



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0031480
(43) 공개일자 2013년03월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 17/30 (2006.01) G06F 17/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0095076

(22) 출원일자 2011년09월21일

심사청구일자 2011년09월21일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

정연돈

서울특별시 중구 청계천로 400, 105동 812호 (황학동, 롯데캐슬 베네치아)

이성민

서울특별시 동대문구 제기동 137-89 2층

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 신성

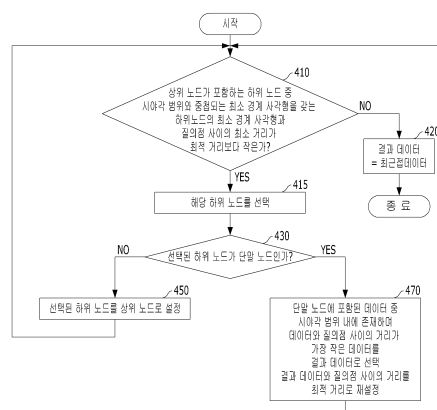
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법

(57) 요약

본 발명은 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법에 관한 것이다. 이와 관련해 본 발명의 트리 구조로 저장된 데이터들 중에서 특정 질의점에 대한 최근접 데이터를 검색하는 최근접 질의 처리 방법은, 상위 노드가 포함하는 하위 노드 중 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 가지며, 상기 최소 경계 사각형과 상기 질의점 사이의 최소 거리가 최적 거리보다 작은 하위 노드를 선택하는 하위 노드 선택 단계, 상기 선택된 하위 노드가 단말 노드가 아니면, 상기 선택된 하위 노드를 상기 상위 노드로 설정하여 상기 하위 노드 선택 단계를 반복적으로 수행하는 단계, 상기 선택된 하위 노드가 단말 노드이면, 상기 단말 노드에 포함된 데이터 중 상기 시야각 범위 내에 존재하며, 상기 데이터와 상기 질의점 사이의 거리가 가장 작은 데이터를 결과 데이터로 선택하고, 상기 결과 데이터와 상기 질의점 사이의 거리를 상기 최적 거리로 재설정하여, 상기 하위 노드 선택 단계를 반복적으로 수행하는 단말 노드 처리 단계, 상기 하위 노드 중 상기 최소 경계 사각형과 상기 질의점 사이의 최소 거리가 최적 거리보다 작은 하위 노드가 존재하지 않으면, 상기 결과 데이터를 상기 최근접 데이터로 설정하는 단계를 포함한다. 이러한 본 발명에 의하면, 사용자의 시야각이 주어졌을 때, 사용자가 원하는 시야각 내의 정보를 효과적으로 제공할 수 있고, 질의 처리에 필요한 노드만을 선택하여, 질의 처리의 효율성을 높일 수 있다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

정하림

서울특별시 동대문구 회경동 롯데 낙천대 아파트
101-810

박준표

경기도 의정부시 녹양로62번길 96-10 (녹양동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20100027592

부처명 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원_핵심연구(공동)

연구과제명 RIN형성과 분석 방법론 연구:잠재연구정보 및 연구진화방향의 효과적 추출

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2010.09.01 ~ 2011.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

트리 구조로 저장된 데이터들 중에서 특정 질의점에 대한 최근접 데이터를 검색하는 최근접 질의 처리 방법에 있어서,

상위 노드가 포함하는 하위 노드 중 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 가지며, 상기 최소 경계 사각형과 상기 질의점 사이의 최소 거리가 최적 거리보다 작은 하위 노드를 선택하는 하위 노드 선택 단계;

상기 선택된 하위 노드가 단말 노드가 아니면, 상기 선택된 하위 노드를 상기 상위 노드로 설정하여 상기 하위 노드 선택 단계를 반복적으로 수행하는 단계;

상기 선택된 하위 노드가 상기 단말 노드이면, 상기 단말 노드에 포함된 데이터 중 상기 시야각 범위 내에 존재하며, 상기 데이터와 상기 질의점 사이의 거리가 가장 작은 데이터를 결과 데이터로 선택하고, 상기 결과 데이터와 상기 질의점 사이의 거리를 상기 최적 거리로 재설정하여, 상기 하위 노드 선택 단계를 반복적으로 수행하는 단말 노드 처리 단계;

상기 하위 노드 중 상기 최소 경계 사각형과 상기 질의점 사이의 최소 거리가 최적 거리보다 작은 하위 노드가 존재하지 않으면, 상기 결과 데이터를 상기 최근접 데이터로 설정하는 단계;

를 포함하는 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 하위 노드 선택 단계는,

상기 하위 노드가 상기 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 가지지 않는 경우, 상기 하위 노드를 삭제하는 단계를 포함하는,

시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 하위 노드 선택 단계는,

상기 상위 노드가 포함하는 상기 하위 노드 중 상기 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖는 하위 노드를 상기 최소 경계 사각형과 상기 질의점 사이의 최소 거리에 따라 정렬하여 리스트를 생성하는 단계;

상기 리스트에 포함된 상기 하위 노드 각각의 최소 경계 사각형과 상기 질의점 사이의 최소 거리가 상기 최적 거리보다 작은지 여부를 순차적으로 판단하는 단계;

를 포함하는 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단말 노드 처리 단계는,

상기 데이터가 상기 시야각 범위 내에 존재하고, 상기 데이터와 상기 질의점 사이의 거리가 상기 최적 거리보다 작으면, 상기 데이터를 상기 결과 데이터로 선택하고, 상기 데이터와 상기 질의점 사이의 거리를 상기 최적 거

리로 재설정하는 데이터 처리 단계;

상기 단말 노드에 포함된 모든 데이터에 대해 상기 데이터 처리 단계를 수행하는 단계;

를 포함하는 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 최근접 질의 처리 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 스마트폰의 보급화와 실시간 위치 추적 기술의 발달로 인하여 다양한 위치기반 질의에 대한 관심이 급증하고 있다. 특히, 가장 기본적인 위치기반 질의인 최근접 질의는 사용자의 현재 위치로부터 가장 가까운 데이터를 검색하는 질의로서 다양한 분야에서 활용되고 있다.

[0003] 최근접 질의와 관련하여, 질의점을 둘러싸고 있는 가장 가까운 다각형 형태의 데이터를 검색하는 주변 최근접 질의(Nearest Surrounding Queries)가 개시된 바 있다. [Ken C.K.Lee, "Nearest Surrounding Queries", TKDE, 2009]

[0004] 또한, 질의 점으로부터 장애물에 가려지지 않는 위치에 있는 데이터 중 가장 가까운 데이터를 검색하는 가시 최근접 질의(Visible Nearest Neighbor Queries)도 개시된 바 있다. [S. Natanong, E. Tanin "Visible Nearest Neighbor Queries", DASFAA, 2007]

[0005] 그러나 이러한 일반적인 최근접 질의는 사용자가 원하는 정보를 효과적으로 제공하지 못할 수 있다. 예를 들어, 최근 스마트폰의 등장과 함께 많은 관심을 받고 있는 증강현실 서비스의 경우, 서비스를 이용하는 사용자의 시야각은 한정되어 있으므로, 해당 시야각 외부의 데이터는 사용자의 관심에서 벗어난 데이터라고 볼 수 있으며, 결과적으로 해당 데이터에 대한 검색은 불필요하다.

[0006] 따라서 이러한 증강현실 서비스를 비롯하여, 사용자의 시야각이 존재하는 다양한 애플리케이션에서 사용자의 시야각 내에 위치하는 가장 가까운 데이터를 검색할 수 있는 새로운 질의가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 사용자의 시야각이 주어 졌을 때, 사용자가 원하는 시야각 내의 정보를 효과적으로 제공하는 것을 일 목적으로 한다.

[0008] 또한, 질의 처리에 필요한 노드만을 선택하는 방법을 제공함으로써, 질의 처리의 효율성을 높이는 것을 다른 목적으로 한다.

[0009] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시 예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 트리 구조로 저장된 데이터들 중에서 특정 질의점에 대한 최근접 데이

터를 검색하는 최근접 질의 처리 방법에 있어서, 상위 노드가 포함하는 하위 노드 중 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 가지며, 상기 최소 경계 사각형과 상기 질의점 사이의 최소 거리가 최적 거리보다 작은 하위 노드를 선택하는 하위 노드 선택 단계, 상기 선택된 하위 노드가 단말 노드가 아니면, 상기 선택된 하위 노드를 상기 상위 노드로 설정하여 상기 하위 노드 선택 단계를 반복적으로 수행하는 단계, 상기 선택된 하위 노드가 단말 노드이면, 상기 단말 노드에 포함된 데이터 중 상기 시야각 범위 내에 존재하며, 상기 데이터와 상기 질의점 사이의 거리가 가장 작은 데이터를 결과 데이터로 선택하고, 상기 결과 데이터와 상기 질의점 사이의 거리를 상기 최적 거리로 재설정하여, 상기 하위 노드 선택 단계를 반복적으로 수행하는 단말 노드 처리 단계, 상기 하위 노드 중 상기 최소 경계 사각형과 상기 질의점 사이의 최소 거리가 최적 거리보다 작은 하위 노드가 존재하지 않으면, 상기 결과 데이터를 상기 최근접 데이터로 설정하는 단계를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0011] 전술한 바와 같은 본 발명에 의하면, 사용자의 시야각이 주어졌을 때, 사용자가 원하는 시야각 내의 정보를 효과적으로 제공할 수 있다.
- [0012] 또한, 질의 처리에 필요한 노드만을 선택하는 방법을 제공함으로써, 질의 처리의 효율성을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 시야각을 이용한 최근접 질의의 예를 설명하기 위한 도면,
 도 2는 시야각 범위를 설명하기 위한 도면,
 도 3은 최소 경계 사각형이 시야각 범위와 중첩되는 경우를 설명하기 위한 도면,
 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법을 설명하기 위한 흐름도,
 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법을 보다 구체적으로 설명하는 흐름도,
 도 6은 R*-tree 색인 구조를 보여주는 예시도,
 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 장치의 구성도,
 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법을 구현하는 알고리즘,
 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 노드 당 엔트리 수와 k 값의 변화에 따른 노드 접근 횟수를 나타내는 그래프,
 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 데이터 개수와 k 값의 변화에 따른 노드 접근 횟수를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용된다.
- [0015] 먼저, 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명에서 사용되는 용어의 정의와 데이터 색인 구조에 대해 설명한다.
- [0016] 도 1은 시야각을 이용한 최근접 질의의 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0017] 도 1을 참조하면, 데이터들의 집합 $D=\{d_1, d_2, \dots, d_6\}$ 가 주어진 상황에서, 사용자의 위치 p 및 시야각 θ 가 주어졌을 때, $q=(p, \theta)$ 이다. 이때, 사용자의 위치 p 와 가장 가까운 데이터는 d_1 이나, d_1 은 시야각 외부에 존재하

므로 시야각 범위 내에서 사용자의 위치와 가장 가까운 d_2 가 사용자가 원하는 데이터가 될 것이다. 본 발명은 위와 같은 상황에서, 사용자의 시야각 범위 내에서 사용자에게 가장 근접한 데이터를 검색함으로써 사용자가 원하는 정보를 효과적으로 제공할 수 있다.

[0018] 도 2는 시야각 범위를 설명하기 위한 도면이다.

[0019] 도 2를 참조하면, 데이터의 집합 $D=\{d_1, d_2, \dots, d_{|D|}\}$ 에 대한 질의 $q=(p, \theta)$ 에서, $p=(x,y)$ 는 질의점을 나타내며, $\theta=(\theta_q^{\downarrow}, \theta_q^{\uparrow})$ 는 질의 시야각 범위를 나타낸다. $\theta_q^{\downarrow}$ 는 시야각 범위가 시작되는 각, $\theta_q^{\uparrow}$ 는 시야각 범위가 끝나는 각이다.

[0020] 도 2를 참조하여, 본 발명의 시야각을 이용한 최근접 질의의 정의를 수식을 통해 설명하면 다음과 같다.

[0021] 질의 시야각 범위 내에 존재하는 데이터의 집합을 $VFD(q)(\subseteq D)$ 라고 하면, $VFD(q)$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$\forall d \in VFD(q) : \theta_q^{\downarrow} \leq \angle_{p,d} \leq \theta_q^{\uparrow}$$

[0022]

[0023] 위 식에서 $\angle_{p,d}$ 는 질의점 p 를 시작점으로 하고, 데이터 d 의 위치를 끝점으로 하는 벡터 $\vec{d}-\vec{p}$ 와 x 축 사이의 각을 나타낸다. 즉, $\angle_{p,d}$ 는 다음과 같이 정의할 수 있다.

수학식 2

$$\angle_{p,d} = \arccos\left(\frac{(\vec{d}-\vec{p}) \cdot \vec{u}_x}{|\vec{d}-\vec{p}|}\right)$$

[0024]

[0025] 그리고, 본 발명에 의한 질의 q 의 결과 r 은 아래와 같은 조건을 만족한다.

수학식 3

$$r \in VFD(q), \forall d \in VFD(q) - \{r\} : dist(p,r) \leq dist(p,d)$$

[0026]

[0027] 위 수학식 3에서, $dist(a,b)$ 는 점 a 와 b 사이의 유클리드 거리를 의미하므로, 질의 q 의 결과 r 은 질의점의 시야각 범위 내의 데이터인 $VFD(q)$ 중에서, 질의점에 가장 가까운 데이터를 의미한다.

[0028] 도 3은 최소 경계 사각형이 시야각 범위와 중첩되는 경우를 설명하기 위한 도면이다.

[0029] 도 3을 참조하면, 먼저 n 차원의 공간 데이터에서 최소 경계 사각형이 꼭지점들의 집합 $M=\{m_1, m_2, \dots, m_{2n}\}$ 으로 이루어져 있을 때, 질의점 p 와 최소 경계 사각형 사이의 최소 각(min_angle)과 최대 각(max_angle)은 아래와 같이 정의할 수 있다.

수학적식 4

$$\begin{aligned} \min_angle &= \min(\angle_{p, m_i}), \text{ where } m_i \in M; \\ \max_angle &= \max(\angle_{p, m_i}), \text{ where } m_i \in M. \end{aligned}$$

[0030]

[0031]

이때, 최소 경계 사각형이 시야각 범위와 중첩되는 경우로써, 도면에 도시된 바와 같은 네 가지 경우를 생각할 수 있다.

[0032]

case 1 에 나타난 바와 같이, 최소 경계 사각형의 최소각이 시야각 범위가 시작되는 각보다 작고, 최소 경계 사각형의 최대각이 시야각 범위가 끝나는 각보다 작은 경우, 최소 경계 사각형의 왼쪽 위의 빗금친 영역이 중첩되는 영역임을 알 수 있다. 즉 빗금으로 도시된 영역에 존재하는 데이터만이 질의 처리에 이용되는 데이터이다.

[0033]

case 2는 최소 경계 사각형의 최소각이 시야각 범위가 시작되는 각보다 크고, 최소 경계 사각형의 최대각도 시야각 범위가 끝나는 각보다 큰 경우이다. 이 경우, 최소 경계 사각형에서 시야각 범위가 끝나는 각의 아래쪽 빗금친 영역만이 중첩된다.

[0034]

case 3은 시야각 범위가 최소 경계 사각형의 최대, 최소각으로 인해 형성되는 최소 경계 사각형의 각(angle) 범위 안쪽에 존재하는 경우이다. 이러한 경우에는 시야각 범위에 속하는 모든 데이터가 질의 처리에 이용될 수 있다.

[0035]

case 4는 시야각 범위가 최소 경계 사각형의 최대, 최소각으로 인해 형성되는 각 범위 바깥쪽에 존재하는 경우로, 최소 경계 사각형 전체가 시야각 범위에 포함된다. 따라서, 최소 경계 사각형 내부에 존재하는 모든 데이터는 질의 처리에 이용될 수 있다.

[0036]

본 발명은 R-tree 계열의 데이터 색인 구조를 이용하고 있다. R-tree는 다차원의 공간 데이터를 저장하는 색인이다. 이 구조는 공간을 최소 경계 사각형(MBR, Minimum Bounding Rectangle)들로 분할하여 저장한다. 이러한 최소 경계 사각형은 서로 겹칠 수 있으며, 상위 레벨의 최소 경계 사각형은 하위 레벨의 최소 경계 사각형을 포함하는 계층적인 트리 구조로 구성되어 있다. R-tree 계열의 각 노드는 해당 노드의 최소 경계 사각형과, 미리 정의된 범위 내의 자식 노드를 가리키는 포인터를 엔트리로 가진다. 다만, 본 발명의 명세서에서는 설명을 용이하게 하기 위하여, 엔트리를 갖고 있는 노드를 중심으로 발명 내용을 기재하기로 한다. 본 명세서에서, 노드와 상위노드, 엔트리와 하위노드는 혼용하여 사용된다. 또한 설명을 용이하게 하기 위해, 최소 경계 사각형과 질의 점 사이의 최소 거리를 MINDIST로 지칭한다.

[0037]

이하에서는, 도 4 내지 도 6을 참조하여, 본 발명의 일 실시 예에 따른 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법을 설명한다.

[0038]

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 먼저, 하위 노드 선택 단계에서는 상위 노드가 포함하는 하위 노드 중 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖고, MINDIST가 최적 거리보다 작은 하위 노드를 선택한다.(410, 415). 여기서 최적 거리는 노드 및 데이터 선택의 기준으로 사용되는 거리정보로써, 최초로 무한대로 설정될 수 있으며, 이후 단말 노드에 포함된 데이터와 질의점 사이의 거리에 의해 갱신된다.

[0039]

다음으로, 선택된 하위 노드가 단말 노드인지 여부를 판단한다(430).

[0040]

만약, 선택된 하위 노드가 단말 노드가 아니면, 선택된 하위 노드를 상위 노드로 설정(450)하여 하위 노드 선택 단계(410)를 반복적으로 수행한다. 즉, 단말 노드가 될 때까지 하위 노드가 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖는지 여부와, 하위 노드의 MINDIST가 최적 거리보다 작은지 여부를 계속해서 판단함으로써, 하위 노드로의 탐색을 진행할지 여부를 결정한다.

- [0041] 만약, 선택된 하위 노드가 단말 노드인지 판단(430)한 결과, 선택된 하위 노드가 단말 노드이면, 해당 노드에 포함된 데이터 중 시야각 범위 내에 존재하며, 데이터와 질의점 사이의 거리가 가장 작은 데이터를 결과데이터로 선택하고, 결과데이터와 질의점 사이의 거리를 최적 거리로 재설정한다(470).
- [0042] 단말 노드는 데이터 정보를 포함하고 있으므로, 단말 노드에 도달하면 해당 노드가 포함하고 있는 데이터 중 시야각 범위 내에 존재하면서도 질의점에 가장 근접한 데이터를 검색한다. 그리고 위 두 조건을 만족하는 결과데이터와 질의점 사이의 거리를 최적 거리로 재설정함으로써, 이후의 탐색에 갱신된 최적 거리가 이용될 수 있도록 한다. 그리고 재설정된 최적 거리를 이용하여, 하위 노드 선택 단계(410, 415)를 반복적으로 수행한다. 이때, 단말 노드까지 탐색된 이후이므로, 임의의 상위 노드에 대하여 하위 노드 선택 단계(410, 415)를 반복할 수 있다.
- [0043] 만일 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖는 하위 노드의 MINDIST가 최적 거리보다 큰 경우에는, 위 단계 470에서 선택된 결과데이터가 최근접 데이터가 되고, 해당 계층에서의 재귀적 수행은 종료된다.
- [0044] 이하에서는 도 5 및 도 6을 참조하여 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법에 관한 구체적인 예를 설명한다. 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법을 보다 구체적으로 설명하는 흐름도이며, 도 6은 R*-tree 색인 구조를 보여주는 예시도이다. 후술하는 질의 처리 방법의 실시 예에서, 도 6에 도시된 형태로 데이터가 저장되어있다고 가정한다.
- [0045] 도 5를 참조하면, 상위 노드가 포함하는 하위 노드가 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖는지 판단(510)하며, 판단 결과, 하위 노드가 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖지 않는 경우, 하위 노드를 삭제(520)한다. 이처럼 초기 단계에서 시야각 범위에 속하지 않는 노드를 삭제함으로써, 검색의 대상이 되는 노드의 개수를 줄일 수 있다.
- [0046] 판단 결과, 하위 노드가 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖는 경우에는, 위 하위 노드의 최소 경계 사각형과 질의점 사이의 거리에 따라 하위 노드를 정렬하여 리스트를 생성할 수 있다(530).
- [0047] 도 6을 참조하여 위 510 내지 530 단계를 설명하면, 먼저 질의 처리를 위해 최적 거리를 무한대로 설정하고, 루트 노드부터 검색을 시작한다. 그리고 루트 노드에 포함된 N1, N2의 최소 경계 사각형이 시야각 범위와 중첩되는지 여부를 판단(510)한다. 만약, N2의 최소 경계 사각형이 시야각 범위와 중첩되지 않는 경우, N2를 삭제한다(520). N2의 최소 경계 사각형은 N5, N6의 최소 경계 사각형을 포함하므로, N2의 최소 경계 사각형이 시야각 범위와 중첩되지 않는다면(도 3의 어떤 경우에도 해당 되지 않는다면) 하위 노드에 대해서는 탐색할 필요가 없기 때문이다. 다음으로, 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖는 하위 노드를 최소 경계 사각형과 질의점 사이의 거리에 따라 정렬하여 리스트를 생성(530)한다. 만일 N1, N2의 최소 경계 사각형이 모두 시야각 범위와 중첩되고, N1의 MINDIST가 N2의 MINDIST 보다 작은 경우, N1, N2의 순서로 리스트를 생성(530)할 수 있다. 본 발명은 최근접 질의 처리 방법에 관한 것이므로, 리스트는 오름차순으로 정렬되는 것이 바람직할 것이나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0048] 다음으로, 리스트에 포함된 하위 노드의 MINDIST가 최적 거리보다 작은지 여부를 판단(550)한다. 전술한 예시에서, 최적 거리의 초기값을 무한대로 설정했으므로, 바로 다음 단계로 진행한다. 즉, 리스트에 포함된 하위 노드가 단말 노드인지 판단(570)한다. 만일, 리스트에 포함된 하위 노드가 단말 노드가 아니면, 해당 하위 노드를 상위 노드로 설정(575)한 후에, 처음 단계(510)를 다시 수행한다.
- [0049] 만일, 리스트에 포함된 하위 노드가 단말 노드라면, 단말 노드에 포함된 데이터 중 시야각 범위 내에 존재하며, 데이터와 질의점 사이의 거리가 가장 작은 데이터를 결과 데이터로 선택하고, 결과 데이터와 질의점 사이의 거리를 최적 거리로 재설정하는 단말 노드 처리 단계를 수행한다.
- [0050] 보다 구체적으로 위 단말 노드 처리 단계는 다음과 같이 수행될 수 있다. 데이터가 시야각 범위 내에 존재하고, 데이터와 질의점 사이의 거리가 최적 거리보다 작으면, 데이터와 질의점 사이의 거리를 최적 거리로 재설정하는 데이터 처리 단계를 수행(580)한다. 이때, 데이터 처리 단계는 단말 노드에 포함된 모든 데이터에 대해 수행된다(590). 즉, 단말 노드에 포함된 데이터 중 데이터와 질의점 사이의 거리가 가장 작은 데이터는, 단말 노드에 포함된 모든 데이터에 대해 데이터 처리 단계를 수행하여 최종적으로 결과데이터로 선택된 데이터일 수 있다.
- [0051] 예를 들어 위 550 내지 590의 과정을 설명하면, 루트 노드의 하위 노드인 N1의 MINDIST는 무한대로 설정된 최적 거리보다 작으므로, N1이 단말 노드인지 여부를 판단(570)한다. 그러나, N1은 비단말 노드이므로, N1을 상위 노

드로 설정하여, 처음 단계(510)를 수행한다. 즉, N1이 포함하는 하위 노드 N3, N4 가 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖는지 여부를 판단(510)한다.

[0052] 만약 위 판단 결과 N4가 삭제(520)되고, N3가 리스트에 포함(530)된다면 최적 거리는 아직 갱신된 바 없으므로, 단계 550을 통과하여, N3가 단말 노드인지 여부를 판단하게 될 것이다(570). 여기서 N3는 최하위 계층의 단말 노드이므로, N3에 포함된 모든 데이터에 대해 데이터 처리 단계를 수행한다. 즉, d1이 시야각 범위 내에 존재한다고 가정하면, d1과 질의점 사이의 거리는 최적 거리의 초기값인 무한대보다는 작을 것이므로, d1과 질의점 사이의 거리가 최적 거리로 갱신된다. 또한 d1은 결과데이터로 선택(580)된다. 데이터 처리 단계는 단말 노드에 포함된 모든 데이터에 대해 수행(590)되므로, d2가 시야각 범위 내에 존재하는지, d2와 질의점 사이의 거리가 재설정된 최적 거리인 d1보다 작은지 여부를 판단한다. 만약 d2와 질의점 사이의 거리가 d1보다 작다면, d2와 질의점 사이의 거리를 최적 거리로 재설정한다. 그리고, d2가 다시 결과데이터로 선택된다.

[0053] 위 550 내지 590의 단계는, 리스트에 포함된 하위 노드 전체에 대해서 수행될 수 있다. 즉, 최적 거리를 재설정 한 후에 리스트에 포함된 다른 하위 노드의 MINDIST에 대해서, 다른 하위 노드의 MINDIST가 재설정된 최적 거리보다 작은지 여부를 판단한다(550). 전술한 바와 같이, 리스트에는 하위 노드가 MINDIST를 기준으로 오름차순으로 정렬되어 있을 수 있다. 이 경우, 더 근접한 데이터를 포함할 가능성이 큰 노드부터 순차적으로 검색함으로써, 탐색하는 시간을 줄일 수 있다.

[0054] 예를 들어, 리스트에 N1, N2가 포함된 경우, N1에 포함된 데이터 중에서 d2가 결과데이터로 선택되었다면, N2의 MINDIST와 재설정된 최적 거리 즉, d2와 질의점 사이의 거리를 비교한다(550). N2의 MINDIST가 d2와 질의점 사이의 거리보다 크다면, N2는 탐색에서 제외되고, 결과 데이터인 d2가 최근접데이터가 될 것이다(560). 리스트를 오름차순으로 정렬한 경우, 어떤 하위 노드의 MINDIST가 최적 거리보다 크다면 리스트의 차순위 하위 노드에 대해서는 마찬가지로 탐색할 필요가 없어질 것이다. 따라서 탐색 시간이 크게 줄어들 수 있다.

[0055] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 장치의 구성도이다.

[0056] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 장치는 하위 노드 선택부(710), 노드 판단부(730), 단말 노드 처리부(750)를 포함한다. 이때, 하위 노드 선택부(710)는 필터링부(713), 리스트 생성부(715), 최소 거리 판단부(717)를 포함할 수 있다.

[0057] 하위 노드 선택부(710)는 상위 노드가 포함하는 하위 노드 중 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 가지며, 최소 경계 사각형과 질의점 사이의 최소 거리가 최적 거리보다 작은 하위 노드를 선택한다.

[0058] 이때, 하위 노드 선택부(710)에 포함된 필터링부(713)는 상위 노드에 포함된 하위 노드가 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖는지 여부를 판단하여, 하위 노드가 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖지 않는 경우, 해당 노드를 삭제한다. 즉, 불필요한 노드를 검색에서 제외하는 역할을 한다.

[0059] 리스트 생성부(715)는 필터링부(713)에서 삭제되지 않은 하위 노드들, 즉 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖는 하위노드를, 하위 노드의 최소 경계 사각형과 질의점 사이의 거리(MINDIST)에 따라 정렬하여 리스트를 생성한다. 이때, 하위 노드의 MINDIST에 따라 오름차순으로 정렬하는 것이 바람직 하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0060] 최소 거리 판단부(717)는 리스트에 포함된 하위 노드의 MINDIST가 최적 거리보다 작은지 여부를 판단한다. 최적 거리의 초기값은 무한대일 수 있으며, 사용자가 미리 설정한 값일 수 있다.

[0061] 노드 판단부(730)는 선택된 하위 노드, 즉, 시야각 범위와 중첩되는 최소 경계 사각형을 갖고, MINDIST가 최적 거리보다 작다고 판단된 하위노드가 단말 노드인지 여부를 판단한다.

[0062] 여기서, 하위 노드가 단말 노드가 아닌 경우에는, 해당 노드는 상위 노드로 설정되어 하위노드 선택부(710), 보다 구체적으로는 필터링부(713)에 다시 입력된다. 만일, 하위 노드가 단말 노드인 경우에는, 해당 노드는 단말 노드 처리부(750)로 입력된다.

[0063] 단말 노드 처리부(750)는 단말 노드에 포함된 데이터 중 시야각 범위 내에 존재하며, 데이터와 질의점 사이의 거리가 가장 작은 데이터를 결과 데이터로 선택하고, 결과 데이터와 질의점 사이의 거리를 최적 거리로 재설정한다. 보다 구체적으로, 단말 노드 처리부(750)는 데이터가 시야각 범위 내에 존재하고, 데이터와 질의점 사이의 거리가 최적 거리보다 작으면, 데이터를 결과데이터로 선택하고, 데이터와 질의점 사이의 거리를 최적 거리

로 재설정하는 과정을 단말 노드에 포함된 모든 데이터에 대해 수행한다. 따라서, 단말 노드의 결과데이터로 선택된 데이터는 단말 노드에 포함된 데이터 중 데이터와 질의점 사이의 거리가 가장 작은 데이터가 된다.

[0064] 단말 노드 처리부(750)에서 출력된 재설정된 최적 거리를 이용하여, 하위 노드 선택부(710), 보다 구체적으로는 최소 거리 판단부(717)가 다시 동작한다. 최소 거리 판단부(717)는 리스트에 포함된 하위 노드 중에서, 노드 판단부(730)를 거치지 않은 다른 하위 노드들의 MINDIST가 재설정된 최적 거리보다 작은지 여부를 판단 한다. 하위 노드의 MINDIST가 재설정된 최적 거리보다 작다면, 다시 노드 판단부(730)를 거쳐, 필터링부(710)를 통과하거나 단말 노드 처리부(750)를 통과한다. 그러나, 다시 동작된 최소 거리 판단부(717)에서 순차적으로 판단 대상이 되는 하위 노드의 MINDIST가 재설정된 최적 거리보다 큰 경우에는, 결과데이터는 곧 본 발명에서 얻고자 했던 최근접 데이터로 설정된다. 즉, 최종적인 질의의 결과값이 얻어지게 된다. 이렇게 얻어진 최근접 데이터는 전술한 바와 같이 시야각 범위 내에 포함되는 데이터 중에서, 질의점에 가장 근접한 데이터이다.

[0065] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 알고리즘이다.

[0066] 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 시야각을 이용한 최근접 질의 처리는 Node N과 질의 $q=(p, \theta)$ 가 주어졌을 때, 질의의 결과값을 출력하는 형태로 이루어진다. 알고리즘 VFNNSearch(Node, Query)은 세 부분으로 구분할 수 있다.

[0067] 먼저, 노드가 단말 노드이면(Line1), 노드 안의 각각의 데이터에 대해서(Line2) 아래와 같은 단계를 수행한다. 데이터와 질의점 사이의 거리($\text{dist}(q, p, d)$)가 최적 크기(best_dist)보다 작고, 데이터가 시야각 범위 내에 존재하면(Line3), 데이터와 질의점 사이의 거리를 최적 거리(best_dist)로 재설정하고(Line 4), 위 두 조건을 만족하는 데이터를 질의의 결과값(VFNNResult)으로 저장한다.

[0068] 만약, 노드가 단말 노드가 아니면, 노드의 모든 엔트리(하위 노드) 각각에 대해 아래와 같은 단계를 수행한다(Line 11). 엔트리의 최소 경계 사각형이 시야각과 중첩되지 않는다면(Line 12) 해당 엔트리를 삭제한다(Line 13). 이러한 단계를 통해, 시야각과 중첩되지 않는 불필요한 노드를 검색에서 제외한다.

[0069] 다음으로, 리스트에 저장된 엔트리를 MINDIST에 따라 정렬하며(Line 16), 리스트의 엔트리에 대해 반복적으로 다음 단계를 수행한다. 최적 거리 보다 엔트리의 MINDIST가 크거나 같아질 때까지 각각의 엔트리에 대하여 본 질의 알고리즘을 재귀적으로 실행한다(Line19-21).

[0070] 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 노드 당 엔트리 수와 k 값의 변화에 따른 노드 접근 횟수를 나타내는 그래프이다.

[0071] 도 9는 시야각을 이용한 최근접 질의 처리 방법을 이용하여, 시야각 내에서 질의점에 가장 가까운 k개의 데이터를 검색한 실험 결과이다. 도 9는 질의 점을 전체 데이터 좌표의 중점으로 설정하고, 시야각의 최소 각은 0° , 최대 각은 80° 로 설정한 경우의 결과 그래프이다. 성능 평가에 사용된 파라미터는 아래와 같다.

표 1

파라미터	설정 값
노드 당 최대 엔트리	6, 12, 25 (개)
데이터 개수	200, 400, 600 (개)
2-차원 위치 좌표 크기	400
데이터 사각형 최대 길이	60
k	1, 30, 50

[0073] 그래프에서 데이터의 개수는 400개로 동일하다. 도 9를 참조하면, 노드당 최대 엔트리 수가 25일 경우 k 값에 따른 노드 접근 횟수의 변화가 없는 것으로 나타난다. 이는 k의 개수보다 시야각 내의 데이터 개수가 작아져서 나타나는 현상이다. 이러한 현상이 발생함에 따라 k 값이 변화해도, 노드 접근 횟수는 같다.

[0074] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 데이터 개수와 k 값의 변화에 따른 노드 접근 횟수를 나타내는 그래프이

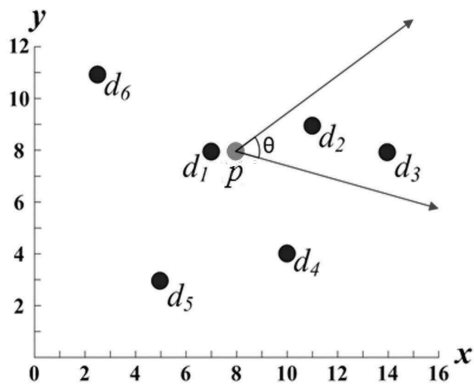
다.

[0075] 도 10은 노드 당 최대 엔트리 수를 6개로 동일하게 설정한 경우이다. 도 10을 참조하면, k 값이 커질수록, 데이터의 개수가 많을수록 노드 접근 횟수가 증가하는 것을 관찰할 수 있다.

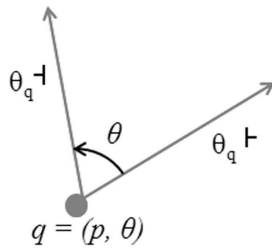
[0076] 전술한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시 예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

도면

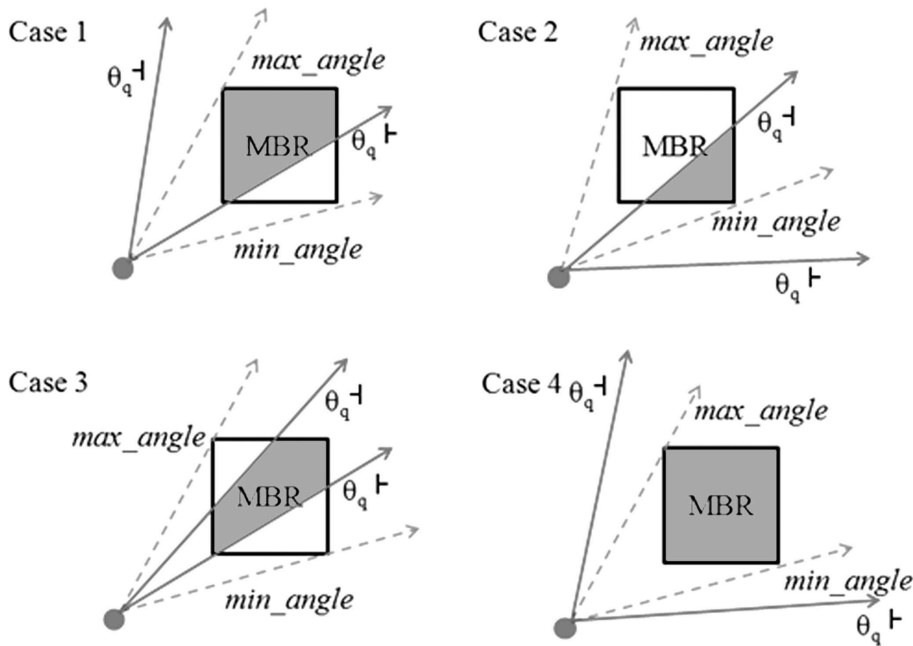
도면1



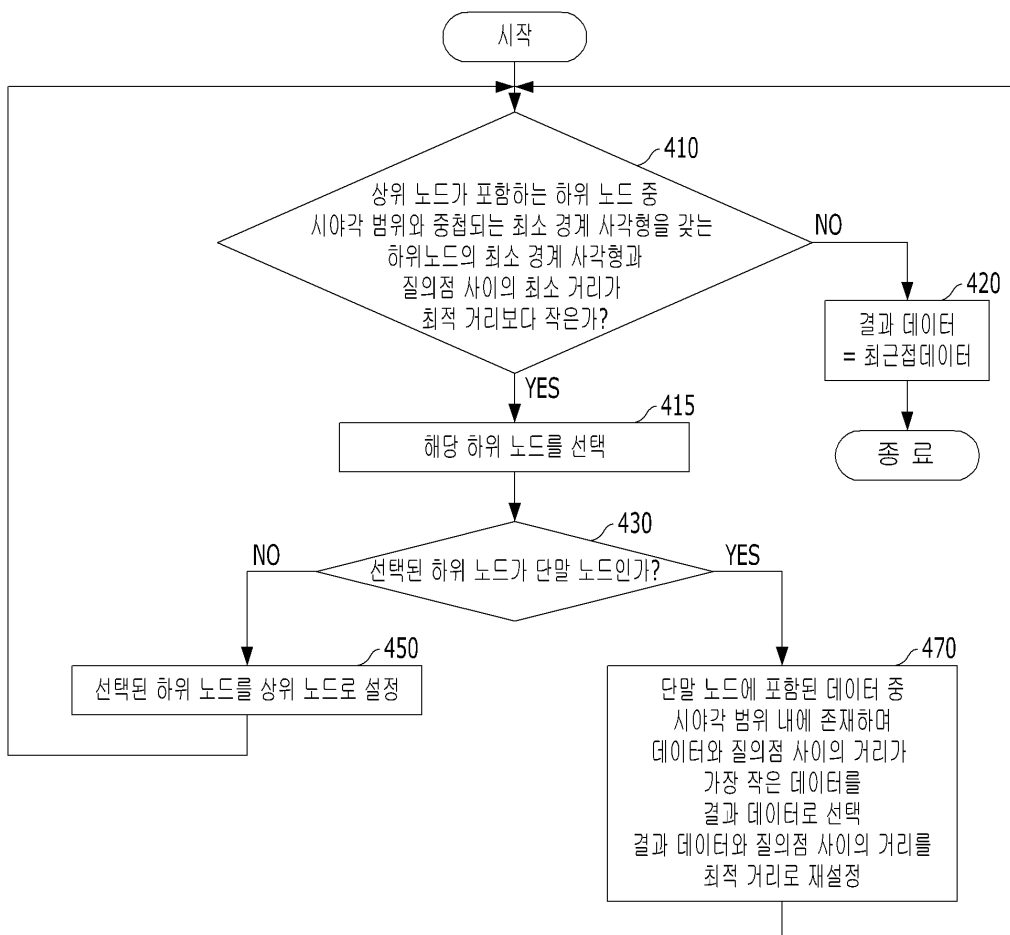
도면2



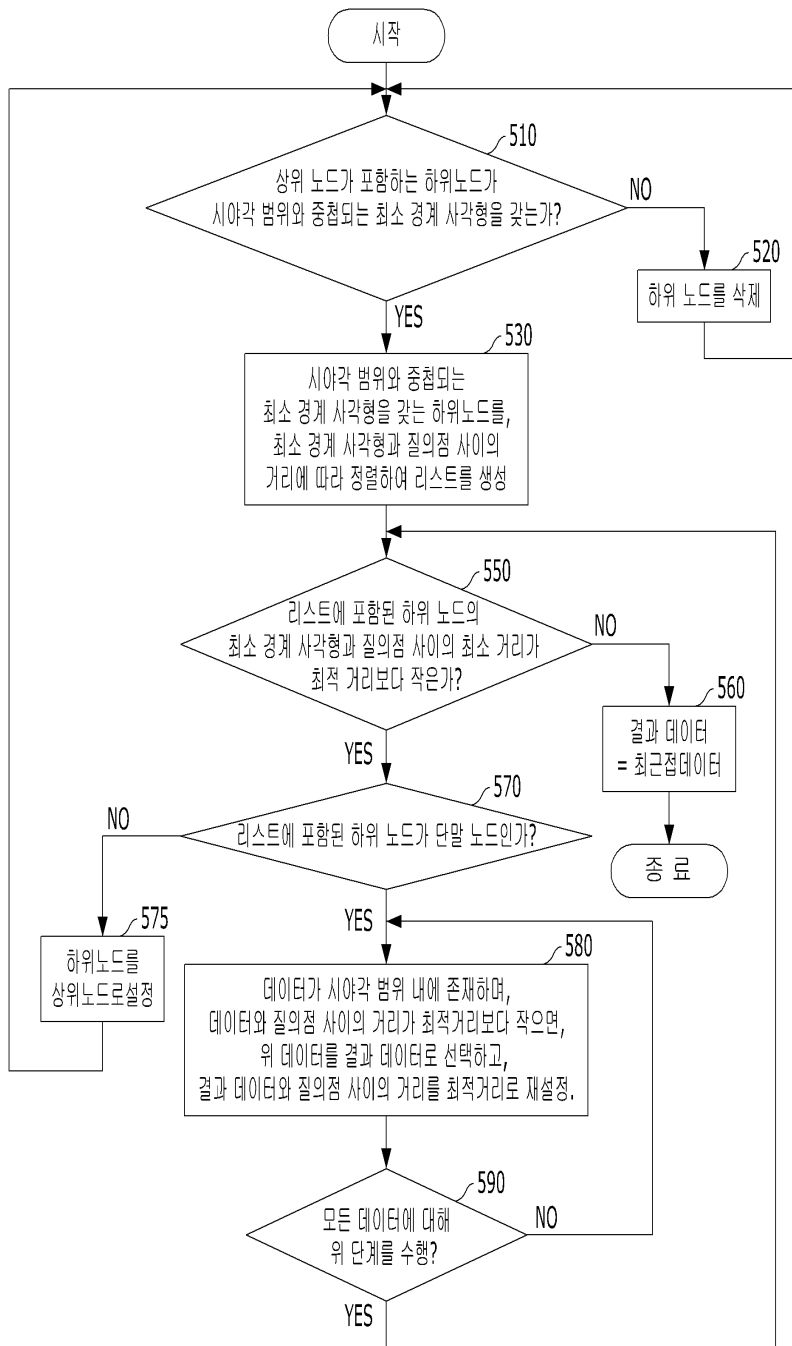
도면3



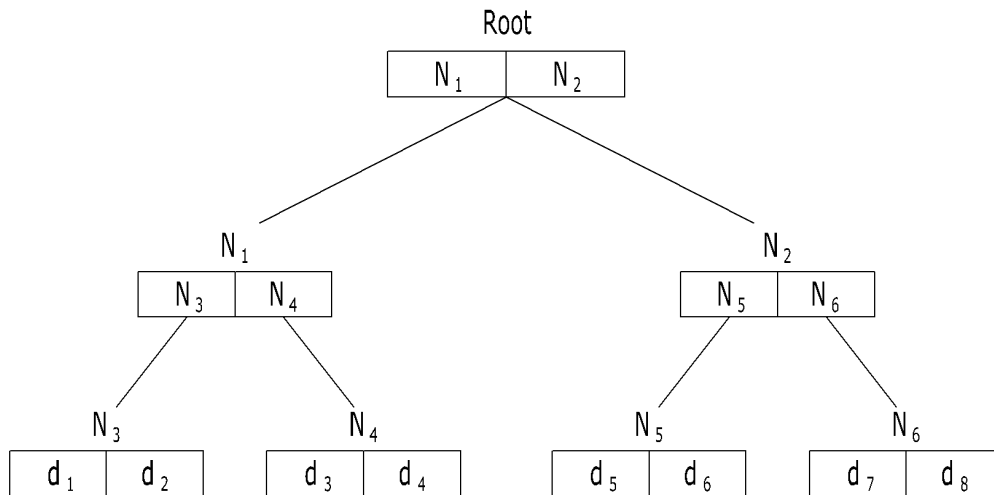
도면4



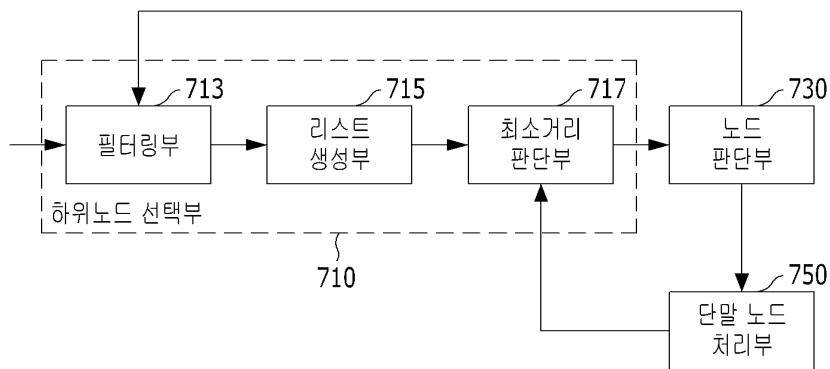
도면5



도면6



도면7



도면8

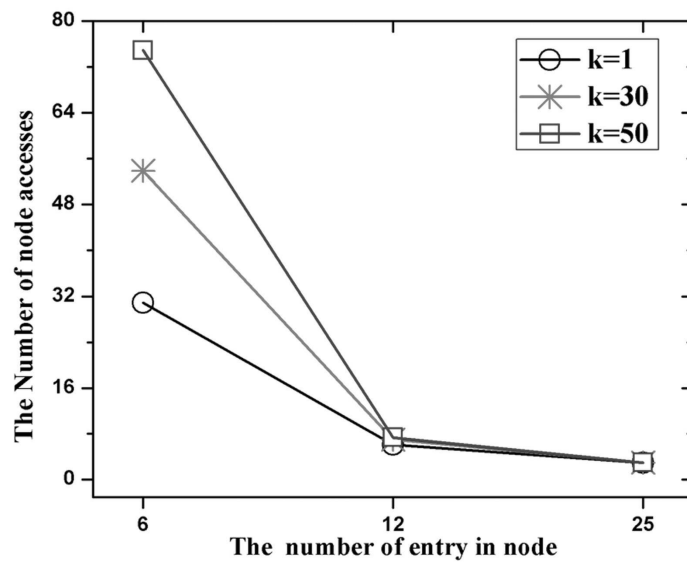
시야각을 이용한 최근접 질의 처리 알고리즘 VFNNSearch(Node, Query)

```

input  Node N , Query q
ouput  VFNNResult
1.  if type of N == LEAF
2.    for each data  $d$  in N
3.      if  $\text{dist}(q.p, d) < \text{best\_dist}$ 
4.        AND  $q.\theta_q^- < \angle_{p,d} < q.\theta_q^+$ 
5.         $\text{best\_dist} = \text{dist}(q.p, d)$ 
6.        VFNNResult= $d$ 
7.      end if
8.    endfor
9.  end if
10. else
11.   for each entry E in N
12.     if  $\text{isOverlap}(E.\text{MBR}, q.\theta) == \text{FALSE}$ 
13.       E is deleted
14.     end if
15.   endfor
16.   Sort entries E in N according to
    MINDIST in list
17.   repeat
18.     Get next entry E from list
19.     if  $\text{MINDIST}(E, q) < \text{best\_dist}$ 
20.       VFNNSearch(E, q)
21.     until  $\text{MINDIST}(E, q) \geq \text{best\_dist}$ 
    OR end of list
22.   endif
23. end

```

도면9



도면10

