



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년03월25일

(11) 등록번호 10-1606382

(24) 등록일자 2016년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 11/06 (2006.01) *G06F 17/30* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0173387
 (22) 출원일자 2014년12월04일
 심사청구일자 2014년12월04일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020100045355 A*
 KR1020120010114 A*
 KR1020120088324 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
현대모비스 주식회사
 서울특별시 강남구 테헤란로 203 (역삼동)
 (72) 발명자
정종인
 경기도 용인시 기흥구 마북로240번길 17-2
 (74) 대리인
특허법인아주

전체 청구항 수 : 총 18 항

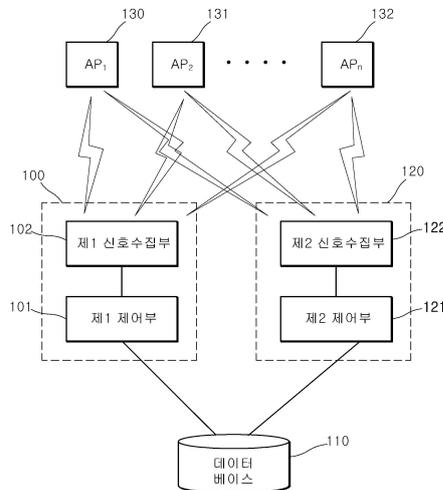
심사관 : 안문환

(54) 발명의 명칭 **평거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 평거프린팅 측위 방법**

(57) 요약

본 발명은 평거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 평거프린팅 측위 방법에 관한 것으로, 데이터베이스 구축 장치가 각 샘플 포인트(Sample Point, SP)별로 각 액세스 포인트(Access Point, AP)에 대한 수신신호강도(Received Signal Strength, RSS)를 수집하여 원시 데이터(Raw Data)를 생성하는 단계 및 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 생성된 원시 데이터를 이용하여 각 액세스 포인트별로 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링(clustering)한 클러스터 테이블을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

데이터베이스 구축 장치가 각 샘플 포인트(Sample Point, SP)별로 각 액세스 포인트(Access Point, AP)에 대한 수신신호강도(Received Signal Strength, RSS)를 수집하여 원시 데이터(Raw Data)를 생성하는 단계;

상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 생성된 원시 데이터를 이용하여 각 액세스 포인트별로 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링(clustering)한 클러스터 테이블을 생성하는 단계; 및

상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 생성된 원시 데이터에서 수신신호강도의 측정값이 일정기준 이하인 데이터 또는 각 액세스 포인트마다 수신신호강도의 편차가 기준값 미만인 데이터들을 삭제하여 전파지도(Radio Map)를 구축하는 단계를 포함하되,

상기 전파지도를 구축하는 단계 이후,

상기 데이터베이스 구축 장치가 임의의 샘플 포인트에서 각 액세스 포인트별 수신신호강도를 측정하는 단계;

상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 측정된 수신신호강도에 근거하여 상기 임의의 샘플 포인트와 이에 근접한 샘플 포인트 간의 전파지도에 저장된 수신신호강도의 차이를 나타내는 Gap Ratio를 계산하는 단계; 및

상기 계산된 Gap Ratio가 일정비율 이하인 경우, 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 측정된 수신신호강도에 근거하여 상기 임의의 샘플 포인트에 대한 전파지도 데이터를 수정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 클러스터 테이블을 생성하는 단계는,

상기 데이터베이스 구축 장치가 임의의 액세스 포인트에 대해 수신신호강도의 최댓값과 최솟값에 근거하여 클러스터의 초기 중심값을 산출하는 단계; 및

상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 산출된 초기 중심값을 시작값으로 한 자율학습 알고리즘(Unsupervised Learning algorithm)의 수행을 통해 상기 임의의 액세스 포인트에 대한 클러스터의 최종 중심값을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 클러스터의 초기 중심값을 산출하는 단계는,

상기 데이터베이스 구축 장치가 수신신호강도가 최대인 샘플 포인트를 시작점으로 하여 거리당 신호 감쇠율을 추정하는 단계;

상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 추정된 거리당 신호 감쇠율에 따라 클러스터의 개수를 결정하는 단계; 및

상기 데이터베이스 구축 장치가 수신신호강도의 최댓값과 최솟값의 차이 및 상기 결정된 클러스터의 개수에 근거하여 상기 초기 중심값을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 거리당 신호 감쇠율을 추정하는 단계에서, 상기 데이터베이스 구축 장치는 최소제곱법(method of least squares)을 사용하여 상기 거리당 신호 감쇠율을 추정하는 것을 특징으로 하는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법.

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 수신신호강도의 최댓값과 최솟값의 차이 및 상기 결정된 클러스터의 개수에 근거하여 상기 초기 중심값을 산출하는 단계에서, 상기 데이터베이스 구축 장치는 다음의 수학적식과 같은 계산을 통해,

(수학적식)

$$R_{\min} + (m - \frac{1}{2}) \times \frac{R_{\max} - R_{\min}}{CN}$$

(여기서 R_{\min} 은 수신신호강도의 최솟값, R_{\max} 는 수신신호강도의 최댓값, CN은 클러스터의 개수)

m번째 클러스터의 중심값을 산출하는 것을 특징으로 하는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법.

청구항 6

제 2항에 있어서,

상기 클러스터의 최종 중심값을 산출하는 단계에서, 상기 데이터베이스 구축 장치는 상기 자율학습 알고리즘으로 K-평균 알고리즘(K-means algorithm)을 사용하여 상기 클러스터의 최종 중심값을 산출하는 것을 특징으로 하는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 원시 데이터를 생성하는 단계에서, 상기 데이터베이스 구축 장치는 각 샘플 포인트별 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도를 반복 측정하여 상기 원시 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 Gap Ratio를 계산하는 단계는,

상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 임의의 샘플 포인트에서 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트 각각에 대해

전파지도에 저장된 수신신호강도와 측정된 수신신호강도의 차이를 나타내는 Gap Value를 계산하는 단계; 및
 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 계산된 Gap Value들에 근거하여 상기 Gap Ratio를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 Gap Value를 계산하는 단계는,

상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트 각각에 대해 액세스 포인트별로 전파지도에 저장된 수신신호강도에서 상기 측정된 수신신호강도를 차감한 차이값을 계산하는 단계; 및

상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 계산된 차이값들에 근거하여 상기 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트 각각에 대한 Gap Value를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트 각각에 대한 Gap Value를 계산하는 단계에서, 상기 데이터베이스 구축 장치는 상기 차이값들의 평균값을 계산하여 상기 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트 각각에 대한 Gap Value를 계산하는 것을 특징으로 하는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법.

청구항 13

제 10항에 있어서,

상기 Gap Value에 근거하여 상기 Gap Ratio를 계산하는 단계는,

상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 계산된 Gap Value들의 표준편차를 계산하는 단계; 및

상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 계산된 Gap Value들 중 가장 작은 값과 두 번째로 작은 값의 차이를 상기 계산된 표준편차로 나누어 상기 Gap Ratio를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법.

청구항 14

제 1항에 있어서,

상기 임의의 샘플 포인트에 대한 전파지도 데이터를 수정하는 단계에서, 상기 데이터베이스 구축 장치는 전파지도에 저장된 수신신호강도와 상기 측정된 수신신호강도의 평균값으로 상기 임의의 샘플 포인트에 대한 전파지도 데이터를 수정하는 것을 특징으로 하는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법.

청구항 15

위치 추정 장치가 각 액세스 포인트(Access Point, AP)에 대한 수신신호강도(Received Signal Strength, RSS)를 측정하는 단계;

상기 위치 추정 장치가 상기 측정된 수신신호강도 및 기 구축된 데이터베이스에 포함된 클러스터 테이블을 이용하여 위치 추정을 위한 탐색영역을 결정하는 단계; 및

상기 위치 추정 장치가 상기 결정된 탐색영역에서 핑거프린팅 측위를 수행하여 상기 위치 추정 장치의 현재 위치를 추정하는 단계를 포함하되,

상기 기 구축된 데이터베이스는 각 샘플 포인트(Sample Point, SP)별로 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도를 저장하고 있는 전파지도(Radio Map) 및 각 액세스 포인트별로 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링(clustering)하여 생성된 각 액세스 포인트별 클러스터의 최종 중심값과 각 중심값에 포함되는 샘플 포인트의 리스트를 저장하고 있는 클러스터 테이블을 포함하여 핑거프린팅 측위를 위해 구축된 것이고,

상기 탐색영역을 결정하는 단계는,

상기 위치 추정 장치가 액세스 포인트별로 상기 클러스터 테이블에 저장된 최종 중심값 중 측정된 수신신호강도에 가장 가까운 중심값을 산정하는 단계; 및

상기 위치 추정 장치가 상기 산정된 중심값들에 포함되는 샘플 포인트들에 근거하여 상기 탐색영역을 결정하는 단계를 포함하며,

상기 측정된 수신신호강도에 가장 가까운 중심값을 산정하는 단계에서, 상기 위치 추정 장치는 신호의 상태가 양호한 n개의 액세스 포인트를 선별하여 상기 측정된 수신신호강도에 가장 가까운 중심값을 산정하고,

상기 샘플 포인트들에 근거하여 상기 탐색영역을 결정하는 단계는,

상기 위치 추정 장치가 상기 샘플 포인트들 중 상기 n개의 액세스 포인트에 대한 중복횟수가 가장 많은 샘플 포인트들을 탐색 포인트로 산정하는 단계; 및

상기 위치 추정 장치가 상기 산정된 탐색 포인트에 근거하여 상기 탐색영역을 결정하는 단계를 포함하며,

상기 탐색 포인트에 근거하여 상기 탐색영역을 결정하는 단계에서, 상기 위치 추정 장치는 상기 탐색 포인트 중 가장 바깥쪽에 위치하는 샘플 포인트들을 연결한 영역을 상기 탐색영역으로 결정하는 것을 특징으로 하는 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

위치 추정 장치가 각 액세스 포인트(Access Point, AP)에 대한 수신신호강도(Received Signal Strength, RSS)를 측정하는 단계;

상기 위치 추정 장치가 상기 측정된 수신신호강도 및 기 구축된 데이터베이스에 포함된 클러스터 테이블을 이용하여 위치 추정을 위한 탐색영역을 결정하는 단계; 및

상기 위치 추정 장치가 상기 결정된 탐색영역에서 핑거프린팅 측위를 수행하여 상기 위치 추정 장치의 현재 위치를 추정하는 단계를 포함하되,

상기 현재 위치를 추정하는 단계는,

상기 위치 추정 장치가 상기 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대해 상기 데이터베이스에 저장된 수신신호강도와 상기 측정된 수신신호강도의 차이를 나타내는 Diff Value를 계산하는 단계; 및

상기 위치 추정 장치가 상기 계산된 Diff Value들에 근거하여 상기 현재 위치를 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법.

청구항 23

제 22항에 있어서,

상기 Diff Value를 계산하는 단계는,

상기 위치 추정 장치가 상기 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대해 액세스 포인트별로 상기 데이터베이스에 저장된 수신신호강도에서 상기 측정된 수신신호강도를 차감한 차이값을 계산하는 단계; 및

상기 위치 추정 장치가 상기 계산된 차이값들에 근거하여 상기 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대한 Diff Value를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법.

청구항 24

제 23항에 있어서,

상기 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대한 Diff Value를 계산하는 단계에서, 상기 위치 추정 장치는 상기 차이값들의 평균값을 계산하여 상기 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대한 Diff Value를 계산하는 것을 특징으로 하는 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법.

청구항 25

제 22항에 있어서,

상기 Diff Value들에 근거하여 상기 현재 위치를 추정하는 단계에서, 상기 위치 추정 장치는 상기 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 중 가장 작은 Diff Value를 갖는 샘플 포인트의 위치를 상기 현재 위치로 추정하는 것을 특징으로 하는 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법.

청구항 26

제 22항에 있어서,

상기 Diff Value들에 근거하여 상기 현재 위치를 추정하는 단계에서, 상기 위치 추정 장치는 상기 Diff Value들에 근거한 k-NN(k-nearest neighbors) 방법을 이용하여 상기 현재 위치를 추정하는 것을 특징으로 하는 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 클러스터링 기법을 사용한 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법

법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근 스마트폰의 사용이 늘어남에 따라 위치정보를 활용한 다양한 서비스를 제공하는 위치기반서비스(Location Based Service, LBS) 시장이 활성화 되고 있다. 위치기반서비스란 휴대폰이나 PDA와 같은 이동통신망과 IT 기술을 종합적으로 활용한 위치정보 기반의 시스템 및 서비스를 말하며, 고객의 위치정보를 기반으로 상품정보, 교통정보, 위치추적정보 등 생활 전반에 걸친 다양한 정보를 제공해준다. 이러한 위치기반서비스는 일반적으로 위치측위기술(Location Determination Technology, LDT), 위치처리플랫폼(Location Enabled Platform, LEP), 위치응용프로그램(Location Application Program, LAP)으로 구분된다.
- [0003] 이 중 위치측위기술은 위치기반서비스를 제공받는 장치의 위치를 파악하는 기술로, 위치기반서비스의 제공을 위한 가장 필수적인 기술에 해당한다. 이러한 위치측위기술로 종래에는 GPS(Global Positioning System) 방식이나 휴대폰의 기지국을 이용하는 방식이 많이 사용되었다.
- [0004] 그런데 GPS를 이용한 방식은 일반적으로 수 미터 이상의 오차를 가지고 건물 안, 터널 등 음영지역에서는 측위가 불가능하다는 단점이 존재한다. 이러한 GPS 방식과는 달리 휴대폰이 접속하고 있는 기지국을 이용한 방식은 실내외 모두에서 측위가 가능하다는 장점이 있으나, 그 정확도가 높지 않아 어느 블록에 있다는 정도의 대략적인 확인만이 가능하다는 문제점이 존재한다.
- [0005] 한편 상술한 GPS나 기지국 방식의 부정확성을 극복하고 정확한 위치 측정을 위한 방법으로 RFID(radio frequency identification), UWB(ultra wire band) 등을 사용한 센서를 이용하는 방식이 존재한다. 이 중에서도 UWB는 실내 위치추적에 있어서 수 센티미터에 이르는 높은 정확도를 제공할 수 있다는 장점이 존재하기 때문에, 위치정확도가 중요시되는 실시간 위치추적시스템에서 주로 활용된다. 하지만 이들 방식은 높은 정확도에 비해, 전파의 송수신 거리가 짧고 측위를 위해서 별도의 기지국들을 설치해야 한다. 따라서 초기 구축 시 막대한 비용이 발생하게 된다는 단점이 존재한다.
- [0006] 따라서 이러한 문제점들을 극복하기 위해, 비교적 정확도가 높으면서도 측위를 위한 추가 비용이 적게 요구되는 기술에 대한 필요성이 대두되고 있으며, 최근 이러한 필요성을 충족시켜 줄 수 있는 무선 액세스 포인트(Wireless Access Point)를 이용한 측위 기술에 대한 연구가 활발해지고 있다. 이는 무선 액세스 포인트를 이용한 측위를 위한 무선랜(Wireless LAN, WLAN) 등의 액세스 포인트들이 이미 수많은 장소에 설치되어 있어 별도의 기지국을 추가적으로 설치할 필요가 없기 때문이다.
- [0007] 이러한 무선 액세스 포인트를 이용한 측위 기술은 2가지 방식이 있는데, 첫째로는 삼각측량법(Centroid Method)이 있다. 이 방식은 3개 이상의 액세스 포인트(AP)로부터 수신신호강도(Received Signal Strength, RSS)를 수신 받아서 사용자의 현재 위치를 추정 하는 기법이다.
- [0008] 다른 하나로는 핑거프린팅(Fingerprinting) 기법이 있다. 이 방식은 미리 정해진 다수의 샘플 포인트(Sample Point, SP)마다 해당 위치에서 수신되는 각 AP별 RSS 데이터를 저장해 두었다가 유사한 RSS가 측정될 때 해당 SP의 위치를 이용하여 사용자의 위치를 추정하는 기법이다.
- [0009] 그런데 종래의 핑거프린팅 측위는 서비스 영역이 넓어지면 RSS 데이터의 저장을 위한 용량이 방대해진다는 문제점이 존재하였다. 또한 데이터베이스가 확대됨에 따라 탐색 범위가 넓어지게 되어 위치 추정을 위한 시간이 오래 걸린다는 문제점이 존재하였다.
- [0010] 한편 본 발명의 배경기술은 대한민국 등록특허 10-1390722호(2014.04.24.)에 게시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스의 양을 줄일 수 있고, 빠른 위치 결정이 가능하도록 하며, 위치 추정의 정확도를 향상시킬 수 있는 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법은 데이터베이스 구축 장치가 각 샘플 포인트(Sample Point, SP)별로 각 액세스 포인트(Access Point, AP)에 대한 수신신호강도(Received Signal Strength, RSS)를 수집하여 원시 데이터(Raw Data)를 생성하는 단계; 및 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 생성된 원시 데이터를 이용하여 각 액세스 포인트별로 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링(clustering)한 클러스터 테이블을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 본 발명에서 상기 클러스터 테이블을 생성하는 단계는, 상기 데이터베이스 구축 장치가 임의의 액세스 포인트에 대해 수신신호강도의 최댓값과 최솟값에 근거하여 클러스터의 초기 중심값을 산출하는 단계; 및 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 산출된 초기 중심값을 시작값으로 한 자율학습 알고리즘(Unsupervised Learning algorithm)의 수행을 통해 상기 임의의 액세스 포인트에 대한 클러스터의 최종 중심값을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 본 발명에서 상기 클러스터의 초기 중심값을 산출하는 단계는, 상기 데이터베이스 구축 장치가 수신신호강도가 최대인 샘플 포인트를 시작점으로 하여 거리당 신호 감쇠율을 추정하는 단계; 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 추정된 거리당 신호 감쇠율에 따라 클러스터의 개수를 결정하는 단계; 및 상기 데이터베이스 구축 장치가 수신신호강도의 최댓값과 최솟값의 차이 및 상기 계산된 클러스터의 개수에 근거하여 상기 초기 중심값을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명의 상기 거리당 신호 감쇠율을 추정하는 단계에서, 상기 데이터베이스 구축 장치는 최소제곱법(method of least squares)을 사용하여 상기 거리당 신호 감쇠율을 추정하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명의 상기 수신신호강도의 최댓값과 최솟값의 차이 및 상기 계산된 클러스터의 개수에 근거하여 상기 초기 중심값을 산출하는 단계에서, 상기 데이터베이스 구축 장치는 다음의 수학적식과 같은 계산을 통해, (수학적식)

$$R_{\min} + (m - \frac{1}{2}) \times \frac{R_{\max} - R_{\min}}{CN}$$
 (여기서 R_{\min} 은 수신신호강도의 최솟값, R_{\max} 는 수신신호강도의 최댓값, CN은 클러스터의 개수) m번째 클러스터의 중심값을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명의 상기 클러스터의 최종 중심값을 산출하는 단계에서, 상기 데이터베이스 구축 장치는 상기 자율학습 알고리즘으로 K-평균 알고리즘(K-means algorithm)을 사용하여 상기 클러스터의 최종 중심값을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법은 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 생성된 원시 데이터에서 수신신호강도의 측정률이 일정기준 이하인 데이터를 삭제하여 전파지도(Radio Map)를 구축하는 단계를 더 포함하되, 상기 원시 데이터를 생성하는 단계에서, 상기 데이터베이스 구축 장치는 각 샘플 포인트별 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도를 반복 측정하여 상기 원시 데이터를 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 본 발명에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법은 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 생성된 원시 데이터에서 각 액세스 포인트마다 수신신호강도의 편차가 기준값 미만인 데이터들을 삭제하여 전파지도(Radio Map)를 구축하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법은 상기 데이터베이스 구축 장치가 임의의 샘플 포인트에서 각 액세스 포인트별 수신신호강도를 측정하는 단계; 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 측정된 수신신호강도에 근거하여 상기 임의의 샘플 포인트와 이에 근접한 샘플 포인트 간의 전파지도에 저장된 수신신호강도의 차이를 나타내는 Gap Ratio를 계산하는 단계; 및 상기 계산된 Gap Ratio가 일정비율 이하인 경우, 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 측정된 수신신호강도에 근거하여 상기 임의의 샘플 포인트에 대한 전파지도 데이터를 수정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명에서 상기 Gap Ratio를 계산하는 단계는, 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 임의의 샘플 포인트에서 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트 각각에 대해 전파지도에 저장된 수신신호강도와 측정된 수신신호강도의 차이를 나타내는 Gap Value를 계산하는 단계; 및 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 계산된 Gap Value들에 근거하여 상기 Gap Ratio를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 본 발명에서 상기 Gap Value를 계산하는 단계는, 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 일정거리 내에 존재하는

샘플 포인트 각각에 대해 액세스 포인트별로 전파지도에 저장된 수신신호강도에서 상기 측정된 수신신호강도를 차감한 차이값을 계산하는 단계; 및 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 계산된 차이값들에 근거하여 상기 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트 각각에 대한 Gap Value를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 본 발명의 상기 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트 각각에 대한 Gap Value를 계산하는 단계에서, 상기 데이터베이스 구축 장치는 상기 차이값들의 평균값을 계산하여 상기 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트 각각에 대한 Gap Value를 계산하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 본 발명에서 상기 Gap Value에 근거하여 상기 Gap Ratio를 계산하는 단계는, 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 계산된 Gap Value들의 표준편차를 계산하는 단계; 및 상기 데이터베이스 구축 장치가 상기 계산된 Gap Value들 중 가장 작은 값과 두 번째로 작은 값의 차이를 상기 계산된 표준편차로 나누어 상기 Gap Ratio를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 본 발명의 상기 임의의 샘플 포인트에 대한 전파지도 데이터를 수정하는 단계에서, 상기 데이터베이스 구축 장치는 전파지도에 저장된 수신신호강도와 상기 측정된 수신신호강도의 평균값으로 상기 임의의 샘플 포인트에 대한 전파지도 데이터를 수정하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 본 발명에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법은 위치 추정 장치가 각 액세스 포인트(Access Point, AP)에 대한 수신신호강도(Received Signal Strength, RSS)를 측정하는 단계; 상기 위치 추정 장치가 상기 측정된 수신신호강도 및 기 구축된 데이터베이스에 포함된 클러스터 테이블을 이용하여 위치 추정을 위한 탐색영역을 결정하는 단계; 및 상기 위치 추정 장치가 상기 결정된 탐색영역에서 핑거프린팅 측위를 수행하여 상기 위치 추정 장치의 현재 위치를 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 본 발명에서 상기 기 구축된 데이터베이스는 각 샘플 포인트(Sample Point, SP)별로 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도를 저장하고 있는 전파지도(Radio Map) 및 각 액세스 포인트별로 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링(clustering)하여 생성된 각 액세스 포인트별 클러스터의 최종 중심값과 각 중심값에 포함되는 샘플 포인트의 리스트를 저장하고 있는 클러스터 테이블을 포함하여 핑거프린팅 측위를 위해 구축된 것을 특징으로 한다.

[0028] 본 발명에서 상기 탐색영역을 결정하는 단계는, 상기 위치 추정 장치가 액세스 포인트별로 상기 클러스터 테이블에 저장된 최종 중심값 중 측정된 수신신호강도에 가장 가까운 중심값을 선정하는 단계; 및 상기 위치 추정 장치가 상기 선정된 중심값들에 포함되는 샘플 포인트들에 근거하여 상기 탐색영역을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0029] 본 발명의 상기 측정된 수신신호강도에 가장 가까운 중심값을 선정하는 단계에서, 상기 위치 추정 장치는 신호의 상태가 양호한 n개의 액세스 포인트를 선별하여 상기 측정된 수신신호강도에 가장 가까운 중심값을 선정하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 본 발명에서 상기 샘플 포인트들에 근거하여 상기 탐색영역을 결정하는 단계는, 상기 위치 추정 장치가 상기 샘플 포인트들 중 상기 n개의 액세스 포인트에 대한 중복횟수가 가장 많은 샘플 포인트들을 탐색 포인트로 선정하는 단계; 및 상기 위치 추정 장치가 상기 선정된 탐색 포인트에 근거하여 상기 탐색영역을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0031] 본 발명의 상기 탐색 포인트에 근거하여 상기 탐색영역을 결정하는 단계에서, 상기 위치 추정 장치는 상기 탐색 포인트를 상기 탐색영역으로 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0032] 본 발명의 상기 탐색 포인트에 근거하여 상기 탐색영역을 결정하는 단계에서, 상기 위치 추정 장치는 상기 탐색 포인트 중 가장 바깥쪽에 위치하는 샘플 포인트들을 연결한 영역을 상기 탐색영역으로 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0033] 본 발명에서 상기 현재 위치를 추정하는 단계는, 상기 위치 추정 장치가 상기 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대해 상기 데이터베이스에 저장된 수신신호강도와 상기 측정된 수신신호강도의 차이를 나타내는 Diff Value를 계산하는 단계; 및 상기 위치 추정 장치가 상기 계산된 Diff Value들에 근거하여 상기 현재 위치를 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0034] 본 발명에서 상기 Diff Value를 계산하는 단계는, 상기 위치 추정 장치가 상기 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대해 액세스 포인트별로 상기 데이터베이스에 저장된 수신신호강도에서 상기 측정된 수신신호강도를 차감한 차이값을 계산하는 단계; 및 상기 위치 추정 장치가 상기 계산된 차이값들에 근거하여 상기 탐색영역에 위

치한 샘플 포인트 각각에 대한 Diff Value를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0035] 본 발명의 상기 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대한 Diff Value를 계산하는 단계에서, 상기 위치 추정 장치는 상기 차이값들의 평균값을 계산하여 상기 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대한 Diff Value를 계산하는 것을 특징으로 한다.
- [0036] 본 발명의 상기 Diff Value들에 근거하여 상기 현재 위치를 추정하는 단계에서, 상기 위치 추정 장치는 상기 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 중 가장 작은 Diff Value를 갖는 샘플 포인트의 위치를 상기 현재 위치로 추정하는 것을 특징으로 한다.
- [0037] 본 발명의 상기 Diff Value들에 근거하여 상기 현재 위치를 추정하는 단계에서, 상기 위치 추정 장치는 상기 Diff Value들에 근거한 k-NN(k-nearest neighbors) 방법을 이용하여 상기 현재 위치를 추정하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0038] 본 발명에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법은 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링하고 이에 따라 전체영역이 아닌 탐색영역에서 핑거프린팅 측위를 수행함으로써 위치 추정의 정확도를 향상시킬 수 있으며 빠른 위치 결정이 가능하도록 하는 효과가 있다.
- [0039] 또한 본 발명에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법은 수신신호강도의 측정률이 일정기준 이하인 데이터 및 수신신호강도의 편차가 기준값 미만인 데이터들을 삭제하여 전파지도를 구축함으로써 데이터베이스의 양을 줄이면서도 위치 추정의 정확도를 향상시킬 수 있으며 빠른 위치 결정이 가능하도록 하는 효과가 있다.
- [0040] 또한 본 발명에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법은 Gap Ratio가 낮은 샘플 포인트에 대한 전파지도 데이터를 수정함으로써 위치 추정의 정확도를 향상시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법이 수행되는 장치를 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 거리당 신호 감쇠율을 추정하는 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 초기 중심값을 산출하는 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 최종 중심값을 산출하는 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 수신신호강도의 측정률이 일정기준 이하인 데이터를 삭제하는 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 수신신호강도의 편차가 기준값 미만인 데이터들을 삭제하는 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 Gap Ratio에 근거하여

전파지도를 수정하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 Gap Ratio를 계산하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법에서 탐색영역을 결정하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법에서 산정된 중심값에 포함되는 샘플 포인트를 설명하기 위한 예시도이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법에서 산정된 중심값에 포함되는 샘플 포인트를 설명하기 위한 다른 예시도이다.

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법에서 탐색영역을 결정하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.

도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법에서 현재 위치를 추정하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법의 일 실시예를 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로, 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법이 수행되는 장치를 설명하기 위한 예시도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법이 수행되는 장치는 데이터베이스 구축 장치(100) 및 위치 추정 장치(120)를 포함한다. 또한 데이터베이스 구축 장치(100)는 제1제어부(101) 및 제1신호수집부(102)를 포함할 수 있고, 위치 추정 장치(120)는 제2제어부(121) 및 제2신호수집부(122)를 포함할 수 있다.

[0044] 데이터베이스 구축 장치(100)는 각각의 샘플 포인트(Sample Point, SP)에서 제1신호수집부(102)를 통해 액세스 포인트(Access Point, AP)(130~132)들로부터 신호를 수신하여 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도(Received Signal Strength, RSS)를 수집할 수 있다.

[0045] 또한 데이터베이스 구축 장치(100)의 제1제어부(101)는 이렇게 수집된 수신신호강도를 원시 데이터(Raw Data)로 하여 전파지도(Radio Map)를 구축하고, 클러스터 테이블을 생성할 수 있다. 제1제어부(101)는 이렇게 구축된 전파지도 및 클러스터 테이블을 데이터베이스(110)에 저장할 수 있다.

[0046] 즉 데이터베이스(110)는 각 샘플 포인트별로 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도를 저장하고 있는 전파지도 및 각 액세스 포인트별로 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링(clustering)하여 생성된 각 액세스 포인트별 클러스터의 최종 중심값과 각 중심값에 포함되는 샘플 포인트의 리스트를 저장하고 있는 클러스터 테이블을 포함할 수 있다. 이러한 데이터베이스(110)는 서버의 형태일 수도 있으나, 데이터베이스 구축 장치(100)의 포함되는 형태일 수도 있다.

[0047] 위치 추정 장치(120)는 데이터베이스에 저장된 전파지도 및 클러스터 테이블 이용한 핑거프린팅 측위를 수행하여 위치 추정 장치(120) 자신의 현재 위치를 추정할 수 있다. 즉 제2신호수집부(122)는 액세스 포인트(130~132)들로부터 신호를 수신하여 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도를 측정할 수 있다. 제2제어부(121)는 이렇게 측정된 수신신호강도를 데이터베이스에 저장된 데이터와 비교하여 위치 추정 장치(120)의 현재 위치를 추정할 수 있다. 위치 추정 장치(120)로는 사용자의 스마트폰 등이 해당될 수 있다.

[0048] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법을 설명하기 위한 흐름도이

고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이며, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 거리당 신호 감쇠율을 추정하는 단계를 설명하기 위한 예시도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 초기 중심값을 산출하는 단계를 설명하기 위한 예시도이며, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 최종 중심값을 산출하는 단계를 설명하기 위한 예시도이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 수신신호강도의 측정률이 일정기준 이하인 데이터를 삭제하는 단계를 설명하기 위한 예시도이며, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 수신신호강도의 편차가 기준값 미만인 데이터들을 삭제하는 단계를 설명하기 위한 예시도이고, 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 Gap Ratio에 근거하여 전파지도를 수정하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이며, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법에서 Gap Ratio를 계산하는 과정을 설명하기 위한 예시도로서, 이를 참조하여 본 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법을 설명하면 다음과 같다.

[0049] 도 2에 도시된 바와 같이, 데이터베이스 구축 장치(100)는 먼저 각 샘플 포인트별로 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도를 수집하여 원시 데이터를 생성한다(S200). 즉 데이터베이스 구축 장치(100)는 미리 정해진 다수의 샘플 포인트에 대한 식별표지로 해당 샘플 포인트에서 측정된 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도를 수집한다. 이때 데이터베이스 구축 장치(100)는 각 샘플 포인트별 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도를 여러 번 반복 측정하여 원시 데이터를 생성할 수도 있다.

[0050] 이어서 데이터베이스 구축 장치(100)는 상기 단계(S200)에서 생성된 원시 데이터를 이용하여 각 액세스 포인트별로 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링 한다(S210). 도 3 내지 6을 참조하여 하나의 액세스 포인트에 대한 클러스터링 과정을 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

[0051] 도 3에 도시된 바와 같이, 데이터베이스 구축 장치(100)는 먼저 임의의 액세스 포인트에 대해 수신신호강도가 최대인 샘플 포인트를 시작점으로 하여 거리당 신호 감쇠율을 추정한다(S300). 도 4에서 볼 수 있듯이, 데이터베이스 구축 장치(100)는 수신신호강도가 최대인 샘플 포인트를 시작점으로 하여 거리에 따라 감쇠되는 수신신호강도의 비율을 추정할 수 있다. 즉 데이터베이스 구축 장치(100)는 도 4에서 Maximum RSS로 표시된 샘플 포인트를 시작점으로 하여 4방향으로 거리에 따라 감쇠되는 수신신호강도의 비율을 추정할 수 있다.

[0052] 데이터베이스 구축 장치(100)는 이렇게 추정된 각 방향별 감쇠 비율의 평균을 계산하거나 최댓값을 취하여 거리당 신호 감쇠율을 추정할 수 있다. 이와 같이 거리당 신호 감쇠율을 추정하는 것은 수신신호강도의 밀도(수신신호강도의 분포)를 반영하여 클러스터의 초기 간격을 결정하기 위함이다.

[0053] 즉 자율학습 알고리즘(Unsupervised Learning algorithm)을 통한 클러스터링에서는 초기 중심값을 설정하는 것이 필요한데, 이러한 초기 중심값은 자율학습 알고리즘의 결과에 중요한 영향을 미칠 수 있다. 다시 말해 자율학습 알고리즘은 그 수행 결과로 최적값을 보장해 주지 않으며, 초기 조건에 상당히 의존하는 결과가 나오므로, 초기 설정에 따라서는 실제 최적값보다 나쁜 값을 얻을 수도 있다. 이를 방지하기 위해서 서로 다른 초기값으로 여러 번 시도하여 가장 좋은 결과를 사용하는 기법 등을 사용할 수도 있으나, 본 실시예에서는 수신신호강도의 밀도에 따라 클러스터의 초기 간격을 결정하는 방법을 사용한다.

[0054] 한편 상기 단계(S300)에서 데이터베이스 구축 장치(100)는 최소제곱법(method of least squares)을 사용하여 거리당 신호 감쇠율을 추정할 수 있다. 즉 데이터베이스 구축 장치(100)는 최소제곱법을 사용하여 주어진 데이터들에 대해서 최대 근사값을 가지는 직선을 찾고, 해당 추세선의 기울기를 거리에 따라 감쇠되는 수신신호강도의 비율로 추정할 수 있다.

[0055] 상기 단계(S300) 이후, 데이터베이스 구축 장치(100)는 상기 단계(S300)에서 산출된 거리당 신호 감쇠율에 따라 클러스터의 개수를 결정한다(S310). 예를 들어 데이터베이스 구축 장치(100)는 거리당 신호 감쇠율에 클러스터 영역의 크기(예 : 10m, 20m 등)를 곱하여 클러스터의 초기 간격을 계산할 수 있다. 또한 데이터베이스 구축 장치(100)는 수신신호강도의 최댓값에서 최솟값을 뺀 값 즉, 수신신호강도의 최대간격에서 상기와 같이 계산된 거리당 신호 감쇠율을 나누어 클러스터의 개수를 결정할 수 있다. 즉 데이터베이스 구축 장치(100)는 사용자의 의도 등에 따라 설정된 클러스터 영역의 크기를 거리당 신호 감쇠율에 곱하여 클러스터의 초기 간격을 계산하고, 계산된 초기 간격을 수신신호강도의 최대간격에서 나누어 수신신호강도의 밀도를 반영한 클러스터의 개수를 결정할 수 있다.

[0056] 이어서 데이터베이스 구축 장치(100)는 수신신호강도의 최댓값과 최솟값의 차이 및 상기 단계(S310)에서 계산된 클러스터의 개수에 근거하여 클러스터의 초기 중심값을 산출한다(S320). 예를 들어 데이터베이스 구축 장치(100)는 다음의 수학적식1과 같은 계산을 통해 m번째 클러스터의 중심값을 산출할 수 있다.

수학적식 1

$$R_{\min} + (m - \frac{1}{2}) \times \frac{R_{\max} - R_{\min}}{CN}$$

[0057]

[0058] (여기서 R_{\min} 은 수신신호강도의 최솟값, R_{\max} 는 수신신호강도의 최댓값, CN은 클러스터의 개수)

[0059] 즉, 데이터베이스 구축 장치(100)는 첫 번째 클러스터의 중심값부터 '상기 단계(S310)에서 계산된 클러스터의 개수'번째 클러스터의 중심값까지 산출할 수 있다. 따라서 클러스터의 초기 중심값은 '상기 단계(S310)에서 계산된 클러스터의 개수'개의 중심값을 포함하는 집합을 의미한다.

[0060] 데이터베이스 구축 장치(100)는 이러한 과정을 거쳐 도 5에 도시된 것과 같은 초기 클러스터 모형을 생성할 수 있다.

[0061] 한편 상기 단계(S320) 이후, 데이터베이스 구축 장치(100)는 상기 단계(S320)에서 산출된 초기 중심값을 시작으로 한 자율학습 알고리즘의 수행을 통해 임의의 액세스 포인트에 대한 클러스터의 최종 중심값을 산출한다(S330). 즉 데이터베이스 구축 장치(100)는 자율학습 알고리즘을 수행하여 도 6에 도시된 것과 같은 최종 클러스터 모형을 생성할 수 있다.

[0062] 이때 데이터베이스 구축 장치(100)는 상기 자율학습 알고리즘으로 K-평균 알고리즘(K-means algorithm)을 사용하여 클러스터의 최종 중심값을 산출할 수 있다. 즉 데이터베이스 구축 장치(100)는 클러스터와 거리 차이의 분산을 최소화하는 방식으로 클러스터링을 수행할 수 있다. 다시 말해 데이터베이스 구축 장치(100)는 데이터가 많은 클러스터는 좁게 만들고 데이터가 적은 클러스터는 넓게 만들어 초기 모형에 비해 클러스터 간 편차가 줄어들도록 할 수 있다.

[0063] 한편 여기서 최종 중심값은 상기 단계(S320)에서의 초기 중심값과 마찬가지로 '상기 단계(S310)에서 계산된 클러스터의 개수'개의 중심값을 포함하는 집합을 의미한다.

[0064] 즉 도 2의 상기 단계(S210)에서 데이터베이스 구축 장치(100)는 각 액세스 포인트별로 상술한 도 3의 단계(S300) 내지 단계(S330)을 수행하여 각 액세스 포인트별로 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링한 클러스터 테이블을 생성할 수 있다. 따라서 이렇게 생성된 클러스터 테이블은 각 액세스 포인트별 클러스터의 최종 중심값과 각 중심값에 포함되는 샘플 포인트의 리스트를 포함할 수 있다.

[0065] 상기 단계(S210) 이후, 데이터베이스 구축 장치(100)는 상기 단계(S200)에서 생성된 원시 데이터에서 수신신호강도의 측정값이 일정 기준 이하인 데이터를 삭제한다(S220). 도 7에서 볼 수 있듯이, 데이터베이스 구축 장치(100)가 각 샘플 포인트별 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도를 여러 번 반복 측정하여 원시 데이터를 생성하는 경우에, 각 액세스 포인트에 대한 측정횟수는 누적될 수 있다. 데이터베이스 구축 장치(100)는 이렇게 누적된 측정횟수에 근거하여 수신신호강도의 측정값이 일정 기준 이하인 데이터를 삭제할 수 있다.

[0066] 즉 하나의 샘플 포인트를 기준으로 볼 때, 해당 샘플 포인트에서의 수신신호강도의 수집횟수가 총 측정횟수에 비해 현저히 적은(일정 기준 이하인) 액세스 포인트의 경우 실제 측위 단계에서 측정되지 않을 가능성이 크다. 따라서 해당 샘플 포인트에 대한 해당 액세스 포인트의 데이터를 원시 데이터에서 삭제하여 전파지도(Radio Map)를 최적화할 수 있다. 예를 들어 도 7에 도시된 액세스 포인트 중 수집횟수가 5회 이하인 5개의 액세스 포인트에 대한 해당 샘플 포인트의 데이터가 삭제될 수 있다.

[0067] 이어서 데이터베이스 구축 장치(100)는 각 액세스 포인트마다 수신신호강도의 편차가 기준값 미만인 데이터들을 삭제한다(S230). 즉 하나의 액세스 포인트를 기준으로 볼 때, 서로 다른 샘플 포인트의 경우 서로 다른 수신신호강도를 가져야 하나, 수신신호강도의 차이가 거의 없는(기준값 미만인) 샘플 포인트들의 경우 실제 측위 단계에서 오차로 작용할 가능성이 크다. 따라서 해당 샘플 포인트들에 대한 해당 액세스 포인트의 데이터를 원시 데이터에서 삭제하여 전파지도를 최적화할 수 있다. 도 8에서 볼 수 있듯이, 서로 다른 샘플 포인트에 해당하나 수신신호강도의 편차가 작은 샘플 포인트들에 대한 해당 액세스 포인트의 데이터가 삭제 될 수 있다. 한편 여기

서 기준값은 고정된 값이 아니라 샘플 포인트 간의 거리에 따라 달라질 수 있는 형태일 수 있다.

- [0068] 한편 데이터베이스 구축 장치(100)는 오직 하나의 샘플 포인트에서만 수집된 액세스 포인트에 대한 데이터를 삭제하여 전파지도를 최적화할 수도 있다. 즉 이러한 데이터는 해당 샘플 포인트에 대해서만 의미를 가지기 때문에 측위 단계에서 오차로 작용할 수 있기 때문이다.
- [0069] 상기 단계(S230) 이후, 데이터베이스 구축 장치(100)는 임의의 샘플 포인트와 이에 근접한 샘플 포인트 간의 전파지도에 저장된 수신신호강도의 차이를 나타내는 Gap Ratio에 근거하여 상기 임의의 샘플 포인트에 대한 전파지도 데이터를 수정한다(S240). 도 9 및 도 10을 참조하여 상기 단계(S240)를 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.
- [0070] 도 9에 도시된 바와 같이, 데이터베이스 구축 장치(100)는 먼저 임의의 샘플 포인트에서 각 액세스 포인트별 수신신호강도를 측정한다(S400). 즉 데이터베이스 구축 장치(100)는 전파지도가 구축된 이후, 전파지도를 유지 및 보수하기 위해 임의의 샘플 포인트에서 각 액세스 포인트별 수신신호강도를 측정하여 해당 샘플 포인트에 대한 데이터 수정이 필요한지 확인한다.
- [0071] 이어서 데이터베이스 구축 장치(100)는 임의의 샘플 포인트에서 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트 각각에 대해 액세스 포인트별로 전파지도에 저장된 수신신호강도에서 상기 단계(S400)에서 측정된 수신신호강도를 차감한 차이값을 계산한다(S410). 즉 데이터베이스 구축 장치(100)는 임의의 샘플 포인트와 해당 샘플 포인트에서 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트들을 비교하기 위해 전파지도에 저장된 수신신호강도에서 측정된 수신신호강도를 차감한 차이값을 계산할 수 있다. 여기서 하나의 샘플 포인트에 대한 차이값은 해당 샘플 포인트에 대한 각 액세스 포인트별 차이값들을 모두 포함하는 개념이다.
- [0072] 상기 단계(S410) 이후, 데이터베이스 구축 장치(100)는 상기 단계(S420)에서 계산된 차이값들의 평균값을 계산하여 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트 각각에 대한 Gap Value를 계산한다(S420). 즉 데이터베이스 구축 장치(100)는 샘플 포인트별로 각각 계산된 각 액세스 포인트별 차이값들을 샘플 포인트별로 각각 평균 내어 Gap Value들을 계산한다. 따라서 Gap Value는 임의의 샘플 포인트에서 일정거리 내에 존재하는 샘플 포인트 각각에 대해 전파지도에 저장된 수신신호강도와 측정된 수신신호강도의 차이를 나타내는 값이다.
- [0073] 이어서 데이터베이스 구축 장치(100)는 상기 단계(S420)에서 계산된 Gap Value들의 표준편차를 계산한다(S430). 즉 데이터베이스 구축 장치(100)는 Gap Value들의 표준편차를 계산하여 Gap Value들의 분포 정도를 수치화할 수 있다.
- [0074] 상기 단계(S430) 이후, 데이터베이스 구축 장치(100)는 상기 단계(S420)에서 계산된 Gap Value들 중 가장 작은 값과 두 번째로 작은 값의 차이를 표준편차로 나누어 Gap Ratio를 계산한다(S440). 도 10에서 볼 수 있듯이, 계산된 Gap Value들 중 가장 작은 값은 First NN으로 두 번째로 작은 값은 Second NN으로 정의될 수 있다. 즉 Gap Ratio는 임의의 샘플 포인트와 이에 근접한 샘플 포인트 간의 전파지도에 저장된 수신신호강도의 차이를 나타내는 값을 의미한다.
- [0075] 이어서 데이터베이스 구축 장치(100)는 상기 단계(S440)에서 계산된 Gap Ratio가 일정비율 이하인지 확인한다(S450). 즉 임의의 샘플 포인트와 이에 근접한 샘플 포인트는 서로 다른 샘플 포인트이므로 Gap Value의 차이가 존재하여야 측위를 위한 데이터로서의 활용성이 존재하게 된다. 그런데 Gap Ratio가 일정비율(예 : 50%) 이하인 경우는 임의의 샘플 포인트와 이에 근접한 샘플 포인트 간에 전파지도에 저장된 수신신호강도에 차이가 크지 않은 경우를 의미한다. 이러한 경우는 임의의 샘플 포인트에 저장된 데이터의 활용성이 의심되는 경우이므로 해당 데이터를 수정하여야 한다.
- [0076] 따라서 상기 단계(S450)의 확인결과 Gap Ratio가 일정비율 이하였다면, 데이터베이스 구축 장치(100)는 전파지도에 저장된 수신신호강도와 상기 단계(S400)에서 측정된 수신신호강도의 평균값으로 임의의 샘플 포인트에 대한 전파지도 데이터를 수정한다(S460). 즉 전파지도의 구축 후 다양한 환경의 변화로 인해 전파 환경이 변화할 수 있으므로, 데이터베이스 구축 장치(100)는 Gap Ratio가 일정비율 이하인 샘플 포인트에 저장된 데이터를 수정하여 전파지도를 유지 및 보수할 수 있다. 이때 전파지도에 저장된 수신신호강도와 측정된 수신신호강도의 평균값으로 전파지도를 수정하는 것은 상기 단계(S400)에서의 측정에 순간적인 오차가 있는 경우를 고려한 것이다. 따라서 데이터베이스 구축 장치(100)는 전파지도에 저장된 수신신호강도와 측정된 수신신호강도에 평균값이 아닌 다른 가중치를 적용하여 전파지도를 수정할 수도 있다.
- [0077] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법에서 탐색 영역을 결정하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이며, 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 구축된 데이터베이스

를 이용한 핑거프린팅 측위 방법에서 산정된 중심값에 포함되는 샘플 포인트를 설명하기 위한 예시도이고, 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법에서 산정된 중심값에 포함되는 샘플 포인트를 설명하기 위한 다른 예시도이며, 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법에서 탐색영역을 결정하는 과정을 설명하기 위한 예시도이고, 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법에서 현재 위치를 추정하는 단계를 설명하기 위한 흐름도로서, 이를 참조하여 본 실시예에 따른 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법을 설명하면 다음과 같다.

- [0078] 도 11에 도시된 바와 같이, 위치 추정 장치(120)는 각 액세스 포인트(Access Point, AP)에 대한 수신신호강도(Received Signal Strength, RSS)를 측정한다(S500). 즉 위치 추정 장치(120)는 위치 추정 장치(120) 자신이 존재하는 위치에서 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도를 측정하여 위치를 추정할 수 있다.
- [0079] 이어서 위치 추정 장치(120)는 상기 단계(S500)에서 측정된 수신신호강도 및 기 구축된 데이터베이스에 포함된 클러스터 테이블을 이용하여 위치 추정을 위한 탐색영역을 결정한다(S510). 여기서 기 구축된 데이터베이스는 각 샘플 포인트(Sample Point, SP)별로 각 액세스 포인트에 대한 수신신호강도를 저장하고 있는 전파지도(Radio Map) 및 각 액세스 포인트별로 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링(clustering)하여 생성된 각 액세스 포인트별 클러스터의 최종 중심값과 각 중심값에 포함되는 샘플 포인트의 리스트를 저장하고 있는 클러스터 테이블을 포함하여 핑거프린팅 측위를 위해 구축된 데이터베이스를 의미한다.
- [0080] 한편 도 12 내지 도 15를 참조하여 상기 단계(S510)을 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.
- [0081] 도 12에 도시된 바와 같이 위치 추정 장치(120)는 먼저 신호의 상태가 양호한 n개의 액세스 포인트를 선별한다(S600). 즉 위치 추정 장치(120)는 빠른 계산 속도를 위해 신호의 상태가 양호한 n개의 액세스 포인트를 선별하여 탐색영역을 결정할 수 있다. 여기서 신호의 상태가 양호하다 함은 수신신호강도가 상대적으로 큰 경우 등을 의미한다.
- [0082] 이어서 위치 추정 장치(120)는 상기 단계(S600)에서 선별된 n개의 액세스 포인트 각각에 대해 클러스터 테이블에 저장된 최종 중심값 중 도 11의 상기 단계(S500)에서 측정된 수신신호강도에 가장 가까운 중심값을 산정한다(S610). 즉 위치 추정 장치(120)는 위치 추정 장치(120)의 현재 위치가 어느 클러스터에 가장 근접한지를 판단할 수 있다. 도 13 내지 도 14를 참고하여 이를 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.
- [0083] 도 13은 하나의 액세스 포인트만을 파악한 경우를 나타낸 것으로, 도 13에서 볼 수 있듯이, 위치 추정 장치(120)는 위치 추정 장치(120)의 현재 위치에 가장 근접한 것으로 판단되는 클러스터의 중심값을 산정할 수 있다. 이때 위치 추정 장치는 해당 액세스 포인트의 클러스터의 최종 중심값과 측정되는 수신신호강도를 비교하여 그 차이가 가장 작은 중심값을 위치 추정 장치(120)의 현재 위치에 가장 근접한 것으로 판단되는 클러스터의 중심값으로 산정할 수 있다. 위치 추정 장치(120)는 이렇게 산정된 중심값에 포함되는 샘플 포인트들을 측위를 위한 데이터로 사용할 수 있으며, 이는 도 13에 도시된 것과 같다.
- [0084] 또한 도 14는 3개의 액세스 포인트를 파악한 경우를 나타낸 것으로, 도 13과 마찬가지로의 방법을 통해 각 액세스 포인트별로 산정된 중심값에 포함되는 샘플 포인트들을 나타낸 것이다.
- [0085] 한편 상기 단계(S610) 이후, 위치 추정 장치(120)는 상기 단계(S620)에서 산정된 중심값들에 포함되는 샘플 포인트들 중 n개의 액세스 포인트에 대한 중복횟수가 가장 많은 샘플 포인트들을 탐색 포인트로 산정한다(S620). 즉 도 15에서 볼 수 있듯이, 3개의 액세스 포인트에 모두 중복되는 15개의 샘플 포인트가 탐색 포인트로 산정될 수 있다. 이때 n개의 액세스 포인트에 모두 중복되는 샘플 포인트가 존재하지 않을 수 있으므로, 중복횟수가 가장 많은 샘플 포인트들을 탐색 포인트로 산정한다.
- [0086] 이어서 위치 추정 장치(120)는 상기 단계(S620)에서 산정된 탐색 포인트 중 가장 바깥쪽에 위치하는 샘플 포인트들을 연결한 영역을 탐색영역으로 결정한다(S630). 즉 도 15에 도시된 Final SA가 탐색영역으로 결정된다. 이렇게 위치 추정 장치(120)가 산정된 탐색 포인트 중 가장 바깥쪽에 위치하는 샘플 포인트들을 연결한 영역을 탐색영역으로 결정하는 것은 순간적인 환경의 변화에 의해 산정된 탐색 포인트 중 가장 바깥쪽에 위치하는 샘플 포인트들을 연결한 영역의 중간에 있는 샘플 포인트가 탐색 포인트로 산정되지 않을 수 있기 때문이며, 이러한 몇 개의 샘플 포인트를 탐색영역으로 추가한다 하더라도 위치 추정의 정확도 및 위치 결정 속도에 큰 영향을 주지 않기 때문이다.
- [0087] 이외에도 위치 추정 장치(120)는 상기 단계(S620)에서 산정된 탐색 포인트만을 탐색영역으로 결정할 수도 있다.

- [0088] 한편 도 11의 상기 단계(S510) 이후, 위치 추정 장치(120)는 상기 단계(S510)에서 결정된 탐색영역에서 핑거프린팅 측위를 수행하여 위치 추정 장치(120)의 현재 위치를 추정한다(S520). 즉 위치 추정 장치(120)는 클러스터 테이블을 이용하여 전체영역이 아닌 상기 단계(S510)에서 결정된 탐색영역에서만 핑거프린팅 측위를 수행함으로써 위치 추정의 정확도를 향상시킬 수 있으며 빠른 처리 속도를 가질 수 있다. 한편 도 16을 참조하여 상기 단계(S520)을 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.
- [0089] 도 16에서 볼 수 있듯이, 위치 추정 장치(120)는 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대해 액세스 포인트별로 데이터베이스에 저장된 수신신호강도에서 도 11의 상기 단계(500)에서 측정된 수신신호강도를 차감한 차이값을 계산한다(S700). 즉 위치 추정 장치(120)는 측정되는 수신신호강도와 전파지도에 저장된 데이터를 비교하기 위해 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대해 액세스 포인트별로 데이터베이스에 저장된 수신신호강도에서 측정된 수신신호강도를 차감한 차이값을 계산할 수 있다.
- [0090] 이어서 위치 추정 장치(120)는 상기 단계(S700)에서 계산된 차이값들의 평균값을 계산하여 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대한 Diff Value를 계산한다(S710). 즉 위치 추정 장치(120)는 샘플 포인트별로 각각 계산된 각 액세스 포인트별 차이값들을 샘플 포인트별로 각각 평균 내어 Diff Value들을 계산한다. 따라서 Diff Value는 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 각각에 대해 상기 데이터베이스에 저장된 수신신호강도와 측정된 수신신호강도의 차이를 나타내는 값이다.
- [0091] 상기 단계(S710) 이후, 위치 추정 장치(120)는 탐색영역에 위치한 샘플 포인트 중 가장 작은 Diff Value를 갖는 샘플 포인트의 위치를 위치 추정 장치(120)의 현재 위치로 추정한다(S720). 즉 위치 추정 장치(120)는 데이터베이스에 저장된 수신신호강도와 측정된 수신신호강도의 차이가 가장 작은 위치를 위치 추정 장치(120)의 위치라고 추정할 수 있다.
- [0092] 이외에도 위치 추정 장치(120)는 상기 단계(S710)에서 계산된 Diff Value들에 근거한 k-NN(k-nearest neighbors) 방법을 이용하여 위치 추정 장치(120)의 현재 위치를 추정할 수도 있다. 즉 위치 추정 장치(120)는 가장 작은 Diff Value를 갖는 샘플 포인트부터 k개의 샘플 포인트들의 공간적인 중앙값을 계산하여 위치 추정 장치의 현재 위치를 추정할 수도 있다.
- [0093] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법은 샘플 포인트들을 수신신호강도에 따라 클러스터링하고 이에 따라 전체영역이 아닌 탐색영역에서 핑거프린팅 측위를 수행함으로써 위치 추정의 정확도를 향상시킬 수 있으며 빠른 위치 결정이 가능하도록 한다.
- [0094] 또한 본 발명의 실시예에 따른 핑거프린팅 측위를 위한 데이터베이스 구축 방법 및 구축된 데이터베이스를 이용한 핑거프린팅 측위 방법은 수신신호강도의 측정물이 일정기준 이하인 데이터 및 수신신호강도의 편차가 기준값 미만인 데이터들을 삭제하여 전파지도를 구축하고, Gap Ratio가 낮은 샘플 포인트에 대한 전파지도 데이터를 수정함으로써 데이터베이스의 양을 줄이면서도 위치 추정의 정확도를 향상시켜주며 빠른 위치 결정이 가능하도록 한다.
- [0095] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

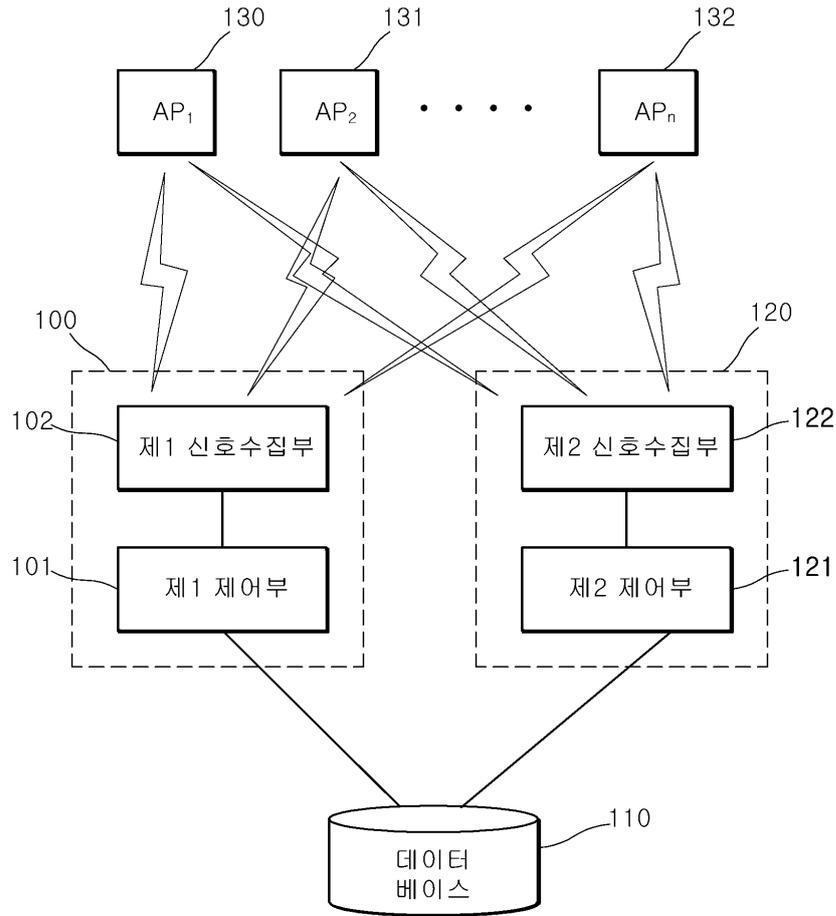
부호의 설명

- [0096] 100: 데이터베이스 구축 장치
- 101: 제1제어부
- 102: 제1신호수집부
- 110: 데이터베이스
- 120: 위치 추정 장치
- 121: 제2제어부

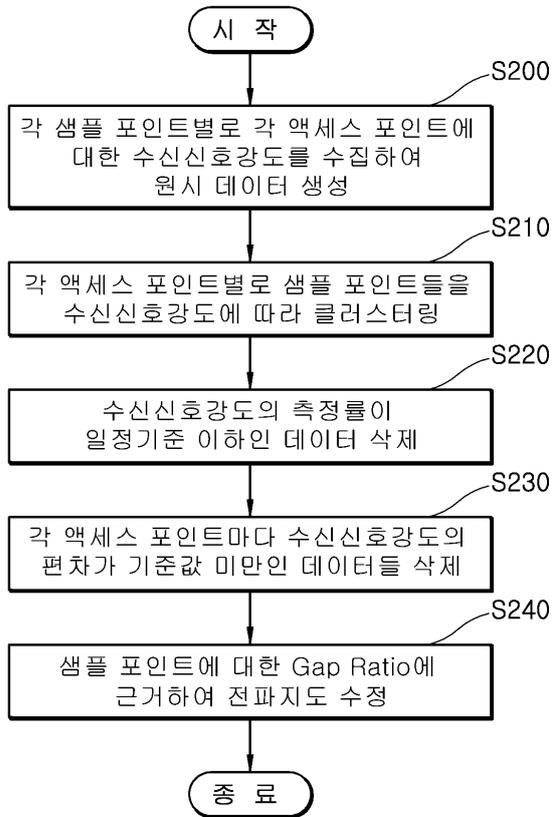
- 122: 제2신호수집부
- 130: 제1액세스 포인트
- 131: 제2액세스 포인트
- 132: 제N액세스 포인트

도면

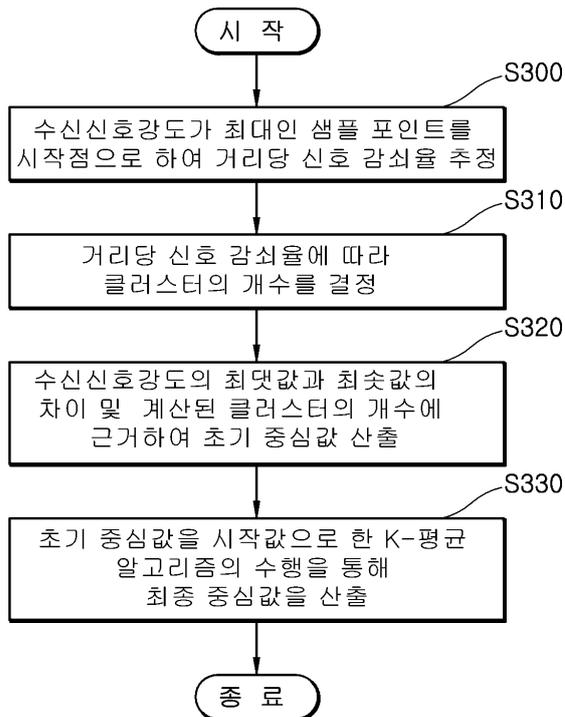
도면1



도면2



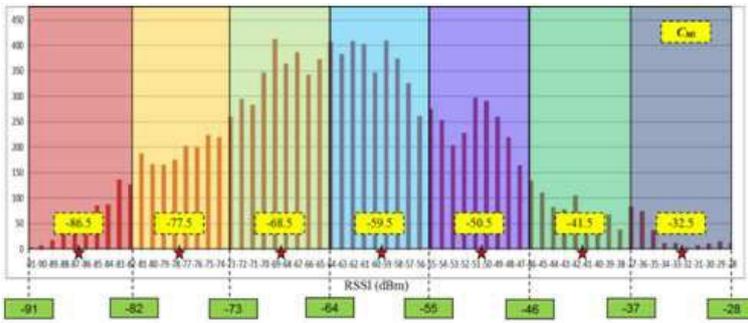
도면3



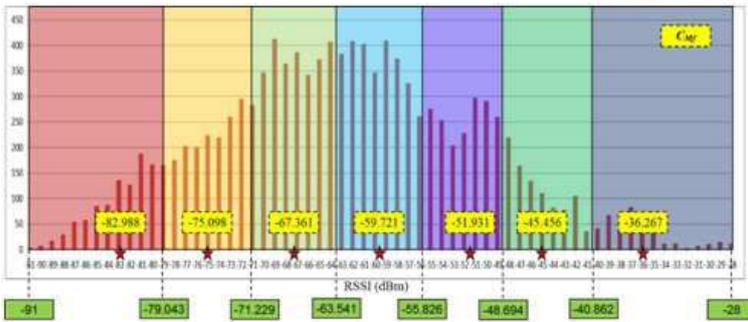
도면4

	Y (m)													
X (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	-59.9068	-60.1667	-58.7879	-56.7604	-37.4742	-63.9085	-53.1134	-59.74	-62.8311	-53.3367	-58.8901	-53.2813	-57.3011	-55.2642
2	-66.2237	-60.8901	-58.2391	-60.2347	-59.1979	-54.41	-54.6869	-64.4409	-59.6327	-60.8082	-61.7	-53.2043	-57.9294	-51.67
3	-63.2292	-58.7474	-60.3511	-59.795	-60.2637	-60.899	-37.9072	-58.7677	-62.1396	-57.4227	-56.598	-55.9784	-53.5859	-33.0182
4	-60.8469	-62.1261	-58.3918	-64.4041	-38.6613	-55.9897	-43.7614	-58.6364	-54.6289	-53.3354	-56.3365	-62.0109	-54.32	-48.9293
5	-59.2809	-64.618	-61.1011	-59.8182	-35.8687	-64.9192	-60.6667	-58.8866	-57.8438	-64.593	-56.8182	-58.1771	-50.5464	-56.9899
6	-59.4222	-59.7172	-61.3814	-57.29	-59.4184	-36.37	-60.1087	-60.5859	-62.03	-62.8469	-58.1648	-52.6854	-57.8247	-54.02
7	-62.2791	-61.0698	-55.9896	-59.7653	-61.6771	-55.97	0	-61.4699	-60.2887	-67.0132	-57.0101	-59.6556	-59.4792	-58.299
8	-57.3474	-56.828	-61.3053	-59.64	-54.3636	-57.8788	0	-58.1429	-56.1649	-60.4421	-55.9684	-57.3196	-59.4124	-59.734
9	-51.5612	-52.8898	-57.9375	-53.2828	-54.5859	-60.1333	-55.0795	-59.8081	-56.303	-66.6279	-56.2371	-56.7553	-61.25	-56.0208
10	Maximum RSS	7717	-58.7708	-52.4286	-53.03	-50.7684	-56.45	-64.439	-61.1014	-62.125	-65.2857	-67.4444	-58.7475	
11	-51	-49.596	-51.2041	-47.7374	-55.4948	-53.15	-55.5625	-60	-61.8132	-63.1573	-61.4667	-71.0308		
12	-58.8211	-51.6882	-44.879	-45.3263	-45.8878	-49.4	-51.6701	-56.69	-61.3131	-63.75	-58.8788	-70.3934	-67.5769	-64.1688
13	-59.9368	-49.9677	-50.9293	-49.7732	-46.23	-55.2449	-62.3441	-65.2545	-66.6883	-62.6375	-59.5	-65.6512	-65.169	-64.5395
14	-54.9808	-53.7111	-55.6372	-52.3131	-53.3368	-55.9284	-67.1091	-66.8171	-65.4143	-62.6264	-65.7975	-65.5079	-60.2088	-68.9194
15	-56.3438	-56.9513	-63.2556	-51.8384	-56.2347	-60.2872	0	-59.01	-66.9411	-68.1	-68.4444	-69.3974	-64.4375	-63.4884
16	-55.949	-61.8506	-62.6702	-54.1717	-54.13	-54.8367	0	-47.6835	-62.5438	-67.0588	-64.9531	-69.1389	-68.9574	-67
17	-61.8706	-60.587	-57.3433	-59.2887	-37.0707	-62.7181	-61.299	-68.0189	-67.84	-62.7979	-67.1321	-68.7018	-67.6818	-67.7581
18	-59.4	-63.1348	-63.5155	-65.3974	-59.7979	-65.9409	-61.5887	-61.6071	-68.8814	-71.725	-70.8148	-68.4667	-72.2609	-65.4179
19	-62.913	-66.3836	-66.5556	-55.4848	-60.6458	-66.321	-63.1711	-61.5	-65.6897	-66.4364	Minimum RSS	10847	-70.4762	
20	-67.4308	-65.1277	-57.5506	-59.4141	-62.2273	-57.22	-62.7852	-58.8788	-66.3859	-67.4103	19821	-68.3421		
21	-65.8824	-68.3667	-67.6462	-59.4494	-64.5	-60.734	-59.4021	-62.7526	-68.9608	-69.1321	-70.7838	-68.1449	-73.3884	-65.8133
22	-66.9452	-59.3936	-62.0213	-63.9375	-57.798	-64.4302	-69.2424	-67.6892	-70.2174	-71.2432	-67.806	-68.1803	-70.8331	-68.325

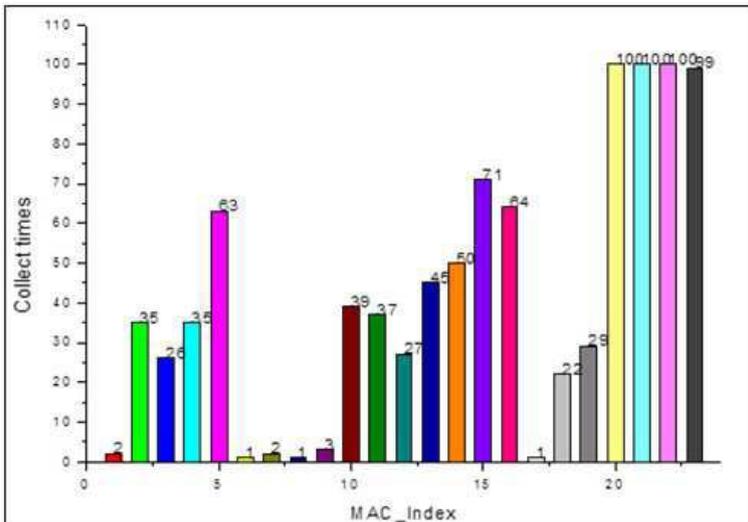
도면5



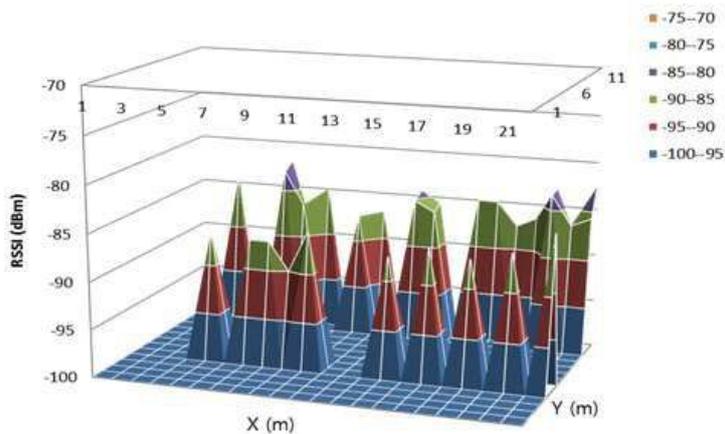
도면6



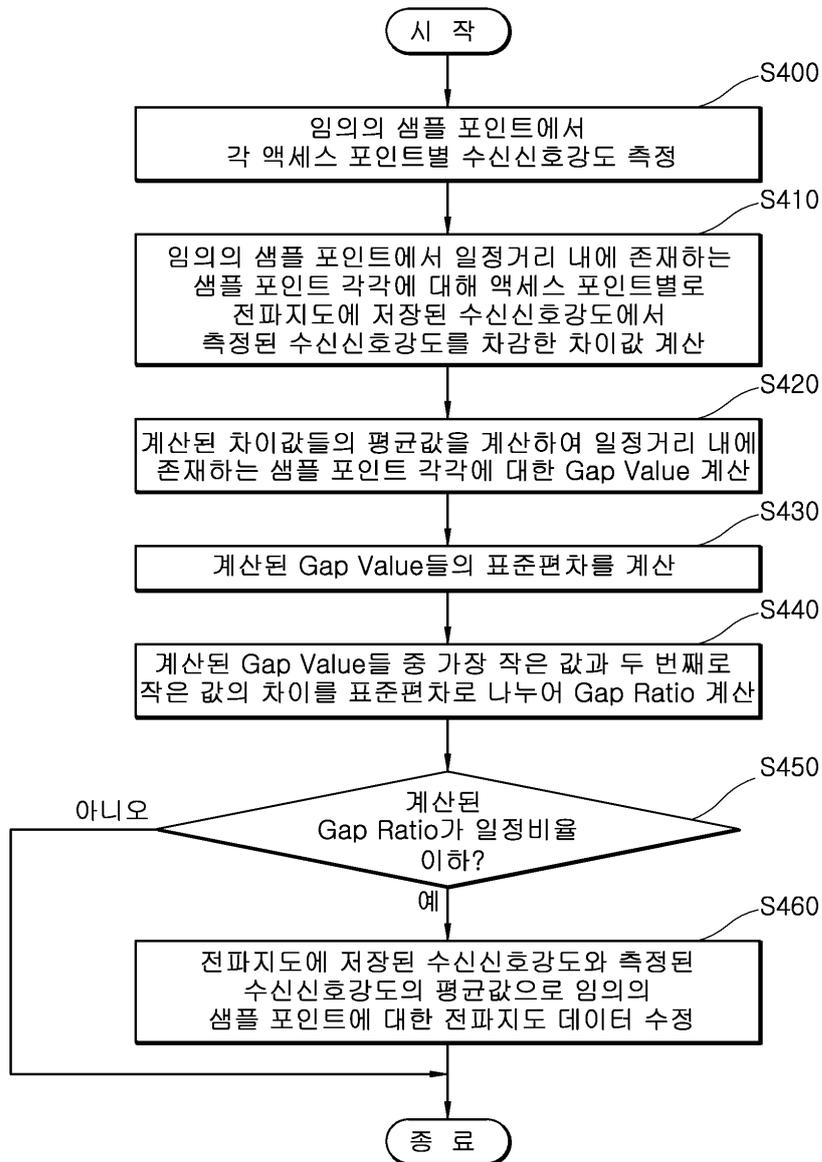
도면7



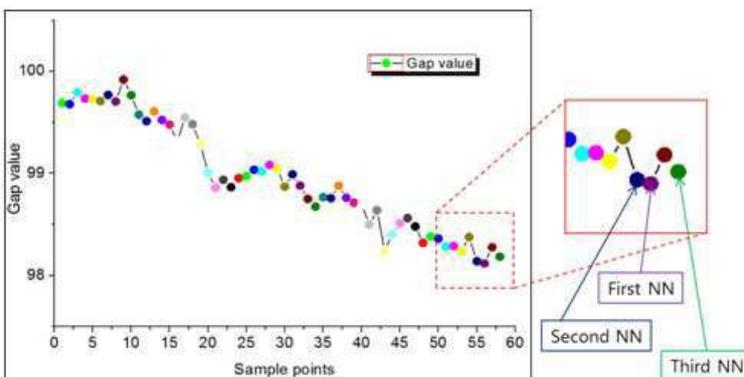
도면8



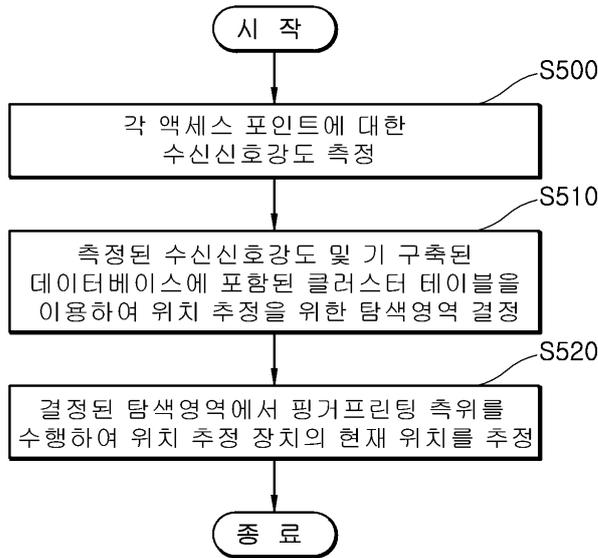
도면9



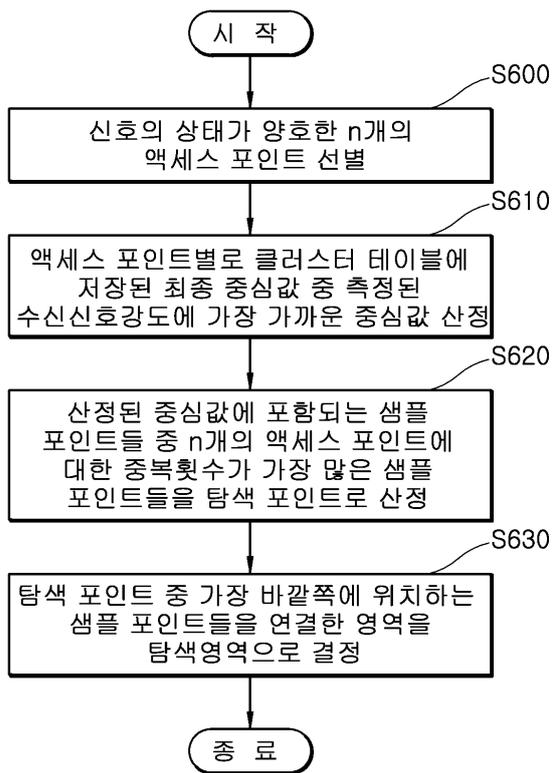
도면10



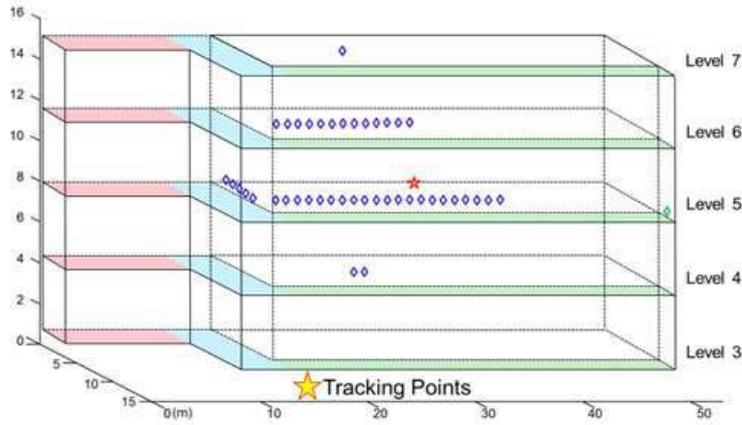
도면11



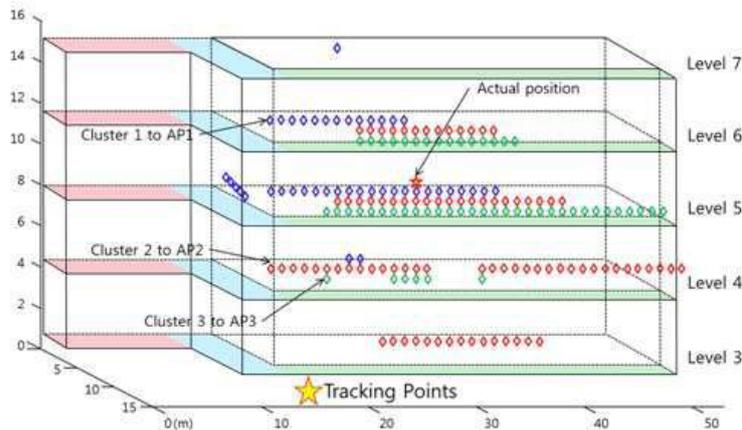
도면12



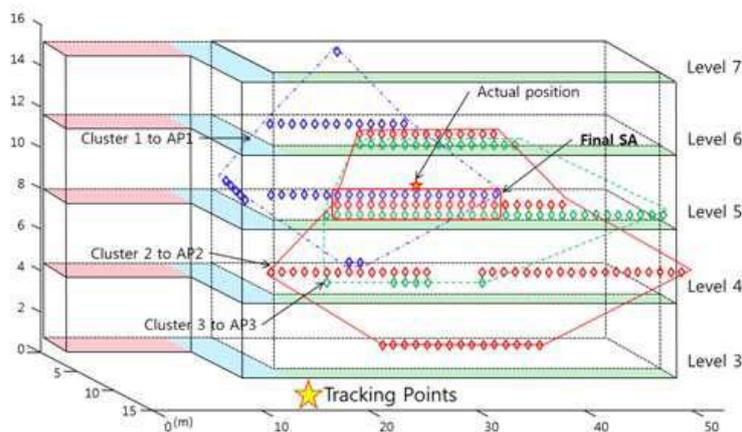
도면13



도면14



도면15



도면16

