색에 유리한 인덱스 구조를 나타낸다.

[0118] 그러므로, 본 발명의 실시예에서는 G-tree를 이용하여 도로 교통망 그래프를 복수의 서브 그래프들로 생성하고, 복수의 서브 그래프들을 멀티 오브젝트 INE 알고리즘을 이용하여 예측 질의를 처리한다. 이에 대해 도 6을 참조로 설명한다.

[0119] 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 예측 질의 방법에 대한 흐름도이다.

[0120] 도 6에 도시된 바와 같이, 예측 질의 처리 시스템(100)은 도로 교통망 그래프를 사용자에 의해 입력된 fan-out 정보를 토대로 복수의 서브 그래프들을 구성한다(S200). 즉, 전체 도로 교통망 그래프를 루트로 하되, 정점의 수가 미리 설정한 개수 이하인 그래프로 형성될 때까지 동일한 사이즈의 서브 그래프들을 생성한다. 상기 도 5에서는 fan-out을 3으로 하였기 때문에 3개의 서브 그래프들(G1~G3)이 생성되고, 각각의 서브 그래프들에는 4개의 정점들이 포함되어 있다.

[0121] 예측 질의 처리 시스템(100)은 복수의 서브 그래프들 각각에서 적어도 하나의 경계점을 확인한다(S201). S201 단계에서 확인한 결과 예측 질의 처리 시스템(100)은 첫 번째 그룹(G1)의 경계점은 v_2, v_3, v_4이며, G_2의 경계점

은 v_5, v_7이, G_3의 경계점은 v_9가 됨을 알 수 있다.

[0122] 예측 질의 처리 시스템(100)은 S201 단계에서 확인한 각각의 경계점들의 최단 경로를 계산하여 저장한다(S202). 경계점들의 최단 경로를 미리 계산하여 저장해두면, 이후 사용자 질의가 발생하면 사용자의 질의 위치 주변에 존재하는 이동 객체들은 높은 점수를 가질 가능성이 상대적으로 높기 때문에, 멀리 존재하는 이동 객체의 점수를 계산하는 과정이 불필요할 수 있다.

[0123] S202 단계에서 경계점들의 최단 경로가 계산된 후 예측 질의 처리 시스템(100)이 사용자 질의를 수신하면(S203), 도로 교통망 상의 복수의 이동 객체 각각의 위치와 속력 정보를 수신한다(S204). 그리고 예측 질의 처리 시스템(100)은 사용자 질의 위치를 큐의 제1 위치에 삽입한 후(S205), 사용자 질의 위치에서 가까운 정점 순서로 큐를 채워 생성한다(S206).

[0124] 이상에서와 같이 큐가 생성되면, 예측 질의 처리 시스템(100)은 복수의 이동 객체 각각의 이동 객체 점수를 계산한다(S207). 본 발명의 실시예에서는 설명의 편의를 위하여 상기 도 2의 제1 이동 객체와 제2 이동 객체를 예로 하여 설명한다. 여기서, 사용자는 1의 속력으로 이동하고, 제1 이동 객체는 2의 속력, 제2 이동 객체는 3의 속력으로 이동한다고 가정한다. 또한, 사용자의 중요도 가중치(α)는 0.7인 것으로 가정한다.

[0125] S207 단계에서 이동 객체 점수를 계산할 때, 사용자의 질의 위치 주변에 존재하는 이동 객체부터 위치를 확장하기 위하여 질의 위치 주변에 존재하는 이동 객체의 점수를 먼저 계산한다. 즉, 본 발명의 제1 실시예에서는 모든 이동 객체들에 대한 점수를 계산한 반면, 본 발명의 제2 실시예에서는 G-tree를 이용하면 거리에 기반하여 서브 그래프들을 빠르게 가지치기 하는 것이 가능하다.

[0126] 예측 질의 처리 시스템(100)은 사용자 질의 위치를 포함하는 서브 그래프(이하, 설명의 편의를 위하여 '질의 서브 그래프'라 지칭함) 내에 이동 객체가 존재하는지 확인한다(S207). 만약 이동 객체가 질의 서브 그래프 내에 있다면, 해당 이동 객체의 점수를 계산한다(S208). 그리고 해당 이동 객체를 질의 결과 리스트에 포함시킨다(S210).

[0127] 이는, G-tree를 이용한 멀티 오브젝트 INE 알고리즘에서는 분할된 서브 그래프를 노드로 갖는 G-tree에서, 높은 이동 객체 점수를 갖는 이동 객체가 존재할 가능성이 높은 서브 그래프를 먼저 탐색하는 방식을 이용하기 때문이다. 즉, 사용자의 질의 위치를 포함하고 있는 질의 서브 그래프에 존재하는 이동 객체가 높은 이동 객체 점수를 가질 가능성이 높기 때문에, 해당 이동 객체부터 우선적으로 위치를 확장하며 이동 객체 점수를 계산한다. 그리고 다른 서브 그래프에 존재하는 이동 객체에 대해서는 이동 객체 점수를 계산하지 않는다.

[0128] 한편, S207 단계에서 확인한 결과 질의 서브 그래프에 이동 객체가 존재하지 않을 경우, 다른 서브 그래프(이하, 설명의 편의를 위하여 '후보 서브 프레임'라 지칭함)에 존재하는 이동 객체의 위치를 확장한다. 즉, 상기 도 5를 참조하면 사용자의 질의 위치는 G_1에 포함되어 있는데, G_1 내에는 이동 객체가 존재하지 않으므로, 다른 서브 그래프인 G_2와 G_3에 존재하는 이동 객체에 대한 이동 객체 점수를 계산하게 된다.

[0129] 이때, 아직 탐색하지 않은 후보 서브 그래프가 G_2와 G_3 두 개가 있으므로, 두 개의 후보 서브 그래프들 중 어떤 서브 그래프를 먼저 선택하여 그 안에 존재하는 이동 객체의 위치를 확장할 것인지 결정해야 한다. 이를 결정하기 위해, 탐색하고자 하는 서브 그래프 즉, 도 5에서는 G_2와 G_3의 두 개의 후보 서브 그래프의 상계 점수(Upper bound score)를 각각 계산한다(S209). 이때 후보 서브 그래프의 상계 점수는 다음과 같이 정의한다.

[0130] - 정의 6. 서브 그래프의 상계 점수

[0131] 현재 탐색하고자 하는 서브 그래프를 G_c', G_c의 경계점 집합을 $B(G_c)$라고 하자. G_c에 존재하는 이동 객체 중 가장 빠른 속력을 가지는 것을 o_{max}, 사용자의 질의 위치를 q라고 가정한다. 이때, 서브 그래프의 상계 점수는 $B(G_c)$에 속한 모든 정점 v에 대해 이동 객체 o_{max}의 상계 점수를 각각 계산하였을 때, 복수의 이동 객체 o_{max}의 상계 점수들 중에서 최대값이다.

[0133] 상기 도 5를 예를 들어 설명하면, 후보 서브 그래프 G_2와 G_3의 경계점 집합 $B(G_c)$는 $\{v_5, v_7, v_9\}$가 된다. 그리고 G_2에는 하나의 이동 객체만이 존재하기 때문에 제1 이동 객체를 $o_{max'}$, 사용자의 질의 위치는 v_1으로 정의된다. 서브 그래프 G_2의 상계 점수는 $B(G_c)$에 속한 모든 정점 v_5, v_7이지만 v_7이 v_1에 더 가깝기 때문에 v_7에 대해, 서

브 그래프 내에 있는 이동 객체들을 모아서 하나의 상계 점수로 계산된다.

[0134] 예측 질의 처리 시스템(100)은 사용자의 위치를 기준으로 서브 그래프의 경계점 중 가장 가까운 곳까지의 거리와 서브 그래프 내의 이동 객체 중 가장 빠른 속도를 기준으로 상계 점수를 계산한다. 본 발명의 실시예에서는 이동 객체가 서브 그래프에 하나만 포함되어 있는 것을 예로 하여 설명하고 있으므로, G_2와 G_3의 상계 점수는 다음과 같이 계산된다.

[0135] - G_2: v_1에서 가까운 G_2의 경계점은 V_7이고 거리는 7, G_2에는 속도가 2인 o_1 하나가 존재하므로 최대 속도는 2, G_2의 상계점수는 1/(0.7*0+0.3*3.5)=0.95

[0136] - G_3: V_1에서 가까운 G_3의 경계점은 V_9이고 거리는 12, G_3에는 속도가 3인 o_2 하나가 존재하므로, 최대 속도는 3, G_3의 상계점수는 1/(0.7*0+0.3*4)=0.83

[0137] 후보 서브 그래프 G_2의 상계 점수는 v_7의 상계 점수인 0.95가 된다. 그리고 제2 이동 객체의 상계 점수에 대해서도 v_9에 대해 계산한다.

[0138] 그리고 각 서브 그래프들의 상계 점수를 포함하는 질의 결과 리스트를 생성한다(S210). 본 발명의 실시예에서는 두 개의 이동 객체만을 도시하여 설명하였으므로 질의 결과 리스트에 두 개의 이동 객체가 포함되나, 반드시 이와 같이 한정되는 것은 아니다.

[0139] 이상에서 설명한 G-tree를 이용한 멀티 오브젝트 INE 알고리즘은 다음 표 3에 나타낸 바와 같다.

표 3

[0140]

```
begin
  topK=[]
  Score=0
  Q=<(QueryPoint, Score)>
  dequeue g in Q with the smallest Score
  while not in Q
    if g is the leaf node in G-tree then
      foreach o_i∈O_g do
        NetworkExpansion(oi)
      foreach user's visited node v do
        OScore = Score(o_i,v)
        if OScore>k^th element in topK then
          topK.append((o_i,v, OScore))
    else
      foreach g_c in the child list of g do
        GScore = UBScore(g_c)
        if GScore>kth element in topK then
          enqueue((gc, GraphScore))
return topK
```

[0141] 표 3의 알고리즘에 대해 설명하면, 사용자가 위치하고 있는 G-트리의 리프 노드(leaf node)를 찾는다. 여기서 리프 노드를 L(u)라고 가정한다.

[0142] L(u)부터 루트 노드까지, L(u)의 조상 노드들에 대한 상계점수를 계산한 후 우선순위 큐에 삽입한다. 우선순위 큐에서 상계 점수가 높은 노드부터 큐에서 제거하며(dequeuer), 노드가 리프 노드 이면 이동객체에 대한 점수를 계산한다.

[0143] 그러나 노드가 리프 노드가 아니면, 자식 노드들에 대한 상계 점수를 계산한 후 우선순위 큐에 삽입한다. 상위 k개의 이동 객체를 찾아낸 경우라면, k번째 점수가 우선순위 큐의 첫 번째 노드의 점수보다 높은지 확인한다.

[0144] 만약 k번째 노드의 점수가 첫 번째 노드의 점수보다 높다면, 알고리즘을 종료하고 상위 k개의 노드 리스트를 반환한다. 그러나, k번째 노드의 점수가 첫 번째 노드의 점수보다 높지 않다면, 반복문 절차를 계속 수행한다.

[0145] 이상의 절차를 통해 모든 서브 그래프들 각각의 서브 그래프 상계 점수를 구하여 질의 결과 리스트를 생성한 뒤, 예측 질의 처리 시스템(100)은 각각의 이동 객체를 언제까지 확장해야 하는지 결정해야 한다. 이를 위해, 본 발명의 실시예에서는 이동 객체의 상계 점수를 계산함으로써 확장을 결정한다(S211).

[0146] 이동 객체의 상계 점수를 계산하면, 서브 그래프에 속한 임의의 정점과 사용자와 질의 위치 사이의 거리는 서브 그래프의 경계점 집합에 속한 정점과 사용자의 질의 위치 사이의 거리보다 멀다. 그리고, 질의 위치와 임의의 정점 사이의 실제 거리는 항상 유클리드 거리보다 멀다.

[0147] 또한 서브 그래프에 존재하는 이동 객체 중 가장 빠른 속력을 가지는 이동 객체의 상계 점수는 다른 이동 객체의 상계 점수보다 항상 높다. 이는 현재 탐색하고자 하는 후보 서브 그래프에 존재하는 이동 객체의 상계 점수는 서브 그래프의 상계 점수보다 높은 점수를 가질 수 없음을 의미한다.

[0148] 따라서 현재 탐색하고자 하는 서브 그래프의 상계 점수가 질의 결과 리스트의 K번째 이동 객체의 점수보다 낮다면, 해당 서브 그래프에 존재하는 이동 객체들은 위치 확장을 하지 않는다(S214). 그렇지 않은 경우에는 이보다 작은 크기로 분할된 서브 그래프들의 상계 점수를 계산함으로써, 서브 그래프에 존재하는 이동 객체의 위치 확장 여부를 결정한다. 여기서, 서브 그래프는 G-트리의 노드와 같은 의미를 지닌다.

[0149] 분할된 서브 그래프가 가장 작은 단위의 서브 그래프라면 그 안에 존재하는 이동 객체의 점수를 계산하고, 계산한 이동 객체의 점수가 높은 K개의 이동 객체를 정점 번호와 해당 정점으로의 도달 확률과 함께 질의 결과 리스트에 유지한다. 최종적으로, 모든 서브 그래프들에 대한 탐색이 종료되면 질의 결과 리스트가 포함하고 있는 K개의 이동 객체를 사용자에게 질의 결과로 반환한다(S215).

[0150] 이상에서 설명한 예측 질의 처리 시스템(100)을 이용하여 질의를 처리할 경우의 성능에 대해 도 7 내지 도 9를 참조로 설명한다. 본 발명의 실시예에 따른 성능을 설명하기 앞서, 다음 표 4와 같은 파라미터를 통해 실험 환경이 구성되어 있음을 가정한다.

표 4

[0151]

파라미터	범위
이동 객체 수	1000, 2000, …, 5000, …, 10000
K	10, 20, …, 100
성능	0.01, 0.02, …, 0.1
가중치	0.1, 0.2, …, 0.5, …, 0.9

[0152] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 Top-K 리스트 유사도를 비교한 예시도이다.

[0153] 본 발명의 실시예에 따른 예측 질의 처리 방법이 기존의 방법들(예를 들어, 예측 지점 질의처리 방법, 예측 영역 질의처리 방법 등)과 비교했을 때 사용자에게 얼마나 의미있는 결과를 반환하는지 알아보기 위해, Kendall tau distance를 바탕으로 유사도를 측정하였다.

[0154] 예측 지점 질의 처리 방법의 경우에는 질의 위치에 먼저 도달하는 복수개의 이동 객체들에 대해, 사용자의 대기시간을 고려한 점수가 높은 상위 K개(top-K)의 이동 객체들의 리스트를 구성한다. 그리고, 예측 영역 질의 처리 기법의 경우에는 질의 영역에 존재하는 정점 각각에 대해 예측 지점 질의를 수행하여 사용자의 이동시간과 대기시간을 고려한 점수가 높은 상위 K개의 이동 객체 리스트를 구성하였다.

[0155] 또한 G-tree를 이용한 경우와 그렇지 않은 경우에 멀티 오브젝트 INE 알고리즘을 수행하여, 사용자의 이동시간과 대기시간을 고려한 점수가 높은 top-K 이동 객체 리스트를 구성하였다.

[0156] 도 7에 도시된 바와 같이 세 개의 질의 결과 리스트와 제안 기법을 통해 얻은 질의 결과 리스트의 유사도를 K값을 증가시키며 측정한 것이다. 예측 지점 질의처리 기법은 사용자의 이동을 고려하지 않았기 때문에 K=25인 경우에 제안 기법을 통해 얻은 질의 결과 리스트와의 유사도가 약 2%로 매우 낮았다.

[0157] 예측 영역 질의처리 기법의 경우에도 10% 미만이었다. 이는 질의 영역을 한정함으로써 원하는 질의 결과를 얻을 수 없기 때문이다. 두 기법 모두 K값이 증가할수록 유사도 또한 증가하는 경향을 보여, K=150 일 때는 각각 약 93%, 100%의 유사도를 보였다.

[0158] 하지만 사용자에게 150개의 질의 결과를 반환하는 것은 무의미하며, K값에 상관없이 원하는 질의 결과를 반환할 수 있어야 한다. 따라서 Multi-object INE 알고리즘을 이용하여 Top-K 이동 객체를 탐색해야 한다.

[0159] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 질의처리 시간 비교 실험에 대한 그래프이다.

[0160] 도 8은 상기에서 언급한 각각의 방법들을 이용했을 때 질의처리 시간을 측정하여 비교한 것이다. 네 가지 방법 모두 K값이 증가할수록 질의처리 시간 또한 증가하는 경향을 보였다. 예측 지점 질의처리 방법은 K=150인 경우에도 5초 이내에 질의를 처리하였지만 원하는 질의 결과를 얻을 수 없음을 위에서 확인하였다.

[0161] 예측 영역 질의처리 방법은 최대 약 22초의 시간이 걸렸으며, 마찬가지로 원하는 질의 결과를 얻을 수 없다. 멀티 오브젝트 INE 알고리즘을 이용한 경우에는 예측 영역 질의처리 방법으로 처리할 때보다 빠른 최대 약 14초의 시간이 걸렸다. 하지만 여기에 G-tree를 이용하여 성능을 개선한 결과 K=150인 경우에도 최대 약 0.9초 이내에 질의를 처리하였다.

[0162] 결과적으로, G-tree를 이용한 멀티 오브젝트 INE 알고리즘으로 수행했을 때 원하는 질의 결과를 반환함과 동시에 질의를 빠르게 처리함을 확인하였다.

[0163] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 다양한 상황에서의 질의처리 시간에 대한 그래프이다.

[0164] 도 9의 (a)는 G-tree를 이용한 경우 이동 객체 수의 증가에 따른 질의처리 시간을 측정한 것이다. 이 경우 이동 객체의 수가 증가할수록 더 많은 이동 객체의 위치를 동시에 확장해야 하기 때문에, 질의처리 시간이 증가하는 경향을 보였다. 이동 객체의 수가 최대인 10000개 일 때 G-tree를 이용하지 않은 경우에는 약 6초의 시간이 소요된 반면, G-tree를 이용한 경우에는 약 0.18초의 시간이 소요되었다.

[0165] G-tree를 이용하면 서브 그래프 단위로 가지치기가 가능하기 때문에, 상대적으로 적은 이동 객체의 수만 위치 확장을 하게 된다. 따라서 질의처리 시간이 현저하게 감소한다.

[0166] 도 9의 (b)는 G-tree를 이용한 경우 K값의 증가에 따른 질의처리 시간을 측정한 것이다. K값이 증가할수록 질의 결과 리스트에 포함된 이동 객체의 최소 점수가 작아지고, 가지치기 되는 이동 객체의 수가 감소하므로, 질의처리 시간이 증가하는 경향을 보였다.

[0167] 또한 K값이 최대인 100일 때 G-tree를 이용하지 않은 경우에는 약 12초의 시간이 소요된 반면, G-tree를 이용한 경우에는 약 0.46초의 시간이 소요되었다. G-tree를 이용하면 질의 위치와 가까운 정점을 포함하고 있는 서브 그래프에 존재하는 이동 객체의 위치부터 확장하기 때문에, 점수가 높은 이동 객체를 더 빠르게 찾는 것이 가능하다. 따라서 질의처리 시간이 현저하게 감소한다.

[0168] 도 9의 (c)는 G-tree를 이용한 경우 임계값의 증가에 따른 질의처리 시간을 비교한 것이다. 확률 임계값이 증가할수록 이동 객체의 위치 확장을 더 빨리 중지하기 때문에, 질의처리 시간이 감소하는 경향을 보였다. 또한 확률 임계값이 최소인 0.01일 때 G-tree를 이용하지 않은 경우에는 약 4.2초의 시간이 소요된 반면, G-tree를 이용한 경우에는 약 0.11초의 시간이 소요되는 것을 확인할 수 있다.

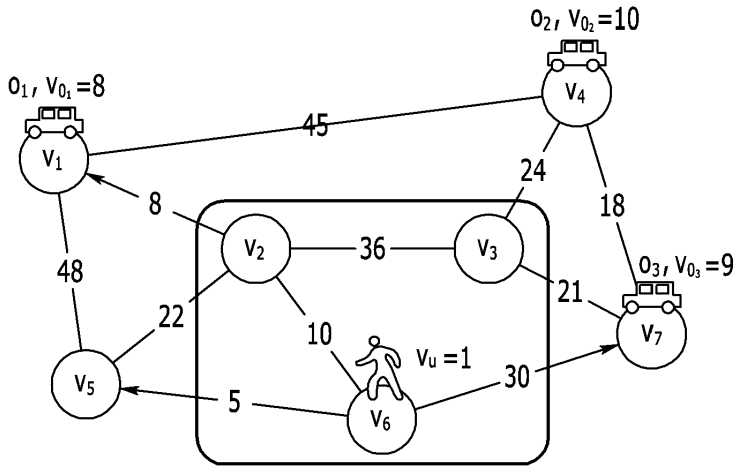
[0169] 도 9의 (d)는 G-tree를 이용한 경우 값의 증가에 따른 질의처리 시간을 측정한 것이다. 사용자가 설정한 이동시간과 대기시간 사이의 중요도 가중치가 작다는 것은, 사용자가 자신의 이동을 감수하면서 대기시간을 줄이고자 함을 의미한다. 반대의 경우에는 사용자가 이동시간이 긴 것을 선호하지 않음을 의미하므로 질의 위치 주변에 존재하는 이동 객체의 점수가 상대적으로 높을 가능성이 크다.

[0170] 따라서 중요도 가중치가 증가할수록 점수가 높은 이동 객체를 더 빠르게 찾을 수 있기 때문에, 질의처리 시간이 감소하는 경향을 보였다. 또한 중요도 가중치가 최소인 0.1일 때 G-tree를 이용하지 않은 경우에는 약 4.3초의 시간이 소요되는 반면, G-tree를 이용한 경우에는 약 0.65초의 시간이 소요되었다.

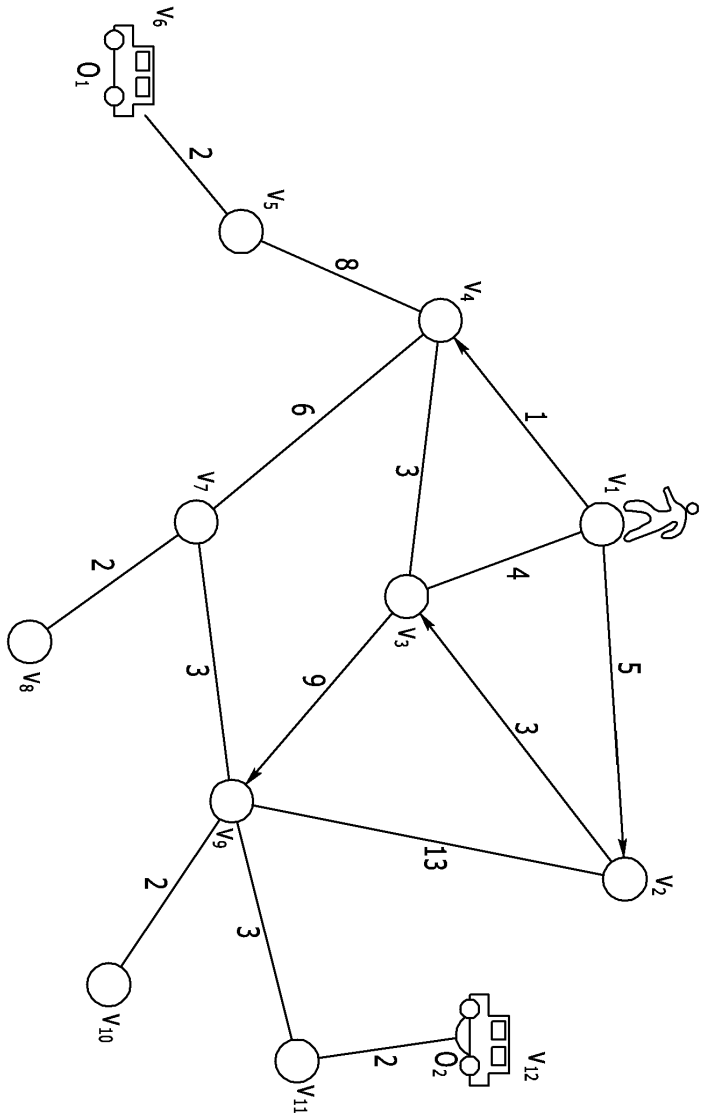
[0171] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

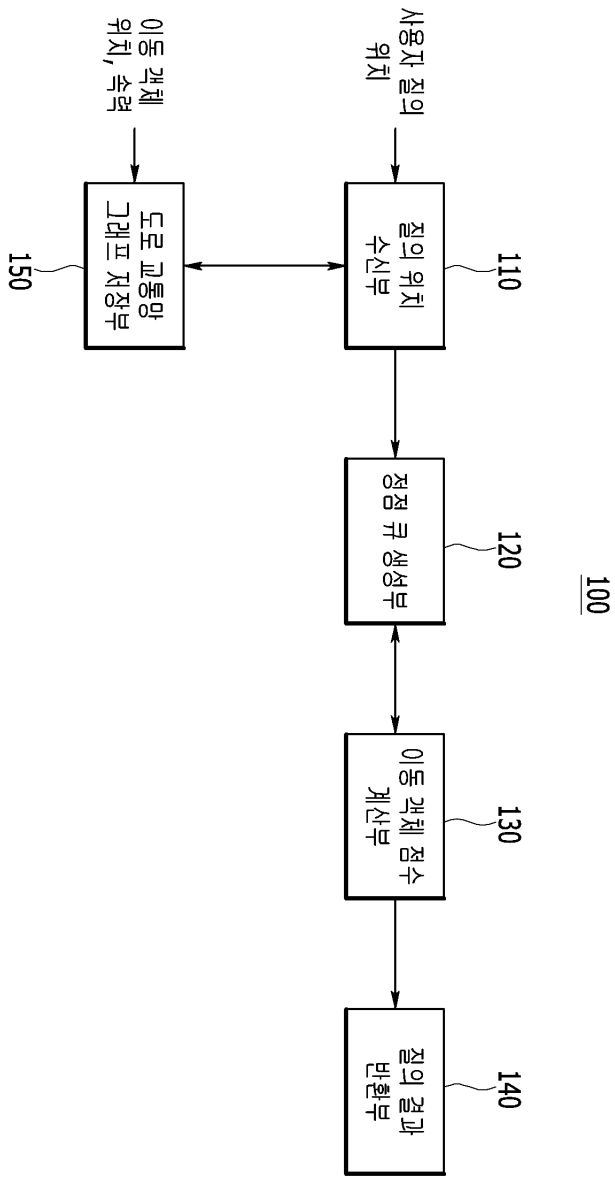
도면1


$o_2, v_{0_2}=10$
$o_1, v_{0_1}=8$
$o_3, v_{0_3}=9$
v_1
v_2
v_3
v_4
v_5
v_6
v_7
$v_u=1$
45
8
24
18
48
36
22
21
10
5
30

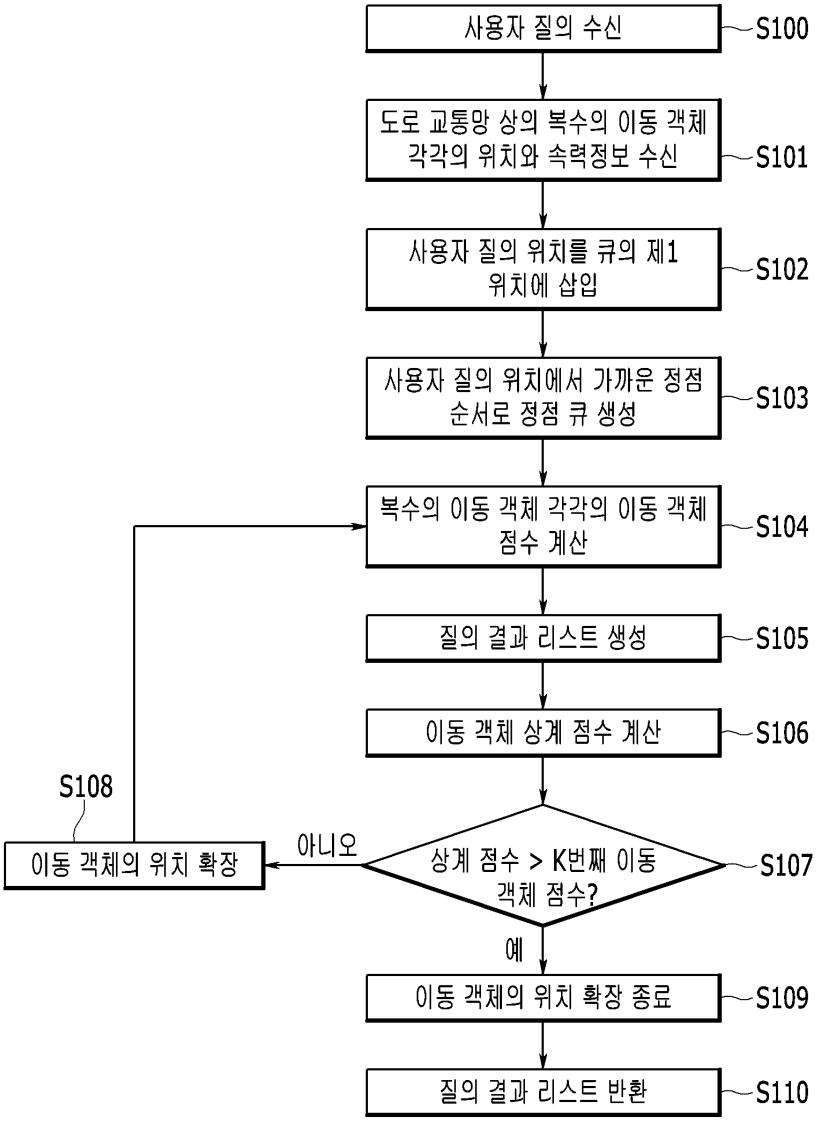
도면2



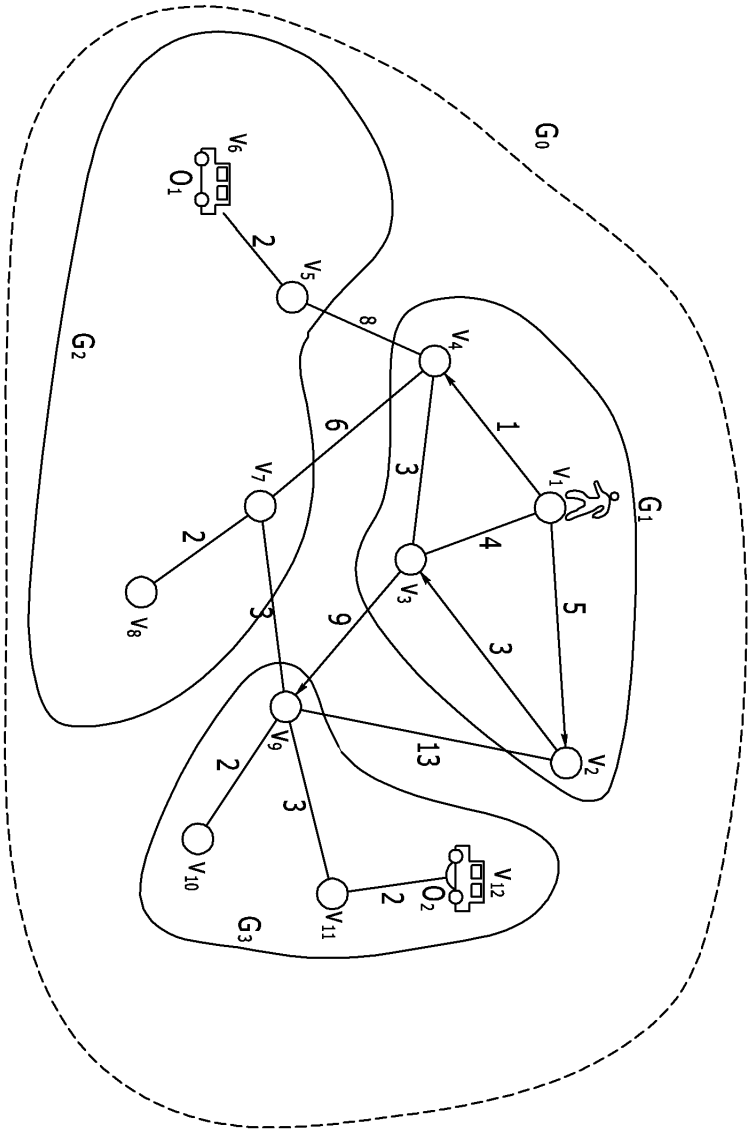
도면3


이동 객체 위치, 속력
사용자 질의 위치
도로 교통망 그래프 저장부
150
질의 위치 수신부
110
정점 큐 생성부
120
100
이동 객체 점수 계산부
130
질의 결과 반환부
140

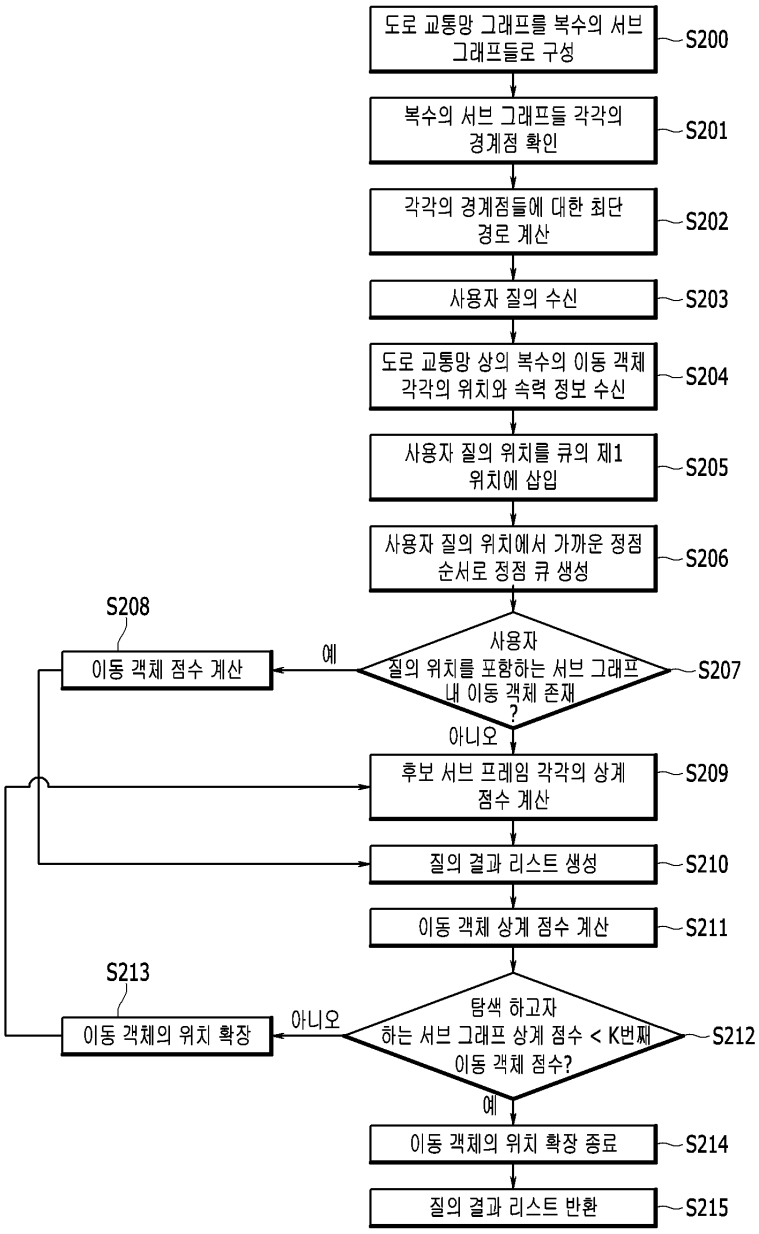
도면4


사용자 질의 수신
S100
도로 교통망 상의 복수의 이동 객체 각각의 위치와 속력정보 수신
S101
사용자 질의 위치를 큐의 제1 위치에 삽입
S102
사용자 질의 위치에서 가까운 정점 순서로 정점 큐 생성
S103
복수의 이동 객체 각각의 이동 객체 점수 계산
S104
질의 결과 리스트 생성
S105
이동 객체 상계 점수 계산
S106
상계 점수 > K번째 이동 객체 점수?
S107
아니오
이동 객체의 위치 확장
S108
예
이동 객체의 위치 확장 종료
S109
질의 결과 리스트 반환
S110

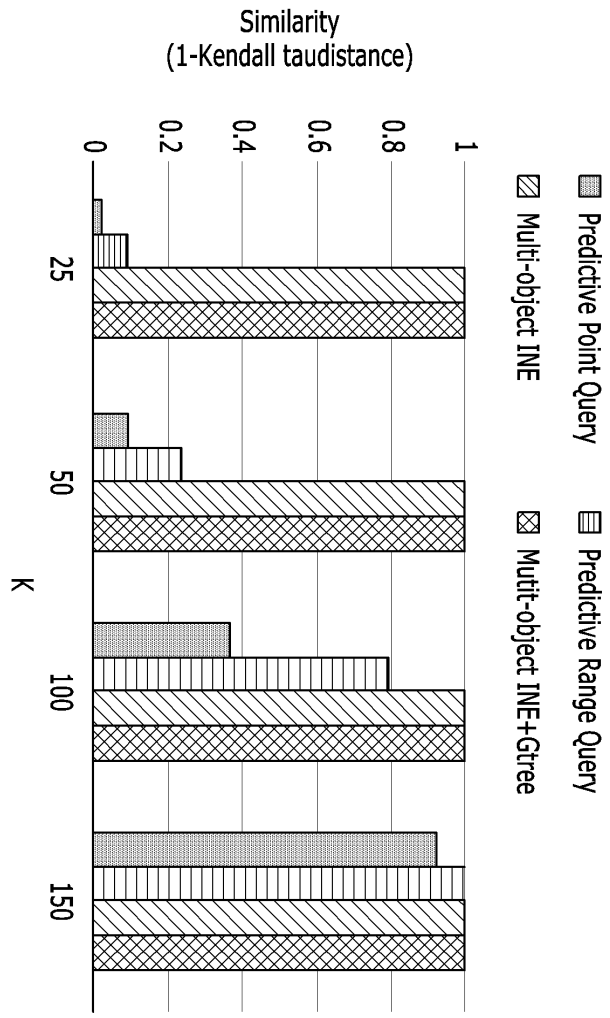
도면5



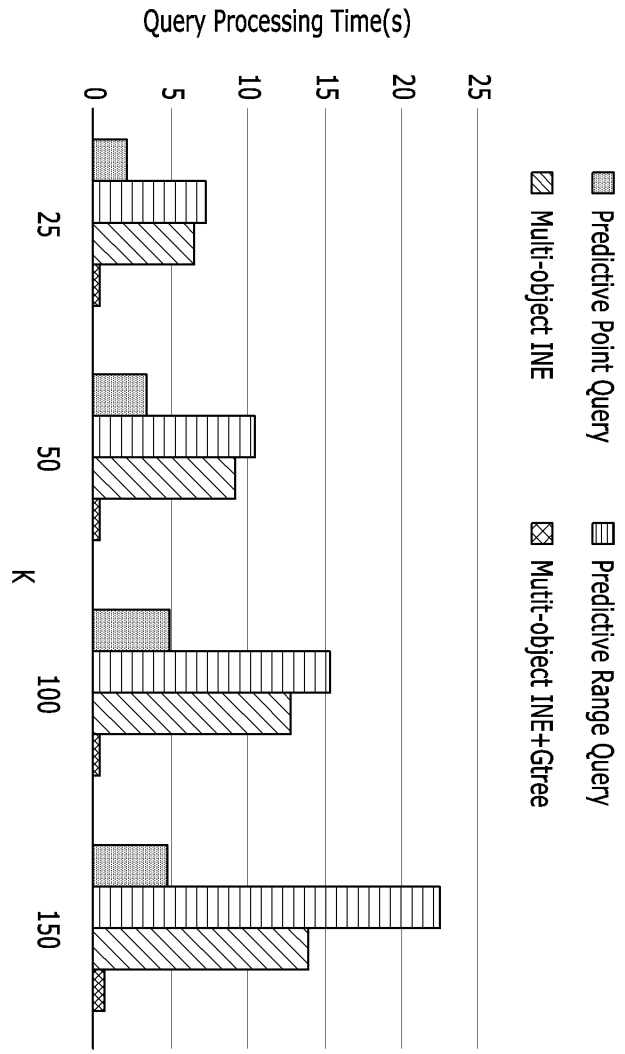
도면6


도로 교통망 그래프를 복수의 서브 그래프들로 구성
S200
복수의 서브 그래프들 각각의 경계점 확인
S201
각각의 경계점들에 대한 최단 경로 계산
S202
사용자 질의 수신
S203
도로 교통망 상의 복수의 이동 객체 각각의 위치와 속력 정보 수신
S204
사용자 질의 위치를 큐의 제1 위치에 삽입
S205
사용자 질의 위치에서 가까운 정점 순서로 정점 큐 생성
S206
사용자 질의 위치를 포함하는 서브 그래프 내 이동 객체 존재 ?
S207
예
S208
이동 객체 점수 계산
아니오
후보 서브 프레임 각각의 상계 점수 계산
S209
질의 결과 리스트 생성
S210
이동 객체 상계 점수 계산
S211
탐색 하고자 하는 서브 그래프 상계 점수 < K번째 이동 객체 점수?
S212
아니오
S213
이동 객체의 위치 확장
예
이동 객체의 위치 확장 종료
S214
질의 결과 리스트 반환
S215

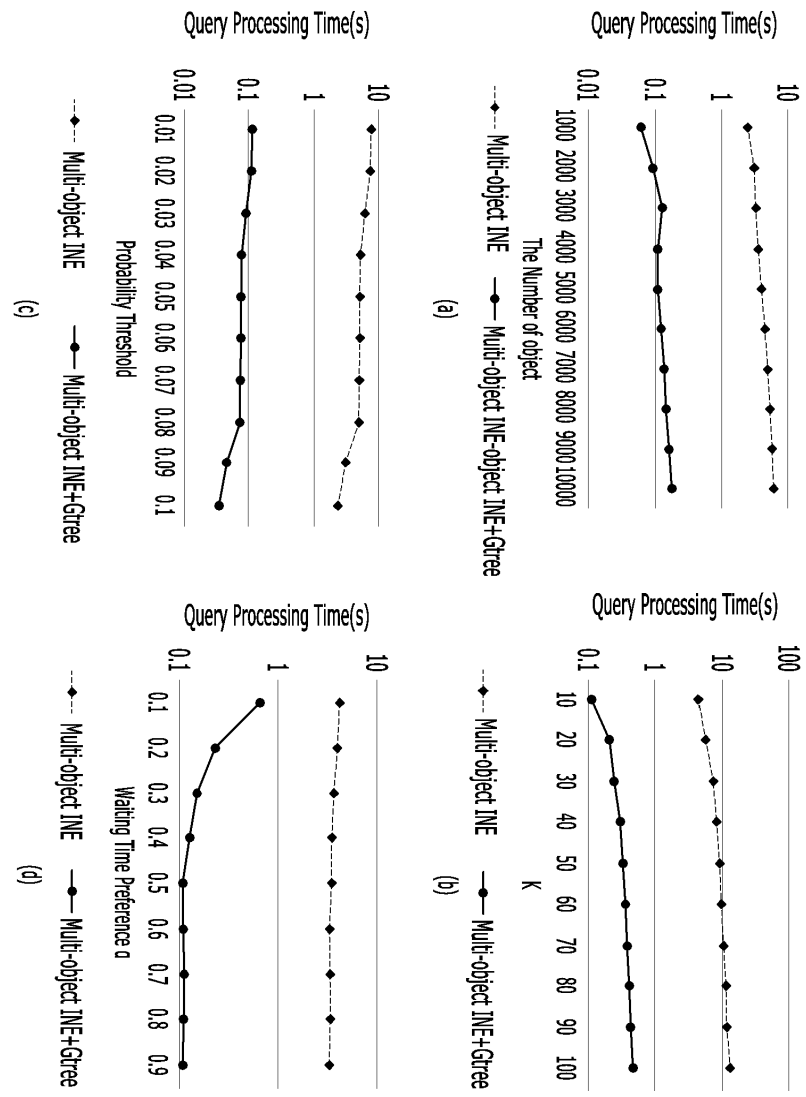
도면7


Similarity
(1-Kendall taudistance)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
25
50
100
150
K
Predictive Point Query
Predictive Range Query
Multi-object INE
Mutit-object INE+Gtree

도면8


Query Processing Time(s)
0
5
10
15
20
25
K
25
50
100
150
Predictive Point Query
Predictive Range Query
Multi-object INE
Mutit-object INE+Gtree

도면9


Query Processing Time(s)
10
1
0.1
0.01
1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000
The Number of object
Multi-object INE
Multi-object INE+Gtree
(a)
Query Processing Time(s)
100
10
1
0.1
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
K
Multi-object INE
Multi-object INE+Gtree
(b)
Query Processing Time(s)
10
1
0.1
0.01
0.01 0.02 0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.1
Probability Threshold
Multi-object INE
Multi-object INE+Gtree
(c)
Query Processing Time(s)
10
1
0.1
0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9
Waiting Time Preference α
Multi-object INE
Multi-object INE+Gtree
(d)