(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0012863
(43) 공개일자 2023년01월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 5/02 (2010.01) *G01S 5/04* (2006.01)
H04W 4/80 (2018.01) *H04W 64/00* (2023.01)
(52) CPC특허분류
G01S 5/021 (2013.01)
G01S 5/0294 (2020.05)
(21) 출원번호 10-2021-0093645
(22) 출원일자 2021년07월16일
심사청구일자 2021년07월16일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
염철민
대전광역시 유성구 지족북로 33 한화꿈에그린1블럭 107동 1303호
김하주
대전광역시 유성구 문화원로47번길 11 은평빌라 203호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이은철, 김재문

전체 청구항 수 : 총 5 항

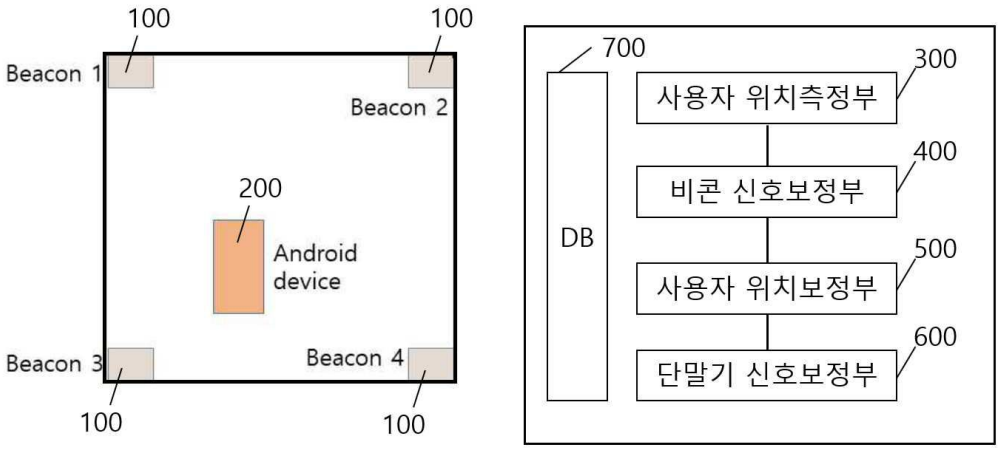
(54) 발명의 명칭 **위치측위 오차를 최소화하기 위한 실내위치측정시스템 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은, 블루투스 신호를 송수신하는 복수개의 비콘; 다른 단말기 또는 상기 복수개의 비콘과 블루투스 신호를 송수신하는 사용자 단말기; 상기 사용자 단말기가 상기 복수개의 비콘 중 적어도 3개의 비콘으로부터 수신한 블루투스 신호와 삼변측량을 이용하여 사용자의 현재 위치를 측정하는 사용자 위치측정부; 및 상기 사용자 위치측정부가 측정한 사용자의 위치를 주변의 다른 단말기로부터 수신한 블루투스 신호를 이용하여 보정하는 사용자 위치보정부를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1

1



(52) CPC특허분류
G01S 5/04 (2013.01)
H04W 4/80 (2018.02)
H04W 64/00 (2013.01)

(72) 발명자
서유경
대전광역시 유성구 대학로 141 3층
김주하
대전광역시 중구 평촌로76번길 8-3 유진주택 302호

원유재
대전광역시 유성구 온천로 45 유성푸르지오시티 알파동 805호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711103337
과제번호	2019-0-01343-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(R&D)
연구과제명	융합보안핵심인재양성사업
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교 산학협력단
연구기간	2020.04.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

블루투스 신호를 송수신하는 복수개의 비콘;

다른 단말기 또는 상기 복수개의 비콘과 블루투스 신호를 송수신하는 사용자 단말기;

상기 사용자 단말기가 상기 복수개의 비콘 중 적어도 3개의 비콘으로부터 수신한 블루투스 신호와 삼변측량을 이용하여 사용자의 현재 위치를 측정하는 사용자 위치측정부; 및

상기 사용자 위치측정부가 측정한 사용자의 위치를 주변의 다른 단말기로부터 수신한 블루투스 신호를 이용하여 보정하는 사용자 위치보정부를 포함하여,

최소한의 오차로 사용자의 위치를 측정하는 실내위치측정시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 사용자 위치측정부가 수신한 블루투스 신호를 칼만 필터로 보정하는 비콘 신호보정부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 실내위치측정시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 사용자 위치보정부가 수신한 블루투스 신호를 스플라인 곡선을 이용하여 보정하는 단말기 신호보정부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 실내위치측정시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 복수개의 비콘 또는 상기 사용자 단말기가 송수신하는 블루투스 신호는 저전력 블루투스(BLE)인 것을 특징으로 하는 실내위치측정시스템.

청구항 5

사용자 단말기가 복수개의 비콘 중 적어도 3개의 비콘으로부터 블루투스 신호를 수신하는 수신단계;

상기 블루투스 신호와 삼변측량을 이용하여 사용자의 현재 위치를 측정하는 사용자 위치측정단계; 및

상기 사용자 위치측정단계에서 측정한 사용자의 위치를 주변의 다른 단말기로부터 수신한 블루투스 신호를 이용하여 보정하는 사용자 위치보정단계를 포함하여,

실내에서의 사용자의 위치의 오차를 최소화하는 실내위치측정방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 실내위치측정시스템 및 방법에 관한 것으로서, 특히 블루투스 패킷정보를 이용하여 위치측위 오차를

최소화하기 위한 실내위치측정시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 스마트폰이 보편적으로 보급되어 상용화되면서 GPS를 이용하여 사용자의 위치를 파악하는 기술이 많이 이용되고 있다. 해당 기술을 통해 다양한 시스템 및 기능들이 사용되고 있다. 특히, 모바일 생태계에서는 GPS를 이용하여 사용자의 위치를 파악하여 다양한 정보를 제공하는 등 사용자의 위치 정보는 매우 중요하다.

[0004] GPS란 세 개 이상이 GPS 위성에서 송신된 신호를 수신하여 위성과 수신기의위치를 결정하는 방법으로서 초기에는 군용 목적으로 개발되었으나 현재는 군용 목적 외에도 민간 목적으로도 널리 사용되고 있다. 한편, GPS를 통해 사용자의 위치를 파악할 수 있으나 GPS를 통해 얻을 수 있는 위치 정보는 한계가 있다. 그 한계는 사용자의 세부 위치를 확인할 수 없다는 것이다. 사용자가 빌딩과 같은 특정 건물에 위치할 경우 건물 자체의 위치 정보는 알 수 있으나 건물에서의 세부 위치는 알 수 없다. 또한, 지하에서는 GPS 신호 수신이 원활하지 않아 지하에서 사용하기에 어려움이 많다.

[0005] 이러한 어려움을 해결하기 위해 비콘과 저전력 블루투스를 이용하여 기존의 GPS를 통해서는 알 수 없었던 자세한 정보를 알 수 있으며 이를 이용하여 다양한 시스템을 구현할 수 있다.

[0006] 비콘을 이용하여 사용자 단말기의 실내위치를 알아내기 위해서는 사용자 주변에 위치가 고정된 3개 이상의 비콘이 있어야 하며, 비콘들의 위치와 신호 세기 정보로 사용자와의 거리를 알아내고 이를 삼변측량하여 위치를 알아내는 것이 일반적인 방법이다. 이때 다양한 무선 환경에서의 신호 세기의 부정확성으로 인하여 m 단위의 정밀 위치 측정이 필요한 산업 분야에 적용이 어려운 단점을 가지고 있다.

[0007] 이와 관련, 한국특허공개공보 제10-2017-0091811호는 블루투스 비콘의 RSSI와 보행자 패턴의 가중치를 이용한 실내 위치 측위 방법을 개시한다. 상기의 선행특허는 사용자의 모바일 장치가 복수의 비콘의 신호를 수신하여 모바일 장치의 위치를 대략적으로 측정하고 보행자의 패턴을 분석하여 확률적인 가중치를 부여하여 상세한 위치를 보장하여 단말기의 위치를 파악한다.

[0008] 전술한 바와 같이, 실내에서 복수의 비콘을 이용하여 사용자의 위치를 측정하는 선행문헌은 다수 제안되고 있다. 다만, 블루투스 신호는 기기 주변의 장애물, 날씨, 습도와 같은 주변 환경에 굉장히 민감하고, 비콘을 이용하여 삼각측량한 사용자의 위치는 오차가 크다는 부분에서는 한계점이 있다. 따라서, 위와 같은 한계점을 해결하는 실내위치측정시스템 및 방법이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국특허공개공보 제10-2017-0091811호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 실내위치측정시스템 및 방법에 있어서, 블루투스 신호와 삼각측량을 이용하여 측정한 사용자의 1차적인 위치의 오차를 보정하여 위치측위 오차를 최소화하는 실내위치측정시스템 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 블루투스 신호를 송수신하는 복수개의 비콘; 다른 단말기 또는 상기 복수개의 비콘과 블루투스 신호를 송수신하는 사용자 단말기; 상기 사용자 단말기가 상기 복수개의 비콘 중 적어도 3개의 비콘으로부터 수신한 블루투스 신호와 삼변측량을 이용하여 사용자의 현재 위치를 측정하는 사용자

위치측정부; 및 상기 사용자 위치측정부가 측정한 사용자의 위치를 주변의 다른 단말기로부터 수신한 블루투스 신호를 이용하여 보정하는 사용자 위치보정부를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0014] 바람직하게, 상기 사용자 위치측정부가 수신한 블루투스 신호를 칼만 필터로 보정하는 비콘 신호보정부를 더 포함할 수 있다.

[0015] 바람직하게, 상기 사용자 위치보정부가 수신한 블루투스 신호를 스플라인 곡선을 이용하여 보정하는 단말기 신호보정부를 더 포함할 수 있다.

[0016] 바람직하게, 상기 복수개의 비콘 또는 상기 사용자 단말기가 송수신하는 블루투스 신호는 저전력 블루투스(BLE)일 수 있다.

[0017] 또한 본 발명은, 사용자 단말기가 복수개의 비콘 중 적어도 3개의 비콘으로부터 블루투스 신호를 수신하는 수신단계; 상기 블루투스 신호와 삼변측량을 이용하여 사용자의 현재 위치를 측정하는 사용자 위치측정단계; 및 상기 사용자 위치측정단계에서 측정한 사용자의 위치를 주변의 다른 단말기로부터 수신한 블루투스 신호를 이용하여 보정하는 사용자 위치보정단계를 포함하는 것을 다른 특징으로 한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면, 사용자 위치보정부가 다른 단말기의 블루투스 신호를 이용하여 비콘의 블루투스 신호와 삼변측량을 이용하여 측정한 사용자의 1차적인 위치의 오차를 보정할 수 있다는 이점이 있다.

[0020] 또한 본 발명은, 비콘이 송출한 블루투스 신호를 비콘 신호보정부로 보정하고, 다른 단말기의 블루투스 신호를 단말기 신호보정부로 보정하여 사용자 위치의 오차를 최소화할 수 있다는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 실내위치측정시스템의 구성도를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 사용자 위치측정부가 비콘과 사용자 단말기 사이의 거리를 일정한 비율로 변경하면서 같은 시간 동안 비콘과 사용자 단말기 사이의 거리를 측정한 값을 나타낸다.

도 3은 2X2 구간에서 사용자 단말기의 위치측정에 관한 실시예로서, 도 3의 (a)는 사용자 단말기를 왼쪽 상관에 놓고 측정한 결과를 나타내고, 도 3의 (b)는 사용자 단말기를 왼쪽 하단에 놓고 측정한 결과를 나타낸다.

도 4은 3X3 구간에서 사용자 단말기의 위치측정에 관한 실시예로서, 도 4의 (a)는 사용자 단말기를 왼쪽 상단에 놓고 측정한 결과를 나타내고, 도 4의 (b)는 사용자 단말기를 왼쪽 하단에 놓고 측정한 결과를 나타낸다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 스플라인 보간법 다차원 방정식의 예를 나타낸다.

도 6는 본 발명의 실시예에 따른 실내위치측정시스템에서 사용자의 위치를 추적하는 방법의 흐름도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 다만, 본 발명이 예시적 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일 참조부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부재를 나타낸다.

[0024] 본 발명의 목적 및 효과는 하기의 설명에 의해서 자연스럽게 이해되거나 보다 분명해 질 수 있으며, 하기의 기재만으로 본 발명의 목적 및 효과가 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 실내위치측정시스템(1)의 구성도를 나타낸다. 도 1을 참조하면, 실내위치측정시스템(1)은 복수개의 비콘(100), 사용자 단말기(200), 사용자 위치측정부(300), 비콘 신호보정부(400), 사용자 위치보정부(500), 단말기 신호보정부(600), 및 DB(700)를 포함할 수 있다.

[0026] 실내위치측정시스템(1)은 복수개의 비콘(100)을 이용하여 사용자 단말기(200)를 소지한 사용자의 실내위치를 알

아낼 수 있다. 실내위치측정시스템(1)은 사용자의 세부 위치를 측정하고 이를 이용하기 위해 비콘과 저전력 블루투스(BLE)를 이용할 수 있다. 실내위치측정시스템(1)은 특정 건물 내부의 공간에 부착되어있는 비콘을 이용하여 사용자의 대략적인 위치를 파악할 수 있다. 실내위치측정시스템(1)은 사용자 단말기(200)와 다른 단말기 간의 블루투스 신호를 통해 대략적인 위치를 보완하여 좀 더 세밀한 사용자의 위치를 측정할 수 있다. 실내위치측정시스템(1)은 사용자 단말기(200)에 설치된 어플리케이션을 통해 사용될 수 있다.

[0027] 복수개의 비콘(100)은 블루투스 신호를 송수신할 수 있다. 복수개의 비콘(100)은 페어링이 필요 없이 최대 50m까지 소량의 패킷을 주기적으로 보낼 수 있다. 복수개의 비콘(100)이 송출한 신호를 사용자 단말기(200)에서 수신할 수 있다. 복수개의 비콘(100)은 실내의 특정 위치에 고정되어있을 수 있다. 복수개의 비콘(100)은 각 비콘이 부착된 특정 사물을 UUID(Universally Unique IDentifier) 값으로 구분할 수 있다. 복수개의 비콘(100)은 RSSI(Received Signal Strength Indicator)를 이용하여 별도의 페어링 절차 없이 사용자 단말기(200)를 소지한 개인에게 신호를 전달할 수 있다.

[0028] 복수개의 비콘(100)은 저전력 블루투스(BLE)를 송수신할 수 있다. 복수개의 비콘(100)은 저전력 블루투스(BLE)를 사용하여 기존 블루투스의 단점이었던 전력 소비를 보완할 수 있다. 복수개의 비콘(100)은 각각의 ID와 RSSI를 블루투스 신호와 함께 송신할 수 있다.

[0029] 사용자 단말기(200)는 다른 단말기 또는 복수개의 비콘(100)과 블루투스 신호를 송수신할 수 있다. 사용자 단말기(200)는 저전력 블루투스(BLE)를 송수신할 수 있다. 사용자 단말기(200)는 블루투스 4.0 이상이 탑재될 수 있다. 사용자 단말기(200)는 저전력 블루투스(BLE)를 사용하여 기존 블루투스의 단점이었던 많은 전력 소비를 보완할 수 있다. 사용자 단말기(200)에는 실내위치측정시스템(1)을 실행시킬 수 있는 어플리케이션이 설치될 수 있다.

[0030] DB(700)에는 사용자 위치측정부(300)가 측정한 사용자의 현재 위치가 저장될 수 있다. DB(700)에는 사용자 위치보정부(500)가 측정한 다른 단말기와의 상대적 거리 정보가 저장될 수 있다.

[0031] 사용자 위치측정부(300)는 사용자 단말기가 복수개의 비콘(100) 중 적어도 3개의 비콘으로부터 수신한 블루투스 신호와 삼변측량을 이용하여 사용자의 현재 위치를 측정할 수 있다. 사용자 위치측정부(300)는 블루투스 신호에 포함된 비콘의 ID와 RSSI신호의 크기로부터 각 비콘과 사용자 단말기(200) 사이의 거리를 측정할 수 있다. 사용자 위치측정부(300)는 측정한 각 비콘과 사용자 단말기(200) 사이의 거리를 삼변측량하여 사용자 단말기(200)의 위치를 측정할 수 있다.

[0032] 사용자 위치측정부(300)가 이용하는 삼변측량은 삼각측량과 마찬가지로 삼각형 기하학을 사용하여 물체의 상대위치를 구하는 방법이다. 사용자 위치측정부(300)가 이용하는 삼변측량은 하나의 변의 길이와 양 끝의 두 각을 이용하는 삼각측량과는 달리 목표의 위치를 알기 위해서 두 개 이상의 기준점과 물체와 각 기준점과의 거리를 이용한다. 사용자 위치측정부(300)에서 삼변측량만으로 2차원 면에서의 상대위치를 정확하고 유일하게 결정하기 위해서는 최소한 3개의 기준점이 필요하다.

[0033] 사용자 위치측정부(300)의 비콘과의 거리측정 원리는 다음과 같다. 사용자 위치측정부(300)는 비콘이 Tx-Power(Transmission Power)만큼 반경 내로 블루투스 신호를 전 방위적으로 송출한 신호 송출 범위 내로 사용자 단말기(200)가 들어오면 비콘이 송출한 블루투스 신호의 RSSI를 이용하여 거리로 환산할 수 있다. 사용자 위치측정부(300)가 거리측정 과정에서 산출한 RSSI의 단위인 dBm 값은 mW 단위의 전력을 dB 스케일로 나타낸 단위며, 이 값이 0에 가까워질수록 신호가 강해지고 음수 값이 커질수록 신호가 약해진다.

[0034] [수학식 1]

[0035] $RSSI = (-10n\log(d)) + TxPower$

[0036] [수학식 2]

[0037] $d = 10^{(TxPower-RSSI)/(10*n)}$

[0038] 사용자 위치측정부(300)가 거리측정 과정에서 산출한 RSSI는 보드에서 나타내어질 때 [수학식 1]의 과정을 거친 dBm 값으로 표현이 된다. 사용자 위치측정부(300)는 dBm 값을 [수학식 2]에 적용해 연산하여 거리(m)로 표현할 수 있다. 사용자 위치측정부(300)의 거리측정 수식인 [수학식 1]과 [수학식2]에서 n은 전파손실을 의미하며, Tx Power는 송신전력레벨을 나타낸다.

[0039] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 사용자 위치측정부(300)가 비콘과 사용자 단말기(200) 사이의 거리를 일정한

비율로 변경하면서 같은 시간 동안 비콘과 사용자 단말기(200) 사이의 거리를 측정한 값을 나타낸다. 도 2를 참조하면, 사용자 위치측정부(300)는 비콘과 사용자 단말기(200) 사이의 거리가 2m인 경우 오차가 1m 이내로 비교적 안정적으로 측정할 수 있으나, 거리가 증가할수록 심한 노이즈가 포함되어 측정될 수 있다.

[0040] 도 3은 2X2 구간에서 사용자 단말기의 위치 측정에 관한 실시예로서, 도 3의 (a)는 사용자 단말기를 왼쪽 상관에 놓고 측정한 결과를 나타내고, 도 3의 (b)는 사용자 단말기를 왼쪽 하단에 놓고 측정한 결과를 나타낸다.

[0041] 도 3의 (a)와 (b)를 참조하면, 사용자 위치측정부(300)는 사용자 단말기(200)를 왼쪽 상단과 하단에 놓고 측정한 경우 모두 85% 이상의 확률로 실제 위치하는 구간에 있는 것으로 측정될 수 있다.

[0042] 도 4은 3X3 구간에서 사용자 단말기의 위치 측정에 관한 실시예로서, 도 4의 (a)는 사용자 단말기를 왼쪽 상관에 놓고 측정한 결과를 나타내고, 도 4의 (b)는 사용자 단말기를 왼쪽 하단에 놓고 측정한 결과를 나타낸다.

[0043] 도 4의 (a)를 참조하면, 사용자 위치측정부(300)는 사용자 단말기(200)를 왼쪽 상단에 놓고 측정한 경우 70.1%의 확률로 실제 위치하는 구간에 있는 것으로 측정될 수 있다. 도 4의 (b)를 참조하면, 사용자 위치측정부(300)는 사용자 단말기(200)를 왼쪽 하단에 놓고 측정한 경우 8%의 확률로 실제 위치하는 구간에 있는 것으로 측정될 수 있다.

[0044] 본 실시예에 따르면, 사용자 위치측정부(300)는 비콘과 사용자 단말기(200) 사이의 거리 또는 측정하고자 하는 구간의 크기에 따라 사용자 단말기(200)의 위치측정에 오차가 발생할 수 있다. 따라서, 사용자 위치측정부(300)는 보정된 신호로 사용자의 위치를 측정할 필요가 있다.

[0045] 비콘 신호보정부(400)는 사용자 위치측정부(300)가 수신한 블루투스 신호를 칼만 필터로 보정할 수 있다. 비콘 신호보정부(400)는 잡음이 포함되어 있는 선형 역학계의 상태를 추적하는 재귀 필터인 칼만필터를 이용할 수 있다. 비콘 신호보정부(400)는 블루투스 신호가 주변의 장애물, 날씨, 또는 습도와 같은 주변 환경에 따라 발생한 오차를 칼만필터로 보정할 수 있다. 비콘 신호보정부(400)는 보정한 신호를 사용자 위치측정부(300)에 제공할 수 있고, 사용자 위치측정부(300)는 이를 이용하여 위치측정의 오차를 줄일 수 있다.

[0046] 사용자 위치보정부(500)는 사용자 위치측정부(300)가 측정한 사용자의 위치를 주변의 다른 단말기로부터 수신한 블루투스 신호를 이용하여 보정할 수 있다. 사용자 위치보정부(500)는 사용자 단말기(200)와 다른 단말기 간의 블루투스 신호를 이용하여 사용자 단말기(200)와 다른 단말기 사이의 상대적 위치를 측정할 수 있다. 사용자 위치보정부(500)는 다른 단말기와의 상대적 위치의 추정값을 통해 자신의 위치와 같은 공간의 다른 단말기의 위치를 측정할 수 있다.

[0047] 사용자 위치보정부(500)는 비콘과 다른 단말기 사이의 거리와 삼각측량을 이용하여 측정된 다른 단말기의 위치와 사용자 단말기(200)와 다른 단말기 사이의 상대적 거리를 이용하여 사용자 위치측정부(300)가 측정한 사용자 단말기(200)의 위치를 보정할 수 있다. 사용자 위치보정부(500)는 복수개의 비콘(100) 및 다른 단말기 사이 거리 측정값으로 다변측량을 진행하여 위치를 보정할 수 있다. 사용자 위치보정부(500)는 단말기 간의 블루투스 신호는 비콘 신호와 비교하여 노이즈가 적어 신뢰도가 높으므로 사용자 위치측정부(300)에서 측정된 사용자의 위치를 효과적으로 보정할 수 있다.

[0048] [표 1]

수신자	송신자	실제 거리(m)	RSSI 평균값	계산한 거리(m)
단말기 A	단말기 B	3	-65	177.8
단말기 B	단말기 A	3	-75	562.3
단말기 A	단말기 B	5	-69	281.8
단말기 B	단말기 A	5	-81	1122.0
단말기 A	단말기 B	6	-71	354.8
단말기 B	단말기 A	6	-84	1584.8

[0049]

[0050] [표 1]은 본 발명의 실시예에 따른 두 개의 단말기 사이의 거리를 일정한 비율로 정하고 일정 시간 동안 사용자 위치보정부(500)가 측정한 각 단말기의 칼만 필터링된 RSSI 평균값과 [수학식 2]를 이용하여 계산한 거리를 나타낸다(Tx power은 -20, n=2로 고정). [표 1]을 참조하면, 사용자 위치보정부(500)는 수신자와 송신자를 고정할 경우 실제 거리가 늘어날 때마다 RSSI 평균값이 작아진다. 사용자 위치보정부(500)는 수신자와 송신자가 변경될 때는 같은 거리라도 RSSI 평균값과 [수학식 2]로 계산한 거리가 실제 값과 차이가 나게 측정할 수 있다.

[0051] [표 2]

수신자	송신자	실제 거리(m)	RSSI 평균값
단말기 C	단말기 D	5	-52.112
단말기 C	단말기 E	5	-89.240
단말기 D	단말기 C	5	-75.159
단말기 D	단말기 E	5	-78.101
단말기 E	단말기 C	5	-92.266
단말기 E	단말기 D	5	-64.093

[0052]

[0053] [표 2]는 3개의 단말기의 블루투스 신호를 수집하여 사용자 위치보정부(500)가 측정한 각 단말기 사이의 RSSI 평균값을 나타낸다. 사용자 위치보정부(500)는 같은 거리라도 수신자가 같고 송신자가 다를 경우 RSSI 평균값을 다르게 측정할 수 있다. 사용자 위치보정부(500)는 같은 거리라도 송신자가 같고 수신자가 다른 경우 RSSI 평균값을 다르게 측정할 수 있다.

[0054] 본 실시예에 따르면, 사용자 위치보정부(500)는 단말기 간 거리를 구할 때 실제 거리와의 오차가 발생할 수 있다. 따라서, 사용자 위치보정부(500)는 다른 단말기로부터 수신한 블루투스 신호를 보정할 필요가 있다.

[0055] 단말기 신호보정부(600)는 사용자 위치보정부(500)가 수신한 블루투스 신호를 스플라인 곡선을 이용하여 보정할 수 있다. 단말기 신호보정부(600)는 스플라인 보간법으로 수신자와 송신자 쌍마다 RSSI 값에 따른 실제 거리 데이터를 이용하여 다차원 방정식을 생성할 수 있다. 단말기 신호보정부(600)는 생성한 다차원 방정식으로 이용하여 스플라인 곡선을 생성할 수 있다. 단말기 신호보정부(600)는 스플라인 곡선을 통해서 사용자 위치보정부(500)가 측정한 사용자 단말기(200)와 다른 단말기 사이의 거리의 오차를 줄일 수 있다.

[0056] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 스플라인 보간법 다차원 방정식의 예를 나타낸다. 도 5를 참조하면, 단말기 신호보정부(600)는 사전에 측정된 3m, 5m, 7m 거리별 RSSI 값을 이용하여 스플라인 보간법으로 생성한 다차원 방정식의 스플라인 곡선으로 사용자 위치보정부(500)가 수신한 블루투스 신호를 보정할 수 있다.

[0057] [표 3]

스플라인 보간 전 실제 거리 별 RSSI		스플라인 보간 후 새로운 신호로 계산한 거리	
RSSI	거리(m)	RSSI	거리(m)
-79.41	3	-81	3.78
-83.84	5	-82.5	4.48
-88.9	7	-85.5	5.64

[0058]

[0059] [표 3]은 스플라인 곡선을 이용하여 보정을 적용하기 전 실제 거리 별 RSSI 값과 보정 후 계산된 RSSI 값을 타나낸다. [표 3]을 참조하면, 스플라인 곡선을 이용하여 보정한 경우 오차가 상당히 개선됨을 확인할 수 있다.

[0060] 단말기 신호보정부(600)는 보정한 신호를 사용자 위치보정부(500)에 제공할 수 있고, 사용자 위치보정부(500)는 이를 이용하여 거리측정의 오차를 줄일 수 있다.

[0061] 도 6는 본 발명의 실시예에 따른 실내위치측정시스템(1)에서 사용자의 위치를 추적하는 방법의 흐름도를 나타낸다. 도 6을 참조하면, 실내위치측정시스템(1)은 사용자 단말기(200)의 어플리케이션을 통해 DB(700)에 연결될 수 있다. 실내위치측정시스템(1)은 사용자 위치측정부(300)가 실시간으로 측정한 사용자 단말기(200)와 복수개의 비콘(100)과의 거리를 DB(700)에 저장할 수 있다. 실내위치측정시스템(1)은 사용자 위치측정부(300)를 통해 DB(700)에 저장된 사용자 단말기(200)와 복수개의 비콘(100)과의 거리를 삼각측량하여 1차적인 사용자의 현재 위치를 측정할 수 있다. 실내위치측정시스템(1)은 사용자 위치보정부(500)가 실시간으로 측정한 사용자 단말기(200)와 다른 단말기 사이의 거리를 DB(700)에 저장할 수 있다. 실내위치측정시스템(1)은 1차적인 사용자의 현재 위치와 사용자 단말기(200)와 다른 단말기 사이의 상대적 거리를 비교하여 사용자의 위치를 조정하여 위치를 변환할 수 있다. 실내위치측정시스템(1)은 조정하여 변환된, 즉 보정된 사용자의 위치를 DB(700)에 저장할 수 있다.

[0062] 본 발명의 다른 실시예로, 실내위치측정방법은 수신단계, 사용자 위치측정단계, 비콘 신호보정단계, 사용자 위치보정단계, 및 단말기 신호보정단계를 포함할 수 있다.

[0063] 수신단계는 사용자 단말기가 복수개의 비콘 중 적어도 3개의 비콘으로부터 블루투스 신호를 수신할 수 있다.

[0064] 사용자 위치측정단계는 블루투스 신호와 삼변측량을 이용하여 사용자의 현재 위치를 측정할 수 있다. 사용자 위치측정단계는 전술한 사용자 위치측정부에서 수행되는 동작을 의미한다.

[0065] 비콘 신호보정단계는 수신단계에서 수신한 블루투스 신호를 칼만 필터로 보정할 수 있다. 비콘 신호보정단계는 전술한 비콘 신호보정부에서 수행되는 동작을 의미한다.

[0066] 사용자 위치보정단계는 사용자 위치측정단계에서 측정한 사용자의 위치를 주변의 다른 단말기로부터 수신한 블루투스 신호를 이용하여 보정할 수 있다. 사용자 위치보정단계는 전술한 사용자 위치보정부에서 수행되는 동작을 의미한다.

[0067] 단말기 신호보정단계는 사용자 위치보정단계에서 수신한 불루투스 신호를 스플라인 곡선을 이용하여 보정할 수 있다. 단말기 신호보정단계는 전술한 단말기 신호보정부에서 수행되는 동작을 의미한다.

[0068] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

부호의 설명

[0070] 1 : 실내위치측정시스템

100 : 복수개의 비콘

200 : 사용자 단말기

300 : 사용자 위치측정부

400 : 비콘 신호보정부

500 : 사용자 위치보정부

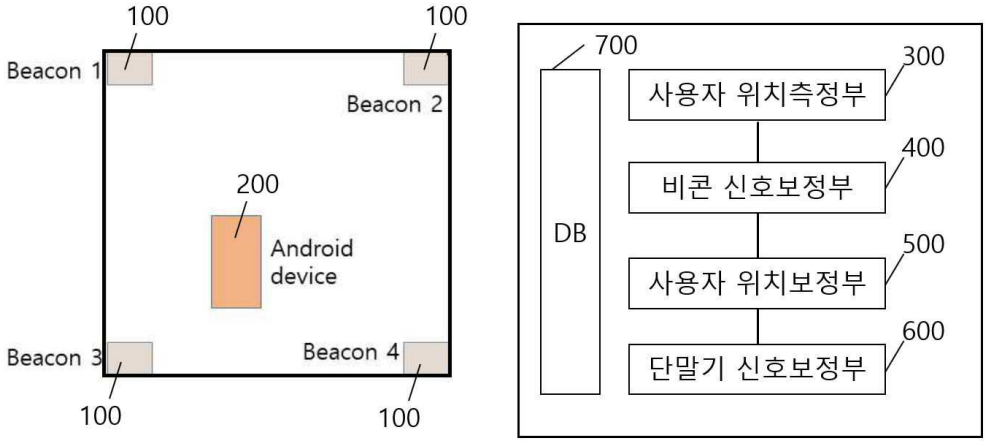
600 : 단말기 신호보정부

700 : DB

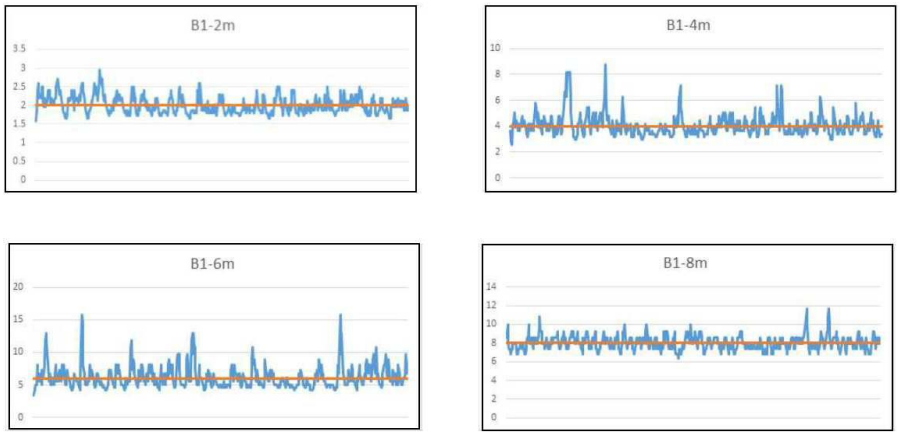
도면

도면1

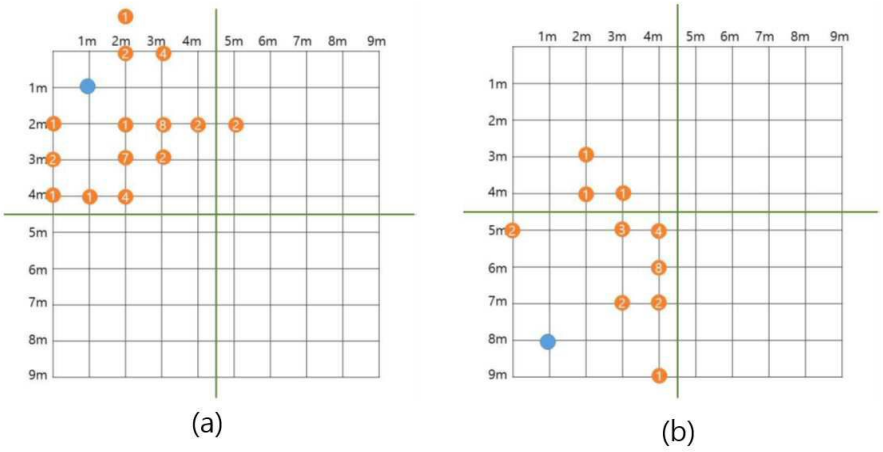
1



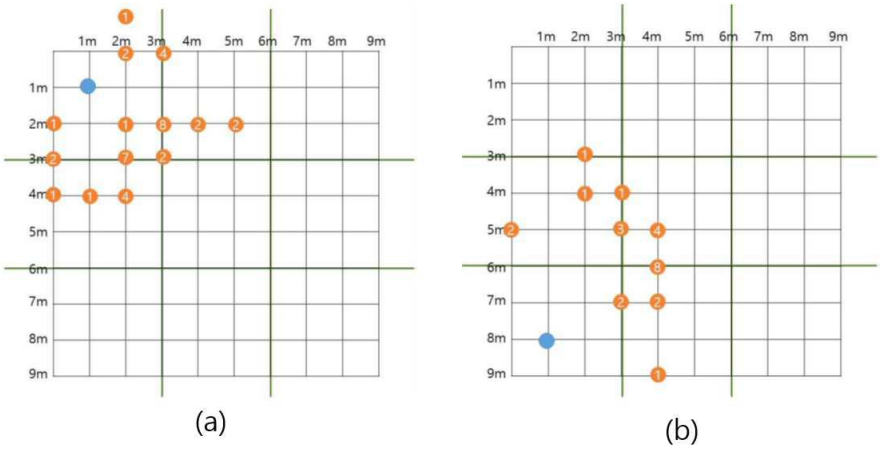
도면2


B1-2m
B1-4m
B1-6m
B1-8m

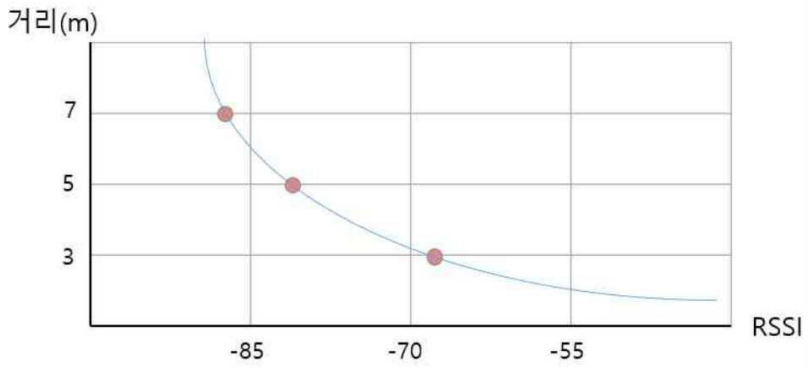
도면3


1m 2m 3m 4m 5m 6m 7m 8m 9m
(a)
(b)

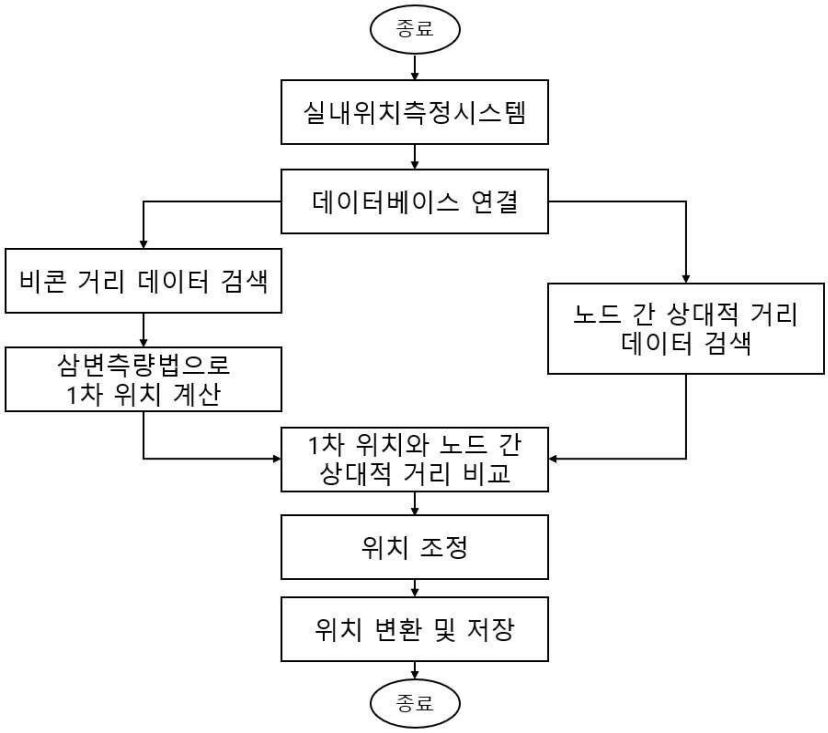
도면4


1m 2m 3m 4m 5m 6m 7m 8m 9m
(a)
(b)

도면5


거리(m)
7
5
3
-85
-70
-55
RSSI

도면6


종료
실내위치측정시스템
데이터베이스 연결
비콘 거리 데이터 검색
삼변측량법으로
1차 위치 계산
노드 간 상대적 거리
데이터 검색
1차 위치와 노드 간
상대적 거리 비교
위치 조정
위치 변환 및 저장
종료