(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년02월24일
(11) 등록번호 10-1709411
(24) 등록일자 2017년02월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 5/00 (2006.01) *G01S 11/06* (2006.01)
G01S 5/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 5/0045 (2013.01)
G01S 11/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0161567
(22) 출원일자 2015년11월18일
심사청구일자 2015년11월18일
(56) 선행기술조사문헌
KR101294284 B1*
KR1020010083451 A*
KR1020110035983 A*
KR1020140001260 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
박상수
서울특별시 서초구 신반포로 270 144동 2401호 (반포동,반포자이아파트)
최하연
서울특별시 노원구 한글비석로14길 8 210동 406호 (중계동,주공2단지아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김인철

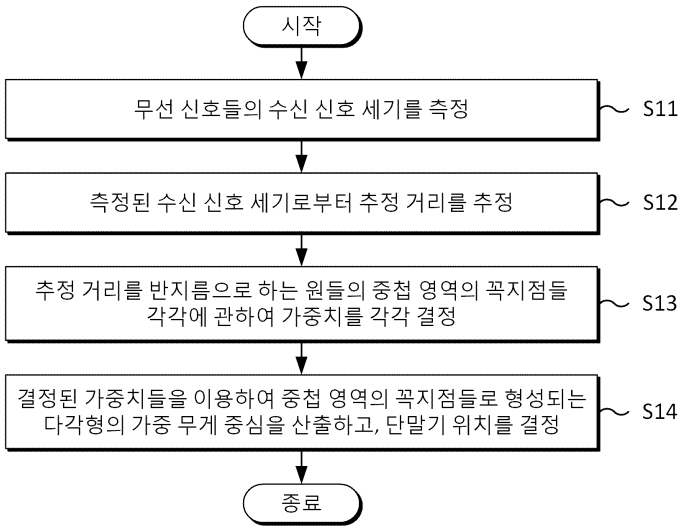
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 정소연

(54) 발명의 명칭 **가중치 삼변측량법에 기반한 위치 측정 방법과 이를 이용한 실내 측위 방법**

(57) 요 약

본 발명의 실시예에 따른 가중치 삼변측량 방법은 적어도 세 개의 고정 기지국들로부터 각각 수신된 무선 신호들의 수신 신호 세기(RSSI)를 각각 측정하는 단계, 측정된 수신 신호 세기 값들로부터 단말기에서 고정 기지국들의 각각까지의 추정 거리를 각각 추정하는 단계, 고정 기지국들이 설치된 위치들을 중심으로 하고 추정 거리들을 반지름으로 하는 가상의 원들을 중첩함으로써 중첩 영역이 도출되면, 중첩 영역의 꼭지점들의 각각에 관하여 가중치들을 각각 결정하는 단계 및 가중치들을 이용하여 중첩 영역의 꼭지점들로 형성되는 다각형의 가중 무게 중심을 산출하고, 가중 무게 중심을 단말기의 위치로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01S 5/12 (2013.01)
G01S 2205/008 (2013.01)
(72) 발명자
구영경
서울특별시 강동구 상암로79길 62 701동 203호 (상일동,주공아파트)
이선아
서울특별시 마포구 새창로 52 107동 905호 (도화동,도화현대1차아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2014S1A5B6037290
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 학술인문사회사업-학제간융합연구사업
연구과제명 모바일 기반 세계유산 현장체험학습연구 : 교육과 IT의 융합
기 여 율 1/1
주관기관 이화여자대학교 산학협력단
연구기간 2014.09.01 ~ 2017.08.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

무선 신호의 수신과 연산 처리를 할 수 있는 단말기를 이용한 가중치 삼변측량 방법으로서,

상기 단말기가,

적어도 세 개의 고정 기지국들로부터 각각 수신된 무선 신호들의 수신 신호 세기를 각각 측정하는 단계;

측정된 상기 수신 신호 세기 값들로부터 상기 단말기에서 상기 고정 기지국들의 각각까지의 추정 거리를 각각 추정하는 단계;

상기 고정 기지국들이 설치된 위치들을 중심으로 하고 상기 추정 거리들을 반지름으로 하는 가상의 원들을 중첩함으로써 중첩 영역이 도출되면, 상기 중첩 영역의 꼭지점들의 각각에 관하여 가중치들을 각각 결정하는 단계; 및

상기 가중치들을 이용하여 상기 중첩 영역의 꼭지점들로 형성되는 다각형의 가중 무게 중심을 산출하고, 상기 가중 무게 중심을 상기 단말기의 위치로 결정하는 단계를 포함하고,

상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 가중치 삼변측량 방법으로서,

상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값이 작을수록 상기 특정 꼭지점에 관한 가중치가 커지도록 결정되고, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값의 역수로서 결정되는 것을 특징으로 하는 가중치 삼변측량 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 가중 무게 중심은 다음 수학식

$$\tilde{X}(x,y) = \tilde{X}\left(\frac{1}{6\cdot Area}\cdot\sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(P_m x_m + P_n y_n)(x_m y_n - x_n y_m),\right.$$
$$\left.\frac{1}{6\cdot Area}\cdot\sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(P_m y_m + P_n y_n)(x_m y_n - x_n y_m)\right)$$

$$Area = \frac{1}{2}\sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(x_m y_n - x_n y_m)$$

에 의해 산출되고,

여기서 M은 중첩 영역을 형성하는 꼭지점들의 개수이고, m 및 n는 중첩 영역을 형성하는 꼭지점들의 인덱스이며, x_m와 y_m는 m 번째 꼭지점의 좌표값들이고, x_n와 y_n는 n 번째 꼭지점의 좌표값들이며, $\tilde{X}(x,y)$는 가중 무게 중심이고, P_m와 P_n 는 각각 m 번째 및 n 번째 꼭지점들에 관하여 결정된 가중치들인 것을 특징으로 하는 가중치 삼변측량 방법.

청구항 5

컴퓨터에서 청구항 1 또는 청구항 4에 따른 가중치 삼변측량 방법의 각 단계들을 구현하도록 작성되어 컴퓨터로 독출가능한 비일시적 기록 매체에 기록된 컴퓨터 소프트웨어.

청구항 6

무선 신호의 수신과 연산 처리를 할 수 있는 단말기를 이용한 실내 측위 방법으로서,

상기 단말기가,

적어도 세 개의 고정 기지국들로부터 각각 수신된 무선 신호들의 수신 신호 세기를 각각 측정하는 단계;

측정된 상기 수신 신호 세기 값들을 무선 맵 데이터베이스(DB)에서 검색하는 단계;

상기 무선 맵 데이터베이스에서 상기 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견되면, 발견된 상기 위치 정보를 상기 단말기의 위치로 결정하는 단계;

상기 무선 맵 데이터베이스에서 상기 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견되지 않으면, 측정된 상기 수신 신호 세기 값들로부터 상기 단말기에서 상기 고정 기지국들의 각각까지의 추정 거리를 각각 추정하는 단계;

상기 고정 기지국들이 설치된 위치들을 중심으로 하고 상기 추정 거리들을 반지름으로 하는 가상의 원들을 중첩함으로써 중첩 영역이 도출되면, 상기 중첩 영역의 꼭지점들의 각각에 관하여 가중치들을 각각 결정하는 단계; 및

상기 가중치들을 이용하여 상기 중첩 영역의 꼭지점들로 형성되는 다각형의 가중 무게 중심을 산출하고, 상기 가중 무게 중심을 상기 단말기의 위치로 결정하는 단계를 포함하고,

상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 실내 측위 방법으로서,

상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값이 작을수록 상기 특정 꼭지점에 관한 가중치가 커지도록 결정되고, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값의 역수로서 결정되는 것을 특징으로 하는 실내 측위 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 산출된 상기 가중 무게 중심에 의해 결정된 상기 단말기의 위치, 상기 고정 기지국들의 정보 및 측정된 상기 수신 신호 세기 값들을 이용하여 상기 무선 맵 데이터베이스를 갱신하는 단계를 더 포함하는 실내 측위 방법.

청구항 8

청구항 6에 있어서, 상기 무선 맵 데이터베이스는 정확한 위치 정보를 알고 있는 참고 위치들에서 측정된 고정 기지국들의 수신 신호 세기 값들을 저장하는 것을 특징으로 하는 실내 측위 방법.

청구항 9

청구항 6에 있어서, 상기 측정된 상기 수신 신호 세기 값들을 무선 맵 데이터베이스에서 검색하는 단계는,

무선 신호가 검출된 모든 고정 기지국들의 각각에 관하여 측정된 수신 신호 세기 값들이 모두 상기 무선 맵 데이터베이스에 미리 저장된 수신 신호 세기 값들의 오차 범위 내에 있는 경우에, 상기 무선 맵 데이터베이스에 저장된 상기 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견된 것으로 판정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실내 측위 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

청구항 6에 있어서, 상기 가중 무게 중심은 다음 수학식

$$\tilde{X}(x,y) = \tilde{X}\left(\frac{1}{6 \cdot Area} \cdot \sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(P_m x_m + P_n y_n)(x_m y_n - x_n y_m),\ \frac{1}{6 \cdot Area} \cdot \sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(P_m y_m + P_n y_n)(x_m y_n - x_n y_m)\right)$$

$$Area = \frac{1}{2}\sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(x_m y_n - x_n y_m)$$

에 의해 산출되고,

여기서 M은 중첩 영역을 형성하는 꼭지점들의 개수이고, m 및 n는 중첩 영역을 형성하는 꼭지점들의 인덱스이며, x_m와 y_m는 m 번째 꼭지점의 좌표값들이고, x_n와 y_n는 n 번째 꼭지점의 좌표값들이며, $\tilde{X}(x,y)$는 가중 무게 중심이고, P_m와 P_n 는 각각 m 번째 및 n 번째 꼭지점들에 관하여 결정된 가중치들인 것을 특징으로 하는 실내 측위 방법.

청구항 13

컴퓨터에서 청구항 6 내지 청구항 9, 청구항 12 중 어느 한 청구항에 따른 실내 측위 방법의 각 단계들을 구현하도록 작성되어 컴퓨터로 독출가능한 비일시적 기록 매체에 기록된 컴퓨터 소프트웨어.

청구항 14

적어도 세 개의 고정 기지국들로부터 각각 수신된 무선 신호들의 수신 신호 세기(RSSI)를 각각 측정하는 무선 신호 수신부;

이전에 결정된 위치, 고정 기지국들의 식별 정보 및 수신 신호 세기 값들에 기초하여 구축되는 무선 맵 데이터베이스; 및

측정된 상기 수신 신호 세기 값들을 상기 무선 맵 데이터베이스(DB)에서 검색하고, 상기 무선 맵 데이터베이스에서 상기 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견되면, 발견된 상기 위치 정보를 상기 실내 측위 장치의 위치로 결정하며, 그렇지 않으면, 측정된 상기 수신 신호 세기 값들로부터 상기 실내 측위 장치에서 상기 고정 기지국들의 각각까지의 추정 거리를 각각 추정하며, 상기 고정 기지국들이 설치된 위치들을 중심으로 하고 상기 추정 거리들을 반지름으로 하는 가상의 원들을 중첩함으로써 중첩 영역이 도출되면, 상기 중첩 영역의 꼭지점들의 각각에 관하여 가중치들을 각각 결정하고, 상기 중첩 영역의 꼭지점들로 형성되는 다각형과 상기 가중치들을 이용하여 가중 무게 중심을 산출하고, 상기 가중 무게 중심을 상기 실내 측위 장치의 위치로 결정하는 위치 결정부를 포함하고,

상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 실내 측위 장치로서,

상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값이 작을수록 상기 특정 꼭지점에 관한 가중치가 커지도록 결정되고, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값의 역수로서 결정되는 것을 특징으로 하는 실내 측위 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 위치 측정 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 실내 위치 측정 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 위치 정보에 기초하여 사용자에게 부가 정보를 제공하는 서비스인 위치 기반 서비스(LBS: Location Based Service)는 사물 인터넷의 일부로서 최근에 다양하게 제안되고 있다. 사용자의 위치 정보는 GPS(Global Positioning System)과 같은 위성 측위 시스템이나 이동통신 기지국들에 의존하여 획득될 수 있는데, 실내에서는 정확도가 저하되기 때문에, 위치 기반 서비스는 주로 실외에서 제공되고 있다.

[0003] 최근에는 쇼핑몰과 같은 대규모 시설 내에서도 위치 기반 서비스의 수요가 증가함에 따라, 여러 가지 실내 측위 기법들이 제안되고 있다.

[0004] 하지만 실내 공간은 벽과 기둥들의 구조가 복잡하고 전자파를 발산하는 장치들과 설비들로 가득차 있기 때문에, 전파 세기에 기반한 삼변측량법을 그대로 적용하기에는 무선 통신 환경이 유동적이고 열악하다.

[0005] 실내 위치 기반 서비스를 제공하는 애플(Apple)의 아이비콘(iBeacon)이나 구글(Google Inc)의 에디스톤(EddyStone)과 같은 사물 인터넷 플랫폼들은 사실, 정확한 위치를 산출하는 대신에, 전파 세기로부터 결정되는 대략적인 거리 범위에 기초하여 위치 기반 서비스를 제공함으로써, 현재의 실내 측위 기술들의 낮은 신뢰성을 우회하고 있다.

[0006] 한편, 실내 측위 기법으로는 셀 식별법, 삼변측량(삼각측량)법, 핑거프린트(Fingerprint)법 등이 있다. 셀 식별법은 가장 전파세기가 센 기지국 내지 액세스 포인트의 위치로서 사용자의 현재 위치를 추정하는 기법이고, 간단하지만 정확도가 낮다. 삼변측량법은 이론적으로는 높은 정확도를 가지지만, 신호를 송출하는 기지국 내지 액세스 포인트 장치들의 개수가 많이 필요하고 실내에서 벽과 기둥, 바닥, 천장 구조물에 의한 신호들의 감쇄 효과(페이딩)를 고려하기 위한 보완 수단이 필요하다.

[0007] 핑거프린트 기법은 위치 기반 서비스가 제공될 실내 공간의 여러 참조 위치들에서 미리 무선 통신 환경에 따른 신호 세기와 잡음 크기를 각각 수집하고, 사용자의 현재 위치에서 측정된 값들과 참조 위치들에서 수집된 값들로부터 확률론적 모델링에 의해 사용자의 현재 위치를 추정한다. 참조 위치들의 수가 많을수록 정확도가 높아지지만, 실내 공간이 넓을 경우에 참조 위치들에서 미리 신호 세기를 수집하는 과정은 많은 비용을 필요로 하며, 나중에 기지국이나 액세스 포인트의 배치나 동작 조건이 일부라도 변경될 경우에는 주변의 참조 위치들에서 신호 세기와 잡음을 매번 다시 측정해야 하는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 가중치 삼변측량법에 기반한 위치 측정 방법과 이를 이용한 실내 측위 방법을 제공하는 데에 있다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 실내에서 정확도가 낮아지는 삼변측량법의 문제점을 극복하기 위한 가중치 삼변측량법에 기반한 위치 측정 방법과 이를 이용한 실내 측위 방법을 제공하는 데에 있다.

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 핑거프린트 기법이 사전에 참조 위치들에서 신호 세기를 측정해야 하는 비용 문제를 극복하기 위해, 가중치 삼변측량법에 기반한 위치 측정 방법을 이용한 실내 측위 방법을 제공하는 데에 있다.

[0011] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 측면에 따른 무선 신호의 수신과 연산 처리를 할 수 있는 단말기를 이용한 가중치 삼변측량 방법은, 상기 단말기가, 적어도 세 개의 고정 기지국들로부터 각각 수신된 무선 신호들의 수신 신호 세기를 각각 측정하는 단계; 측정된 상기 수신 신호 세기 값들로부터 상기 단말기에서 상기 고정 기지국들의 각각까지의 추정 거리를 각각 추정하는 단계; 상기 고정 기지국들이 설치된 위치들을 중심으로 하고 상기 추정 거리들을 반지름으로 하는 가상의 원들을 중첩함으로써 중첩 영역이 도출되면, 상기 중첩 영역의 꼭지점들의 각각에 관하여 가중치들을 각각 결정하는 단계; 및 상기 가중치들을 이용하여 상기 중첩 영역의 꼭지점들로 형성되는 다각형의 가중 무게 중심을 산출하고, 상기 가중 무게 중심을 상기 단말기의 위치로 결정하는 단계를 포함하고, 상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들에 기초하여 결정될 수 있다.

[0013] 일 실시예에 따라, 상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값이 작을수록 상기 특정 꼭지점에 관한 가중치가 커지도록 결정될 수 있다.

[0014] 일 실시예에 따라, 상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값의 역수로서 결정될 수 있다.

[0015] 일 실시예에 따라, 상기 가중 무게 중심은 다음 수학식

$$\tilde{X}(x,y) = \tilde{X}\left(\frac{1}{6\cdot Area}\cdot\sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(P_m x_m + P_n y_n)(x_m y_n - x_n y_m),\right.$$
$$\left.\frac{1}{6\cdot Area}\cdot\sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(P_m y_m + P_n y_n)(x_m y_n - x_n y_m)\right)$$

[0016] $$Area = \frac{1}{2}\sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(x_m y_n - x_n y_m)$$

[0017] 에 의해 산출되고, 여기서 M은 중첩 영역을 형성하는 꼭지점들의 개수이고, m 및 n는 중첩 영역을 형성하는 꼭지점들의 인덱스이며, x_m와 y_m는 m 번째 꼭지점의 좌표값들이고, x_n와 y_n는 n 번째 꼭지점의 좌표값들이며, $\tilde{X}(x,y)$는 가중 무게 중심이고, P_m와 P_n 는 각각 m 번째 및 n 번째 꼭지점들에 관하여 결정된 가중치들일 수 있다.

[0018] 본 발명의 다른 측면에 따른 무선 신호의 수신과 연산 처리를 할 수 있는 단말기를 이용한 실내 측위 방법은, 상기 단말기가, 적어도 세 개의 고정 기지국들로부터 각각 수신된 무선 신호들의 수신 신호 세기를 각각 측정하는 단계; 측정된 상기 수신 신호 세기 값들을 무선 맵 데이터베이스(DB)에서 검색하는 단계; 상기 무선 맵 데이터베이스에서 상기 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견되면, 발견된 상기 위치 정보를 상기 단말기의 위치로 결정하는 단계; 상기 무선 맵 데이터베이스에서 상기 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견되지 않으면, 측정된 상기 수신 신호 세기 값들로부터 상기 단말기에서 상기 고정 기지국들의 각각까지의 추정 거리를 각각 추정하는 단계; 상기 고정 기지국들이 설치된 위치들을 중심으로 하고 상기 추정 거리들을 반지름으로 하는 가상의 원들을 중첩함으로써 중첩 영역이 도출되면, 상기 중첩 영역의 꼭지점들의 각각에 관하여 가중치들을 각각 결정하는 단계; 및 상기 가중치들을 이용하여 상기 중첩 영역의 꼭지점들로 형성되는 다각형의 가중 무게 중심을 산출하고, 상기 가중 무게 중심을 상기 단말기의 위치로 결정하는 단계를 포함하고, 상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들에 기초하여 결정될 수 있다.

[0019] 일 실시예에 따라, 상기 실내 측위 방법은, 산출된 상기 가중 무게 중심에 의해 결정된 상기 단말기의 위치, 상기 고정 기지국들의 정보 및 측정된 상기 수신 신호 세기 값들을 이용하여 상기 무선 맵 데이터베이스를 갱신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0020] 일 실시예에 따라, 상기 무선 맵 데이터베이스는 정확한 위치 정보를 알고 있는 참고 위치들에서 측정된 고정 기지국들의 수신 신호 세기 값들을 저장할 수 있다.

[0021] 일 실시예에 따라, 상기 측정된 상기 수신 신호 세기 값들을 무선 맵 데이터베이스에서 검색하는 단계는, 무선 신호가 검출된 모든 고정 기지국들의 각각에 관하여 측정된 수신 신호 세기 값들이 모두 상기 무선 맵 데이터베이스에 미리 저장된 수신 신호 세기 값들의 오차 범위 내에 있는 경우에, 상기 무선 맵 데이터베이스에 저장된 상기 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견된 것으로 판정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 일 실시예에 따라, 상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값이 작을수록 상기 특정 꼭지점에 관한 가중치가 커지도록 결정될 수 있다.

[0023] 일 실시예에 따라, 상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값의 역수로서 결정될 수 있다.

[0024] 일 실시예에 따라, 상기 가중 무게 중심은 다음 수학식

$$\tilde{X}(x,y) = \tilde{X}\left(\frac{1}{6 \cdot Area} \cdot \sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(P_m x_m + P_n y_n)(x_m y_n - x_n y_m),\right.$$
$$\left.\frac{1}{6 \cdot Area} \cdot \sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(P_m y_m + P_n y_n)(x_m y_n - x_n y_m)\right)$$

[0025] $$Area = \frac{1}{2}\sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(x_m y_n - x_n y_m)$$

[0026] 에 의해 산출되고, 여기서 M은 중첩 영역을 형성하는 꼭지점들의 개수이고, m 및 n는 중첩 영역을 형성하는 꼭지점들의 인덱스이며, x_m와 y_m는 m 번째 꼭지점의 좌표값들이고, x_n와 y_n는 n 번째 꼭지점의 좌표값들이며, $\tilde{X}(x,y)$는 가중 무게 중심이고, P_m와 P_n 는 각각 m 번째 및 n 번째 꼭지점들에 관하여 결정된 가중치들일 수 있다.

[0027] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 실내 측위 장치는 적어도 세 개의 고정 기지국들로부터 각각 수신된 무선 신호들의 수신 신호 세기(RSSI)를 각각 측정하는 무선 신호 수신부; 이전에 결정된 위치, 고정 기지국들의 식별 정보 및 수신 신호 세기 값들에 기초하여 구축되는 무선 맵 데이터베이스; 및 측정된 상기 수신 신호 세기 값들을 상기 무선 맵 데이터베이스(DB)에서 검색하고, 상기 무선 맵 데이터베이스에서 상기 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견되면, 발견된 상기 위치 정보를 상기 실내 측위 장치의 위치로 결정하며, 그렇지 않으면, 측정된 상기 수신 신호 세기 값들로부터 상기 실내 측위 장치에서 상기 고정 기지국들의 각각까지의 추정 거리를 각각 추정하며, 상기 고정 기지국들이 설치된 위치들을 중심으로 하고 상기 추정 거리들을 반지름으로 하는 가상의 원들을 중첩함으로써 중첩 영역이 도출되면, 상기 중첩 영역의 꼭지점들의 각각에 관하여 가중치들을 각각 결정하고, 상기 중첩 영역의 꼭지점들로 형성되는 다각형과 상기 가중치들을 이용하여 가중 무게 중심을 산출하고, 상기 가중 무게 중심을 상기 실내 측위 장치의 위치로 결정하는 위치 결정부를 포함하고, 상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들에 기초하여 결정될 수 있다.

[0028] 일 실시예에 따라, 상기 무선 맵 데이터베이스는 산출된 상기 가중 무게 중심에 의해 결정된 상기 실내 측위 장치의 위치, 상기 고정 기지국들의 정보 및 측정된 상기 수신 신호 세기 값들을 이용하여 갱신될 수 있다.

[0029] 일 실시예에 따라, 상기 무선 맵 데이터베이스는 정확한 위치 정보를 알고 있는 참고 위치들에서 측정된 고정 기지국들의 수신 신호 세기 값들을 저장할 수 있다.

[0030] 일 실시예에 따라, 상기 위치 결정부는, 무선 신호가 검출된 모든 고정 기지국들의 각각에 관하여 측정된 수신 신호 세기 값들이 모두 상기 무선 맵 데이터베이스에 미리 저장된 수신 신호 세기 값들의 오차 범위 내에 있는 경우에, 상기 무선 맵 데이터베이스에 저장된 상기 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견된 것으로 판정할 수 있다.

[0031] 일 실시예에 따라, 상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값이 작을수록 상기 특정 꼭지점에 관한 가중치가 커지도록 결정될 수 있다.

[0032] 일 실시예에 따라, 상기 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값의 역수로서 결정될 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 가중치 삼변측량법에 기반한 위치 측정 방법과 이를 이용한 실내 측위 방법에 따르면, 실내에서 정확도가 낮아지는 삼변측량법의 문제점을 극복할 수 있다.

[0034] 본 발명의 가중치 삼변측량법에 기반한 위치 측정 방법과 이를 이용한 실내 측위 방법에 따르면, 종래의 핑거프린트 기법이 사전에 참조 위치들에서 신호 세기를 측정해야 하는 비용 문제를 극복할 수 있다.

[0035] 본 발명의 가중치 삼변측량법에 기반한 위치 측정 방법과 이를 이용한 실내 측위 방법에 따르면, 측정에 요구되는 연산량을 줄이고 참조 위치 데이터베이스 구축 비용을 절감하면서도 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0036] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터

당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 가중치 삼변측량법에 기반한 위치 측정 방법을 예시한 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가중치 삼변측량법에 기반한 위치 측정 방법에서 삼변측량 시에 사용자의 단말이 위치할 수 있는 영역을 예시한 개념도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 실내 측위 방법을 예시한 순서도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 실내 측위 장치를 예시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

[0039] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 가중치 삼변측량법에 기반한 위치 측정 방법을 예시한 순서도이다.

[0041] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 무선 신호의 수신과 연산 처리를 할 수 있는 단말기를 이용한 가중치 삼변측량 방법은, 단계(S11)에서, 단말기가 적어도 세 개의 고정 기지국들로부터 각각 수신된 무선 신호들의 수신 신호 세기(RSSI: Reference Signal Strength Indication)를 각각 측정하는 단계로부터 시작할 수 있다.

[0042] 고정 기지국은 예를 들어 건물 내의 이동통신 음영 영역에 설치된 이동통신 피코셀 기지국, Wi-Fi 액세스 포인트, 또는 블루투스 LE(low energy) 비콘 발신 장치와 같은 무선 신호 송출 장치로서, 정확한 설치 위치와 무선 신호의 송출 출력이 알려진 장치들이다.

[0043] 이어서, 단계(S12)에서, 단말기가 측정된 수신 신호 세기 값들로부터 단말기에서 고정 기지국들의 각각까지의 추정 거리를 각각 추정할 수 있다.

[0044] 추정 거리의 추정과 단말기의 위치 결정 절차 사이의 관계를 설명하기 위해 도 2를 참조하면, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가중치 삼변측량법에 기반한 위치 측정 방법에서 삼변측량 시에 사용자의 단말이 위치할 수 있는 영역을 예시한 개념도이다.

[0045] 추정 거리는 예를 들어 주지의 프리스(Friis) 공식에 따라 얻을 수 있다. 프리스 공식은 어느 것도 무선 신호의 진행을 방해하지 않는 이상적인 무선 환경에서 전파하는 무선 신호의 출력이 감쇠한 정도에 따라 무선 신호의 전파 거리를 추정하는 공식이다.

[0046] 실제 실내 무선 환경에서는 벽체와 바닥에 의한 흡수와 페이딩에 의해 무선 신호는 자유 공간에서 전파하는 경우보다 더 감쇠할 것이므로, 프리스 공식에 의한 추정 거리는 어떠한 경우에도 실제 거리보다 더 길게 추정될 것이다.

[0047] 이에 따라, 이상적으로는, 삼변측량을 위해 세 개의 고정 기지국들의 각각에 관하여 고정 기지국들이 설치된 위치들을 중심으로 하고 추정 거리들을 반지름으로 하는 가상의 원들을 그리면, 세 원들은 어느 한 점에서 교차하게 될 것이고, 그 교차점이 곧 단말기의 위치라 할 수 있다.

[0048] 하지만, 감쇠가 불규칙하고 유동적인 실내 무선 환경에서는 추정 거리들은 실제 거리보다 더 크게 추정되기 때문에, 도 2와 같이, 삼변측량을 위해 세 개의 고정 기지국들의 각각에 관하여, 고정 기지국들이 설치된 위치들을 중심으로 하고 추정 거리들을 반지름으로 하는 가상의 원들을 그리면, 원들은 어느 한 점에서 교차하지 않고, 서로 중첩되는 영역들을 가지게 된다.

[0049] N 개의 고정 기지국들 중 k 번째 고정 기지국의 위치가 $\boldsymbol{R_k(x_{Bk}, y_{Bk})}$이고, k 번째 고정 기지국의 수신 신호 세기로부터 예를 들어 프리스 공식을 통해 추정된 추정 거리가 $\boldsymbol{r_{Bk}}$라면, N 개의 고정 기지국들에 의한 추정 거리들에 따른 가상의 원들은 다음 수학식 1과 같이 주어진다.

수학식 1

[0050]
$$\begin{cases} (x-x_{B1})^2+(y-y_{B1})^2=r_{B1}{}^2 \\ (x-x_{B2})^2+(y-y_{B2})^2=r_{B2}{}^2 \\ \vdots \\ (x-x_{Bk})^2+(y-y_{Bk})^2=r_{Bk}{}^2 \\ \vdots \\ (x-x_{Bn})^2+(y-y_{Bn})^2=r_{Bn}{}^2 \end{cases}$$

[0051] 단말기의 추정 위치는 이들 N 개의 원의 방정식들에 의해 중첩되는 영역 내에 있을 것이며, 그 위치를 $\tilde{\boldsymbol{x}}(x,y)$ 라 할 수 있다.

[0052] 그러한 중첩 영역은 각 원들의 교점들을 꼭지점으로 하는 도형으로 정의될 수 있다.

[0053] 각 원들의 교점들은, 어느 두 원들이 만나는 교점들을 지나는 직선의 방정식들과, 그러한 교점들과 각 원의 중심 사이의 거리가 반지름과 같다는 관계를 연립하여 획득될 수 있다.

[0054] 먼저, 어느 두 원들이 만나는 교점들을 지나는 직선의 방정식들은 다음 수삭식 2와 같이, 그 두 원의 방정식들 중 어느 하나에서 다른 하나를 빼면 얻을 수 있다.

수학식 2

[0055]
$$\begin{cases} (a_{B1}-a_{B2})x+(b_{B1}-b_{B2})y=c_{B1}-c_{B2} \\ (a_{B1}-a_{B3})x+(b_{B1}-b_{B3})y=c_{B1}-c_{B3} \\ \vdots \\ (a_{B1}-a_{Bn})x+(b_{B1}-b_{Bn})y=c_{B1}-c_{Bn} \\ (a_{B2}-a_{B3})x+(b_{B2}-b_{B3})y=c_{B2}-c_{B3} \\ \vdots \\ (a_{Bi}-a_{Bj})x+(b_{Bi}-b_{Bj})y=c_{Bi}-c_{Bj} \\ \vdots \\ (a_{B(n-1)}-a_{Bn})x+(b_{B(n-1)}-b_{Bn})y=c_{B(n-1)}-c_{Bn} \end{cases}$$

[0056] 여기서, $a_{Bi}=2x_{Bi}$, $a_{Bj}=2x_{Bj}$, $b_{Bi}=2y_{Bi}$, $b_{Bj}=2y_{Bj}$, $c_{Bi}=x_{Bi}^2+y_{Bi}^2-r_{Bi}^2$, $c_{Bj}=x_{Bj}^2+y_{Bj}^2-r_{Bj}^2$ 이다.

[0057] 다음으로, 교점들과 각 원의 중심 사이의 거리가 반지름과 같다는 관계는 다음 수학식 3과 같이 정리될 수 있다.

수학식 3

$$\begin{cases} \sqrt{(x_{B1}-x_{1,2})^2+(y_{B1}-y_{1,2})^2}=r_{B1} \\ \sqrt{(x_{B1}-x_{1,3})^2+(y_{B1}-y_{1,3})^2}=r_{B1} \\ \vdots \\ \sqrt{(x_{B1}-x_{1,n})^2+(y_{B1}-y_{1,n})^2}=r_{B1} \\ \sqrt{(x_{B2}-x_{2,3})^2+(y_{B2}-y_{2,3})^2}=r_{B2} \\ \vdots \\ \sqrt{(x_{Bi}-x_{i,j})^2+(y_{Bi}-y_{i,j})^2}=r_{Bi} \\ \vdots \\ \sqrt{(x_{B(n-1)}-x_{n-1,n})^2+(y_{B(n-1)}-y_{n-1,n})^2}=r_{B(n-1)} \end{cases}$$

[0058]

[0059] i 번째 고정 기지국에 의한 원과 j 번째 고정 기지국에 의한 원에 의해 얻어지는 두 교점들을 $X'_{i,j}(x_{i,j}, y_{i,j})$ 라 할 때에, 이러한 교점들 모두가 중첩 영역의 꼭지점들이 되는 것은 아니다. 중첩 영역은 어느 원에도 속하는 영역이므로, 어느 교점이 그 교점을 만드는 두 원을 제외한 나머지 원들 모두의 내부에 있는 조건을 만족하는 경우에만, 그러한 교점들이 중첩 영역의 꼭지점들을 구성한다.

[0060] 이에 따라, 수학식 4와 같이, 중첩 영역의 꼭지점들을 구성하는 교점들은, i 번째 고정 기지국에 의한 원과 j 번째 고정 기지국에 의한 원에 의해 얻어지는 교점들과 k 번째(k≠i, k≠j) 고정 기지국들의 위치 사이의 거리가 k 번째 원의 반지름보다 짧다는 조건을 만족한다.

수학식 4

$$\begin{aligned} r_{B1} &> d_{B1,i,j}=\sqrt{(x_{B1}-x_{i,j})^2+(y_{B1}-y_{i,j})^2} \\ r_{B2} &> d_{B2,i,j}=\sqrt{(x_{B2}-x_{i,j})^2+(y_{B2}-y_{i,j})^2} \\ &\vdots \\ r_{Bk} &> d_{Bk,i,j}=\sqrt{(x_{Bk}-x_{i,j})^2+(y_{Bk}-y_{i,j})^2} \\ &\vdots \\ r_{Bn} &> d_{Bn,i,j}=\sqrt{(x_{Bn}-x_{i,j})^2+(y_{Bn}-y_{i,j})^2} \end{aligned}$$

$$(\text{단}, k=1,2,\cdots,n, \quad k\neq i,j)$$

[0061]

[0062] 종래에, 이렇게 중첩되는 영역의 무게 중심을 산출함으로써, 단말기의 위치를 결정하는 방법이 제안되어 있다. 비록 중첩 영역은 각 변이 원호이므로 정확히 다각형은 아니지만, 이러한 중첩 영역을 꼭지점들에 의해 형성된 다각형으로 간주한다면, 중첩 영역의 무게 중심은 주지된 다각형의 무게 중심 연산 공식에 의해 대략적으로 산출될 수 있다. 하지만, 종래의 중첩 영역의 무게 중심 기법은 비교적 정확하게 위치를 결정할 수 있지만, 여전히 큰 오차를 수반한다.

[0063] 본 발명의 발명자들의 연구에 따르면, 이러한 종래의 무게 중심 산출 기법이 큰 오차를 수반하는 이유는, 무게 중심을 산출하는 과정에서, 중첩 영역을 구성하는 모든 지점들이 동등하게 취급되는 구조이기 때문이다.

[0064] 추정 거리는 수신 신호 세기에 의해 결정되는데, 고정 기지국에서 멀수록 수신 신호 세기가 급격히 낮아질 뿐

아니라 심하게 변화한다. 따라서, 낮은 수신 신호 세기에 의해 추정된 큰 추정 거리에 비해, 큰 수신 신호 세기에 의해 추정된 작은 추정 거리가 상대적으로 정확하다.

[0065] 이에 따라, 도 2에서 비콘 2의 작은 원은 비콘 2의 강한 무선 신호에 따른 짧은 추정 거리에 기초하여 그려진 작은 원이므로, 비콘 2의 원이 다른 원들과 접하여 생성되는 두 개의 꼭지점들은 다른 꼭지점에 비해 상대적으로 중요할 것이다.

[0066] 이러한 관찰에 따라, 본 발명은, 무게 중심을 산출하는 데에 있어서, 중첩 영역의 꼭지점들로 형성되는 다각형의 꼭지점들 중에서 좀더 짧은 추정 거리를 가진 고정 기지국에 의해 결정되는 꼭지점들이 좀더 큰 영향을 미치도록, 꼭지점들에 가중치들을 부여할 수 있다.

[0067] 예를 들어, 도 2에서는 꼭지점들에 가중치들이 각각 부여됨에 따라, 순수한 무게 중심이 아닌, 비콘 2에 의한 꼭지점들 쪽으로 편심된 무게 중심, 즉 가중 무게 중심이 산출될 수 있다.

[0068] 다시 도 1로 돌아가서, 단계(S13)에서, 단말기는, 고정 기지국들이 설치된 위치들을 중심으로 하고 추정 거리들을 반지름으로 하는 가상의 원들을 중첩함으로써 중첩 영역이 도출되면, 중첩 영역의 꼭지점들의 각각에 관하여 가중치를 각각 결정할 수 있다.

[0069] 실시예에 따라, 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들에 기초하여 결정될 수 있다.

[0070] 실시예에 따라, 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값에 기초하여 결정될 수 있다.

[0071] 실시예에 따라, 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값이 작을수록 특정 꼭지점에 관한 가중치가 커지도록 결정될 수 있다.

[0072] 실시예에 따라, 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값의 역수로서 결정될 수 있다.

[0073] 예를 들어, i 번째 고정 기지국과 j 번째 고정 기지국에 의한 원들의 교점인 꼭지점 $X_{i,j}$에 관하여, 가중치 $P_{i,j}$는, 다음 수학식 5와 같이, i 번째 고정 기지국에 의한 원의 반지름 r_{Bi}와 j 번째 고정 기지국에 의한 원의 반지름 r_{Bj} 중 더 작은 값인 r_{Bi}의 역수인 $1/r_{Bi}$로서 결정될 수 있다.

수학식 5

[0074]
$$P_{i,j} = \frac{1}{r_{Bi}} \quad (\ r_{Bi} < r_{Bj} \ )$$

[0075] 단계(S14)에서, 단말기는, 결정된 가중치들을 이용하여 중첩 영역의 꼭지점들로 형성되는 다각형의 가중 무게 중심을 산출하고, 가중 무게 중심을 단말기의 위치로 결정할 수 있다.

[0076] 구체적으로, 가중 무게 중심 $\tilde{X}(x,y)$은 다음 수학식 6과 같이 산출될 수 있다.

수학식 6

[0077]
$$\tilde{X}(x,y) = \tilde{X}\left(\frac{1}{6 \cdot Area} \cdot \sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(P_m x_m + P_n y_n)(x_m y_n - x_n y_m), \right.$$
$$\left. \frac{1}{6 \cdot Area} \cdot \sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(P_m y_m + P_n y_n)(x_m y_n - x_n y_m)\right)$$
$$Area = \frac{1}{2}\sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M}(x_m y_n - x_n y_m)$$

[0078] 여기서, M은 중첩 영역을 형성하는 꼭지점들의 개수이고, m 및 n는 중첩 영역을 형성하는 꼭지점들의 인덱스이

며, x_m와 y_m는 m 번째 꼭지점의 좌표값들이고, x_n와 y_n는 n 번째 꼭지점의 좌표값들이며, $\tilde{X}(x,y)$는 가중 무게 중심이고, P_m와 P_n 는 각각 m 번째 및 n 번째 꼭지점들의 가중치들이다.

[0079] 수학식 6에 의해 추정된 중첩 영역의 가중 무게 중심은, 통상적인 다각형의 무게 중심 산출 공식에 따른 중첩 영역의 무게 중심에 비해, 상대적으로 강한 수신 신호 세기를 가지는, 따라서 더 작은 크기의 원을 형성하는 고정 기지국들 쪽으로 편심될 수 있다. 이러한 편심된 가중 무게 중심은 확률적으로 실제의 단말기 위치에 좀더 가까울 것이다.

[0080] 한편, 도 1의 가중치 삼변측량 방법은 실내 측위에 활용될 수 있다. 본 발명의 가중치 삼변측량 방법을 이용한 실내 측위 방법을 설명하기 위해 도 3을 참조하면, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 실내 측위 방법을 예시한 순서도이다.

[0081] 도 3에서, 무선 신호의 수신과 연산 처리를 할 수 있는 단말기를 이용한 실내 측위 방법은 단계(S31)에서, 단말기가, 적어도 세 개의 고정 기지국들로부터 각각 수신된 무선 신호들의 수신 신호 세기(RSSI)를 각각 측정하는 단계로부터 시작할 수 있다.

[0082] 단계(S32)에서, 단말기는, 측정된 수신 신호 세기 값들을 무선 맵 데이터베이스(DB)에서 검색할 수 있다.

[0083] 이때, 무선 맵 데이터베이스는 어떤 식으로든 확정된 위치 정보와 그 위치에서 소정의 측정 구간 동안에 복수 회 측정된, 예를 들어 120초 동안 3초마다 측정된, 모든 고정 기지국들의 수신 신호 세기 값들의 평균을 저장할 수 있다.

[0084] 예를 들어, 무선 맵 데이터베이스는 사전에 정확한 위치 정보를 알 수 있는 복수의 참조 위치들에서 측정된 복수의 고정 기지국들의 수신 신호 세기들에 기초하여 구축될 수 있다.

[0085] 실시예에 따라, 무선 맵 데이터베이스는, 도 1의 가중치 삼변측량 방법에 따라 결정된 단말기의 위치와 이를 결정하는 데에 활용된 고정 기지국들의 수신 신호 세기들에 기초하여 구축될 수 있다.

[0086] 이에 따라, 무선 맵 데이터베이스는 참조 위치들의 위치 정보들만 포함하는 상태를 유지할 수도 있지만, 추후에 결정된 임의의 위치 정보들에 의해 갱신됨으로써 점점 더 풍부해질 수 있다.

[0087] 단계(S33)에서, 단말기는, 무선 맵 데이터베이스에서 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견되면, 발견된 위치 정보를 단말기의 위치로 결정할 수 있다.

[0088] 실시예에 따라, 단계(S33)는, 단말기가, 무선 신호가 검출된 모든 고정 기지국들의 각각에 관하여 측정된 수신 신호 세기 값들이 모두 무선 맵 데이터베이스에 미리 저장된 수신 신호 세기 값들의 허용 오차 범위 내에 있는 경우에, 무선 맵 데이터베이스에 저장된 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견된 것으로 판정할 수 있다.

[0089] 다시 말해, 예를 들어 다음 수학식 7과 같이, 각각의 고정 기지국에 관하여, 소정 측정 구간 동안 복수 회 측정된, 예를 들어 30초 동안 1초마다 측정된 수신 신호 세기들의 평균이 저장된 수신 신호 세기 값의 허용 오차 범위 내에 존재하는 위치 정보가 있는지 조사할 수 있다.

수학식 7

[0090]
$$\overline{RSSI_{DB}} - \frac{\sigma_{RSSI_{DB}}}{\sqrt{n_s}} \leq \overline{RSSI_C} \leq \overline{RSSI_{DB}} + \frac{\sigma_{RSSI_{DB}}}{\sqrt{n_s}}$$

[0091] 여기서, $\overline{RSSI_C}$는 현 위치에서 특정 고정 기지국에 관하여 측정된 수신 신호 세기 측정값들의 평균이고, $\overline{RSSI_{DB}}$는 어떤 위치 정보에서 해당 고정 기지국에 관하여 미리 측정된 수신 신호 세기 측정값들의 평균으로서 무선 맵 데이터베이스에 저장된 값이며, $\sigma_{RSSI_{DB}}$은 어떤 위치 정보에서 해당 고정 기지국에 관하여 미리 측정된 수신 신호 세기 측정값들의 분산으로서 무선 맵 데이터베이스로부터 획득할 수 있는 값이다. n_s는 측정 구간 동안 획득되는 수신 신호 세기 측정값들의 개수이다.

[0092] 수학식 7은 해당 위치에서 임의의 시점에 수신 신호 세기를 측정할 경우에 측정값은 약 68.3%의 확률로 수학식

7의 오차 범위 내에 존재한다는 의미이다.

[0093] 만약 현재 위치에서 무선 신호가 검출된 모든 고정 기지국들에서 측정된 수신 신호 세기 측정값들의 평균들이 수학식 7을 만족하는 어떤 위치 정보가 무선 맵 데이터베이스에서 발견된다면, 그러한 위치 정보는 현재 위치의 위치 정보로 간주될 수 있다.

[0094] 이에 따라, 만약 단계(S33)에서 무선 맵 데이터베이스에서 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견되면, 절차는 단계(S34)로 진행하고, 그렇지 않으면 절차는 단계(S35)로 진행할 수 있다.

[0095] 무선 맵 데이터베이스에서 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견되면, 단계(S34)에서, 단말기는 발견된 위치 정보를 단말기의 위치로 결정할 수 있다.

[0096] 무선 맵 데이터베이스에서 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견되지 않으면, 단계(S35)에서, 단말기는, 측정된 수신 신호 세기 값들로부터 단말기에서 고정 기지국들의 각각까지의 추정 거리를 각각 추정할 수 있다.

[0097] 추정 거리는 프리스 공식에 의해 추정될 수 있다.

[0098] 단계(S36)에서, 단말기는, 고정 기지국들이 설치된 위치들을 중심으로 하고 추정 거리들을 반지름으로 하는 가상의 원들을 중첩함으로써 중첩 영역이 도출되면, 중첩 영역의 꼭지점들의 각각에 관하여 가중치들을 각각 결정할 수 있다.

[0099] 실시예에 따라, 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들에 기초하여 결정될 수 있다.

[0100] 실시예에 따라, 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값에 기초하여 결정될 수 있다.

[0101] 실시예에 따라, 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값이 작을수록 특정 꼭지점에 관한 가중치가 커지도록 결정될 수 있다.

[0102] 실시예에 따라, 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값의 역수로서 결정될 수 있다.

[0103] 단계(S37)에서, 단말기는, 가중치들을 이용하여 중첩 영역의 꼭지점들로 형성되는 다각형의 가중 무게 중심을 산출하고, 가중 무게 중심을 단말기의 위치로 결정할 수 있다.

[0104] 구체적으로, 가중 무게 중심은 상술한 수학식 6과 같이 산출될 수 있다.

[0105] 실시예에 따라, 본 발명의 실내 측위 방법은 단계(S38)에서, 단말기가, 산출된 가중 무게 중심에 의해 결정된 단말기의 위치 및 측정된 수신 신호 세기 값들을 이용하여 무선 맵 데이터베이스를 갱신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0106] 무선 맵 데이터베이스에는, 최초에 미리 위치 정보를 알고 있는 참조 위치들에서 측정된 무선 신호들의 수신 신호 세기들의 평균값들과 그러한 무선 신호들을 송출하는 고정 기지국들의 위치와 기준 출력과 같은 정보들이 미리 저장되어 있을 수 있고, 또는 사전에 아무런 위치 정보나 그에 상응하는 수신 신호 세기들의 측정값들도 저장되어 있지 않을 수 있다.

[0107] 하지만, 시간이 지남에 따라, 단계(S37)에서 단말기의 현재 위치가 지속적으로 결정되고, 측정된 수신 신호 세기 값들이 누적되므로, 이러한 새로 결정되는 위치 정보와 수신 신호 세기 측정값들에 의해 무선 맵 데이터베이스가 지속적으로 갱신될 수 있다.

[0108] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 실내 측위 장치를 예시한 블록도이다.

[0109] 도 4를 참조하면, 실내 측위 장치(40)는 무선 신호 수신부(41), 무선 맵 데이터베이스(42)와 위치 결정부(43)를 포함할 수 있다.

[0110] 무선 신호 수신부(41)는 적어도 세 개의 고정 기지국들로부터 각각 수신된 무선 신호들의 수신 신호 세기를 각각 측정할 수 있다.

[0111] 무선 맵 데이터베이스(42)는 이전에 결정된 위치, 고정 기지국들의 식별 정보 및 수신 신호 세기 값들을 저장할 수 있다.

[0112] 이전에 결정된 정보들은 미리 위치 정보를 알고 있는 참조 위치들에 관한 정보들일 수 있다. 상황에 따라서 실내 공간에 그러한 참조 위치가 전혀 없을 수도 있는데, 그 경우에도 무선 맵 데이터베이스(42)는 아래의 위치 결정부(43)가 과거에 결정한 위치와 그에 관련된 정보들을 누적할 수 있다.

[0113] 위치 결정부(43)는 무선 신호 수신부(41)에서 측정된 수신 신호 세기 값들을 무선 맵 데이터베이스(42)에서 검색한다.

[0114] 위치 결정부(43)는 무선 맵 데이터베이스(42)에서 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견되면, 발견된 위치 정보를 단말기의 위치로 결정한다.

[0115] 실시예에 따라, 위치 결정부(43)는 무선 신호가 검출된 모든 고정 기지국들의 각각에 관하여 측정된 수신 신호 세기 값들이 모두 무선 맵 데이터베이스(42)에 미리 저장된 수신 신호 세기 값들의 오차 범위 내에 있는 경우에, 무선 맵 데이터베이스(42)에 저장된 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견된 것으로 판정할 수 있다.

[0116] 반면에 위치 결정부(43)는 무선 맵 데이터베이스(42)에서 수신 신호 세기 값들에 상응하는 위치 정보가 발견되지 않으면, 측정된 수신 신호 세기 값들로부터 실내 측위 장치(40)에서 고정 기지국들의 각각까지의 추정 거리를 각각 추정할 수 있다.

[0117] 위치 결정부(43)는, 고정 기지국들이 설치된 위치들을 중심으로 하고 추정 거리들을 반지름으로 하는 가상의 원들을 중첩함으로써 중첩 영역이 도출되면, 중첩 영역의 꼭지점들의 각각에 관하여 가중치들을 각각 결정할 수 있다.

[0118] 실시예에 따라, 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들에 기초하여 결정될 수 있다.

[0119] 실시예에 따라, 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값에 기초하여 결정될 수 있다.

[0120] 실시예에 따라, 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값이 작을수록 특정 꼭지점에 관한 가중치가 커지도록 결정될 수 있다.

[0121] 실시예에 따라, 꼭지점들의 각각에 관한 가중치들은, 특정 꼭지점을 생성시키는 두 개의 가상의 원들의 추정 거리들 중 상대적으로 작은 추정 거리의 값의 역수로서 결정될 수 있다.

[0122] 위치 결정부(43)는 중첩 영역의 꼭지점들로 형성되는 다각형과 가중치들을 이용하여 가중 무게 중심을 산출할 수 있고, 가중 무게 중심을 단말기의 위치로 결정할 수 있다.

[0123] 구체적으로, 가중 무게 중심은 상술한 수학식 6과 같이 산출될 수 있다.

[0124] 무선 맵 데이터베이스(42)는 산출된 가중 무게 중심에 의해 결정된 단말기의 위치 및 측정된 수신 신호 세기 값들을 이용하여 갱신될 수 있다.

[0125] 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형예와 구체적인 실시예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

[0126] 또한, 본 발명에 따른 장치는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽힐 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 기록매체의 예로는 ROM, RAM, 광학 디스크, 자기 테이프, 플로피 디스크, 하드 디스크, 비휘발성 메모리 등을 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

부호의 설명

[0127] 40 실내 측위 장치

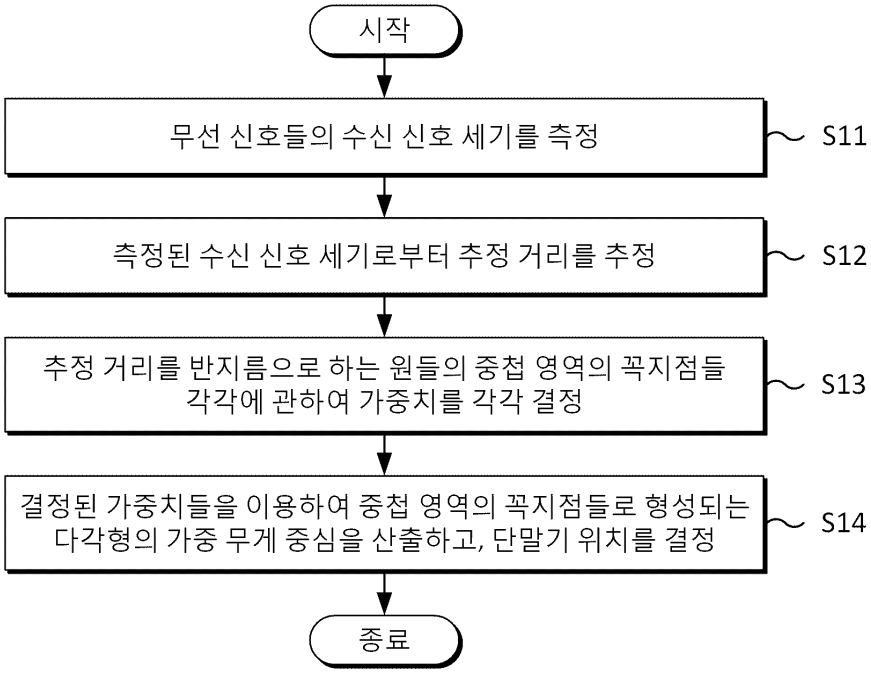
41 무선 신호 수신부

42 무선 맵 데이터베이스

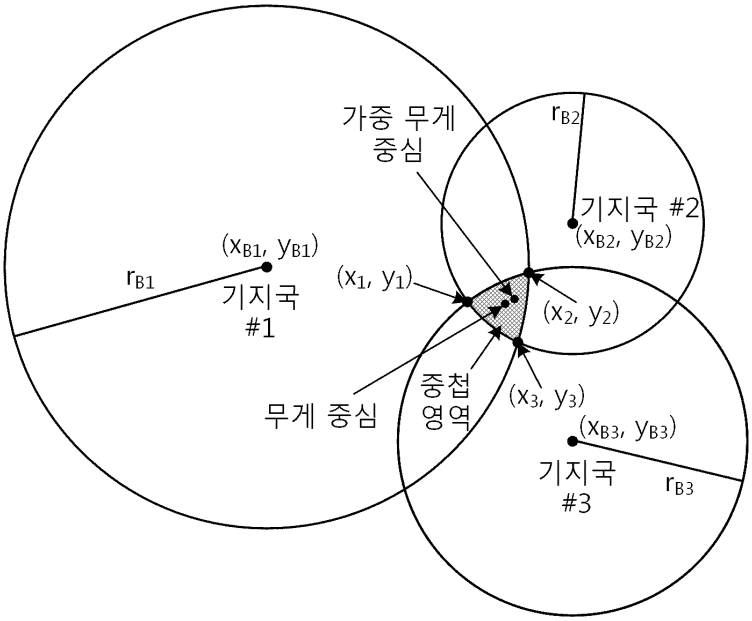
43 위치 결정부

도면

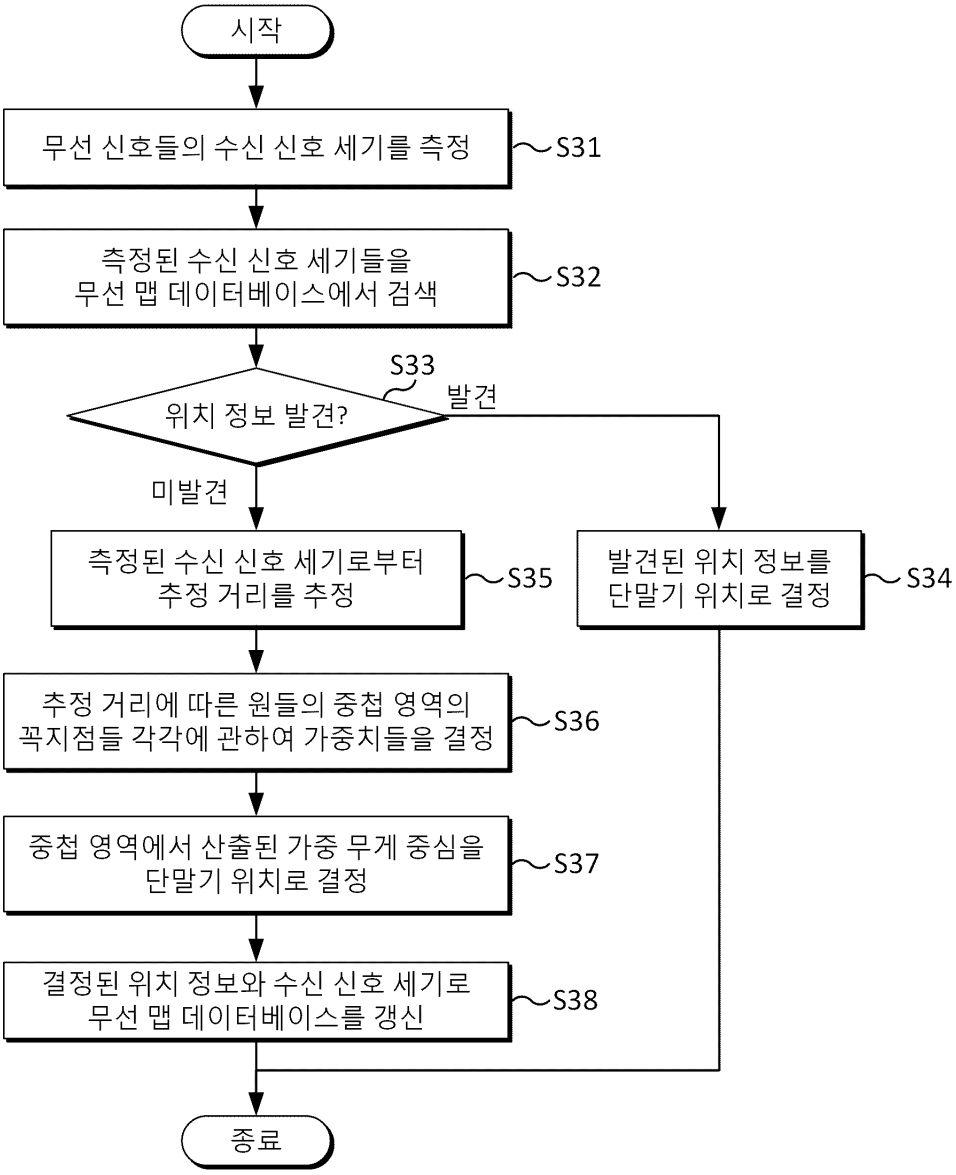
도면1



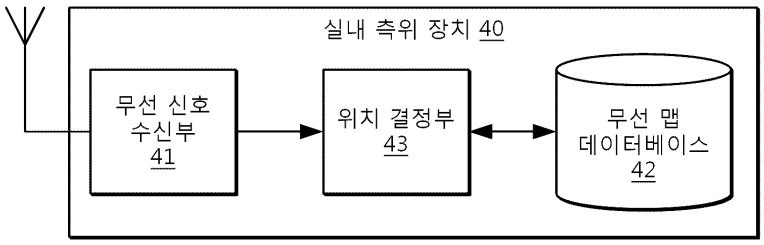
도면2



도면3


시작
무선 신호들의 수신 신호 세기를 측정
S31
측정된 수신 신호 세기들을
무선 맵 데이터베이스에서 검색
S32
S33
위치 정보 발견?
발견
미발견
측정된 수신 신호 세기로부터
추정 거리를 추정
S35
발견된 위치 정보를
단말기 위치로 결정
S34
추정 거리에 따른 원들의 중첩 영역의
꼭지점들 각각에 관하여 가중치들을 결정
S36
중첩 영역에서 산출된 가중 무게 중심을
단말기 위치로 결정
S37
결정된 위치 정보와 수신 신호 세기로
무선 맵 데이터베이스를 갱신
S38
종료

도면4


실내 측위 장치 40
무선 신호
수신부
41
위치 결정부
43
무선 맵
데이터베이스
42