



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0000636
(43) 공개일자 2009년01월08일

(51) Int. Cl.

G06Q 50/00 (2008.03)

(21) 출원번호 10-2007-0024144

(22) 출원일자 2007년03월12일

심사청구일자 2007년03월12일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

김종완

서울 성북구 장위1동 232-70 (2층)

강상원

서울 성북구 안암동5가 고려대학교 자연계캠퍼스
아산이학관226호

임석진

서울 성북구 안암동5가 고려대학교 자연계캠퍼스
아산이학관226호

(74) 대리인

현중철

전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 시스템 및 그방법

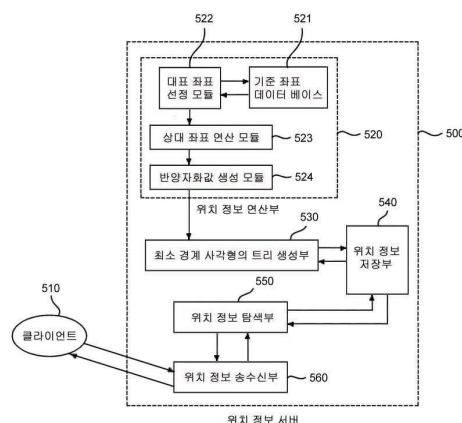
(57) 요약

반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 시스템 및 그 방법이 개시된다.

본 발명에 따른 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 시스템은 위치 정보를 질의 요청하는 외부 클라이언트 및 상기 질의 요청에 따라 위치기반 정보서비스를 제공하는 위치 정보 서버를 포함하는 위치기반 정보서비스 제공 시스템에 있어서, 상기 위치 정보 서버는, 2차원의 공간 영역에 대한 위치 정보를 반양자화를 이용하여 상기 위치 정보를 연산하는 위치 정보 연산부, 상기 위치 정보 연산부에서 연산된 위치 정보에 따라 최소경계사각형의 트리를 생성하는 최소경계사각형의 트리 생성부, 상기 최소경계사각형의 트리에 따른 위치 정보를 저장하는 위치 정보 저장부를 포함하고, 상기 위치 정보 연산부는, 상기 2차원의 공간영역의 기준좌표를 저장하는 기준좌표 데이터베이스, 상기 2차원의 공간영역에 대한 위치 정보 중 탐색하고자 하는 탐색영역에 포함되는 최소경계사각형의 한 쌍의 대표좌표를 선정하는 대표좌표 선정 모듈, 상기 선정된 대표좌표 중 하나의 대표좌표로부터 상기 기준좌표 데이터 베이스에 저장된 기준좌표를 이용하여 상대좌표를 연산하는 상대좌표 연산 모듈, 상기 선정된 대표좌표 중 다른 하나의 대표좌표를 반양자화를 이용하여 반양자화값을 생성하는 반양자화값 생성 모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 의하면, 반양자화 기법을 이용하여 공간 데이터 값의 크기를 줄임으로써, 최소경계사각형이 확장될 경우에 발생하는 겹침을 최소화하고, 공간 데이터 값을 압축함으로써 각 노드에 저장되는 엔트리가 증가하여 전체적인 노드 접근횟수 및 탐색시간을 감소시킬 수 있으므로, 위치정보에 대한 질의에 따른 대기 시간을 줄이고 더욱 빠른 질의결과를 보장할 수 있으며, 노드의 이용률을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

위치 정보를 질의 요청하는 외부 클라이언트 및 상기 질의 요청에 따라 위치기반 정보서비스를 제공하는 위치 정보 서버를 포함하는 위치기반 정보서비스 제공 시스템에 있어서,

상기 위치 정보 서버는,

2차원의 공간 영역에 대한 위치 정보를 반양자화를 이용하여 상기 위치 정보를 연산하는 위치 정보 연산부;

상기 위치 정보 연산부에서 연산된 위치 정보에 따라 최소경계사각형의 트리를 생성하는 최소경계사각형의 트리 생성부;

상기 최소경계사각형의 트리에 따른 위치 정보를 저장하는 위치 정보 저장부를 포함하고,

상기 위치 정보 연산부는,

상기 2차원의 공간영역의 기준좌표를 저장하는 기준좌표 데이터베이스;

상기 2차원의 공간영역에 대한 위치 정보 중 탐색하고자 하는 탐색영역에 포함되는 최소경계사각형의 한 쌍의 대표좌표를 선정하는 대표좌표 선정 모듈;

상기 선정된 대표좌표 중 하나의 대표좌표로부터 상기 기준좌표 데이터 베이스에 저장된 기준좌표를 이용하여 상대좌표를 연산하는 상대좌표 연산 모듈;

상기 선정된 대표좌표 중 다른 하나의 대표좌표를 반양자화를 이용하여 반양자화값을 생성하는 반양자화값 생성 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 위치 정보 서버는,

상기 클라이언트의 위치 정보의 질의 요청을 수신하고, 상기 질의 요청에 따라 위치 정보를 제공하는 위치 정보 송수신부; 및

상기 위치 정보 송수신부에서 전송받은 상기 외부 클라이언트의 질의 요청에 따라 위치 정보를 탐색하는 위치 정보 탐색부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 하나의 대표좌표는,

상기 탐색영역의 기준좌표에 가장 인접한 상기 최소경계사각형의 왼쪽 모서리 좌표인 것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 다른 하나의 대표좌표는,

상기 상대좌표와 가장 이격된 최소경계사각형의 오른쪽 위 모서리 좌표인 것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 최소경계사각형의 트리 생성부는,

상기 탐색영역에 새로운 객체에 대한 위치정보를 삽입하고자 하는 경우, 상기 최소경계사각형 트리를 구성하는 노드에 저장되는 공간 인덱스인 엔트리를 저장할 공간이 부족하면 상기 노드를 분할하는 트리 분할부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 시스템.

청구항 6

2차원의 공간영역에 대한 위치정보 중 탐색하고자 하는 탐색영역에 포함되는 최소경계사각형의 한 쌍의 대표좌표를 선정하고, 상기 탐색영역의 기준좌표를 이용하여 상기 선정된 한 쌍의 대표좌표 중 하나의 대표좌표로부터 상대좌표를 연산하는 단계;

상기 선정된 대표좌표 중 다른 하나의 좌표를 반양자화를 이용하여 반양자화 값을 생성하는 단계;

상기 연산된 상대좌표 및 상기 생성된 반양자화 값을 포함하는 공간 인덱스를 상기 최소경계사각형의 트리를 구성하는 노드에 저장하는 단계; 및

위치 정보를 필요로 하는 외부 클라이언트로부터 위치정보에 대한 질의 요청이 있는 경우, 상기 저장된 공간 인덱스로부터 상기 질의 요청에 따른 위치정보를 상기 사용자에게 제공하는 단계를 포함하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 하나의 대표좌표는,

상기 탐색영역의 기준좌표와 가장 인접한 좌표인 것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

탐색하고자 하는 탐색영역을 M이라고 할 때, M에 포함된 최소경계사각형의 한 쌍의 대표좌표는 α , β 로 나타내며, 상기 최소경계사각형의 대표좌표 중 왼쪽 아래 모서리인 대표좌표를 α 라하고, 오른쪽 위 모서리인 대표좌표를 β 라 하며, 상기 탐색 영역의 기준좌표 중 왼쪽 아래 모서리인 기준좌표를 $(M.lx, M.ly)$ 라 하고, 상기

탐색 영역의 기준좌표 중 오른쪽 위 모서리인 기준좌표를 $(M.rx, M.ry)$ 라 할 경우, 상기 기준좌표 중 $(M.lx, M.ly)$ 에 대한 상기 대표좌표 α 의 상대좌표 R은 $R_M(\alpha) = (|M.lx - \alpha.x|, |M.ly - \alpha.y|)$ 로 연산되는 것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 다른 하나의 좌표는,

상기 상대좌표와 가장 이격된 좌표인 것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 탐색영역의 기준좌표를 Ms라 하고, 상기 기준좌표와 가장 이격된 상기 탐색영역의 좌표를 Me라 하고, 상기 반양자화 레벨을 q라고 하고, 상기 상대좌표와 가장 이격된 상기 다른 하나의 좌표를 β 라 하고, 반양자화값을

$$Q_e(\beta) = \begin{cases} 1 & (\beta = M_s) \\ \left\lceil \frac{((\beta - M_s) / (M_e - M_s)) \times q}{1} \right\rceil & \text{otherwise} \end{cases}$$

Qe라 할 경우, 상기 β 의 반양자화값은 $Q_e(\beta)$ 의 식으로 연산되는

것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 방법.

청구항 11

제 6 항에 있어서,

상기 노드는 종단 노드인지의 여부를 저장하는 플래그 및 상기 노드에 저장되는 공간 인덱스를 포함하는 엔트리를 저장하는 것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 방법.

청구항 12

제 6 항에 있어서,

상기 탐색영역에 새로운 객체에 대한 위치정보를 삽입하고자 하는 경우, 상기 노드에 저장되는 엔트리의 영역정보가 상기 탐색영역보다 작은지의 여부를 판단하는 단계; 및

상기 엔트리가 상기 탐색영역보다 작은 경우, 상기 노드가 속한 루트 노드로부터 말단 노드까지 상기 객체를 포함할 수 있는 노드를 탐색하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 루트 노드로부터 상기 말단 노드까지 모든 노드에 엔트리가 최대로 저장된 경우, 상기 루트 노드로부터 상기 말단 노드 중 적어도 하나의 노드를 분할하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <17> 본 발명은 위치기반 정보서비스 제공 시스템 및 그 방법으로서, 더욱 상세하게는 반양자화(Semi-quantization)를 이용하여 서버에 저장되는 2차원 공간의 위치정보값을 압축하여 저장하고, 이 저장된 위치정보를 클라이언트에게 제공하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.
- <18> 위치(Location)란 지리적 객체를 표현하는 중요한 요소 중의 하나이며, 모바일 장치의 발전으로 인해 위치 기반 서비스(Location Based Service:LBS)의 중요성이 더욱 증가하였다. 사용자는 서비스 영역에서 호텔, 병원등의 위치정보나 서비스를 제공받기 위해 지리적 정보를 탐색한다. 위치 기반 서비스를 제공하는 시스템에서 사용자의 질의는 서버로 전달되며, 서버는 공간 데이터베이스에서 질의에 맞는 대상을 탐색하여 이동 말단에 전송함으로써 질의에 응답한다.
- <19> 공간 데이터베이스 시스템(Spatial database system)은 공간 데이터를 관리하기 위해 많은 메모리와 처리 시간을 필요로 하며, 공간 질의(Spatial query)를 효율적으로 처리하기 위해서는 적합한 공간 인덱스와 질의 처리 기술이 있어야 한다. 시스템에서는 데이터에 대한 인덱스를 구축하여 조회, 삽입, 삭제 등의 작업을 처리하는데 이러한 작업들은 디스크 기반 시스템에서는 디스크 블록(Disk Block)이 인덱스의 성능을 결정한다. 즉, 운영체제에 따라 디스크의 할당단위가 고정되어 있는 상태에서는 인덱스의 값이 클수록 읽어야 하는 블록이 많아지며 처리속도가 저하된다. 반면에 인덱스의 값이 작으면 한 블록에 많은 인덱스 값이 저장되므로 적은 블록을 읽어도 된다.
- <20> 공간 인덱스, 특히 2차원 데이터를 관리하는 사각형 트리(Rectangular-tree:R-tree)의 경우, 인덱스에서 최소경계사각형(Minimum Bounding Rectangle:MBR)에 대한 인덱스 값이 전체 인덱스 크기의 80%를 차지하므로, 키를 압축하면 한 노드에 저장되는 엔트리 수가 증가한다. 노드의 엔트리가 증가하면, 인덱스의 높이가 낮아지며 디스크 입출력 또한 감소한다. 이 방법은 차원이 증가할 수록 더 많은 공간이 절약되어 탐색 능력에도 영향을 미친다. 여기서, 엔트리(Entry)란 인덱스의 한 노드(Node)에 저장되는 인덱스 값의 저장단위이다. 한 노드에는 여

러 개의 엔트리가 저장되며, 각 엔트리에는 인덱스 값이 저장된다. 따라서 인덱스는 여러 개의 노드로 구성된다.

- <21> R-tree를 이용한 2차원 데이터 관리의 기본 개념은 공간 인덱스의 MBR을 압축하는 것이다. MBR 압축 방법 중에서 좌표의 저장 크기가 가장 작은 것은 MBR의 양자화 표현법(Quantized representation of MBR:QMBR)이다. 그러나, QMBR은 원본 MBR이 양자화 단위까지 확장되어야 하기 때문에 MBR들이 겹치게 된다. 이는 R-tree에서 객체를 탐색할 경우 MBR의 중첩으로 인해 형제 노드를 탐색하려면 부모 노드를 다시 접근해야 하는 역추적이 발생하게 되어 성능이 저하된다. 이와 같은 성능 추적의 저하는 사용자가 요구한 서비스정보를 신속하게 전달할 수 없는 요인이 된다.
- <22> 도 1은 공간 객체의 최소경계사각형을 도시한 것이다.
- <23> 도 1을 참조하면, 2차원 데이터의 경우, 왼쪽 아래 좌표와 오른쪽 위 좌표로 구성된 MBR로 표현한다. 공간 인덱스는 지리적 객체의 위치를 색인화(Indexing)하며, 지금까지 공간 데이터를 관리하기 위해 많은 인덱스가 연구되고 있다. 공간 객체의 키는 인덱스의 대부분을 차지하고 있기 때문에 압축하면 각 노드의 엔트리 크기를 줄임으로써 더 많은 엔트리가 저장된다.
- <24> 공간 인덱스에서 인덱스의 크기를 줄이기 위한 방법에는 상대적 좌표를 이용한 최소경계사각형의 상대적 표현 방법(Relative representation of MBR:RMBR), 최소경계사각형의 하이브리드 표현 방법(Hybrid representation of MBR:HMBR)과 탐색 영역에 대한 양자화에 기반을 둔 최소경계사각형의 양자화적 표현 방법(Quantized representation of MBR:QMBR) 및 가상경계사각형(Virtual Bounding Rectangle:VBR)이 있다. 이 방법들의 공통적인 특징은 최소경계사각형의 인덱스의 값을 줄이는 것이며, RMBR 및 HMBR은 탐색영역의 시작 좌표로부터 해당 MBR의 변위(offset)를 계산하는데 특징이 있으며, QMBR 및 VBR은 탐색영역을 일정한 값에 따라 격자(Grid)모양으로 분할하는 양자화를 이용한다.
- <25> 상세하게는 RMBR에서 각 점(point)은 탐색 영역을 기준으로 상대거리를 계산하여 인덱스의 값을 압축한다. 즉, MBR의 각 좌표는 같은 축에 해당하는 탐색 영역의 시작점으로부터 상대거리로 표현된다. 일반적으로 두 점을 갖는 MBR의 각 좌표 4 개는 절대 좌표로 나타나며, 각각 4바이트(byte)의 정수형으로 저장되므로 한 MBR은 도 1과 같이 $4 \times 4 = 16$ 바이트를 차지한다. 좌표를 전체 공간에 대한 상대거리로 계산하면 한 좌표의 저장공간은 2바이트로 감소하여 전체적으로 8바이트의 공간이 절약된다.
- <26> 도 2는 상대적 좌표로 표현된 최소경계사각형(RMBR)을 도시한 것이다. 도 2를 참조하면, 사각형(200)의 끝 좌표는 도 1의 사각형(100)의 끝 좌표인 (59000, 74000)에서 도 2의 사각형(200)의 끝 좌표인 (3000, 2000)으로 감소한다. 즉, 노드의 공간 이용률이 더욱 향상된다. 각 저장 바이트에 대해 상술하면 프로그래밍 언어에서 정수형 자료형은 4바이트이며 값은 -2,147,483,648 ~ 2,147,483,647이므로 59,000을 저장하기 위해서는 4바이트가 필요하다. 그러나, 2바이트인 작은 정수형은 -32,768 ~ 32,767의 범위를 가지므로 3000은 2바이트에 저장하기 충분하다. 따라서, RMBR은 8바이트만으로도 MBR의 좌표를 충분히 저장할 수 있다. 그러나, RMBR은 두 점이 탐색 영역의 끝에 가깝다면 상대좌표가 커지게 되어 한 좌표가 4바이트에 저장되는 단점이 있다. 만약, 어떤 MBR이 끝점 가까이에 위치하고 모든 상대좌표가 4바이트에 저장된다면 RMBR의 키 크기는 원본 MBR과 동일하게 되어 MBR압축 효과를 가지지 못한다.
- <27> 최소경계사각형의 좌표 크기는 최소경계사각형의 하이브리드 표현 방법(Hybrid representation of MBR:HMBR)에서 더욱 작아진다.
- <28> 도 3은 하이브리드 좌표로 표현된 최소경계사각형을 도시한 것이다.
- <29> 도 3을 참조하면, HMBR에서 최소경계사각형의 왼쪽 아래 모서리 좌표는 RMBR과 같다. 오른쪽 위 모서리는 해당 MBR의 시작 좌표에서부터 폭과 높이를 계산하여 나타낸다. 결과적으로 좌표의 크기는 도 3의 (3000, 2000)에서 (1600, 1300)로 더욱 감소하며, 저장공간 또한 감소된다.
- <30> 따라서, 최소경계사각형의 하이브리드 표현 방법에서는 최소경계사각형의 오른쪽 상단 좌표의 값을 더욱 작은 값으로 만들어 각각을 1 바이트에 저장하도록 조정한다. 그러나 하이브리드 표현 방법에는 두 개의 문제점이 있다.
- <31> 첫 째는, 시작점을 RMBR과 같이 상대 거리로 하기 때문에 시작점이 범위의 시작으로부터 멀리 떨어진다면 키의 바이트 수가 증가하여 RMBR의 단점이 동일하게 적용된다.
- <32> 둘 째는, HMBR을 구성하는 두 점의 거리 차가 크다면 HMBR의 끝점은 2바이트 이상의 크기에 저장된다. 이러한

단점이 모두 발생하면, HMBR은 6바이트 이상의 저장공간을 필요하게 되어 성능이 저하된다.

<33> 최소경계사각형의 양자화적 표현 방법(Quantized representation of MBR:QMBR)은 최소경계사각형의 모든 좌표를 각각 1바이트에 저장하여 저장공간의 이용률을 증가 시킨다. QMBR은 키 값을 더 작은 정수값으로 표현하기 위해 탐색 영역을 일정한 수로 나누어 n개로 분할된 격자 공간을 이용하여 키를 압축하는 방법이다. 이 방법은 저장 공간이 RMBR보다 더 절약된다. QMBR에서 정수 n은 양자화 수준이며, MBR을 양자화 단위와 일치하도록 x, y축 방향으로 확장하여 키를 양자화 단위로 대체하면, 매우 작은 값으로 MBR을 유지할 수 있다.

<34> 도 4는 양자화된 최소경계사각형을 도시한 것이다.

<35> 도 4는 2차원 데이터에 대하여 x, y축을 각각 16×11로 양자화한 결과를 나타낸다. 양자화 레벨이 256보다 작으면 각 좌표는 1바이트에 저장된다. 따라서, 최소경계사각형의 양자화적 표현 방법에서는 최소경계사각형의 오른쪽 상단 좌표 뿐만 아니라 왼쪽 하단 좌표의 값을 더욱 작은 값으로 만들어 각각을 1 바이트에 저장하도록 조정하므로 두 개의 좌표값 모두를 4바이트에 저장할 수 있게 된다.

<36> 그러나, 이와 같은 QMBR 계열은 원본 MBR이 양자화만큼 커지게 됨으로써 탐색 영역이 늘어나게 되어 객체를 탐색할 경우, 원본 MBR보다 탐색 영역이 증가하게 된다. 결과적으로 MBR들 사이에 중복(overlap)이 발생하게 되며, 노드 방문 횟수가 증가하고 성능이 떨어진다.

<37> 표 1은 상술한 RMBR, HMBR과 QMBR의 압축방법에 따른 키 값의 크기 및 그 특징을 나타낸 것이다.

표 1

객체	표현방식	크기(byte)	특징
MBR	객체의 대각좌표	16	압축안함
RMBR	탐색 영역의 대각좌표	8	MBR/2
HMBR	끝점은 높이와 폭	6	시작점이 RMBR과 동일
QMBR	탐색 영역의 격자분할	4	MBR이 확장됨

<38>

<39> 표 1을 참조하면, RMBR, HMBR과 QMBR의 압축방법은 최소경계사각형의 키 값을 압축하여 저장한다. RMBR과 HMBR은 키를 탐색 영역의 시작 좌표로부터 상대적인 거리(offset)로 계산하여 작은 공간에 저장한다. RMBR에서는 16바이트에 저장되는 키의 크기가 8바이트로 감소되고 HMBR은 6바이트로 더 줄어든다. 그러나 HMBR의 경우 QMBR보다 2바이트가 더 증가하게 되며, QMBR 방법은 원본 MBR이 확장되는 단점이 있다,

<40> 따라서, 종래의 위치기반 서비스를 제공하기 위한 최소경계사각형의 압축 방법은 최소경계사각형의 키값이 커서 운영체제에 따라 처리해야 하는 블록이 많아져서 처리속도가 저하되며, 최소경계사각형의 공간이 확장됨에 따라 최소경계사각형의 영역들 사이에 중복이 발생하여 노드간의 역추적에 따른 데이터 처리 속도가 저하되어 사용자가 요구한 위치 기반 서비스를 신속하게 제공하지 못하는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<41> 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 최소경계사각형의 좌표 값을 최소화하고, 공간영역에 대한 탐색영역을 줄임으로써 데이터 처리 속도를 향상시킬 수 있는 최소경계사각형의 반양자화를 적용한 위치기반 정보 서비스 제공 시스템을 제공하는 것이다.

<42> 본 발명이 이루고자 하는 두 번째 기술적 과제는 상기 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 시스템을 이용한 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<43> 상기 첫 번째 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은,

<44> 위치 정보를 질의 요청하는 외부 클라이언트 및 상기 질의 요청에 따라 위치기반 정보서비스를 제공하는 위치 정보 서버를 포함하는 위치기반 정보서비스 제공 시스템에 있어서, 상기 위치 정보 서버는, 2차원의 공간 영역에 대한 위치 정보를 반양자화를 이용하여 상기 위치 정보를 연산하는 위치 정보 연산부, 상기 위치 정보 연산부에서 연산된 위치 정보에 따라 최소경계사각형의 트리를 생성하는 최소경계사각형의 트리 생성부, 상기 최소

경계사각형의 트리에 따른 위치 정보를 저장하는 위치 정보 저장부를 포함하고, 상기 위치 정보 연산부는, 상기 2차원의 공간영역의 기준좌표를 저장하는 기준좌표 데이터베이스, 상기 2차원의 공간영역에 대한 위치 정보 중 탐색하고자 하는 탐색영역에 포함되는 최소경계사각형의 한 쌍의 대표좌표를 선정하는 대표좌표 선정 모듈, 상기 선정된 대표좌표 중 하나의 대표좌표로부터 상기 기준좌표 데이터 베이스에 저장된 기준좌표를 이용하여 상대좌표를 연산하는 상대좌표 연산 모듈, 상기 선정된 대표좌표 중 다른 하나의 대표좌표를 반양자화를 이용하여 반양자화값을 생성하는 반양자화값 생성 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보 서비스 제공 시스템을 제공한다.

<45> 상기 두 번째 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은,

<46> 2차원의 공간영역에 대한 위치정보 중 탐색하고자 하는 탐색영역에 포함되는 최소경계사각형의 한 쌍의 대표좌표를 선정하고, 상기 탐색영역의 기준좌표를 이용하여 상기 선정된 한 쌍의 대표좌표 중 하나의 대표좌표로부터 상대좌표를 연산하는 단계, 상기 선정된 대표좌표 중 다른 하나의 좌표를 반양자화를 이용하여 반양자화 값을 생성하는 단계, 상기 연산된 상대좌표 및 상기 생성된 반양자화 값을 포함하는 공간 인덱스를 상기 최소경계사각형의 트리를 구성하는 노드에 저장하는 단계, 및 위치 정보를 필요로 하는 외부 클라이언트로부터 위치정보에 대한 질의 요청이 있는 경우, 상기 저장된 공간 인덱스로부터 상기 질의 요청에 따른 위치정보를 상기 사용자에게 제공하는 단계를 포함하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 방법을 제공한다.

<47> 2차원 공간의 탐색 영역에 대한 기준좌표 데이터베이스는 2차원의 탐색 영역의 기준좌표를 저장한다. 2차원 공간을 표현하기 위한 n -차원의 사각형은 $2n$ -차원 개의 좌표로 나타낼 수 있으므로 각 좌표를 압축하면 인덱스 저장공간의 성능 향상을 가져올 수 있다.

<48> 본 발명에서는 2차원 공간에서의 공간 인덱스로부터 외부 클라이언트의 질의 요청에 따른 위치정보를 사용자에게 제공하는 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 시스템 및 그 방법을 기준으로 상술하나, 이는 2차원 공간에서만 제한적으로 적용되는 것이 아니라 다차원 공간에서도 마찬가지로 동일하게 적용할 수 있음은 물론이다.

<49> 한편, 최소경계사각형을 구성하는 한 쌍의 대표좌표는 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) 로 하나의 대표좌표는 2개의 좌표로 구성되어 있으나, 편의를 위하여 (x_1, y_1) 의 한 점을 하나의 대표좌표로, (x_2, y_2) 의 점을 다른 하나의 대표좌표로 칭하기로 한다.

<50> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면에 의거하여 상세히 설명하기로 한다.

<51> 그러나, 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공된다.

<52> 도 5는 본 발명에 따른 반양자화를 이용한 위치 정보 제공 시스템을 도시한 것이다.

<53> 도 5를 참조하면, 위치 정보 제공 시스템은 위치 정보 서버(500) 및 외부 클라이언트(510)로 구성되며, 위치 정보 서버(500)는 위치 정보 연산부(520), 최소경계사각형의 트리 생성부(530), 위치 정보 저장부(540), 위치 정보 탐색부(550) 및 위치 정보 송수신부(560)로 구성된다.

<54> 우선, 위치 정보 연산부(520)는 2차원의 공간 영역에 대한 위치 정보를 반양자화를 이용하여 이 위치 정보를 연산한다. 위치 정보 연산부(520)는 기준좌표 데이터베이스(521), 대표좌표 선정 모듈(522), 상대좌표 연산 모듈(523) 및 반양자화값 생성 모듈(524)을 포함할 수 있다.

<55> 공간 객체의 표현은 각 객체를 대표하는 좌표로 구성되며, 2차원 데이터의 경우 왼쪽 아래의 좌표와 오른쪽 위 좌표로 구성된 최소경계사각형으로 표현할 수 있다. 2차원 공간에 전체에 대한 최소경계사각형은 소정의 지역 범위별로 기준좌표가 미리 설정되어 기준좌표 데이터베이스(521)로 위치 정보 서버(500)에 저장된다.

<56> 이는 대표좌표 선정 모듈(522)에서 기준좌표 데이터베이스를 이용하여 2차원의 공간영역에 대한 위치 정보 중 탐색하고자 하는 탐색영역에 포함되는 최소경계사각형에 대한 왼쪽 아래 모서리와 오른쪽 위 모서리에 대한 한 쌍의 대표좌표를 선정한다.

<57> 상대좌표 연산 모듈(523)에서는 이 선정된 대표좌표 중 하나의 대표좌표로부터 기준좌표 데이터베이스(521)에 저장된 하나의 기준좌표를 이용하여 상대좌표를 연산한다.

<58> 여기서, 하나의 대표좌표는 탐색영역의 기준좌표와 가장 인접한 좌표일 수 있다.

<59> 이는, 탐색하고자 하는 탐색영역을 M이라고 할 때, M에 포함된 최소경계사각형의 한 쌍의 대표좌표는 α , β 로 나타내며, 상기 최소경계사각형의 대표좌표 중 왼쪽 아래 모서리인 대표좌표를 α 라하고, 오른쪽 위 모서리인 대표좌표를 β 라 한다. 그리고, 상기 탐색 영역의 기준좌표 중 왼쪽 아래 모서리인 기준좌표를 $(M.lx, M.ly)$ 라 하고, 상기 탐색 영역의 기준좌표 중 오른쪽 위 모서리인 기준좌표를 $(M.rx, M.ry)$ 라 할 경우, 상기 기준좌표 중 $(M.lx, M.ly)$ 에 대한 상기 대표좌표 α 의 상대좌표 R은 하기의 수학적 식 1로 표현할 수 있다.

수학적 식 1

<60>
$$R_M(\alpha) = (|M.lx - \alpha.x|, |M.ly - \alpha.y|)$$

<61> 그리고, 반양자화값 생성 모듈(524)에서는 탐색하고자 하는 탐색영역을 포함하는 최소경계사각형의 대표좌표 중에서 오른쪽 위 모서리인 다른 하나의 대표좌표를 이용하여 반 양자화를 이용하여 반양자화 값을 생성한다.

<62> 여기서, 다른 하나의 대표좌표는 탐색하고자 하는 전체 공간 영역을 포함하는 기준좌표와 가장 이격된 좌표일 수 있다.

<63> 전체 탐색영역의 기준좌표를 Ms라 하고, 상기 기준좌표와 가장 이격된 상기 탐색영역의 좌표를 Me라 하고, 상기 반양자화 레벨을 q라고 하고, 상기 최소경계사각형의 대표좌표와 가장 이격된 상기 다른 하나의 대표좌표를 β 라 하고, 상기 반양자화값을 Qe라 할 경우, 상기 β 의 반양자화값은 하기의 수학적 식 2로 표현할 수 있다.

수학적 식 2

<64>
$$Q_e(\beta) = \begin{cases} 1 & , (\beta = M_s) \\ \left\lceil \frac{(\beta - M_s) / (M_e - M_s)}{q} \right\rceil & , otherwise \end{cases}$$

<65> 상기 수학적 식 2를 이용하여 상대좌표와 가장 이격된 다른 하나의 좌표를 반양자화를 이용하여 반양자화값으로 표현함으로써 최소경계사각형 트리를 구성하는 노드에 저장할 수 있다.

<66> 이는 최소경계사각형의 트리 생성부(530)에서 탐색 영역에 포함되는 최소경계사각형의 대표좌표 중 전체영역에 대한 기준좌표와 가장 인접한 대표좌표를 상대좌표로 표현하고, 상대좌표로 표현된 상기 대표좌표와 가장 이격된 다른 하나의 대표좌표 β 를 반양자화값으로 표현하여 최소경계사각형의 트리를 구성하여 저장한다.

<67> 그리고, 최소경계사각형의 트리 생성부(530)는, 전체 탐색영역에 새로운 객체에 대한 위치 정보를 삽입하고자 하는 경우, 최소경계사각형 트리를 구성하는 노드에 저장되는 공간 인덱스인 엔트리가 저장될 공간이 노드에 부족하면 최소경계사각형 트리를 구성하는 노드를 분할하여 위 새로운 객체에 대한 위치 정보를 삽입하도록 트리 분할부를 더 포함할 수 있다.

<68> 한편, 위치정보 저장부(540)에서는 상술한 바와 같이 최소경계사각형의 트리로 구성된 위치 정보를 저장한다.

<69> 위치 정보 송수신부(560)는 외부 클라이언트로부터 외부 클라이언트에서 탐색하고자 하는 위치 정보의 질의 요청을 수신하고, 이 수신된 질의 요청을 기반으로 위치 정보 서버(500)에 저장된 위치 정보를 탐색하여 외부 클라이언트에게 위치정보를 제공한다.

<70> 그러므로, 위치 정보 탐색부(550)는 위치 정보 송수신부(560)에서 외부 클라이언트로부터 수신한 위치 정보의 질의 요청을 수신하고, 위치정보 저장부에 저장된 최소경계사각형의 트리를 기반으로 외부 클라이언트로부터 수신한 위치 정보의 질의 요청에 대한 위치 정보를 탐색하여 외부 클라이언트에게 탐색된 위치 정보를 제공한다.

<71> 보다 상세하게 살펴보면, 2차원에서 최소경계사각형(Minimum Bounding Rectangle: MBR)은 4개의 좌표로 구성된 2개의 점들로 표현된다. 반양자화 MBR(Semi-quantizing MBR: SqMBR)에서는 각 노드가 자신의 엔트리(entry)에 대한 MBR을 저장하고 있다. 2차원 공간에 대한 MBR은 두 개의 끝점인 (α, β) 로 나타낼 수 있으며, $\alpha = (\alpha.x, \alpha.y)$ 로 나타낼 수 있고, $\beta = (\beta.x, \beta.y)$ 로 나타낼 수 있다. 이 경우, $\alpha \leq \beta$ 이고, x와 y는 각 축에 대한 해당 값을 나타낸다. 반양자화의 기본 기법은 α 를 상대적인 값으로 계산하고, β 만 양자화로 함으로써 α , β 를 모두 양자화할 때 MBR이 확장되기 때문에 발생하는 탐색영역에서 나타나는 거짓중첩영역(False-Overlap

Region)을 1/2 이상 감소시킨다. 이렇게 함으로써, 최소경계사각형에 대한 저장값을 최소화할 수 있다. SqMBR에서 두 점은 다음과 같이 정의될 수 있다.

<72> 우선, 전체 영역에 대한 MBR을 M이라 하면, M의 왼쪽 아래와 오른쪽 위의 두 좌표는 (M.lx, M.ly), (M.rx, M.ry)로 표현된다. 탐색 영역에 포함된 한 엔트리의 두 점은 (α, β)로 구성되며, 시작점 α에 대한 상대좌표는 상기 수학적식 1과 같다.

<73> 한편, 수학적식 1을 사용하여 탐색 영역 M의 두 점을 (Ms, Me)라 하고, q를 양자화 레벨이라고 하면, 끝점 β를 양자화하기 위한 수식은 상기 수학적식 2와 같이 정의할 수 있다. 이 경우, Qe는 양자화된 MBR의 끝점이다.

<74> MBR의 끝점 β는 양자화 레벨에 의해 Qe가 되며, 비트로 변환하여 저장함으로써 저장 공간을 최소화할 수 있다.

양자화 레벨은 2^n (n=0, 1, 2, ..., 8)으로 하여 최대 1 바이트로 표현된다. β는 양자화 레벨 q에 의해 정해지므로 특정 비트열(Bit String)로 표현될 수 있다. 즉, 이진수 표현은 (Qe)₂이며, 비트열의 크기는 「 $\log_{2q}$ 」이다. 끝점으로 계산된 결과는 (Qe-1)₂로 저장된다.

<75> 도 6은 본 발명에 적용되는 반양자화된 최소경계사각형을 도시한 것이다.

<76> 도 6을 참조하면, Qe(β.x) = 9, Qe(β.y) = 9이므로, 비트열은 두 점에 대한 비트를 연결한 10001000이며, 결과적으로 R1은 5바이트에 저장된다.

<77> 양자화에서 확장된 MBR을 quantized_MBR이라고 한다. 그러면, MBR이 양자화 단위까지 확장됨으로써 탐색영역이 증가하게 된다. 이와 같이, 확장되어 다른 MBR과 겹쳐져서 노드의 방문 횟수를 증가시키는 영역을 거짓중첩영역(False-Overlap Region:FOR)이라고 정의하면 거짓중첩영역은 다음의 수학적식 3과 같다.

수학적식 3

$$FOR = Quantized_MBR - MBR, \text{ when } (MBR < Quantized_MBR)$$

<78>

<79> QMBR에서 거짓중첩영역은 도 4의 빗금친 영역(410)과 같이 MBR의 사방에 나타나지만 SqMBR에서는 도 6의 빗금친 영역(610)과 같이 MBR의 위쪽과 오른쪽에만 나타난다. 거짓중첩영역이 양자화를 이용한 QMBR에 비해 반 이상 작아졌으며, 좌표의 저장공간도 최소 5바이트까지 감소한다. 이 경우, 양자화 레벨을 증가시키면 비트 수도 함께 증가하여 키의 저장 바이트가 증가하지만 QMBR 보다는 양자화의 저장 바이트 수는 감소할 수 있다.

<80> 실질적으로 양자화된 셀에서 확장된 MBR의 면적은 일정한 탐색 공간인 $[0, 1]^2$ 에서 셀과의 관계에 의해 결정된다. 즉, QMBR의 확장 영역은 MBR과 중첩되는 평균적인 셀의 개수를 계산함으로써 알 수 있다. 이 경우, 탐색 영역의 MBR들은 균일하게 분포된 m개의 정사각형으로 가정한다.

<81> 양자화된 셀을 정사각형으로 가정한 이유는 한 MBR이 차지하는 셀 개수를 계산할 경우 직사각형보다 계산이 간단하기 때문이다.

<82> 도 7a 내지 도 7d는 최소경계사각형의 위치에 따라 양자화된 셀과 중첩되는 셀의 갯수를 도시한 것이다.

<83> 양자화된 공간들은 도 7a 내지 도 7d와 같이 MBR의 왼쪽 아래 모서리의 위치에 따라 g1, g2, g3 및 g4의 네 부분으로 구성되며, 위치에 따라 MBR과 중첩되는 셀의 개수가 다르다. 이 때, 양자화된 영역을 G(Grid), 각 셀의 한 변을 c, MBR의 한 변을 r이라고 하면, r은 아래의 수학적식 4와 같이 나타낼 수 있다. 이 경우 n은 중첩되는 셀의 갯수이다.

수학적식 4

$$r = n \cdot c + \Delta x, \quad n = \left\lfloor \frac{r}{c} \right\rfloor, \quad \Delta x = r - n \cdot c$$

<84>

<85> 한 탐색 영역에서 MBR이 만나는 셀은 MBR이 g1, g2, g3 및 g4의 각 부분에 속할 확률에 따라 중첩 셀의 평균 크기를 구함으로써 양자화 결과 차지하는 면적도 계산할 수 있다.

- <86> 한편, 확률계산을 위하여 각 부분에 대한 면적을 계산하면, g1에 속한 사각형의 면적은 도 7a와 같이 네 개의 셀과 중첩되므로 $(c-\Delta x)^2$ 이다.
- <87> 도 7b에서 g2 및 g3는 여섯 개의 셀과 중첩되며 탐색영역의 각 셀이 정사각형임을 가정하고 있으므로, $2\Delta x(c-\Delta x)$ 의 크기를 가진다.
- <88> 도 7c는 g4가 Δx^2 의 크기를 가지며, 아홉 개의 셀과 중첩되는 것을 나타내고 있다. 이러한 속성에 의해 탐색영역에서 MBR들이 차지하는 평균 크기를 구한다. 즉, MBR들과 중첩되는 평균적인 셀의 수를 구하면 QMBR이 차지하는 면적을 계산할 수 있다. 셀과의 관계에서 QMBR의 크기는 다음과 같이 구분할 수 있다.
- <89> 첫 번째로, 최소경계사각형의 한 변의 길이(r)가 셀의 한 변의 길이(c)보다 큰 경우($r > c$), 즉, MBR의 a가 도 7a와 같이 g1에 있는 경우, MBR과 중첩되는 셀의 갯수는 $n \times n$ 이며, g2에 MBR의 a가 있는 경우 도 7b와 같이 MBR과 중첩되는 셀의 갯수는 $n \times (n+1)$ 이며, MBR의 a가 g3에 있는 경우 셀과 MBR이 정사각형이므로 g2와 동일하다.
- <90> 도 7c와 같이 MBR의 a가 g4에 있는 경우 MBR과 중첩되는 셀의 갯수는 $(n+1)(n+1)$ 이다. 균일한 분포를 가정하면 MBR의 한 모서리가 g1에 있을 확률은 $(c-\Delta x)^2/c^2$, g2와 g3에 있을 확률은 $2\Delta x(c-\Delta x)/c^2$, 그리고 g4에 있을 확률은 $\Delta x^2/c^2$ 이다. 따라서 MBR과 중첩되는 셀의 평균적인 수는 수학적식 5와 같다. 이 경우, m개의 MBR이 차지하는 평균 면적은 mr^2 이 된다.

수학적식 5

$$AveCells(r > c) = \frac{n^2(c-\Delta x)^2 + 2n\Delta x(n+1)(c-\Delta x) + \Delta x(n+1)^2}{c^2} = \frac{(nc + \Delta x)^2}{c^2}$$

- <91>
- <92> 두 번째로, 최소경계사각형의 한 변의 길이(r)가 셀의 한 변의 길이(c)보다 작은 경우에는 MBR의 한 모서리가 g1, g2(혹은 g3) 및 g4 부분과 만나는 셀은 각각 1, 2, 4개이며, 확률은 동일하다. 따라서 평균적인 셀 수는 수학적식 6과 같으며, m개의 MBR에 대한 평균면적은 $m(c+\Delta x)^2$ 이다.

수학적식 6

$$AveCells(r < c) = \frac{1 \times (c-\Delta x)^2 + 2 \times 2\Delta x(c-\Delta x) + 4 \times \Delta x^2}{c^2} = \frac{c^2 + 2c\Delta x + \Delta x^2}{c^2} = \frac{(c+\Delta x)^2}{c^2}$$

- <93>
- <94> 세 번째로, 최소경계사각형의 한 변의 길이(r)가 셀의 한 변의 길이(c)와 같은 경우 MBR의 한 모서리가 셀의 어느 부분에서든 네개의 셀과 만나므로 MBR이 차지하는 평균면적은 $4c^2$ 이다.
- <95> 상술한 셀과 QMBR의 관계를 기초로 하여 SqMBR의 확장 크기를 연산해 보면, 양자화된 최소경계사각형에서 MBR의 확장은 상하좌우로 나타나지만, SqMBR에서는 도 7d와 같이 확장되지 않은 영역(Θ_x , Θ_y)이 있다. 이와 같이, 비확장영역이 생기는 이유는 R1의 오른쪽 면과 위쪽 면만 양자화 단위로 확장되기 때문이다. 도 7d를 참조하면, R1'는 SqMBR이며, QMBR보다 확장범위가 더 작다. 만약, R1에 QMBR을 적용하면, R1의 아래쪽 면과 왼쪽면이 각각 x, y축과 만나게 되어 SqMBR에서 확장되지 않았던 Θ_x , Θ_y 까지 커진다. 빗금친 부분의 x, y축 영역을 각각 Θ_x , Θ_y 라 하면, 확장되지 않는 영역 ~Q는 다음의 수학적식 7과 같다.

수학적식 7

$$\overline{Q} = 4nc(\Theta_x + \Theta_y) + \Theta_x\Theta_y$$

- <96>
- <97> 따라서, SqMBR에서 확장되는 평균적인 셀의 크기의 최종 수식은 하기의 수학적식 8과 같다. 지금까지 양자화와 최소경계사각형을 정사각형으로 가정하였으나, 최소경계사각형은 직사각형으로 구성될 수 있으며, 수식은 직사각형으로 구성된 경우에도 쉽게 적용할 수 있다. 이때, r이 각 셀의 한 변의 길이를 나타내고, ~Q는 확장되지 않는 영역을 나타낼 경우, SqMBR에서 확장되는 셀의 크기인 CellSizeSQ는 다음의 수학적식 8로 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$CellSizeSQ = \begin{cases} r^2 - \bar{Q} & ,if\{r > c\} \\ 4c^2 - \bar{Q} & ,if\{r = c\} \\ (c + \Delta x)^2 - \bar{Q} & ,otherwise \end{cases}$$

- <98>
- <99> MBR이 가장 가까운 양자화 단위로 확장될 경우, 실제 위치와 양자화 단위가 일치한다면 해당 변은 확장하지 않아도 된다. 종래의 양자화 방법에서는 두 변이 양자화 단위로 일치하는 경우에 다른 두 변이 확장된다. 또한 MBR의 네 변이 모두 양자화 단위로 일치하면 MBR이 확장되지 않는다. 왜냐하면 MBR의 왼쪽 아래 모서리를 구성하는 두 변은 전체영역에 대한 상대좌표로 계산하기 때문이다. 이러한 특성을 알고리즘에 반영하면 CPU의 처리 비용을 줄일 수 있으며, 보다 빠른 위치기반서비스를 제공할 수 있다.
- <100> 이와 같이, 본 발명에서의 최소경계사각형의 면적은 MBR의 각 변이 양자화 단위로 일치함에 따라서 연산량이 감소한다. MBR이 확장됨으로써 나타나는 거짓중첩영역이 탐색성능에 미치는 영향은 다음과 같다.
- <101> 반양자화된 최소경계사각형-트리(Semi-Quantization R-Tree:SQR-tree) 인덱스는 최소경계사각형-트리(Rectangle-tree:R-tree)와 같이 노드들로 구성된 높이 균형트리이다. SQR-tree와 R-tree의 차이점은 삽입과 탐색에 있으며, 본 발명에서의 인덱스의 구조와 SQR-tree를 이용할 수 있다.
- <102> 도 8은 본 발명에 따른 양자화를 적용한 복수 개의 최소경계사각형을 포함하는 탐색영역을 도시한 것이다.
- <103> 도 8은 최소경계사각형을 포함하는 공간영역 상에서 R0는 탐색영역이며, R1~R7은 객체를 포함하는 최소경계사각형이다. 각 MBR은 x, y축 양의 방향으로만 확장되어 반 양자화된다. R2는 부모 최소경계사각형과 경계가 만나므로 확장 영역의 좌표가 양자화 레벨의 최대값이다. R2와 같이 확장될 변이 양자화 단위로 일치하는 경우 MBR이 확장되지 않는다. 한편, R3, R4, R5는 R1의 반양자화 단위까지 확장된다. R6와 R7의 경우 위와 오른쪽으로 확장된 영역이 끝점을 나타낸다.
- <104> 도 9는 본 발명에 따른 반양자화를 적용한 최소경계사각형의 트리 구조를 도시한 것이다.
- <105> SQR-tree는 도 9와 같이 한 노드에 있는 엔트리들의 전체 영역을 나타내는 MBR_N, 하위 노드에 대한 포인터(child_ptr)와 확장된 MBR 정보(SqMBR)를 가지는 (child_ptr, SqMBR) 쌍의 엔트리들로 구성된다. MBR_N은 같은 노드에 있는 엔트리들에 대한 MBR이다.
- <106> 도 10은 본 발명에 따른 노드 구조를 도시한 것이다.
- <107> 노드는 도 10과 같이 최대 m개의 엔트리를 가질 수 있으며, 추가적으로 노드가 내부 노드인지 말단 노드인지를 구분하는 플래그(flag)와 저장된 엔트리 수를 포함한다.
- <108> 루트 노드는 전체 탐색 영역으로부터 SqMBR 좌표를 계산하며 노드에 대한 MBR정보는 갖지 않는다. 각 노드가 갖는 하위 노드에 대한 MBR은 해당 노드의 부모 최소경계사각형과 하위 최소경계사각형으로부터 쉽게 계산될 수 있다. 이와 같은 각 엔트리에 대한 정확한 정보는 노드를 제거할 때 사용될 수 있다.
- <109> SQR-tree의 알고리즘은 R-tree를 기반으로 하고 있다. 여기서 SQR-tree와 R-tree의 주요한 차이점은 삽입과 탐색이다. 객체의 삽입은 다음의 알고리즘과 같이 읽어 들인 객체를 각 노드에 있는 SqMBR과 비교하여 해당 노드를 찾아서 삽입한다. 즉, 새로운 객체의 삽입은 루트 노드(Root node)부터 말단 노드(Leaf node)까지 이동하여 최소한의 확장을 유지하면서 객체를 포함할 수 있는 노드를 찾는다. 이 경우, 삽입은 R-tree와 동일하지만 객체는 SqMBR을 계산하고 각 엔트리의 키와 비교하여 삽입하기 위하여 반양자화 변환 알고리즘을 경유하여야 한다.
- <110> 도 11은 본 발명에 따른 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 방법의 흐름도이다.
- <111> 도 11을 참조하면 우선, 2차원의 공간영역에 대한 위치정보 중 탐색하고자 하는 탐색영역에 포함되는 최소경계사각형의 대표좌표를 선정한다(1110과정).
- <112> 위치 정보를 포함하는 공간 객체의 표현은 각 객체를 대표하는 좌표로 구성되며, 2차원 데이터의 경우 왼쪽 아

래의 좌표와 오른쪽 위의 좌표로 구성된 최소경계사각형으로 표현할 수 있다. 이 중 탐색하고자 하는 탐색영역에 포함되는 최소경계사각형을 구성할 수 있는데, 이 최소경계사각형을 대표할 수 있는 대표좌표를 선정한다.

- <113> 그 다음, 상기 탐색영역의 기준좌표를 이용하여 상기 선정된 한 쌍의 대표좌표 중 하나의 대표좌표로부터 상대좌표를 연산한다(1120 과정).
- <114> 공간 객체의 표현은 각 객체를 대표하는 좌표로 구성되며, 2차원 데이터의 경우, 왼쪽 아래의 좌표와 오른쪽 위 좌표로 구성된 최소경계사각형으로 표현할 수 있는데, 2차원 공간에 대한 최소경계사각형은 소정의 지역 범위별로 기준좌표가 미리 설정되어 기준좌표 데이터베이스로 위치 정보 서버에 저장된다.
- <115> 그러면, 선정된 대표좌표 중 하나의 대표좌표로부터 기준좌표 데이터베이스에 저장된 하나의 기준좌표를 이용하여 상대좌표를 연산할 수 있다.
- <116> 한편, 이 하나의 대표좌표는 탐색영역의 기준좌표와 가장 인접한 좌표일 수 있다.
- <117> 탐색하고자 하는 탐색영역을 M이라고 할 때, M에 포함된 최소경계사각형의 한 쌍의 대표좌표는 α , β 로 나타내며, 상기 최소경계사각형의 대표좌표 중 왼쪽 아래 모서리인 대표좌표를 α 라하고, 오른쪽 위 모서리인 대표좌표를 β 라 한다. 그리고, 상기 탐색 영역의 기준좌표 중 왼쪽 아래 모서리인 기준좌표를 $(M.lx, M.ly)$ 라 하고, 상기 탐색 영역의 기준좌표 중 오른쪽 위 모서리인 기준좌표를 $(M.rx, M.ry)$ 라 할 경우, 상기 기준좌표 중 $(M.lx, M.ly)$ 에 대한 상기 대표좌표 α 의 상대좌표 R은 상기의 수학적 식 1로 표현할 수 있다.
- <118> 그 다음, 상기 선정된 대표좌표 중 다른 하나의 좌표를 반양자화를 이용하여 반양자화 값을 생성한다(1130 과정).
- <119> 여기서, 다른 하나의 대표좌표는 탐색하고자 하는 최소경계사각형의 상대좌표와 가장 이격된 좌표일 수 있다.
- <120> 전체 탐색영역의 기준좌표를 Ms라 하고, 상기 기준좌표와 가장 이격된 상기 탐색영역의 좌표를 Me라 하고, 상기 반양자화 레벨을 q라고 하고, 상기 상대좌표와 가장 이격된 상기 다른 하나의 좌표를 β 라 하고, 상기 반양자화 값을 Qe라 할 경우, 상기 β 의 반양자화값은 상기의 수학적 식 2로 표현할 수 있다.
- <121> 상기 수학적 식 2를 이용하여 최소경계사각형의 왼쪽 아래 모서리의 좌표와 가장 이격된 다른 하나의 좌표를 반양자화를 이용하여 반양자화값으로 표현하여 최소경계사각형 트리를 구성하는 노드에 저장할 수 있다.
- <122> 그리고, 위 노드는 종단 노드인지의 여부를 저장하는 플래그 및 위 노드에 저장되는 공간 인덱스를 포함하는 엔트리를 저장할 수 있다.
- <123> 그 다음, 연산된 상대좌표 및 상기 생성된 반양자화 값을 포함하는 공간 인덱스를 상기 최소경계사각형의 트리를 구성하는 노드에 저장한다(1140 과정).
- <124> 이는, 최소경계사각형의 트리에서 탐색영역에 포함되는 최소경계사각형의 대표좌표 중 전체영역에 대한 기준좌표와 가장 인접한 대표좌표를 상대좌표로 표현하고, 상대좌표와 가장 이격된 대표좌표를 반양자화값으로 표현하여 최소경계사각형의 트리를 구성하여 노드에 저장한다.
- <125> 마지막으로, 위치 정보를 필요로 하는 외부 클라이언트로부터 위치정보에 대한 질의 요청이 있는 경우, 상기 저장된 공간 인덱스로부터 상기 질의 요청에 따른 위치정보를 상기 사용자에게 제공한다(1150 과정).
- <126> 즉, 외부 클라이언트로부터 위치정보에 대한 질의 요청이 있는 경우, 전체 영역에 대한 위치정보에 따라 구성된 최소경계사각형 트리를 기반으로 외부 클라이언트로부터 수신한 위치 정보의 질의 요청에 대한 위치 정보를 탐색하여 외부 클라이언트에게 탐색된 위치 정보를 제공한다.
- <127> 한편, 이 전체 탐색영역에 새로운 객체에 대한 위치정보를 삽입하고자 하는 경우, 최소경계사각형 트리를 구성하는 노드에 저장되는 엔트리가 전체 탐색영역보다 작은지의 여부를 판단하고, 이 엔트리가 전체 탐색영역보다 작은 경우, 노드가 속한 루트노드로부터 말단 노드까지 객체를 포함할 수 있는 노드를 탐색할 수 있다.
- <128> 만약, 루트 노드로부터 말단 노드까지 모든 노드에 엔트리가 최대 저장된 경우, 최소경계사각형의 트리를 구성하는 노드를 분할할 수 있다.
- <129> 도 12는 본 발명에 따른 반양자화 변환 알고리즘을 도시한 것이다.

- <130> 도 12를 참조하면, M은 전체 탐색영역이며, E는 인덱스에 삽입될 객체인 엔트리이다. 처음 루트 노드를 방문하기 위해 인덱스는 디스크에서 메모리로 로드된다. 이 경우, 반 양자화는 인덱스에 삽입되는 엔트리 E가 탐색 영역인 M보다 작을 때만 처리된다. SqMBR의 시작과 끝 점은 수학적 1 및 수학적 2에 의해 변환되며 엔트리 E에 저장된다. 변환된 E는 말단노드에 저장될 데이터 후보가 되며, 인덱스에 추가된다. 그러나, 한 노드에 최대 엔트리가 저장되면 R-tree 알고리즘에 의해 노드가 분할 된다. 상수 q는 양자화 레벨을 의미한다. 또 다른 차이점인 탐색에서는 각 엔트리의 SqMBR 키와 질의 영역의 두 점을 양자화 하여 비교하는 것이다. 반양자화는 상술한 수학적 1 및 수학적 2에 의해 수행된다. 이는 SqMBR이 원본 MBR 좌표를 지정하지 않아도 질의 영역 Q와 엔트리가 비교될 수 있다는 것이다.
- <131> 노드의 이용률은 노드의 크기를 늘리거나 MBR의 키를 압축하여 높일 수 있으므로 노드의 크기와 이용률을 조절하면 압축 효과는 더욱 증가한다.
- <132> 인덱스에서 키를 압축하면 노드 이용률이 증가하며, 트리의 높이에도 영향을 미친다. 노드의 이용률이 동일한 경우에도 인덱스를 압축하면 한 노드를 차지하는 엔트리의 수는 증가한다.
- <133> 도 13은 공간 인덱스의 저장방법에 따른 노드 크기와 엔트리의 수의 관계를 도시한 그래프이다.
- <134> 도 13을 참조하면, 각 방법의 노드 이용률을 변경하면 노드에 저장되는 엔트리가 지속적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 도 13에서 MBR 및 RMBR의 노드 이용률이 80%일 경우 엔트리의 수는 두 배가 되며, QMBR에서는 세 배가 된다. 이 경우, 노드의 크기는 4096Kbyte로 고정하고, 노드의 최대 엔트리 수는 노드 크기와 이용률에 비례적인 관계에 있으므로 지정하지 않는다. 노드의 크기를 달리하면 노드에 저장되는 엔트리의 수가 증가하는데, 이때 키를 압축하면 도 13에서 보는 바와 같이 엔트리의 수가 급격하게 증가하여 더 많은 키를 저장하게 되어 인덱스 크기는 작아진다. 이 때, QMBR이 SqMBR보다 더 많은 엔트리를 포함한다. 즉, 인덱스를 압축하면 한 노드에 저장되는 엔트리의 수는 QMBR이 더 많다. 그러나, 이는 단순히 노드 크기와 이용률에 대한 엔트리의 증가를 나타내고 있는 것이며, 실제 성능에서는 반대의 결과로 나타난다. QMBR의 성능이 SqMBR보다 떨어지는 이유는 QMBR보다 떨어지는 이유는 QMBR이 갖는 양자화 결과 거짓중첩영역으로 인해 각 MBR들의 중첩이 증가하기 때문이다. 노드 이용률이 70%, 80%일 경우 각 방법에 따른 인덱스의 크기는 도 13에 도시된 바와 같다. 여기서도 SqMBR의 인덱스가 QMBR보다 약간 크게 나타난다.
- <135> 결론적으로 탐색과정을 고려하지 않고 인덱스의 구조를 중심으로 분석한 결과 양자화를 사용한 기법들이 그렇지 않은 것보다 많은 엔트리가 저장되며, 매우 작은 크기의 인덱스를 구성하는 것을 알 수 있다. 이 때, 노드의 분기가 증가하면 트리의 높이가 줄어들지만, 이는 로그 단위(log scale)의 변화 때문에 차이가 크지 않다. 그러나, 레벨이 낮아 지면 노드 방문 횟수 및 탐색 시간에 영향을 주게 된다.
- <136> 상술한 바와 같이, SqMBR의 확장영역은 QMBR의 확장영역보다 훨씬 감소한다. 이러한 감소는 MBR이 확장될 경우 발생하는 겹침을 최소화하여 SQR-tree에서 빠른 질의 결과를 보장한다. 여기서 분석의 단순화를 위해 정사각형의 MBR을 가정하며, 데이터 객체는 탐색 영역에 균일하게 분포한다고 가정한다.
- <137> SQR-tree에서 노드 접근횟수는 R-tree의 노드접근횟수를 일반화한 수학적 4를 재구성하여 적용한다. 이 때, 각 노드가 가지는 MBR이 같은 높이를 갖는다고 가정한다. h는 트리의 높이, M_h 는 높이 h에서 노드의 수라고 하면, M_h 는 수학적 9의 천장함수 결과와 같다. 높이가 h인 트리의 한 노드가 차지하는 평균 영역을 a_h 라 하면, 전체 노드들에 대한 평균 영역은 $1/M_h$ 로 나타난다. Minkoski 합을 이용하면, 트리에서 높이 h에 있는 한 노드가 질의 영역과 겹칠 확률은 $(\sqrt[d]{s} + \sqrt[d]{a_h})^d$ 이며, 이 때, d는 차원, s는 질의 영역의 크기이다. 높이 h의 노드들이 질의 영역과 겹치게 되는 영역은 $M_h(\sqrt[d]{s} + \sqrt[d]{a_h})^d$ 이며, 다음의 수학적 9과 같이 나타난다. 여기서 N은 전체 데이터 객체 수를 의미하며, f는 말단노드의 평균 분기 수(Fanout)를 의미한다.

수학적 9

$$\left(1 + \sqrt[d]{\frac{N}{f^h}} \cdot s\right)^d$$

<138>

<139>

그리고, R-tree의 루트 노드에서부터 말단 노드까지의 전체 노드 접근횟수는 다음의 수학적 10과 같이 각 높이에서의 노드들에 대한 합으로 구성된다.

수학식 10

$$1 + \sum_{h=1}^{\lceil \log_e N \rceil - 1} \left(1 + d \sqrt[d]{\frac{N}{f^h}} \cdot s \right)^d$$

<140>

이제 양자화 레벨 q 를 적용하면, 각 노드는 q^d 의 양자화 셀을 가진다. QMBR에서 질의에 대한 노드 접근은 높이 h 의 한 노드에 접근한 후 하위 자식 노드에 접근하므로, 확률은 $\left(\sqrt[d]{s} + \sqrt[d]{a_h/q} + \sqrt[d]{a_{h+1}} + \sqrt[d]{a_h/q} \right)^d$ 이다. 이러한 과정이 전체 노드에 대해 처리되므로 M_h 를 곱하고, 루트 노드로부터 말단 노드까지를 합하면 수학식 11과 같다.

수학식 11

$$1 + \sum_{h=1}^{\lceil \log_e N \rceil - 1} \left(1 + d \sqrt[d]{\frac{N}{f^h}} \cdot s + d \sqrt[d]{\frac{N}{f^{h+1}}} \cdot s/q \right)^d$$

<142>

수학식 10에서는 QMBR 방법이 MBR방법보다 노드 접근횟수가 많다. 이는 양자화로 인하여 QMBR이 원본 MBR보다 더 커지기 때문이다. 그러나, 실제로는 QMBR이 MBR보다 더 작은 크기의 좌표를 유지하기 때문에 노드의 엔트리 수가 증가하여 노드 접근 횟수가 감소한다.

<143>

수학식 11은 MBR의 모든 면에 대한 확장을 고려한 것이며, 이는 확장 영역을 반으로 줄이기 위해 다음의 수학식 12로 연산된다.

<144>

수학식 12

$$1 + \sum_{h=1}^{\lceil \log_e N \rceil - 1} \left(\left(1 + d \sqrt[d]{\frac{N}{f^h}} \cdot s + d \sqrt[d]{\frac{N}{f^{h+1}}} \cdot s/q \right) - (FOR/2) \right)^d$$

<145>

MBR이 가장 가까운 양자화 단위로 늘어날 때 수학식 3에서와 같이 거짓중첩영역을 포함한다. 반면에 SqMBR은 시작점에서는 확장이 발생하지 않기 때문에 거짓중첩영역이 감소한다.

<146>

수학식 12에서 알 수 있듯이 SqMBR은 확장 영역이 QMBR의 반만 유지할 수 있기 때문에 다른 노드와 중복될 확률 또한 감소한다. 수학적 분석에서 식별된 이러한 특성은 실제로 그대로 반영되어 나타난다. 수학식 12에서 알 수 있듯이 SqMBR은 QMBR보다 더 적은 노드접근 횟수를 나타내는 데 이는 곧 탐색 성능으로 이어진다. 실제로 객체 대상은 1백만 개, 질의 범위는 0.01%fh 하고, 각 엔트리의 포인트는 4바이트, 엔트리의 MBR 크기는 16바이트로 연산하면 RMBR, HMBR, QMBR, SqMBR의 키는 각각 8, 6, 4, 5바이트로 설정하였으며, 2차원을 가정한 결과이다. 양자화 레벨은 16이다.

<147>

한편, 본 발명에 따른 SQR-tree, MBR, RMBR, HMBR 및 QMBR의 성능을 비교평가하기로 한다. 주요 비교 파라미터는 표 2와 같다.

<148>

표 2

파라미터	단위	적용값
노드 크기	바이트	512~4K
질의 범위	%	1~6
버퍼 크기	바이트	4K
양자화 수준	개	0, 8, 16, 64, 128, 256
노드 엔트리 수	개	200
객체 묶음 단위	개	10K~60K
데이터 집합	개	62,556개의 위치정보

<149>

- <150> 표 2를 참조하면, 주요 비교 파라미터로는 노드 크기, 질의 범위, 양자화 수준과 객체 묶음 단위이다. 전체 비교에서 각 비교형태들은 특별히 파라미터를 제시하지 않은 경우 기본 값(default)으로 수행한다.
- <151> 도 14는 공간 좌표를 포함한 데이터 집합을 도시한 그래프이다.
- <152> 도 14는 비교 데이터를 Sequoia 2000 Global Change Research Project에서 만든 62,556개의 California giant sequoia 위치 정보로 구성된 SEQUOIA 데이터 집합을 사용한다. 데이터 집합은 실제 공간 좌표를 포함하고 있으며, MBR의 분포가 앞의 분석에서 가정한 균일분포와는 달리 사양분포(Skew)되어 있어서 보다 현실적이다.
- <153> MBR방법들에 대한 구현은 C++로 하며, 수행시간은 윈도우의 백그라운드 프로세스의 영향을 배제하고자 CSim시뮬레이터를 사용하여 측정한다. 도 14에서 MBR은 2차원 인덱스인 R-tree를 수정하여 구현할 수 있다.
- <154> 도 15는 노드 크기에 따른 평균 노드 접근 횟수를 도시한 그래프이다.
- <155> 도 15는 전체 범위에 대한 질의 영역 비율은 1~6%이며, 10000개의 서로 다른 기법에서 노드 크기에 따른 포인트 질의의 평균 노드 접근 횟수를 측정한 것이다.
- <156> 여기에서, 평균값은 상술한 질의 사각형을 각 기법에서 10000번 수행하여 계산한다.
- <157> 먼저, MBR 기법의 측정 결과는 루트 노드에서 말단 노드까지의 노드접근 횟수에 대한 평균값이다. 실시결과에 나타난 것과 같이 MBR은 다른 기법들 보다 가장 큰 값을 가진다. QMBR은 MBR보다 증가하듯이 보이지만 실제로는 분석에서 설명한 바와 같이 적은 노드 접근 횟수를 도시하고 있다.
- <158> 이는 키 값의 압축으로 인하여 노드에 저장되는 엔트리가 증가하여 전체적인 노드 접근횟수가 감소하기 때문이다. RMBR과 HMBR도 QMBR보다 낮은 접근횟수를 보이는데, 이는 RMBR과 HMBR 방법의 키 저장공간이 8, 6바이트로 QMBR보다 크지만, QMBR의 중복에 의해 더 많은 노드를 접근하기 때문이다. 여기서 알 수 있듯이 QMBR의 가장 큰 단점은 키 압축과정에서 나타나는 확장공간이다.
- <159> 본 발명에 따른 반양자화를 이용한 최소경계사각형은 수식식 12에 의해 확장 공간을 줄이고, 저장공간도 양자화 레벨이 256이므로 총 6바이트로 압축된다. 이는 HMBR과 같은 크기의 바이트 수 이지만, 본 발명에 따른 반양자화를 이용한 최소경계사각형에서 노드별 엔트리 수가 증가하여 결과적으로 노드 접근 횟수가 감소한다.
- <160> 도 16은 노드 크기에 따른 평균 탐색 시간을 도시한 것이다.
- <161> 도 16에 따른 노드크기에 따른 탐색시간은 도 15의 노드 접근 횟수와 유사한 결과를 나타낸다. 즉, MBR 기법에서 탐색시간이 가장 길고, QMBR, RMBR, HMBR 그리고 SqMBR의 순으로 탐색시간이 짧아진다.
- <162> 여기에서 양자화 레벨은 256이다. 도 16에서 코드 크기가 커질수록 모든 방법의 탐색시간은 급격히 작아짐을 알 수 있다. 그러나 코드 크기가 1024 바이트인 곳부터는 탐색 시간의 감소가 완만하다. QMBR은 노드에 많은 엔트리가 들어갈수록 거칠 중첩 영역이 증가하므로 다른 방법들보다 성능이 더 떨어진다. 그러나, RMBR, HMBR은 인덱스의 저장 공간이 작아진 상태에서 엔트리가 증가하므로, QMBR보다 좋은 성능을 보인다. 이는 상술한 바에 의하면, QMBR이 저장되는 인덱스의 값을 4바이트까지 줄였으나 양자화로 인해 발생한 거칠 중첩 영역 때문에 공간 영역을 탐색할 때 R-tree 계열의 인덱스에서 나타나는 역진행이 발생하게 되어 탐색시간은 증가한다. 그러나, SqMBR은 거칠중첩영역의 감소로 인한 탐색범위의 절감 효과가 더욱 크므로, 다른 방법들보다 탐색시간이 가장 짧아짐을 알 수 있다.
- <163> 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사항에 의해 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

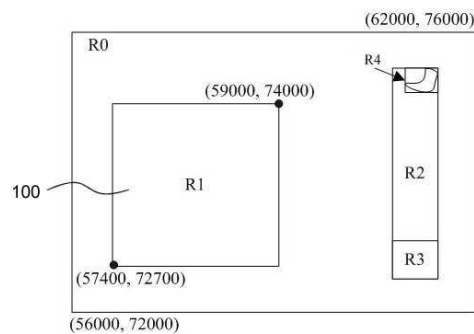
- <164> 상술한 바와 같이 본 발명에 의하면, 반양자화 기법을 이용하여 공간 데이터 값의 크기를 줄임으로써, 최소경계사각형이 확장될 경우에 발생하는 겹침을 최소화하고, 공간 데이터 값을 압축함으로써 각 노드에 저장되는 엔트리가 증가하여 전체적인 노드 접근횟수 및 탐색시간을 감소시킬 수 있으므로, 위치정보에 대한 질의에 따른 대기 시간을 줄이고 더욱 빠른 질의처리속도를 보장할 수 있음으로써 위치기반서비스를 신속하게 제공할 수 있고, 각 노드의 이용률을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

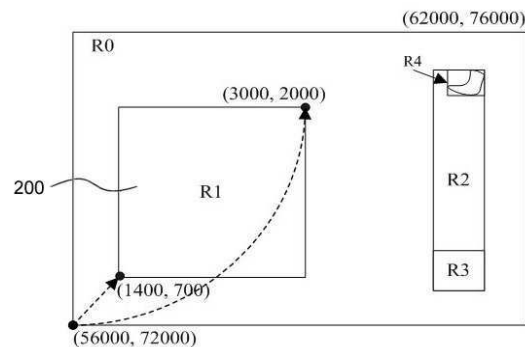
- <1> 도 1은 공간 객체의 최소경계사각형을 도시한 것이다.
- <2> 도 2는 상대적 좌표로 표현된 최소경계사각형을 도시한 것이다.
- <3> 도 3은 하이브리드 좌표로 표현된 최소경계사각형을 도시한 것이다.
- <4> 도 4는 양자화된 최소경계사각형을 도시한 것이다.
- <5> 도 5는 본 발명에 따른 반양자화를 이용한 위치 정보 제공 시스템을 도시한 것이다.
- <6> 도 6은 본 발명에 적용되는 반양자화된 최소경계사각형을 도시한 것이다.
- <7> 도 7a 내지 도 7d는 최소경계사각형의 위치에 따라 양자화된 셀과 중첩되는 셀의 갯수를 도시한 것이다.
- <8> 도 8은 본 발명에 따른 양자화를 적용한 복수 개의 최소경계사각형을 포함하는 탐색영역을 도시한 것이다.
- <9> 도 9는 본 발명에 따른 반양자화를 적용한 최소경계사각형의 트리 구조를 도시한 것이다.
- <10> 도 10은 본 발명에 따른 노드 구조를 도시한 것이다.
- <11> 도 11은 본 발명에 따른 반양자화를 적용한 위치기반 정보서비스 제공 방법의 흐름도이다.
- <12> 도 12는 본 발명에 적용되는 반양자화 변환 알고리즘을 도시한 것이다.
- <13> 도 13은 공간 인덱스의 저장방법에 따른 노드 크기와 엔트리의 수의 관계를 도시한 그래프이다.
- <14> 도 14는 공간 좌표를 포함한 데이터 집합을 도시한 그래프이다.
- <15> 도 15는 노드 크기에 따른 평균 노드 접근 횟수를 도시한 그래프이다.
- <16> 도 16은 노드 크기에 따른 평균 탐색 시간을 도시한 그래프이다.

도면

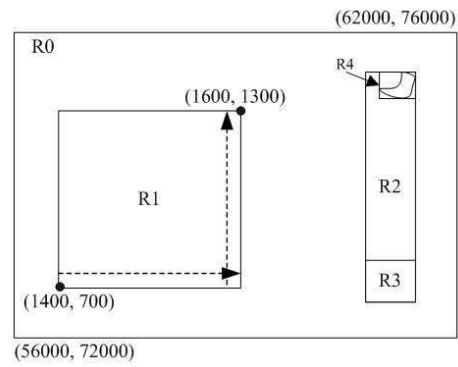
도면1



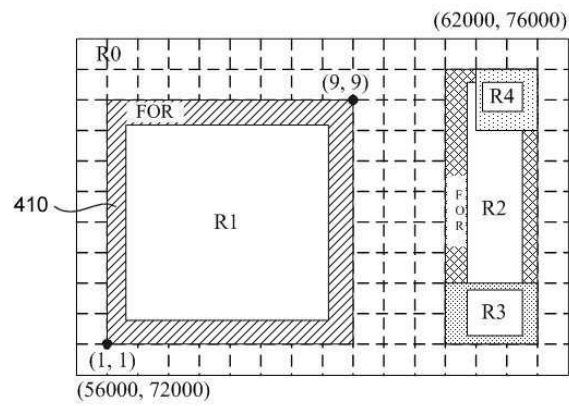
도면2



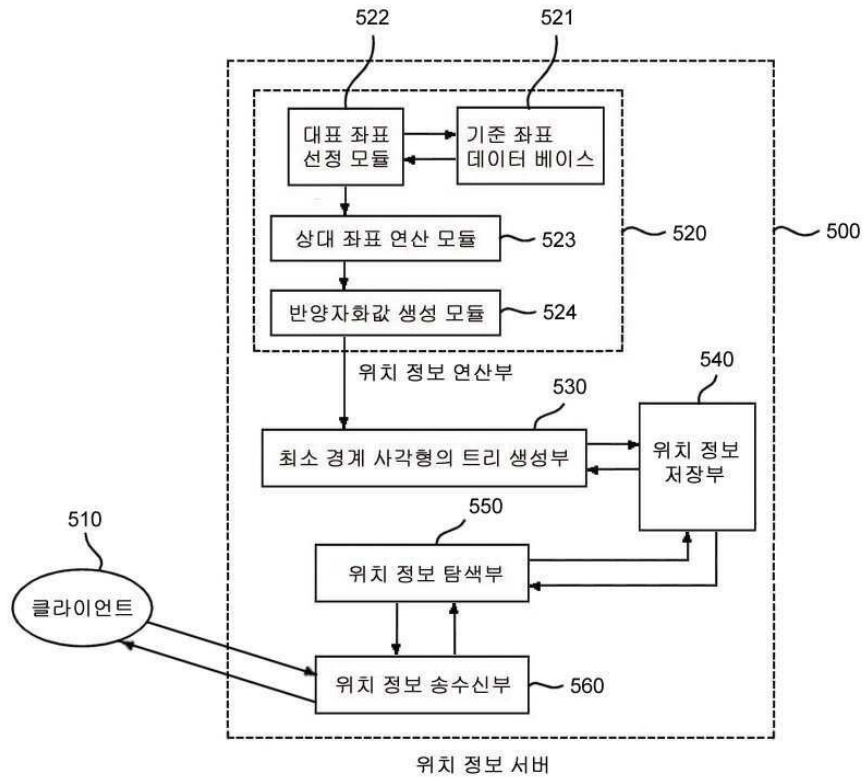
도면3



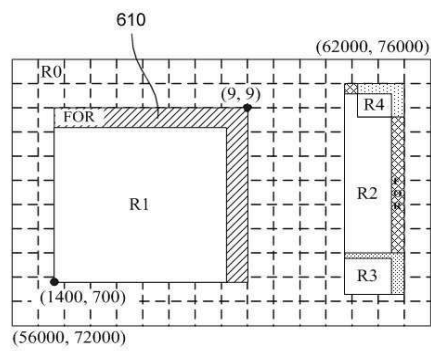
도면4



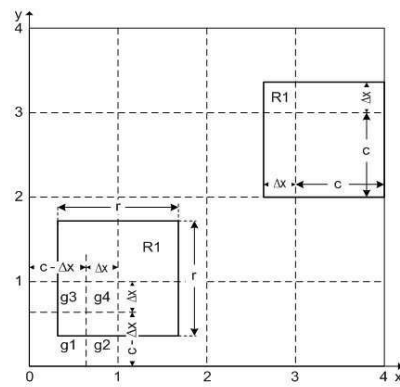
도면5



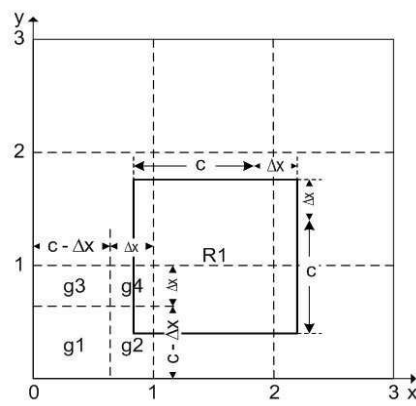
도면6



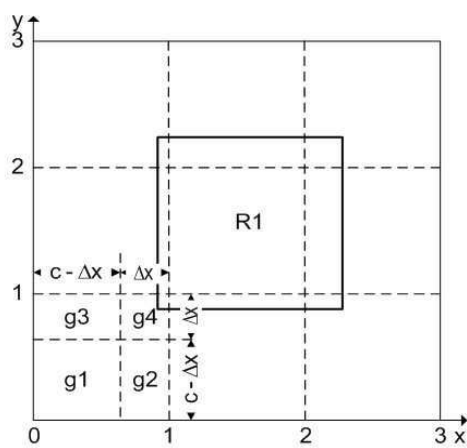
도면7a



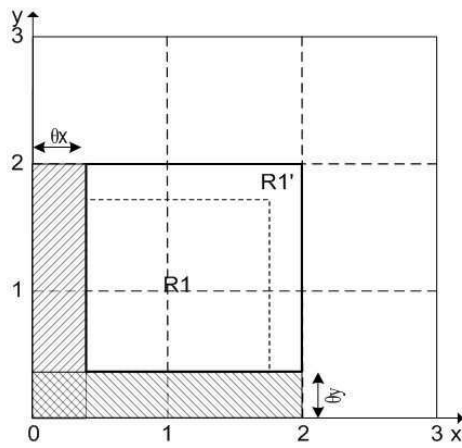
도면7b



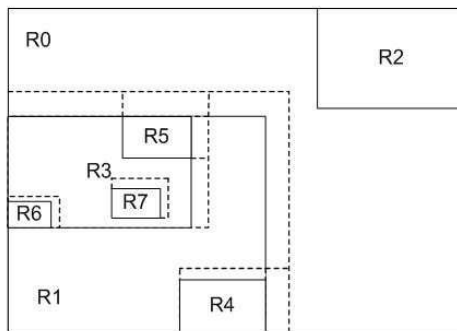
도면7c



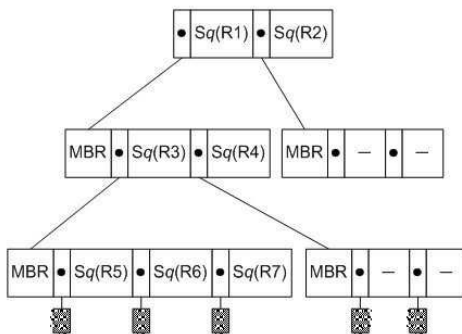
도면7d



도면8



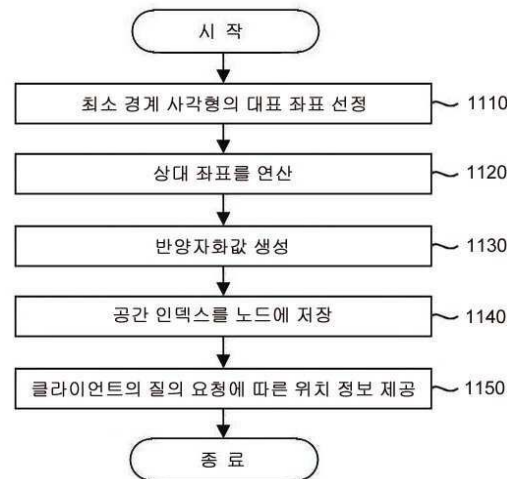
도면9



도면10

MBR _N	flag	엔트리의 수	ptr	Sq(R ₁)	ptr	Sq(R ₂)	...	ptr	Sq(R _m)
------------------	------	--------	-----	---------------------	-----	---------------------	-----	-----	---------------------

도면11



도면12

알고리즘. *SqMBR conversion and insertion: Insert a new index entry E into an SQR-tree*
 Procedure SQRTree_Insert (Region M, Entry* E)

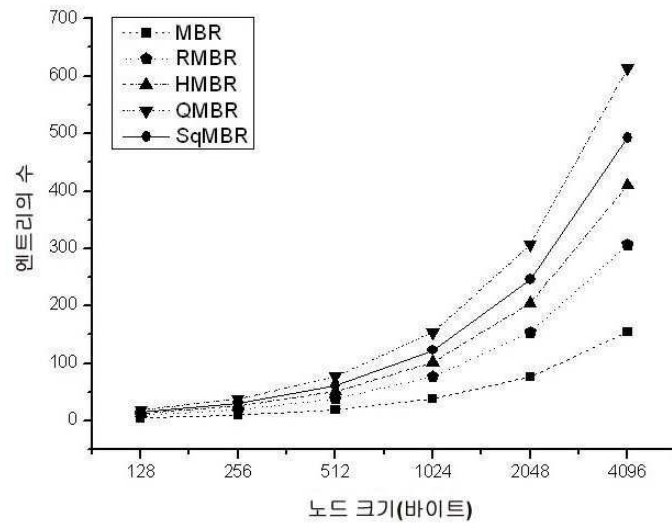
Input: a search region M, an object entry pointer E

Begin

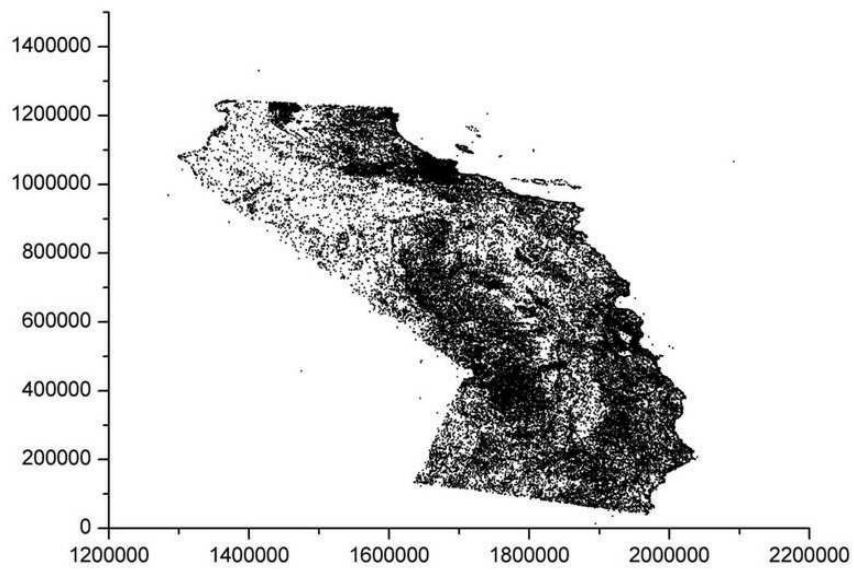
```

1: data_candidates is a pointer variable of the LinkList* type;
2: root_ptr is a pointer variable of the RTNode* type;
3: entry_data is a variable of Entry type;
4: Load root node into memory;
5: if a search region M is greater than entry E;
6: then /* calculate the start point of SqMBR */
7:   Calculate the left-corner x-coordinate lx by  $abs(M.lx - E.lx)$ ;
8:   Calculate the left-corner y-coordinate ly by  $abs(M.ly - E.ly)$ ;
9:   Update the start point of an entry E by the relative distance;
10: else return -1;
12: if the E's endpoint is equal to the M's start point;
13: then /* calculate the endpoint of SqMBR */
14:   Set the E's endpoint as 1;
15: else /* q: quantization level */
16:   Calculate and set the E's endpoint by  $(Ceiling(q * (E.ep - M.sp) / (M.ep - M.sp)))$ ;
17: Insert E into data_candidates as the first entry;
18: Delete the entry E after insertion;
19: Do repeat, if an entry exists in data_candidates;
20:   if data_candidates is not null, that is, an entry exists
21:   then
22:     Construct a new entry entry_data with dimension and null object;
23:     Set a data_candidates to entry_data;
24:     Erase data_candidates;
25:     Insert an entry entry_data into root, recursively;
25:   else report an error message; return -1;
26: if root overflows
27:   then
28:     Construct a new entry de with (dimension, root pointer);
29:     Split a root node from de in R-tree;
30: End Do;
End
  
```

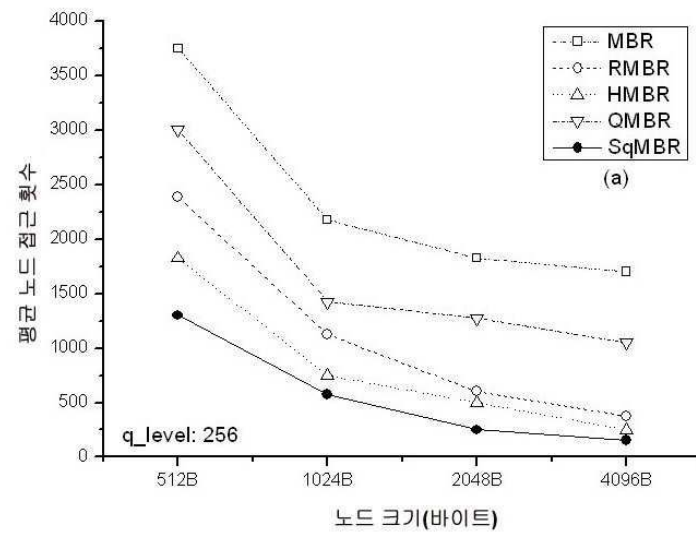
도면13



도면14



도면15



도면16

