



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월19일
(11) 등록번호 10-2023030
(24) 등록일자 2019년09월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 64/00 (2009.01) H04W 88/18 (2019.01)
(52) CPC특허분류
H04W 64/006 (2013.01)
H04W 88/18 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2018-0011045
(22) 출원일자 2018년01월30일
심사청구일자 2018년01월30일
(65) 공개번호 10-2019-0091901
(43) 공개일자 2019년08월07일
(56) 선행기술조사문헌
장호준 외 1명, 지구 자기장 기반 지문인식 및 추
측 방법을 결합한 실시간 실내 위치정보 서비스,
KIISE Transactions on Computing Practices
23(4), (2017.4.)*
KR1020170004556 A
KR1020170129545 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
변재영
광주광역시 남구 봉선로 134(봉선동, 금호타운)
비탈 바하타라이
광주광역시 동구 밤실로 11-16, 103호(지산동)
강희선
전라남도 화순군 화순읍 칠충로 83-11, 103동 90
3호(한국아텔리움)
(74) 대리인
특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 6 항

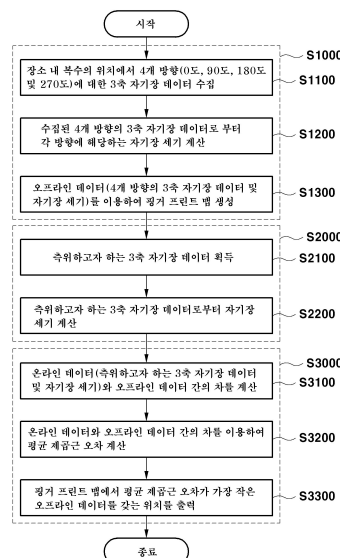
심사관 : 정윤석

(54) 발명의 명칭 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명은 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법 및 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 실
내에서 사용자의 스마트 기기에 구비된 자기장 센서의 자기장 정보를 기반으로 평거프린트 방식을 통해 측위가
가능한 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법 및 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711055454

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신·방송 연구개발 사업

연구과제명 AR Indoor LBS를 위한 복합 정밀 실내측위 상용화 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 조선대학교

연구기간 2017.04.01 ~ 2018.03.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

측위를 위한 장소의 복수의 위치(이하 '참조 위치'이라함)에서 0도, 90도, 180도 및 270도 방향을 바라보며 측정되는 3축 자기장 데이터 및 자기장 세기(이하 '오프라인 데이터'이라함)를 수집하여 핑거프린트 맵을 구축하는 단계;

상기 장소 내의 임의의 위치에서, 스마트 기기에서 출력되는 3축 자기장 데이터 및 자기장 세기(이하 '온라인 데이터'이라함)를 획득하는 단계; 및

상기 핑거프린트 맵에서 상기 오프라인 데이터와 상기 온라인 데이터의 차이가 가장 작은 참조 위치를 상기 스마트 기기의 위치로 측위하는 단계;를 포함하고,

상기 측위하는 단계:는

상기 오프라인 데이터와 상기 온라인 데이터 간의 차를 계산하는 단계;

계산된 차로부터 평균 제공근 오차를 구하는 단계; 및

상기 핑거프린트 맵에서 상기 평균 제공근 오차가 가장 작은 오프라인 데이터를 갖는 참조 위치를 상기 스마트 기기의 위치로 출력하는 단계;를 포함하며,

상기 평균 제공근 오차는 아래의 수학적 식 1에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법.

[수학적 식 1]

$$D_j = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (D_{x_k} + D_{y_k} + D_{z_k} + D_{A_k})^2}{N}}, (j=1, 2, \dots, n)$$

여기서, D_j 는 j번째 참조 위치의 오프라인 데이터와 온라인 데이터 간의 평균 제공근 오차,

D_{x_k} 는 상기 j번째 참조 위치에 해당하는 k번째 방향의 오프라인 데이터의 x축 자기장과 온라인 데이터의 x축 자기장 간의 차,

D_{y_k} 는 상기 j번째 참조 위치에 해당하는 k번째 방향의 오프라인 데이터의 y축 자기장과 온라인 데이터의 y축 자기장 간의 차,

D_{z_k} 는 상기 j번째 참조 위치에 해당하는 k번째 방향의 오프라인 데이터와 온라인 데이터의 z축 자기장 간의 차,

D_{A_k} 는 상기 j번째 참조 위치에 해당하는 k번째 방향의 오프라인 데이터의 자기장 세기와 온라인 데이터의 자기장 세기 간의 차,

N은 측정된 방향의 총 개수를 의미한다.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 핑거프린트 맵에는 상기 참조 위치들의 위치 정보가 저장되는 것을 특징으로 하는 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법.

청구항 3

제 1 항 내지 제 2 항 중 어느 한 항의 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법을 수행하는 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 4

제 3 항의 컴퓨터 프로그램이 저장된 스마트 기기.

청구항 5

제 3 항의 컴퓨터 프로그램이 저장된 서버; 및

상기 서버와 3축 자기장 데이터의 송수신이 가능한 스마트 기기;를 포함하고,

상기 서버는 상기 스마트 기기로부터 실시간으로 3축 자기장 데이터를 수신받아, 온라인 데이터와 오프라인 데이터 간의 차이를 계산하여 상기 스마트 기기의 위치를 출력하는 것을 특징으로 하는 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 시스템.

청구항 6

제 4 항의 스마트 기기; 및

오프라인 데이터가 저장되는 서버;를 포함하고,

상기 스마트 기기가 상기 서버와 통신하여 오프라인 데이터를 수신하고 상기 오프라인 데이터와 온라인 데이터 간의 차이를 계산하여 상기 스마트 기기의 위치를 출력하는 것을 특징으로 하는 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 시스템.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법 및 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 실내에서 사용자의 스마트 기기에 구비된 자기장 센서의 자기장 정보를 기반으로 핑거프린트 방식을 통해 측위가 가능한 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 특정 대상의 위치 확인을 하기 위해서는 일반적으로 미국의 GPS(Global Positioning System)가 사용되고 있으며, 이 GPS는 지구 밖에 위치한 위성으로부터 신호를 송신 받아 특정 대상의 위치를 측위한다.

[0003] 위와 같이 위성을 이용하여 특정 대상의 위치를 측위하는 기술들을 글로벌 내비게이션 위성 시스템(Global Positioning System)이라 불리고 있으며, 미국의 GPS 이외에도 러시아의 GLONASS, 유럽의 Galileo와 중국의 BeiDou 등이 있다.

[0004] 상기 글로벌 내비게이션 위성 시스템은 군사적 용도와 항공기, 선박 등에 많이 사용되었으나 최근에는 민간 분야에서도 많이 사용되고 있으며, 주로 야외 환경에서 특정 대상의 위치를 확인하기 위해 사용되고 있다.

[0005] 한편, 상기 글로벌 내비게이션 위성 시스템이 야외 환경에서 주로 사용되는 이유는 실내 환경에서 사용할 경우

신호가 건물에 의해 신호 감쇄가 일어날 뿐만 아니라 건물이 신호의 장애물이 되어 신호의 크기가 변화됨으로써 잘못된 신호를 수신하게 되는 다중경로 페이딩 문제가 발생하기 때문에 실내에서는 사용이 제한된다.

[0006] 이러한, 문제점을 해결하기 위해 제시된 방법으로 실내에서 특정 대상을 측위하기 위해 무선 액세스 포인트(AP), 블루투스 및 RFID와 같은 인프라 기반의 측위 기술들이 사용되고 있다.

[0007] 상기 인프라 기반의 측위 기술들은 건물 실내에 위치를 추정하기 위해 무선 액세스 포인트(AP), 블루투스 또는 RFID와 같은 데이터를 송신하는 장치를 설치하고 상기 장치로부터 수신된 신호 정보를 이용하여 위치를 추정한다.

[0008] 또한, 상기 위치를 추정하기 위한 방법으로는 수신된 신호의 도래각을 측정하여 위치를 결정하는 삼각 측량 방법과 주어진 공간에서 임의로 설정된 위치에서의 수신되는 신호의 강도를 미리 저장하고 측정값과 이를 비교하여 위치를 추정하는 핑거프린트 방법이 주로 사용되고 있다.

[0009] 그러나, 상기 인프라 기반의 측위 기술들은 상기 무선 액세스 포인트, 블루투스 또는 RFID와 같은 장비를 설치해야 하므로 비용 효율이 좋지 않다는 문제점이 있고, 상기 인프라 기반의 측위 기술들은 데이터를 송신하기 위해 개발된 장치들을 사용하기 때문에 측위 오차가 큰 편이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로 본 발명의 목적은 무선 액세스 포인트(AP), 블루투스 또는 RFID와 같은 별도의 신호를 발생하는 장치를 건물 내부에 설치하지 않고도 실내 위치를 측위할 수 있는 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법 및 시스템을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 목적을 해결하기 위해 본 발명은 측위를 위한 장소 내의 복수의 위치(이하, '참조 위치'라 함)에서 3축 자기장 데이터(이하, '오프라인 데이터'라 함)를 수집하여 핑거프린트 맵을 구축하는 단계; 스마트 기기가 상기 장소 내의 임의의 위치에 위치하고, 상기 스마트 기기에서 출력되는 3축 자기장 데이터(이하, '온라인 데이터'라 함)를 획득하는 단계; 및 상기 핑거프린트 맵에서 상기 오프라인 데이터와 상기 온라인 데이터의 차이가 가장 작은 참조 위치를 상기 스마트 기기의 위치로 측위하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법을 제공한다.

[0012] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 핑거프린트 맵에는 상기 참조 위치들의 위치 정보가 저장된다.

[0013] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 오프라인 데이터의 3축 자기장 데이터는 각 참조 위치에서 0도, 90도, 180도 및 270도 방향에 대한 각각의 3축 자기장 데이터로 획득된다.

[0014] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 오프라인 데이터에는 상기 오프라인 데이터의 3축 자기장 데이터로부터 계산된 자기장 세기가 더 포함되고, 상기 온라인 데이터에는 상기 온라인 데이터의 3축 자기장 데이터로부터 계산된 자기장 세기가 더 포함된다.

[0015] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 측위하는 단계:는 상기 오프라인 데이터와 상기 온라인 데이터 간의 차를 계산하는 단계; 계산된 차로부터 평균 제공근 오차를 구하는 단계; 및 상기 핑거프린트 맵에서 상기 평균 제공근 오차가 가장 작은 오프라인 데이터를 갖는 참조 위치의 위치 정보를 출력하는 단계;를 포함한다.

[0016] 또한, 본 발명은 상기 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법을 수행하는 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 더 제공한다.

[0017] 또한, 본 발명은 상기 컴퓨터 프로그램이 저장된 스마트 기기를 더 제공한다.

[0018] 또한, 본 발명은 상기 컴퓨터 프로그램이 저장된 서버; 및 상기 서버와 3축 자기장 데이터를 송수신이 가능한 스마트 기기를 포함하고, 상기 서버는 상기 스마트 기기로부터 실시간으로 3축 자기장 데이터를 수신받아, 온라인 데이터와 오프라인 데이터 간의 차이를 계산하여 상기 스마트 기기의 위치를 출력할 수 있는 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 시스템을 더 제공한다.

[0019] 또한, 본 발명은 상기 컴퓨터 프로그램이 저장된 스마트 기기; 및 오프라인 데이터가 저장되는 서버;를 포함하고, 상기 스마트 기기가 상기 서버와 통신하여 오프라인 데이터를 수신하고 상기 오프라인 데이터와 온라인 데

이터 간의 차이를 계산하여 상기 스마트 기기의 위치를 출력할 수 있는 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 시스템을 더 제공한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법 및 시스템에 의하면, 스마트 기기에 구비된 자기장 센서만을 이용하여 위치를 추정할 수 있으므로, 실내에 위치 추적을 위한 신호를 발생하는 장치들을 설치하여 인프라를 구축하지 않아도 된다는 장점이 있다.

[0021] 또한, 본 발명은 오프라인 데이터의 3축 자기장 데이터를 0도, 90도, 180도 및 270도 방향에 대한 3축 자기장 데이터를 획득하고 상기 스마트 기기로부터 출력되는 3축 자기장 데이터와 차이를 비교하여 위치를 측위함으로써, 방향에 따라 다르게 측정되는 3축 자기장 데이터를 이용하더라도 측위 오차를 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템을 보여주는 도면,
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법을 설명하기 위한 흐름도,
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린트 맵 동작 설명을 위한 다이어그램,
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법과 종래의 인프라 기반의 측위 방법의 성능 비교 결과를 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있는데 이 경우에는 단순한 용어의 명칭이 아닌 발명의 상세한 설명 부분에 기재되거나 사용된 의미를 고려하여 그 의미가 파악되어야 할 것이다.

[0024] 이하, 첨부한 도면에 도시된 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.

[0025] 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법은 스마트 기기에 구비된 자기장 센서로부터 출력되는 자기장 정보를 이용하여 실내에서 스마트 기기의 위치를 측위할 수 있는 방법이다.

[0027] 또한, 본 발명의 일 실시예에 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법은 컴퓨터에 의해 수행되며, 상기 컴퓨터에는 상기 컴퓨터를 기능시켜 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법을 수행하는 컴퓨터 프로그램이 저장된다.

[0028] 또한, 상기 컴퓨터는 일반적인 퍼스널 컴퓨터뿐만 아니라, 스마트폰이나 태블릿 PC와 같은 스마트 기기를 포함하는 광의의 컴퓨팅 장치를 의미한다.

[0029] 또한, 상기 컴퓨터 프로그램은 별도의 기록 매체에 저장되어 제공될 수 있으며, 상기 기록매체는 본 발명을 위하여 특별히 설계되어 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수 있다.

[0030] 예를 들면, 상기 기록매체는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD, DVD와 같은 광 기록 매체, 자기 및 광 기록을 결합할 수 있는 자기-광 기록 매체, 롬, 램, 플래시 메모리 등 단독 또는 조합에 의해 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치일 수 있다.

[0031] 또한, 상기 컴퓨터 프로그램은 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등이 단독 또는 조합으로 구성된 컴퓨터 프로그램일 수 있고, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라, 인터프리터 등을 사용하여 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드로 짜여진 컴퓨터 프로그램일 수 있다.

[0032] 또한, 상기 컴퓨터 프로그램은 통신망을 통해 상기 컴퓨터 프로그램을 전송할 수 있는 서버에 저장될 수 있다.

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 위치 측위 시스템을 보여주는 도

면으로 도 1을 참조하면 본 발명의 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 위치 측위 시스템(100)은 스마트 기기(110) 및 상기 스마트 기기(110)와 통신망을 통해 연결되는 서버(120)로 구성된다.

- [0034] 여기서, 상기 컴퓨터 프로그램은 상기 스마트 기기(110)에 저장되거나, 상기 서버(120)에 저장될 수 있다.
- [0035] 만약, 상기 컴퓨터 프로그램이 상기 스마트 기기(110)에 저장될 경우에는 아래에서 설명할 오프라인 데이터가 상기 서버(120)에 저장되고, 상기 스마트 기기(110)가 상기 서버(120)로부터 상기 오프라인 데이터를 수신받아 상기 스마트 기기(110)의 위치를 측위할 수 있다.
- [0036] 그러나, 상기 오프라인 데이터는 상기 스마트 기기(110)에 저장될 수 있고, 이 경우 상기 서버(120)가 필요없이 상기 스마트 기기(110)만으로 위치를 측위할 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 컴퓨터 프로그램이 상기 서버(120)에 저장될 경우에는 상기 서버(120)가 상기 스마트 기기(110)로부터 3축 자기장 데이터를 전송받아 상기 스마트 기기(110)의 위치를 측위할 수 있으며 측위 결과를 상기 스마트 기기(110)에 전송해 줄 수 있다.
- [0038] 이하에서는 도 2를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 위치 측위 방법을 상세히 설명한다.
- [0039] 도 2를 참조하면 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 기기를 이용한 자기장 기반 실내 측위 방법은 크게 핑거프린트 맵을 구축하는 단계(S1000), 스마트 기기에서 출력되는 3축 자기장 데이터 획득 단계(S2000) 및 상기 스마트 기기의 위치를 측위하는 단계(S3000)를 포함하여 이루어진다.
- [0040] 상기 핑거프린트 맵을 구축하는 단계(S1000)는 먼저, 측위를 위한 장소의 복수의 위치(이하, '참조 위치'라 함)에서 스마트 기기를 이용하여 3축 자기장 데이터를 수집한다(S1100).
- [0041] 또한, 상기 3축 자기장 데이터는 같은 위치에 있어도 측정되는 방향에 따라 값이 달라지기 때문에 각 참조 위치마다 4개의 방향인 0도, 90도, 180도, 270도에서 3축 자기장 데이터를 취득한다.
- [0042] 다음, 취득된 3축 자기장 데이터를 아래의 식을 이용하여 자기장 세기를 구한다(S1200).

수학식 1

$$M_A = \sqrt{m_x^2 + m_y^2 + m_z^2}$$

- [0043]
- [0044] 여기서, M_A 는 자기장 세기, m_x 는 x축 자기장 데이터, m_y 는 y축 자기장 데이터 m_z 는 z축 자기장 데이터를 나타낸다.
- [0045] 상기 자기장 세기는 측위 정확도를 향상시키기 위해 추가적으로 계산되는 값으로, 상기 자기장 세기를 계산하지 않고 상기 3축 자기장 데이터만으로도 측위가 가능하다.
- [0046] 다만, 측위 정확도 향상을 위해 상기 자기장 세기를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0047] 다음, 상기 3축 자기장 데이터 및 자기장 데이터(이하, '오프라인 데이터'라 함)를 이용하여 핑거프린트 맵을 생성한다(S1300).
- [0048] 여기서, 상기 핑거프린트 맵은 일정한 크기로 분할된 실내 지도 맵을 생성하고 사전에 수집한 핑거프린트와 수집된 위치 정보를 데이터베이스화하는 작업으로 본 발명에서 상기 핑거프린트는 상기 오프라인 데이터를 뜻한다.
- [0049] 또한, 상기 핑거프린트 맵은 상기 오프라인 데이터를 수집한 참조 위치들을 상기 실내 지도 맵에 표현하기 위한 위치 정보가 저장된다.
- [0050] 따라서, 상기 핑거프린트 맵을 구축하기 위해 표 1과 같이 데이터베이스화 될 수 있다.

표 1

번호	참조위치	방향	x축 자기장(m_x)	y축 자기장(m_y)	z축 자기장(m_z)	자기장 세기(M_A)
1	x1, y1	0도	30	100	-10	105
		90도	-20	140	13	142
		180도	-20	-110	50	122
		270도	110	90	60	154
2	x2, y2	0도	-50	110	42	127
		90도	-80	12	77	112
		180도	36	-123	89	156
		270도	41	-45	68	91
.
.
.

즉, 상기 핑거프린트 맵은 일정한 크기로 분할된 실내 지도 맵에 수집된 오프라인 데이터의 위치인 참조 위치를 출력할 수 있다.

상기 핑거프린트 맵을 구축한 후에는 상기 장소 내의 임의의 위치에 있는 스마트 기기에서 출력되는 3축 자기장 데이터를 취득하는 단계(S2000)를 수행한다.

먼저, 상기 스마트 기기에서 출력되는 3축 자기장 데이터를 획득한다(S2100).

다음, 상기 3축 자기장 데이터를 취득 후에는 상기 수학식 1을 이용하여 자기장 세기를 계산한다(S2200).

만약, 상기 오프라인 데이터에 자기장 세기가 포함되지 않는 경우 상기 스마트 기기에서 출력되는 3축 자기장 데이터로부터 자기장 세기는 계산되지 않을 수 있다.

다음, 상기 장소 내의 임의의 위치에 있는 스마트 기기에서 출력되는 상기 3축 자기장 데이터와 상기 자기장 세기(이하, '온라인 데이터'라 함)를 획득한 후에는 상기 핑거프린트 맵에서 상기 온라인 데이터와 상기 오프라인 데이터의 차이가 가장 작은 참조 위치를 상기 스마트 기기의 위치로 측위하는 단계를 수행한다(S3000).

상기 스마트 기기의 위치로 측위하는 단계(S3000)는 먼저, 상기 온라인 데이터와 상기 오프라인 데이터 간의 차를 계산한다(S3100).

다음, 계산된 차로부터 평균 제곱근 오차(Root Mean Square Error, RMSE)를 아래의 식을 이용하여 구한다(S3200).

수학식 2

$$D_j = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (D_{x_k} + D_{y_k} + D_{z_k} + D_{A_k})^2}{N}}, (j=1, 2, \dots, n)$$

여기서, D_j 는 j번째 참조 위치의 오프라인 데이터와 온라인 데이터 간의 평균 제곱근 오차를 의미하며, D_{x_k} 는 상기 j번째 참조 위치에 해당하는 k번째 방향의 오프라인 데이터의 x축 자기장과 온라인 데이터의 x축 자기장 간의 차, D_{y_k} 는 상기 j번째 참조 위치에 해당하는 k번째 방향의 오프라인 데이터의 y축 자기장과 온라인 데이터의 y축 자기장 간의 차, D_{z_k} 는 상기 j번째 참조 위치에 해당하는 k번째 방향의 오프라인 데이터와 온라인 데이터의 z축 자기장 간의 차, D_{A_k} 는 상기 j번째 참조 위치에 해당하는 k번째 방향의 오프라인 데이터의 자

기장 세기와 온라인 데이터의 자기장 세기 간의 차, N은 측정된 방향의 총 개수를 의미한다.

[0062] 한편, 상기 수학적 식 2에는 상기 평균 제공근 오차를 구하기 위해 오프라인 데이터의 자기장 세기와 온라인 데이터의 자기장 세기의 차인 D_{A_k} 가 포함되어 계산되었으나, 상기 D_{x_k} , D_{y_k} , D_{z_k} 만으로 평균 제공근 오차 계산이 가능하다.

[0063] 다만, 측위 정확도 향상을 위해 상기 D_{A_k} 를 포함하여 계산하는 것이 바람직하다.

[0064] 다음, 상기 핑거프린트 맵에서 상기 평균 제공근 오차가 가장 작은 참조 위치의 위치를 출력한다(S3300).

[0065] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 핑거프린트 맵의 동작을 설명하기 위한 다이어그램으로, 도 3을 참조하면, 핑거프린트 맵은 일정한 크기로 분할된 실내 지도 맵(s)에 복수의 참조 위치(a_1, \dots, a_n)가 존재하고 각 참조 위치는 4개 방향(0도, 90도, 180도, 270도)의 오프라인 데이터가 측정되어 매핑된다.

[0066] 만약, 스마트 기기가 있는 위치(b)에서 온라인 데이터를 취득하게 되면 상기 핑거프린트 맵(s)에 있는 오프라인 데이터들과 상기 온라인 데이터 간에 계산된 평균 제공근 오차가 가장 낮은 참조 위치를 상기 핑거프린트 맵(s)에서 검색하여 출력한다.

[0067] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법과 종래의 인프라 기반의 측위 방법의 성능 비교 결과를 보여주는 것으로, 누적분포함수를 이용하여 측위 오차범위를 비교하였다.

[0068] 도 4를 참조하면, 실내 복도와 연구실에서 각각 실험을 진행하였으며, 종래의 인프라 기반의 측위 기술과 본 발명의 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법 간의 측위 오차를 비교하면, 상기 인프라 기반의 측위 기술보다 큰 복잡도가 없이 간단하면서도 효과적인 측위가 가능함을 확인할 수 있다.

[0069] 따라서, 본 발명의 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법은 측위를 위해 별도의 신호 발생 장치를 실내에 설치하여 인프라를 구축하지 않고도 스마트 기기만을 이용하여 위치를 측위할 수 있다는 장점이 있다.

[0070] 또한, 본 발명의 스마트 기기를 이용한 자기장 기반의 실내 측위 방법은 오프라인 데이터 취득 시 4개 방향에 대한 3축 자기장 데이터와 자기장 세기를 획득하고 오프라인 데이터와 비교하여 위치를 측위하기 때문에 방향에 따라 측정값이 달라지는 3축 자기장 데이터를 이용하더라도 측위 오차를 최소화할 수 있다.

[0071] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기한 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

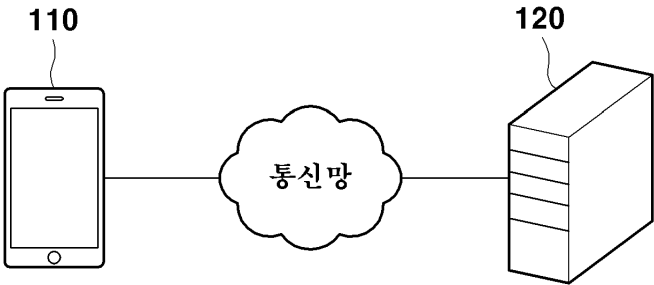
부호의 설명

[0072] 100:실내 측위 시스템 110:스마트 기기
120:서버

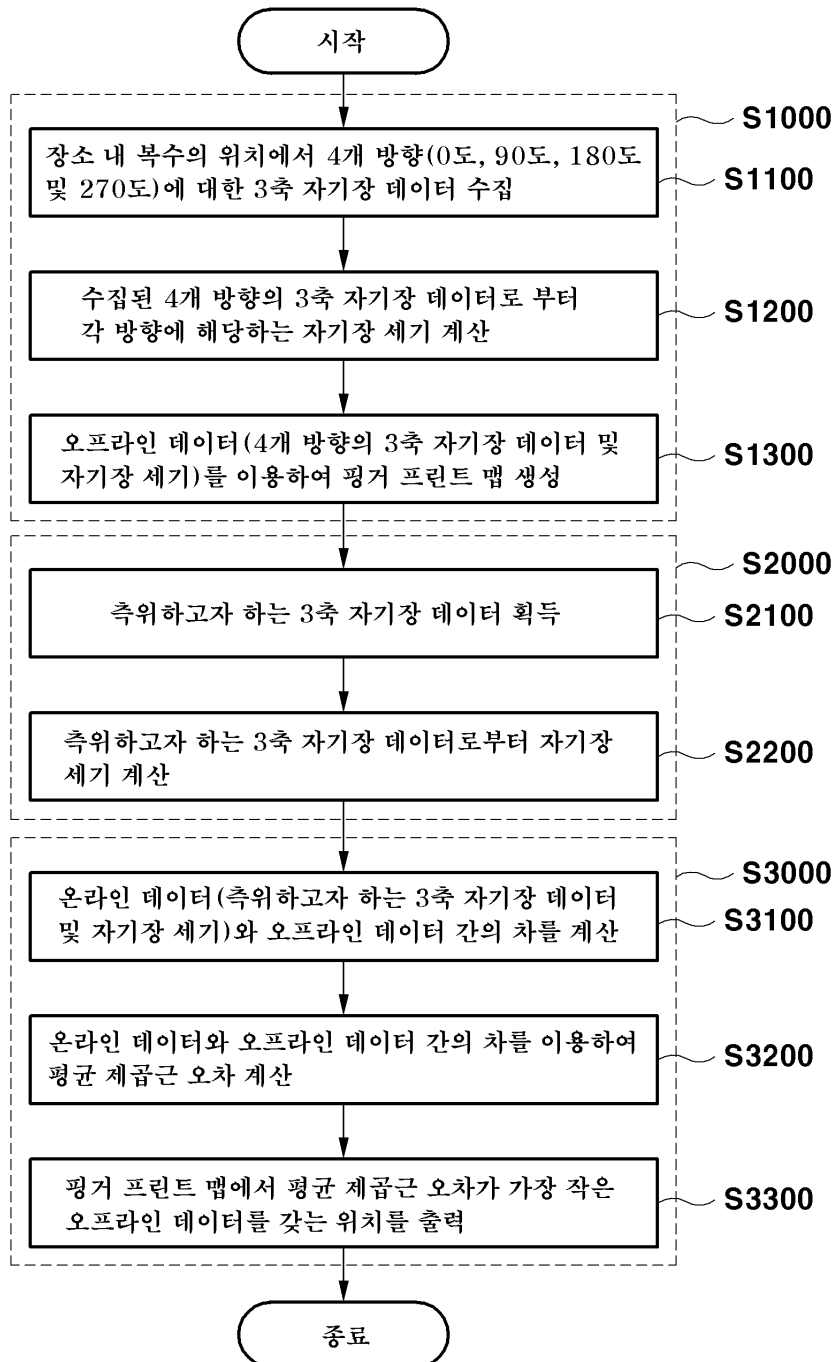
도면

도면1

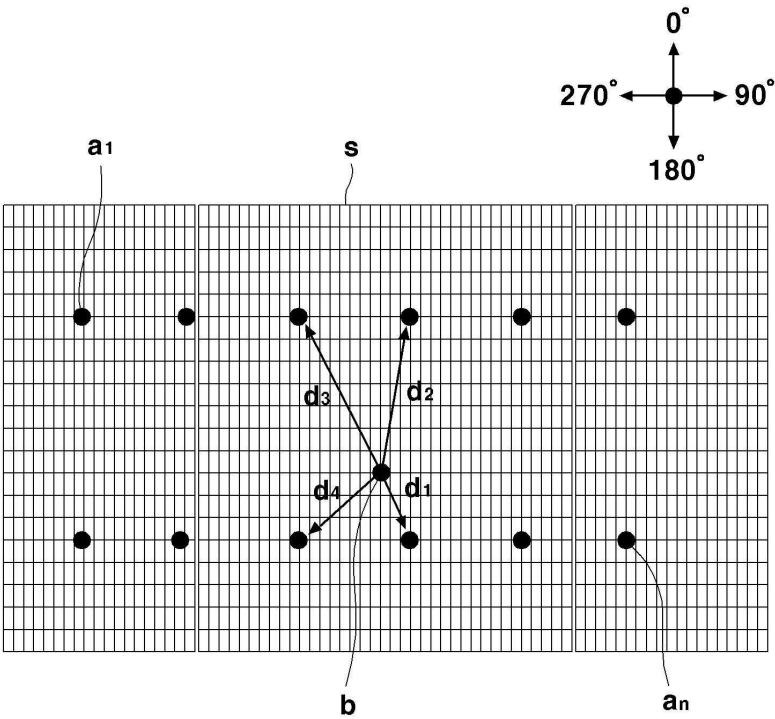
100



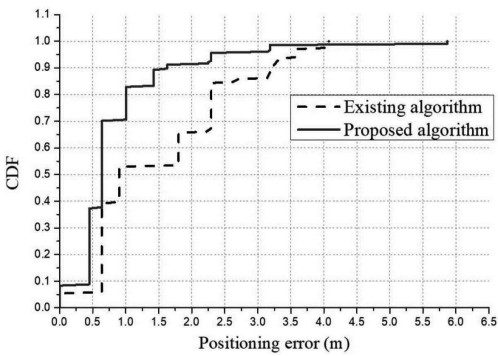
도면2



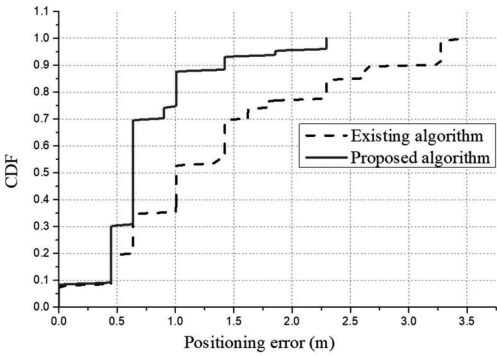
도면3



도면4



(a) 복도



(b) 연구실