



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월19일
(11) 등록번호 10-2242064
(24) 등록일자 2021년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01C 21/08 (2006.01) G01C 17/28 (2006.01)
G01S 5/02 (2010.01) G01V 3/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01C 21/08 (2013.01)
G01C 17/28 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0142971
(22) 출원일자 2019년11월08일
심사청구일자 2019년11월08일
(56) 선행기술조사문헌
Yong Hun Kim 외 3명,
Magnetic-Map-Matching-Aided Pedestrian
Navigation Using Outlier Mitigation Based on
Multiple Sensors and Roughness Weighting,
SENSORS(www.mdpi.com/journal/sensors), 3
November 2019.*
KR1020130025484 A
KR1020150040140 A
KR1020130126315 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
송진우
서울특별시 강남구 도곡로 306 래미안그레이트
105동 1201호
김용훈
서울특별시 광진구 광나루로15길 61 601호
(74) 대리인
김현승

전체 청구항 수 : 총 14 항

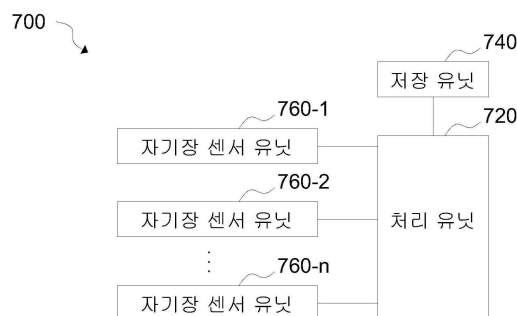
심사관 : 이세경

(54) 발명의 명칭 실내 측위를 위한 기법

(57) 요약

실내의 영역 상에 있는 대상체의 측위를 위한 방법이 제공되는데, 영역은 복수의 부영역을 포함하고, 영역에는 자기장 지도가 주어지며, 자기장 지도는 복수의 부영역 각각에서의 자기장의 복수의 사전측정 기반 높을 획득하는 데에서의 사용을 위해 구성된다. 개시된 측위 방법은, 복수의 자기장 센서 유닛을 사용하여 영역 상의 대상체의 위치에서의 복수의 자기장 높을 획득하는 단계(복수의 자기장 센서 유닛 각각은 상이한 높이에서 자기장을 측정하도록 배열되고, 복수의 자기장 높 각각은 복수의 자기장 센서 유닛 중 대응하는 것에 의해 측정된 자기장의 높임)와, 복수의 자기장 높을 자기장 지도와 매칭하여 대상체의 위치를 복수의 부영역 중 특정한 것으로 추정하는 단계를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01S 5/02 (2020.05)

G01V 3/02 (2013.01)

(72) 발명자

김응주

충청남도 천안시 서북구 한들3로 100 백석마을아이
파크아파트 103동 1201호

김승택

서울특별시 광진구 천호대로110길 111 104호

최민준

경기도 수원시 영통구 덕영대로1484번길 21 102동
303호

두 황 비엣

서울특별시 광진구 능동로21길 52 B01호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711075702
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터지원사업
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기 여 율	50/100
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2018.06.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711093715
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	SW전문인력역량강화
연구과제명	SW중심대학(세종대)
기 여 율	50/100
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2015.10.01 ~ 2020.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

실내의 영역 상에 있는 대상체의 측위를 위한 장치로서,

상기 영역에 대한 자기장 지도가 저장된 저장 유닛 - 상기 영역은 복수의 부영역을 포함하고, 상기 자기장 지도는 상기 복수의 부영역 각각에서의 자기장의 복수의 사전측정 기반 놈(norm)을 획득하는 데에서의 사용을 위해 구성됨 - 과,

상기 영역 상의 상기 대상체의 위치에서의 복수의 자기장 놈을 획득하는 데에서의 사용을 위한 복수의 자기장 센서 유닛 - 상기 복수의 자기장 센서 유닛 각각은 상이한 높이에서 상기 자기장을 측정하도록 배열되고, 상기 복수의 자기장 놈 각각은 상기 복수의 자기장 센서 유닛 중 대응하는 것에 의해 측정된 상기 자기장의 놈임 - 과,

상기 복수의 자기장 놈을 상기 자기장 지도와 매칭하여 상기 대상체의 상기 위치를 상기 복수의 부영역 중 특정한 것으로 추정하는 처리 유닛을 포함하는

장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 대상체는 사람이고, 상기 복수의 자기장 센서 유닛은 상기 사람의 허리 및 발에 각각 배열된 제1 자기장 센서 유닛 및 제2 자기장 센서 유닛을 포함하는,

장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 매칭은 상기 복수의 사전측정 기반 놈이 원소인 제1 벡터 및 상기 자기장 놈이 원소인 제2 벡터 간의 차이를 계산하는 것을 포함하는,

장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 자기장 놈 각각은 상기 대응하는 자기장 센서 유닛에 의해 측정된 상기 자기장의 비정규화된 놈(unnormalized norm)에 각자의 사전결정된 표준 편차의 역수가 곱해진 값에 각자의 사전결정된 조율 상수가 곱해진 것인,

장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 각자의 사전결정된 표준 편차는 상기 대응하는 자기장 센서 유닛과 동일한 자기장 센서 유닛 배열로써 사전에 측정된 상기 자기장의 놈의 표준 편차인,

장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 각자의 사전결정된 조율 상수는, 상기 복수의 부영역 각각에서의 상기 자기장의 추가적인 복수의 사전측정 기반 높을 상기 매칭과 동일한 방식으로 상기 자기장 지도와 매칭함으로써 추정되는 위치가 상기 복수의 부영역 중 다른 부영역일 비율이 최소화되게 하는 상수로서 사전에 정해진,

장치.

청구항 7

실내의 영역 상에 있는 대상체의 측위를 위한 방법으로서, 상기 영역은 복수의 부영역을 포함하고, 상기 영역에는 자기장 지도가 주어지며, 상기 자기장 지도는 상기 복수의 부영역 각각에서의 자기장의 복수의 사전측정 기반 높을 획득하는 데에서의 사용을 위해 구성되되, 상기 방법은,

복수의 자기장 센서 유닛을 사용하여 상기 영역 상의 상기 대상체의 위치에서의 복수의 자기장 높을 획득하는 단계 - 상기 복수의 자기장 센서 유닛 각각은 상이한 높이에서 상기 자기장을 측정하도록 배열되고, 상기 복수의 자기장 높 각각은 상기 복수의 자기장 센서 유닛 중 대응하는 것에 의해 측정된 상기 자기장의 높임 - 와,

상기 복수의 자기장 높을 상기 자기장 지도와 매칭하여 상기 대상체의 상기 위치를 상기 복수의 부영역 중 특정한 것으로 추정하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 대상체는 사람이고, 상기 복수의 자기장 센서 유닛은 상기 사람의 허리 및 발에 각각 배열된 제1 자기장 센서 유닛 및 제2 자기장 센서 유닛을 포함하는,

방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 매칭은 상기 복수의 사전측정 기반 높이 원소인 제1 벡터 및 상기 자기장 높이 원소인 제2 벡터 간의 차이를 계산하는 것을 포함하는,

방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 복수의 자기장 높 각각은 상기 대응하는 자기장 센서 유닛에 의해 측정된 상기 자기장의 비정규화된 높에 각자의 사전결정된 표준 편차의 역수가 곱해진 값에 각자의 사전결정된 조율 상수가 곱해진 것인,

방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 각자의 사전결정된 표준 편차는 상기 대응하는 자기장 센서 유닛과 동일한 자기장 센서 유닛 배열로써 사전에 측정된 상기 자기장의 높의 표준 편차인,

방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 각자의 사전결정된 조율 상수는, 상기 복수의 부영역 각각에서의 상기 자기장의 추가적인 복수의 사전측정

기반 높을 상기 매칭과 동일한 방식으로 상기 자기장 지도와 매칭함으로써 추정되는 위치가 상기 복수의 부영역 중 다른 부영역일 비율이 최소화되게 하는 상수로서 사전에 정해진, 방법.

청구항 13

프로세서에 의해 실행되는 경우 상기 프로세서로 하여금 제7항 내지 제12항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 수행하게 하는 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

청구항 14

프로세서와, 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함하되, 상기 컴퓨터 판독가능 저장 매체에는 상기 프로세서에 의해 실행되는 경우 상기 프로세서로 하여금 제7항 내지 제12항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 수행하게 하는 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된, 컴퓨팅 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 실내 측위(indoor positioning)를 위한 기법에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로, 다중 자기장 센서를 이용한 실내 측위 기법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 항법 시스템의 활용 분야가 점점 증대되면서 개인 항법(personal navigation) 등을 위해 실내에서 위치 정보를 획득하는 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0003] 예를 들어, 라이다(LiDAR: Light Detection And Ranging) 센서를 이용하여 방 안에서 위치를 파악하거나, 와이 파이(Wi-Fi)나 블루투스(Bluetooth) 신호와 같은 무선 신호에 기반하여 실내에서의 위치를 검출하거나, 관성 측정 유닛(Inertial Measurement Unit: IMU)을 이용한 보행자 데드 레커닝(Pedestrian Dead Reckoning: PDR) 방식으로 실내에서 위치를 추정하는 등 다양한 접근법이 제시된 바 있다. 이들과 별개로 또는 함께 사용될 수 있는 다른 접근법 중에는 자기장 센서를 이용하는 실내 측위 기법이 있다. 이 유형의 기법의 예로서, 한국 공개특허 제2013-0063821호는 자기장 지도를 기반으로 한 측위 시스템을 개시하는데, 자기장 지도는 미리 설정된 범위의 지역에 포함된 여러 위치에서 미리 측정된 자기장 수치를 포함하며, 이후에 자기장 센서에 의해 측정된 자기장 수치와 자기장 지도의 대비를 통해 위치가 추정될 수 있다.

[0004] 이와 같이 자기장 지도와의 "매칭"(matching)을 이용하는 측위 기법에 따르면, 실내에서 절대 위치를 측정할 수 있다는 장점이 있다. 자기장 지도 매칭은, 건물 내에서 지구 자기장(magnetic field of the Earth)(이는 "지자기장" 또는 "지자기"로도 칭해짐)을 측정하는 경우에 해당 건물의 철골 구조와 같은 건축 구조물로 인해 다양한 왜곡이 발생할 수 있고, 이 구조물은 변하지 않는다고 취급될 수 있는바, 건물의 여러 구역에서의 자기장 측정은 각 구역에서의 왜곡 특성에 따라 고유한 정보를 제공한다는 점을 활용하는 것이다. 따라서, 그러한 정보를 기반으로 자기장 지도가 구성되면, 이후의 측정에 기반한 데이터를 자기장 지도 데이터와 비교함으로써 실내의 위치를 추정하는 것이 가능하게 된다.

[0005] 그런데, 주어진 실내 환경에 따라 자기장이 그러한 독특함을 갖고 나타나지 못하고 유사성을 띠는 곳이 상당히 나타날 수 있고, 이는 정확한 측위를 저해한다. 따라서, 그러한 문제점을 개선할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 실내의 영역(area) 상에 있는 대상체의 측위를 위한 향상된 기법이 본 문서에 개시된다.

과제의 해결 수단

- [0007] 적어도 하나의 실시예에 따르면, 실내의 영역 상에 있는 대상체의 측위를 위한 장치는 다음을 포함한다: 상기 영역에 대한 자기장 지도가 저장된 저장 유닛(상기 영역은 복수의 부영역(sub-area)을 포함하고, 상기 자기장 지도는 상기 복수의 부영역 각각에서의 자기장의 복수의 사전측정 기반 놈(norm)을 획득하는 데에서의 사용을 위해 구성됨); 상기 영역 상의 상기 대상체의 위치에서의 복수의 자기장 놈을 획득하는 데에서의 사용을 위한 복수의 자기장 센서 유닛(상기 복수의 자기장 센서 유닛 각각은 상이한 높이에서 상기 자기장을 측정하도록 배열되고, 상기 복수의 자기장 놈 각각은 상기 복수의 자기장 센서 유닛 중 대응하는 것에 의해 측정된 상기 자기장의 놈임); 및 상기 복수의 자기장 놈을 상기 자기장 지도와 매칭하여 상기 대상체의 상기 위치를 상기 복수의 부영역 중 특정한 것으로 추정하는 처리 유닛.
- [0008] 적어도 하나의 실시예에 따르면, 실내의 영역 상에 있는 대상체의 측위를 위한 방법(상기 영역은 복수의 부영역을 포함하고, 상기 영역에는 자기장 지도가 주어지며, 상기 자기장 지도는 상기 복수의 부영역 각각에서의 자기장의 복수의 사전측정 기반 놈을 획득하는 데에서의 사용을 위해 구성됨)은 다음을 포함한다: 복수의 자기장 센서 유닛을 사용하여 상기 영역 상의 상기 대상체의 위치에서의 복수의 자기장 놈을 획득하는 단계(상기 복수의 자기장 센서 유닛 각각은 상이한 높이에서 상기 자기장을 측정하도록 배열되고, 상기 복수의 자기장 놈 각각은 상기 복수의 자기장 센서 유닛 중 대응하는 것에 의해 측정된 상기 자기장의 놈임); 및 상기 복수의 자기장 놈을 상기 자기장 지도와 매칭하여 상기 대상체의 상기 위치를 상기 복수의 부영역 중 특정한 것으로 추정하는 단계.
- [0009] 적어도 하나의 실시예에 따르면, 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된 컴퓨터 판독가능 저장 매체가 제공되는데, 상기 컴퓨터 실행가능 명령어는 프로세서에 의해 수행되는 경우 상기 프로세서로 하여금 상기 방법을 수행하게 할 수 있다.
- [0010] 적어도 하나의 실시예에 따르면, 프로세서와, 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함하는 컴퓨팅 장치가 제공되는데, 상기 컴퓨터 판독가능 저장 매체에는 상기 프로세서에 의해 실행되는 경우 상기 프로세서로 하여금 상기 방법을 수행하게 하는 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장될 수 있다.
- [0011] 전술된 실시예 각각에서, 다음 중 하나 이상이 옵션으로서 포함될 수 있다.
- [0012] 상기 복수의 자기장 센서 유닛 각각은 상기 상이한 높이에서의 상기 자기장의 측정을 위해 상기 대상체의 상이한 부위에 배열될 수 있다.
- [0013] 상기 복수의 사전측정 기반 놈 각각은 상기 복수의 자기장 놈 중 대응하는 것을 획득할 때와 동일한 자기장 센서 유닛 배열로써 사전에 측정된 상기 자기장의 놈일 수 있다.
- [0014] 상기 복수의 사전측정 기반 놈 각각은 상기 복수의 자기장 놈 중 대응하는 것과 동일한 놈 계산에 따라 획득될 수 있다.
- [0015] 상기 매칭은 상기 복수의 사전측정 기반 놈이 원소인 제1 벡터 및 상기 자기장 놈이 원소인 제2 벡터 간의 차이를 계산하는 것을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 매칭은 상기 복수의 사전측정 기반 놈 각각 및 상기 복수의 자기장 놈 중 대응하는 것 사이의 차이를 계산하는 것을 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 복수의 자기장 놈 각각은 상기 대응하는 자기장 센서 유닛에 의해 측정된 상기 자기장의 비정규화된 놈(unnormalized norm)에 각자의 사전결정된 표준 편차의 역수가 곱해진 값에 각자의 사전결정된 조율 상수가 곱해진 것일 수 있다.
- [0017] 상기 각자의 사전결정된 표준 편차는 상기 대응하는 자기장 센서 유닛과 동일한 자기장 센서 유닛 배열로써 사전에 측정된 상기 자기장의 놈의 표준 편차일 수 있다. 상기 각각의 자기장 놈에 대해, 상기 각자의 사전결정된 표준 편차는 상기 복수의 자기장 놈 중 대응하는 것을 획득할 때와 동일한 자기장 센서 유닛 배열로써 사전에 측정된 상기 자기장의 놈의 표준 편차일 수 있는 것이다.
- [0018] 상기 각자의 사전결정된 조율 상수는, 상기 복수의 부영역 각각에서의 상기 자기장의 추가적인 복수의 사전측정 기반 놈을 상기 매칭과 동일한 방식으로 상기 자기장 지도와 매칭함으로써 추정되는 위치가 상기 복수의 부영역 중 다른 부영역일 비율이 최소화되게 하는 상수로서 사전에 정해질 수 있다.
- [0019] 상기 대상체는 사람일 수 있고, 상기 복수의 자기장 센서 유닛은 상기 사람의 허리 및 발에 각각 배열된 제1 자기장 센서 유닛 및 제2 자기장 센서 유닛을 포함할 수 있다.
- [0020] 전술된 개요는 상세한 설명에서 추가로 후술되는 몇몇 양상을 단순화된 형태로 소개하기 위해 제공된다. 이 개

요는 청구된 주제(subject matter)의 중요 특징 또는 필수적 특징을 식별하도록 의도되지 않고, 청구된 주제의 범위를 정하는 데 사용되도록 의도되지도 않는다. 나아가, 청구된 주제는 본 명세서에서 논의되는 임의의 또는 모든 이점을 제공하는 구현에 한정되지 않는다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 실시예는 자기장 센서를 이용하여 실내에서 절대 위치를 더욱 정확히 추정할 수 있는 기법을 제공한다.

[0022] 본 발명의 실시예에 따르면, 다중 자기장 센서를 이용한 실내 측위의 결과가, 다른 센서에 비해 훨씬 더 강하게 자기장의 왜곡을 야기하는 센서에 편향적인 영향을 받는 것을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라 실내의 영역 상에 있는 대상체의 측위를 수행하는 프로세스를 보여준다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따라, 실내의 영역에 걸쳐서, 바닥 부근의 높이에서 자기장을 측정하도록 발에 부착된 자기장 센서를 이용하여 획득된 자기장 높(norm) 및 그보다 더 높은 데에서 자기장을 측정하도록 허리에 부착된 자기장 센서를 이용하여 획득된 자기장 높을 나타낸다.

도 3a는 예시적인 시나리오에서, 발에 부착된 자기장 센서를 이용하여 구성된 자기장 지도, 허리에 부착된 자기장 센서를 이용하여 구성된 자기장 지도, 그리고 이 자기장 지도들의 단순 결합으로 구성된 자기장 지도 각각의 거칠기(roughness)를 보여준다.

도 3b는 예시적인 시나리오에서 발에 부착된 자기장 센서를 이용하여 구성된 자기장 지도 및 허리에 부착된 자기장 센서를 이용하여 구성된 자기장 지도를 정규화하여 결합한 자기장 지도의 거칠기를 보여준다.

도 4는 도 3a와 관련하여 언급된 자기장 지도 각각과의 매칭을 통해 위치를 추정하는 데에서 발생한 오차를 보여준다.

도 5는 예시적인 시나리오에서 조율 상수를 어떻게 정하는지를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 예시적인 시나리오에서 표준 편차 외에 조율 상수도 자기장 지도 정규화에 반영한 경우에 위치 추정에서 발생한 오차를 보여준다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따라 실내의 영역 상에 있는 대상체의 측위를 위한 장치를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하에서는, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 실시예를 가질 수 있고, 몇몇 실시예가 본 명세서에 개시된다. 그러나, 이는 본 발명에 대한 한정이 아니라 예시로서 제공되며, 본 발명의 사상 및 범주에 속하는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 망라하는 것으로 이해되어야 한다. 개시된 실시예에 따른 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 다음의 상세한 설명에서 특정한 세부사항이 제공되는데, 몇몇 실시예는 이들 세부사항 중 일부 또는 전부가 없더라도 실시될 수 있다. 또한, 본 발명의 다양한 양상을 불필요하게 모호하게 하지 않도록 공지 기술의 구체적인 설명은 생략될 수 있다.

[0025] 후술되는 용어는 단지 특정 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 한정적 의미로 고려되고자 의도된 것이 아니다. 단수 형태의 표현은 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 복수 형태의 의미를 포함한다. 또한, 이 문서에서, "포함하다" 또는 "가지다"와 같은 용어는 어떤 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 정보 또는 이들의 조합이 존재함을 나타내려는 것이며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 정보 또는 이들의 조합의 존재 또는 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0026] 자기장 센서를 이용한 실내 측위의 개요

[0027] 아래에서, 실내의 영역 상에 있는 대상체의 위치를 파악하는 데에 자기장 센서가 어떻게 이용될 수 있는지를 전반적으로 개관한 후, 도 1을 참조하여, 본 발명의 실시예에 따라 다중 자기장 센서 유닛을 이용하여 실내 측위를 수행하는 프로세스를 상세히 설명한다. 실시예에서, 도 1의 예시적인 측위 프로세스(100)는 대상체(가령, 사람, 자율 주행체, 컴퓨팅 디바이스, 기타 등등)에 장착, 소지, 또는 고정될 수 있는 디바이스(가령, 휴대가능, 착용가능 및/또는 부착된 전자 디바이스)에 의해 수행될 수 있다. 측위 프로세스(100)에 관해 아래에서 주어질

설명에서, 비한정적인 예로서, 측위될 대상체는 자기장 센서를 착용하고서 실내에서 보행하는 사람이라고 가정된다.

[0028] 본 문서에서 다루는 실내 측위 기법은 자기장 지도 매칭을 위해 다음의 두 국면에서 자기장 센서를 이용하는 것을 수반한다. 첫째, 실내의 영역 상에 있는 대상체의 측위를 위해, 자기장 지도가 사전구성된다. 예를 들어, 실내 영역의 각 부영역(sub-area)(또는 "구역"으로도 지칭될 수 있음)에서(가령, 건물 내의 주어진 영역이 세분된 그리드(grid) 형태의 구역마다) 자기장을 사전에 측정한 결과를 기반으로 자기장 지도가 구성될 수 있는데, 그러한 사전측정에 자기장 센서 유닛(가령, 3축 자기장 센서를 포함함)이 사용될 수 있다. 자기장 지도는 이후에 각 구역에서의 자기장의 사전측정 기반 데이터를 획득하는 데에서 사용될 수 있다. 둘째, 자기장 지도가 위와 같이 주어짐에 따라, (예컨대, 자기장 지도의 구성을 위해 자기장을 사전측정할 때와 동일한 배열의) 자기장 센서 유닛이 구비된 대상체가 실내의 영역 상에 있다면, 금번에 현장에서 자기장을 측정한 결과에 기반하여 획득된 데이터(즉, 자기장 지도 구성 후의 측정에 기반한 데이터) 및 자기장 지도 내의 사전측정 기반 데이터 간의 비교를 통해 실내의 특정 구역이 대상체의 위치로 추정된다. 예를 들어, 지도 구성 전과 후의 측정에 기반한 자기장 데이터(즉, 사전측정 기반 자기장 데이터 및 금번 측정 기반 자기장 데이터) 모두 벡터 형태로 될 수 있고, 이들 간의 비교는 두 벡터 간의 차이(가령, 평균 자승 편차(Mean Square Deviation: MSD) 방안)에 따라 정의됨)를 계산하는 것일 수 있다. 위와 같이 금번의 측정에 기반한 데이터를 사전측정 기반 데이터로 된 자기장 지도와 "매칭"하여 위치를 추정하는 것을 수학적 식 1 및 수학적 식 2로 표현할 수 있다.

수학적 식 1

$$J = \|\mathbf{M}_s(\mathbf{p}_k) - \mathbf{M}_m(\mathbf{p}_m(i, j))\|$$

[0029]

수학적 식 2

$$\hat{\mathbf{p}}_{m,k} = \arg \min_{\mathbf{p}_m(i, j)} J$$

[0030]

[0031] 수학적 식 1에서, $\mathbf{p}_m(i, j)$ 는 주어진 실내 영역을 여러 구역(가령, 일정한 크기의 2차원 그리드 형태의 부영역)으로 구분하여 각 구역을 (i, j)라는 인덱스로써 표기한 것이고, $\mathbf{M}_m(\mathbf{p}_m(i, j))$ 는 자기장 지도 내의 사전측정 기반 데이터 중에서 각 구역 $\mathbf{p}_m(i, j)$ 에서의 자기장의 사전측정에 기반한 것이다. 예를 들어, 자기장 지도 $\mathbf{M}_m(\cdot)$ 는 각 구역에서의 자기장의 사전측정에 기반한 놈(norm)을 획득하는 데에서의 사용을 위해 구성된 것이며, 자기장 지도 내의 데이터는 그러한 놈 자체를 나타낼 수 있거나(가령, 3차원 자기장 벡터의 놈 값), 그러한 놈을 계산하는 데에 이용가능할 수 있다(가령, 3차원 자기장 벡터). 한정이 아니라 예시로서, 자기장 지도의 사전측정 기반 데이터는 건물 내의 각 구역마다 측정된 자기장으로부터 계산된 놈 값을 포함할 수 있다. 다만, 통상의 기술자라면 달리 구성된 자기장 지도를 가지고도 본 발명의 실시예에 따른 실내 측위 기법을 구현하는 것이 가능하며, 그러한 구현 역시 본 개시의 범위에 속할 것이다.

[0032] 또한, 수학적 식 1에서, $\mathbf{M}_s(\mathbf{p}_k)$ 는 주어진 자기장 지도와의 매칭을 위한 데이터로서, 시점 k에 대해 실내의 영역 상의 대상체의 위치에서의 자기장의 측정에 기반한 것이다. 예컨대, 만일 자기장 지도 $\mathbf{M}_m(\cdot)$ 가 앞서 예시된 바와 같이 각 구역에서의 자기장의 사전측정 기반 놈을 포함하는 경우에, $\mathbf{M}_s(\mathbf{p}_k)$ 는 시점 k에서 측정된 자기장의 놈(가령, 사전측정 기반 놈과 동일한 놈 계산 공식에 따라 획득될 수 있음)을 포함할 수 있다.

[0033] 그리고, 수학적 식 2에 따르면, 시점 k에서 대상체가 위치된 구역 \mathbf{p}_k 는 모든 주어진 (인덱스 (i, j)로 표기되는)

구역 $\mathbf{p}_m(i, j)$ 중에서 수학적 식 1의 비용 함수 J를 최소로 하는 구역 $\hat{\mathbf{p}}_{m,k}$ 로 추정될 수 있다.

[0034] 예시적인 실내 측위 기법

[0035] 그런데, 자기장 측정에서의 왜곡은 센서 구성(가령, 센서가 대상체의 어느 부위에 부착되어 배열되었는지)에 따라 달라질 수 있다. 이를 감안하면, 자기장 지도를 구성하는 데에서는 물론, 대상체의 현재 위치에서 자기장을 측정하는 데에서도 단일의 자기장 센서보다는 다중 자기장 센서를 이용하는 것이 바람직할 수 있다. 이와 관련하여, 도 1의 예시적인 실내 측위 프로세스(100)에 대해 상세히 설명한다. 설명의 편의를 위해, 건물 내의 영역 상의 보행자가 대상체이고, 보행자의 발과 허리에 각각 자기장 센서가 부착된 예시적인 시나리오가 고려되는데, 여기서 $\mathbf{M}_m(\mathbf{p}_m(i, j))$ 는 각 구역 $\mathbf{p}_m(i, j)$ 에서 사전에 각각의 자기장 센서로써 측정된 자기장의 높이가 각각 원소인 다차원 벡터(가령, $\mathbf{M}_m(\mathbf{p}_m(i, j)) = [\mathbf{M}_f(\mathbf{p}_m(i, j)) \quad \mathbf{M}_w(\mathbf{p}_m(i, j))]^T$ 이되, $\mathbf{M}_f(\mathbf{p}_m(i, j))$ 및 $\mathbf{M}_w(\mathbf{p}_m(i, j))$ 는 각각 발에 부착된 자기장 센서 및 허리에 부착된 자기장 센서로 사전에 측정된 자기장의 비정규화된(unnormalized) 높을 나타냄)로 주어지고, $\mathbf{M}_s(\mathbf{p}_k)$ 는 위치 \mathbf{p}_k 에서 각 자기장 센서로써 측정된 자기장의 높�(이는 사전에 측정된 자기장의 대응하는 높 값과 동일한 높 계산에 따라 획득됨)이 각각 원소인 다차원 벡터를 나타낸다.

[0036] 전술된 시나리오에서, 도 1의 측위 프로세스(100)는 실내 영역 상의 보행자의 위치에서의 복수의 자기장 높을 획득하기 위해 복수의 자기장 센서 유닛(각각은 보행자를 둘러싼 자기장을 상이한 높이에서 측정하는 것을 위해 배열된 자기장 센서를 포함함)을 사용하는 동작(120)과, 이들 획득된 자기장 높을 주어진 자기장 지도와 매칭하여 보행자의 위치를 실내 영역의 특정한 부영역으로 추정하는 동작(140)을 포함한다.

[0037] 측위 프로세스(100)의 동작(120)에서 다중 자기장 센서를 이용하는 것은 만일 자기장 지도와의 매칭에 다차원 정보가 이용가능하다면 동작(140)에서의 위치 추정이 더욱 정확하게 될 것이라는 점에서 착안된 것이다. 특히, 단일 자기장 센서를 이용하여 스칼라 값의 비교를 통해 위치를 추정하면 자칫 이상치(outlier)(가령, 실제로 대상체가 위치된 구역이 아님에도 불구하고 그 구역과 유사한 크기의 자기장 측정치를 가진 탓에 실제의 위치로 잘못 추정된 다른 구역)가 많이 발생할 수 있는 데에 반해, 예시적인 측위 프로세스(100)는 이상치를 완화하는 데에 도움이 될 것이다. 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 다양한 철골 구조가 내장된 건물 내의 영역에 걸쳐서, 발에 부착된 자기장 센서로 측정된 자기장의 높(다시 말해, 실내 영역의 바닥 근처에서의 자기장의 높으로 볼 수 있음)은 자기장이 심한 왜곡을 겪는 탓에 큰 값을 갖는 반면, 허리에 부착된 자기장 센서로 측정된 자기장의 높(다시 말해, 실내 영역의 바닥보다 더 높은 데에서의 자기장의 높으로 볼 수 있음)은 상대적으로 작은 크기를 갖는다. 이와 같이 상이한 특성의 자기장 높을 얻기 위해 여러 개의 자기장 센서를 배열하는 것은 자기장 지도와의 매칭을 통한 위치 추정의 정확도를 그렇지 않은 경우보다 향상시킬 수 있다.

[0038] 자기장 지도 매칭 기반 측위의 정확도는 구성된 자기장 지도가 독특한 데이터를 많이 포함할수록(가령, 자기장 지도 내에 현저한 높 값이 많을수록) 높아질 수 있다. 본 문서에서는 자기장 지도에 포함된 데이터의 독특함의 정도를 "거칠기"(roughness)라는 개념으로 나타내는데, 각 구역 $\mathbf{p}_m(i, j)$ 에 대응하는 데이터의 거칠기는 그 값이 클수록 자기장 지도 상에서 해당 데이터가 두드러진다는 것을 의미하도록 정의된다. 어떤 구역에 대응하는 데이터의 독특함 내지 현저함은 멀리 떨어진 구역에 대응하는 데이터보다는 주로 근방의 구역에 대응하는 데이터와의 차이에 달려 있을 것이다. 예를 들어, 인덱스 (i, j) 가 영역 내의 2차원 그리드 구역의 위치를 표상하는 좌표로서 주어지는 경우(여기서 임의의 인덱스는 $(i, j) \in S_{M \times N}$ 이되, $S_{M \times N}$ 은 $M \times N$ 의 크기를 갖는 2차원 그리드 인덱스 도메인임), 임의의 구역 $\mathbf{p}_m(i, j)$ 에 대해 자기장 지도 $\mathbf{M}_m(\cdot)$ 의 거칠기 R_u 는 다음의 수학적식과 같이 주어진다.

수학식 3

$$R_u(\mathbf{p}_m(i,j)) = \frac{1}{MN-1} \left\{ \sum_{(x,y) \in S_{M \times N} - \{(i,j)\}} \frac{\|\mathbf{M}_m(\mathbf{p}_m(i,j)) - \mathbf{M}_m(\mathbf{p}_m(x,y))\|}{\sqrt{(i-x)^2 + (j-y)^2}} \right\}$$

[0039]

[0040]

위와 같이, 거칠기는 자기장 지도가 커버하는 실내 영역의 각 구역 $\mathbf{p}_m(i,j)$ 에 대응하는 데이터를 나머지 구역에 대응하는 데이터와 하나하나 비교하면서도(수학식 3의 분자를 참조), 해당 구역 $\mathbf{p}_m(i,j)$ 의 근처에 있는 구역에 더 높은 가중치를 주는(수학식 3의 분모를 참조) 것으로 정해질 수 있다. 특히, 수학식 3의 분자는 수학식 1의 비용 함수 J와 마찬가지로 방식의 데이터 비교를 위한 것임에 비추어 볼 때, 실내 영역에 걸쳐서 전반적으로 자기장 지도의 거칠기가 클수록 자기장 지도와의 매칭을 이용한 위치 추정의 정확도가 향상될 수 있다.

[0041]

그런데, 실내 측위 프로세스(100)에서 다중 자기장 센서가 이용되기는 하나, 주어진 자기장 지도가 이들 자기장 센서에 각각 기반하여 사전구성된 자기장 지도 부분들을 단순 결합한 것(가령, 임의의 구역 $\mathbf{p}_m(i,j)$ 에 대해, $\mathbf{M}_m(\mathbf{p}_m(i,j)) = [\mathbf{M}_f(\mathbf{p}_m(i,j)) \quad \mathbf{M}_w(\mathbf{p}_m(i,j))]^T$)에 불과하다면 자기장 지도의 거칠기를 증가시키는 데에, 그리고 결국 측위의 정확성을 개선하는 데에도, 어느 정도 한계가 있을 수 있다. 이는, 예를 들어, 여러 개의 자기장 지도 부분 중 어느 것이 다른 것에 비해 전반적인 거칠기가 상당히 큰 경우(가령, 후술되는 바와 같이, 도 3a에는 임의의 구역 $\mathbf{p}_m(i,j)$ 에 대해 $\mathbf{M}_f(\mathbf{p}_m(i,j)) \gg \mathbf{M}_w(\mathbf{p}_m(i,j))$ 임이 도시됨)에, 비록 스칼라 값의 비교를 통해서가 아니라 추가적인 정보까지 포함한 다차원적 정보를 비교하여 측위가 수행되더라도, 더 정확한 위치 추정이라는 측면에서 실질적인 이득을 얻기가 힘들기 때문이다. 구체적인 예로서, 실내의 영역이 $15 \times 15 = 225$ 개의 그리드 형태 구역들(이는 도 3a의 225개의 그리드 포인트에 각각 대응함)로 구분된 경우에, 도 3a는 발에 부착된 자기장 센서를 이용하여 측정된 자기장의 높 값으로써 구성된 자기장 지도(본 문서에서 "발 부착 센서 기반 자기장 지도 부분" 또는 더 간략히 "발 센서 자기장 지도"로 지칭될 수 있음), 허리에 부착된 자기장 센서를 이용하여 측정된 자기장의 높 값으로써 구성된 자기장 지도(본 문서에서 "허리 부착 센서 기반 자기장 지도 부분" 또는 더 간략히 "허리 센서 자기장 지도"로 지칭될 수 있음), 그리고 이 지도들을 각각 그대로 원소가 되도록 단순 결합한 자기장 지도(본 문서에서 "단순 결합 자기장 지도"로 지칭될 수 있음) 각각에 대해 수학식 3과 동일한 방식으로 정의된 거칠기를 보여준다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 발 부착 센서 기반 자기장 지도 부분의 거칠기는 허리 부착 센서 기반 자기장 지도 부분의 거칠기보다 훨씬 더 크고, 이들의 단순 결합으로 구성된 자기장 지도의 거칠기는 주로 발 센서 자기장 지도에 좌우된다. 따라서, 이러한 경우에 단순 결합 자기장 지도는 다중 자기장 센서를 이용하는 것의 이점을 제대로 살리지 못하고, 위치 추정의 정확성을 향상시키는 데에 크게 이바지하지 못할 수 있다.

[0042]

본 발명의 실시예에 따르면, 이러한 문제점을 극복하기 위하여, 다음과 같이 수정된 정의를 갖는 거칠기가 고려될 수 있다.

수학식 4

$$R_u(\mathbf{p}_m(i,j)) = \frac{1}{MN-1} \left\{ \sum_{(x,y) \in S_{M \times N} - \{(i,j)\}} \frac{\|\tilde{\mathbf{M}}_m(\mathbf{p}_m(i,j)) - \tilde{\mathbf{M}}_m(\mathbf{p}_m(x,y))\|}{\sqrt{(i-x)^2 + (j-y)^2}} \right\}$$

[0043]

[0044]

여기서 $\tilde{\mathbf{M}}_m(\mathbf{p}_m(i,j))$ 는 $\mathbf{M}_m(\mathbf{p}_m(i,j))$ 의 각각의 원소에 정규화(normalization)가 적용된 것이다. 예시적인 구현에서, 자기장 지도 $\mathbf{M}_m(\cdot)$ 의 원소 각각은 각자의 표준 편차로써 정규화되어 $\tilde{\mathbf{M}}_m(\cdot)$ 의 대응하는 원

소가 될 수 있다. 예를 들면, 전술된 예시적인 시나리오에서, $\mathbf{M}_m(\mathbf{p}_m(i,j)) = [\mathbf{M}_f(\mathbf{p}_m(i,j)) \quad \mathbf{M}_w(\mathbf{p}_m(i,j))]^T$ 대신에, 다음의 식과 같이 자기장 지도 $\mathbf{M}_m(\cdot)$ 의 각 원소에 각자의 표준 편차의 역수를 정규화 인자로 곱하는 방식으로 정규화가 적용된 자기장 지도 $\tilde{\mathbf{M}}_m(\cdot)$ 가 사용될 수 있다.

수학식 5

$$\tilde{\mathbf{M}}_m(\mathbf{p}_m(i,j)) = \begin{bmatrix} \sigma_{M_f}^{-1} & 0 \\ 0 & \sigma_{M_w}^{-1} \end{bmatrix} [\mathbf{M}_m(\mathbf{p}_m(i,j))]$$

[0045]

[0046]

여기서 $\sigma_{M_f}^{-1}$ 는 발 센서 자기장 지도의 표준 편차(즉, 발 부착 센서를 이용하여 측정된 자기장의 높 값들의 표준 편차)이고, $\sigma_{M_w}^{-1}$ 는 허리 센서 지도 부분의 표준 편차(즉, 허리 부착 센서를 이용하여 측정된 자기장의 높 값들의 표준 편차)이다. 동일한 예에서, 도 3b는 이와 같이 정규화된 발 센서 자기장 지도와 허리 센서 자기장 지도, 그리고 이들 자기장 지도가 원소로서 구성된 자기장 지도(본 문서에서 "정규화 결합 자기장 지도"로 지칭될 수 있음) 각각의 거칠기를 보여준다. 도 3b에서 볼 수 있듯이, $15 \times 15 = 225$ 개의 구역(이는 도 3b의 225개의 그리드 포인트에 각각 대응함)으로 구분된 실내 영역에 걸쳐서, 정규화 결합 자기장 지도는 어느 자기장 지도 부분에만 크게 좌우되지 않을 뿐만 아니라, 전반적으로 증가된 거칠기를 갖는다. 다음의 표는 4가지의 상이한 실내 환경(넓은 홀, 지하 홀, 엘리베이터 앞 복도, 좁은 복도)에서 수행된 실험의 결과로서, (i) 단일 자기장 센서를 보행자의 발에 부착한 경우, (ii) 단일 자기장 센서를 허리에 부착한 경우, 그리고 (iii) 두 개의 센서를 각각 발과 허리에 부착한 경우에, 정규화된 자기장 지도의 평균 거칠기를 보여준다.

표 1

실험 장소	거칠기 (평균)		
	단일 센서 (발)	단일 센서 (허리)	다중 센서 (정규화)
넓은 홀	0.5630	0.4442	0.7824
지하 홀	0.5537	0.4327	0.7805
엘리베이터 앞 복도	0.3335	0.2717	0.4747
좁은 복도	0.2827	0.2923	0.4468
평균	0.4332	0.3602	0.6211

[0047]

[0048]

표 1에서 볼 수 있듯이, 다양한 실내 환경에서 다중 자기장 센서에 기반한 정규화 결합 자기장 지도는 개별 센서 기반의 자기장 지도보다 더 큰 거칠기를 갖는바, 위치 추정에서 유사 데이터로 인한 모호성을 감소시킬 수 있다.

[0049]

나아가, 본 발명의 실시예에 따르면, 표준 편차의 역수만을 정규화 인자로 사용하는 단순 정규화 대신, 거기에 약간의 조율 상수가 곱해진 것을 사용하는 조율된 정규화가 수행될 수 있는데, 이는 여러 자기장 센서의 측정치가 동일한 실내 영역 상에서 건축 구조물과 지자기로부터 받는 영향을 균일하게 정규화에 반영하기 위한 것으로 볼 수 있다. 예를 들어, 전술된 예시적인 시나리오에서, 자기장 지도 $\tilde{\mathbf{M}}_m(\mathbf{p}_m(i,j))$ 는 수학식 5 대신에 다음의 식으로 주어진다.

수학식 6

$$\tilde{\mathbf{M}}_m(\mathbf{p}_m(i, j)) = \begin{bmatrix} \alpha \cdot \sigma_{M_f}^{-1} & 0 \\ 0 & \beta \cdot \sigma_{M_w}^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{M}_f(p_m(i, j)) \\ \mathbf{M}_w(p_m(i, j)) \end{bmatrix} = \mathbf{N}_g \cdot \mathbf{M}_m(\mathbf{p}_m(i, j))$$

[0050]

[0051] 여기서 α 및 β 는 $\alpha + \beta = 1$ 을 만족하는 조율 상수이다. 이들 조율 상수는 소정의 기준에 따라(예컨대, 잘못된 위치 추정이 발생할 비율을 최소화되게 하는 상수와 같이, 이상치의 발생을 최대한 억제하는 상수로서) 미리 정해질 수 있다.

[0052] 결국, 이 경우에, 예시적인 측위 프로세스(100)는 수학식 7의 비용 함수 및 수학식 8의 최적화로 표현될 수 있다.

수학식 7

$$\tilde{J} = \|\mathbf{N}_g \cdot \mathbf{M}_s(\mathbf{p}_k) - \tilde{\mathbf{M}}_m(\mathbf{p}_m(i, j))\|$$

[0053]

수학식 8

$$\hat{\mathbf{p}}_{m,k} = \arg \min_{\mathbf{p}_m(i, j)} \tilde{J}$$

[0054]

[0055] 이제, 예시적인 프로세스(100)에 따른 실내 측위 기법의 성능이 논의된다.

[0056] 도 4는 도 3a와 관련하여 언급된 3가지 자기장 지도 각각과의 매칭을 통해 위치를 추정하는 실험에서 발생한 오차(즉, 실제로 보행자가 있는 구역과 보행자가 있다고 추정된 구역 간의 거리)를 보여준다. 도 4에서 볼 수 있듯이, 잘못된 추정으로 인해 발생하는 위치 오차의 최대치는 단일 센서를 사용하였을 때보다 다중 센서를 사용할 때에 더 작다. 한편, 도 5는 예시적인 시나리오에서 α 및 β 의 비율을 조정하면서 \mathbf{N}_g 를 적용하여 정규화를 수행한 경우에 잘못된 위치 추정이 발생한 횟수를 이상치의 개수로서 나타낸 도면이다. 도 5를 참조하면, 이 예에서는 조율 이득 α/β 가 대략 0.5인 경우, 즉, $\alpha=1/3$ 이고 $\beta=2/3$ 인 경우에 이상치의 발생이 가장 적다. 도 6은 예시적인 시나리오에서 표준 편차 외에 조율 상수도 반영된 정규화를 거쳐 구성된 조율된 정규화 결합 자기장 지도와의 매칭을 통해 위치를 추정하는 데에서 발생한 오차를 보여준다. 도 6에서 볼 수 있듯이, 다중 센서를 사용하면서도 표준 편차만으로써 정규화를 한 때보다 표준 편차 외에 조율 상수까지 감안한 경우에 위치 오차의 최대치가 감소된다.

[0057] 나아가, 아래에 제시되는 표 2 및 표 3은 도 4 내지 도 6과 관련하여 언급된 4가지 자기장 지도가 상이한 실내 환경(넓은 홀, 지하 홀, 엘리베이터 앞 복도, 좁은 복도)에 대해 주어진 경우에 실내 보행자의 위치 추정에서 발생한 오차의 평균 및 이상치의 비율을 각각 보여준다.

표 2

실험 장소	평균 위치 오차 (m)			
	단일 센서 (발)	단일 센서 (허리)	다중 센서	다중 센서 (조율 상수가 반영된 정규화)
넓은 홀	1.9052	1.3411	0.7017	0.5087
지하 홀	2.0418	1.2413	0.4574	0.3951
엘리베이터 앞 복도	0.8890	0.8749	0.4184	0.3123
좁은 복도	1.6848	7.6941	0.9190	0.2939
평균	1.6302	2.7879	0.6241	0.3775

[0058]

표 3

실험 장소	이상치 개수(%)			
	단일 센서 (발)	단일 센서 (허리)	다중 센서	다중 센서 (조율 상수가 반영된 정규화)
넓은 홀	88	78	46	35
지하 홀	87	79	34	25
엘리베이터 앞 복도	66	81	27	29
좁은 복도	72	76	38	30
평균	78.25	78.5	36.25	29.75

[0059]

[0060] 위에서 볼 수 있듯이, 표준 편차 외에도 조율 상수가 반영된 정규화 결합 자기장 지도를 위치 추정에서 이용하는 경우에 평균 위치 오차가 그 밖의 경우에 비해 감소되며, 이상치의 발생도 평균적으로 감소된다.

[0061] 예시적인 측위 장치

[0062] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 측위 장치를 개략적으로 도시한다. 실시예에서, 예시적인 측위 장치(700)는 실내 측위 (가령, 앞서 기술된 실내 측위 프로세스(100))를 수행하는 데에 적합한 디바이스이거나, 이를 구현하거나, 이를 포함할 수 있다.

[0063] 실시예에서, 도 7에 도시된 바와 같이, 측위 장치(700)는 처리 유닛(720), 저장 유닛(740) 및 복수의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n)(이하에서 개별적으로 또는 집합적으로 760으로 칭해질 수 있음)을 포함한다.

[0064] 몇몇 예시적인 구현에서, 처리 유닛(720)은 측위 장치(700)의 동작을 제어하기 위한 처리 회로를 포함할 수 있다. 예를 들어, 처리 유닛(720)은 중앙 처리 유닛(Central Processing Unit: CPU), 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor: DSP), 그래픽 처리 유닛(Graphics Processing Unit), 프로세서 코어(processor core), 마이크로프로세서(microprocessor), 마이크로제어기(microcontroller), 필드 프로그램가능 게이트 어레이(Field-Programmable Gate Array: FPGA), 애플리케이션 특정 집적 회로(Application Specific Integrated Circuit: ASIC), 다른 하드웨어 및 로직 회로, 또는 이의 임의의 적합한 조합을 포함할 수 있다.

- [0065] 몇몇 예시적인 구현에서, 저장 유닛(740)은 컴퓨터 실행가능(computer executable) 명령어 또는 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 처리 유닛(720)에 의해 관독가능한 형태로 저장하기 위한 임의의 비일시적(non-transitory) 컴퓨터 관독가능 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 저장 유닛(740)은 관독 전용 메모리(Read-Only Memory: ROM), 랜덤 액세스 메모리(Random-Access Memory: RAM), 휘발성(volatile) 메모리, 비휘발성(non-volatile) 메모리, 착탈가능(removable) 메모리, 비착탈가능(non-removable) 메모리, 플래시(flash) 메모리, 하드 디스크, 자기 디스크 저장 매체, 광 디스크 저장 매체, 다른 저장 디바이스 및 저장 매체, 또는 이의 임의의 적합한 조합을 포함할 수 있다. 처리 유닛(710)은 저장 유닛(720)에 저장된 컴퓨터 실행가능 명령어를 실행할 수 있고, 그러한 명령어는 처리 유닛(710)에 의해 실행되는 경우 측위 장치(700)(가령, 처리 유닛(710))로 하여금 본 발명의 실시예에 따른 동작, 가령 전송된 예시적인 프로세스(100)의 적어도 일부를 수행하게 할 수 있다.
- [0066] 몇몇 예시적인 구현에서, 복수의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n)은 주변의 자기장에 관한 데이터를 감지하기 위한 감지 메커니즘(sensing mechanism)을 구성할 수 있다. 예를 들어, 복수의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n) 각각은 대상체를 둘러싼 자기장을 측정하기 위한 자기장 센서(가령, 3축 자기장 센서)를 포함할 수 있다. 각각의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n)은 처리 유닛(720)과 통신가능하게 커플링되어(communicatively coupled) 처리 유닛(720)에 각자의 출력 신호를 보낼 수 있다. 한정이 아니라 예시로서, 각각의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n)으로부터 출력되는 자기장 측정치(즉, 자기장에 관해 해당 자기장 센서 유닛에 의해 감지된 데이터)는 자기장의 세기 및 방향을 나타낼 수 있다.
- [0067] 예시적인 측위 장치(700)의 각 유닛은 실내의 영역 상에 있는 대상체의 측위를 위해 다음과 같이 구성될 수 있다.
- [0068] 실시예에서, 저장 유닛(740)에는 실내 영역(가령, 건물의 1층 영역과 같은 2차원의 층 영역)에 대한 자기장 지도가 저장될 수 있다. 자기장 지도는 주어진 영역 도처에서의 자기장과 관련된 데이터를 포함할 수 있다. 예를 들어, 주어진 실내 영역은 (가령, 그리드 형태로 된) 부영역을 여러 개 포함할 수 있고, 자기장 지도는 각각의 부영역에서의 자기장의 복수의 사전측정 기반 놈(pre-measurement based norm)을 획득하는 데에서의 사용을 위해 구성될 수 있다. 한정이 아니라 예시로서, 자기장 지도는 각 부영역에 대응하는 다차원 벡터를 포함할 수 있는데, 그 벡터의 원소 각각은 해당 부영역에서의 자기장을 상이한 측정 방식(가령, 그 부영역에 대해 상이한 높이에서 측정하는 방식)으로 사전측정한 결과에 기반하여 그 자기장의 놈을 계산한 값일 수 있다. 따라서, 어떤 부영역이 주어지면, 자기장 지도로부터 그 부영역에 대응하는 여러 개의 사전측정 기반 놈이 획득될 수 있다.
- [0069] 실시예에서, 복수의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n)은 실내 영역 상의 대상체의 위치에서의 복수의 자기장 놈을 획득하는 데에서의 사용을 위해 구성될 수 있다. 예를 들어, 복수의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n) 각각은 상이한 높이에서 자기장을 측정하도록(가령, 상이한 높이에서의 자기장의 측정이 가능하도록 대상체의 상이한 부위에 부착되어) 배열될 수 있다. 이에 따라, 복수의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n) 각각에 의해 측정된 자기장의 놈이 획득될 수 있다. 다시 말해, 실내 영역 상에서 대상체가 위치된 곳에 발생한 자기장에 대한 상이한 방식의 측정에 기반하여 여러 개의 놈이 획득될 수 있는데, 각각의 자기장 놈은 복수의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n) 중 대응하는 것에 의해 자기장이 측정된 결과에 기반하여 계산된 자기장 놈일 수 있다.
- [0070] 예시적인 구현에서, 자기장 지도를 사용하여 복수의 사전측정 기반 놈을 획득하는 것 및 이후에 복수의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n)을 사용하여 복수의 자기장 놈을 획득하는 것은 양자 모두 동일한 기저의 원리에 기반할 수 있다. 예를 들어, 복수의 사전측정 기반 놈 각각은 복수의 자기장 놈 중 하나에 대응할 수 있는데, 각각의 사전측정 기반 놈은 자기장 지도 구성 후의 대응하는 자기장 놈을 획득할 때와 동일한 자기장 센서 유닛 배열, 다시 말해, 해당 자기장 놈을 획득하는 데에서 이용가능한 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 또는 760-n)과 동일한 유닛 배열(가령, 자기장 지도가 구성된 후에 자기장 놈을 획득할 때와 동일한 방식으로 상이한 높이에서의 자기장의 측정을 위해 배열됨, 예를 들면, 바닥 근처에서 자기장을 측정하도록 보행자의 발에 자기장 센서 유닛이 배열되고, 바닥에서 어느 정도 떨어진 높이에서 자기장을 측정하도록 보행자의 허리에 자기장 센서 유닛이 배열되며, 기타 등등임)으로써 사전에 측정된 자기장의 놈일 수 있다. 또한, 복수의 사전측정 기반 놈 및 복수의 자기장 놈은 동일한 놈 계산(가령, L2-놈 계산 공식)에 따라 획득될 수 있다.
- [0071] 실시예에서, 처리 유닛(720)은 복수의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n)을 사용하여 획득된 복수의 자기장 놈을 자기장 지도와 매칭하여 대상체의 위치를 실내 영역의 여러 부영역 중 특정한 것으로 추정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 처리 유닛(720)에 의해 수행되는 매칭은 자기장 지도로부터 획득된 복수의 사전측

정 기반 높이가 원소인 벡터 및 주어진 자기장 지도와의 매칭을 위해 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n)을 사용하여 획득된 복수의 자기장 높이가 원소인 벡터 간의 차이를 계산하는 것(가령, 각각의 사전측정 기반 높 및 대응하는 자기장 높 간의 차이를 계산하는 것)을 포함할 수 있다.

[0072] 예시적인 구현에서, 서로 매칭될 벡터 각각의 원소인 높 값은 주어진 자기장의 비정규화된 높(unnormlized norm)에 소정의 정규화를 적용함으로써 획득될 수 있다. 예를 들어, 복수의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n)을 사용하여 획득된 복수의 자기장 높 각각은, 수학적 식 6에 주어진 바와 같이, 복수의 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 760-n) 중의 대응하는 자기장 센서 유닛에 의해 측정된 자기장의 비정규화된 높에 각각의 사전결정된 표준 편차의 역수가 곱해진 값에 각각의 사전결정된 조율 상수가 곱해진 것일 수 있다. 또한, 이에 상응하여, 자기장 지도 역시 이에 상응하여 수학적 식 6에 따라 구성될 수 있다.

[0073] 또한, 복수의 자기장 높 각각에 주어지는 각각의 표준 편차는 다음의 값으로서 사전결정될 수 있다: 해당 자기장 높을 획득하는 데에서 이용가능한 자기장 센서 유닛(760-1, 760-2, ..., 또는 760-n)과 동일한 유닛 배열로써 사전에 측정된 자기장의 높의 표준 편차. 예를 들어, 복수의 사전측정 기반 높 각각은 복수의 자기장 높 중 하나에 대응할 수 있는데, 각각의 사전측정 기반 높의 표준 편차가 그 대응하는 자기장 높에 주어지는 표준 편차일 수 있다.

[0074] 나아가, 복수의 자기장 높 각각에 주어지는 각각의 조율 상수는 다음과 같이 사전결정될 수 있다: 각각의 부영역에서의 자기장의 추가적인 복수의 사전측정 기반 높을 해당 자기장 높과 자기장 지도의 매칭과 동일한 방식으로 자기장 지도와 매칭함으로써 추정되는 위치가 다른 부영역일 비율이 최소화되게 하는 상수. 예를 들어, 도 5에 관해서 앞서 기술된 설명도 참조하시오.

[0075] 예시적인 컴퓨팅 환경

[0076] 본 문서에서 언급된 장치, 디바이스, 머신 등은 임의의 적합한 유형의 컴퓨터와 같은 컴퓨팅 장치일 수 있는데, 이는 하나 이상의 프로세서, 프로세서에 의해 판독가능한 컴퓨터 판독가능 저장 매체 및 다양한 주변기기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor: DSP), 중앙 처리 유닛(Central Processing Unit: CPU), 그래픽 처리 유닛(Graphics Processing Unit: GPU), 프로세서 코어, 마이크로프로세서, 마이크로제어기, 필드 프로그램가능 게이트 어레이(Field-Programmable Gate Array: FPGA), 애플리케이션 특정 집적 회로(Application Specific Integrated Circuit: ASIC), 무선 주파수 집적 회로(Radio-Frequency Integrated Circuit: RFIC), 다른 하드웨어 및 로직 회로, 또는 이의 임의의 적합한 조합을 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체에는, 프로세서에 의해 실행되는 경우 컴퓨터(가령, 프로세서)로 하여금 본 발명의 실시예에 따라 몇몇 동작을 수행하게 하는 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장되어 있을 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 판독 전용 메모리(Read-Only Memory: ROM), 랜덤 액세스 메모리(Random-Access Memory: RAM), 휘발성(volatile) 메모리, 비휘발성(non-volatile) 메모리, 착탈가능(removable) 메모리, 비착탈가능(non-removable) 메모리, 하드 디스크, 플래시(flash) 메모리, 자기 디스크 저장 매체, 광 디스크 저장 매체, 다른 저장 디바이스 및 저장 매체, 또는 이의 임의의 적합한 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 주변기기는 다양한 센서, 통신 인터페이스 카드 등과 같은 입출력(Input/Output: I/O) 디바이스를 포함할 수 있다.

[0077] 예시적인 실시예는 본 문서에 기술된 동작, 기법, 프로세스, 또는 이의 어떤 양상이나 부분이 체현된 컴퓨터 프로그램의 포함하는 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서 구현될 수 있다. 이러한 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에는 프로그램 명령어, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등등이 단독으로 또는 조합되어 포함될 수 있다. 개시된 동작, 기법, 프로세스, 또는 이의 어떤 양상이나 부분을 구현하거나 이용할 수 있는 프로그램은 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 어떤 유형의 (가령, 컴파일형(compiled) 또는 해석형(interpreted)) 프로그래밍 언어, 예컨대, 어셈블리(assembly), 기계어(machine language), 프로시저형(procedural) 언어, 객체지향(object-oriented) 언어 등등으로 구현될 수 있고, 하드웨어 구현과 조합될 수 있다. 용어 "컴퓨터 판독가능 저장 매체"는, 컴퓨팅 장치에 의한 실행을 위한 명령어(실행 시에 컴퓨팅 장치로 하여금 개시된 기법을 수행하게 함)를 저장할 수 있고, 그러한 명령어에 의해 사용되거나 이와 연관된 데이터 구조를 저장할 수 있는 임의의 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체의 예는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광 기록 매체, 플롭티컬 디스크와 같은 자기-광 매체, 그리고 ROM, RAM, 플래시 메모리, 솔리드 스테이트(solid-state) 메모리와 같은 메모리 디바이스를 포함하되, 이에 한정되지 않는다.

[0078] 이상에서 본 발명의 몇몇 실시예가 상세하게 기술되었으나, 이는 제한적이 아니고 예시적인 것으로 간주되어야 한다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 개시된 실시예의 세부사항에 대해 본 발명의

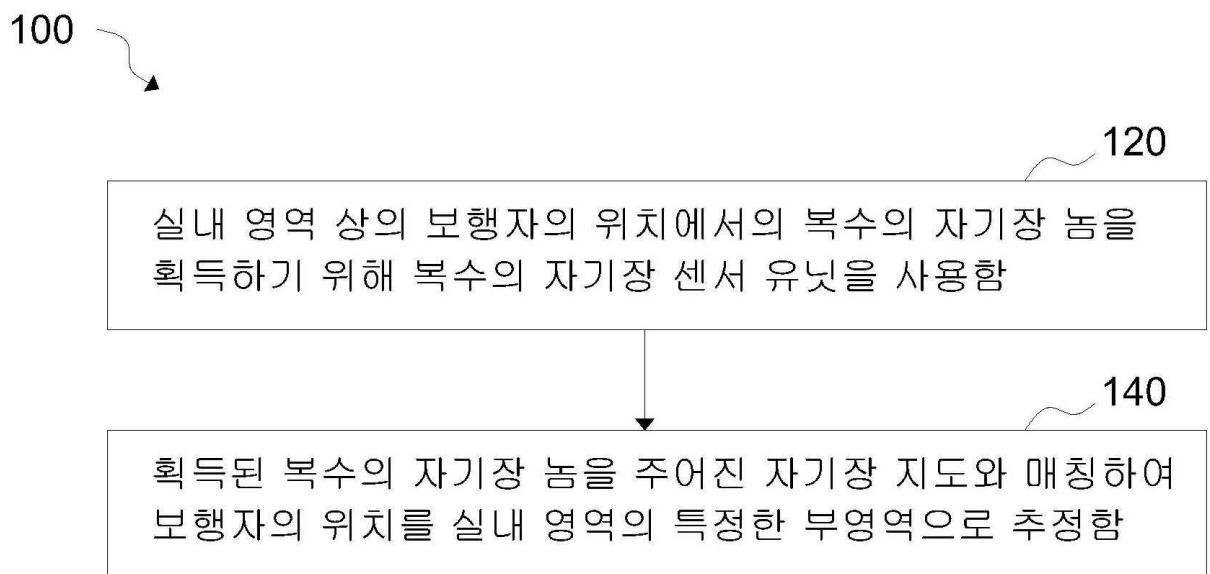
범주에서 벗어나지 않고서 다양한 변경이 행해질 수 있음을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 범주는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위 및 그 균등물에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

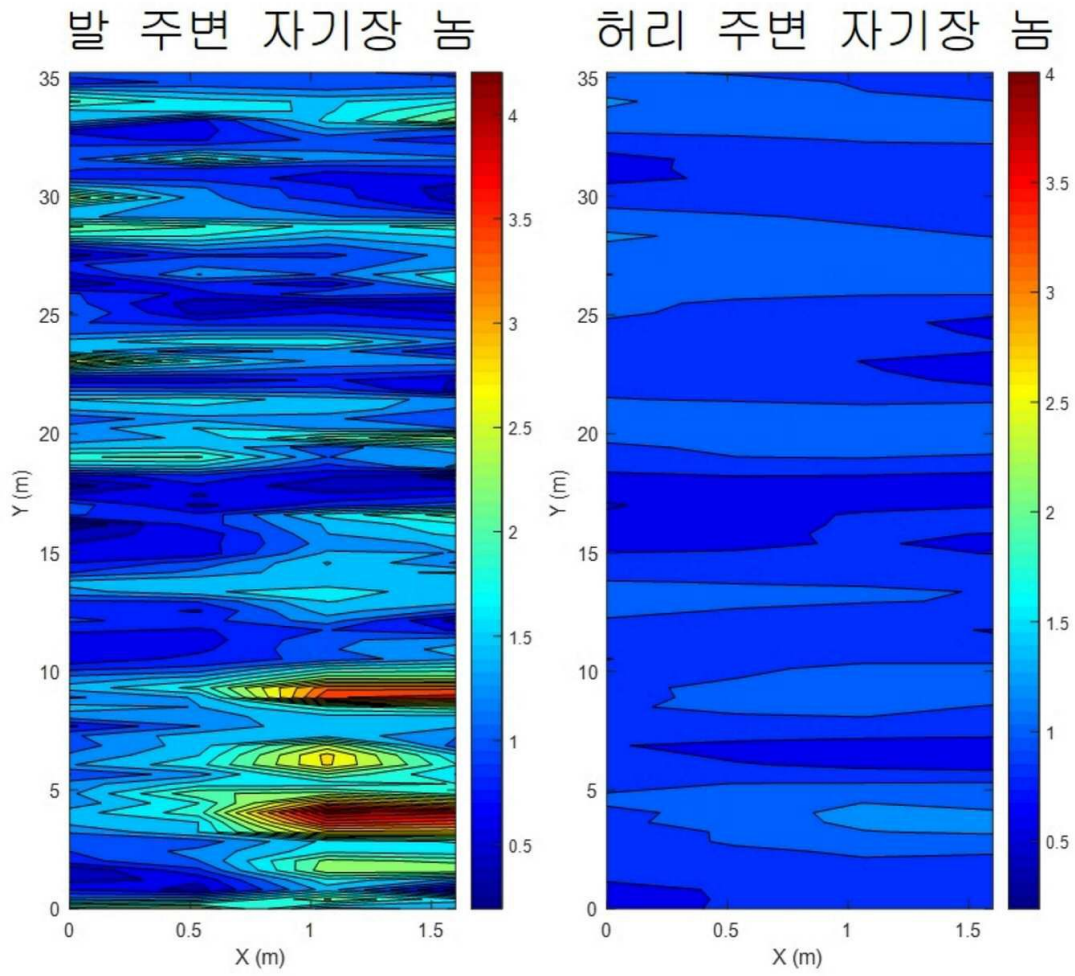
- 700: 측위 장치
- 720: 저장 유닛
- 740: 처리 유닛
- 760: 자기장 센서 유닛

도면

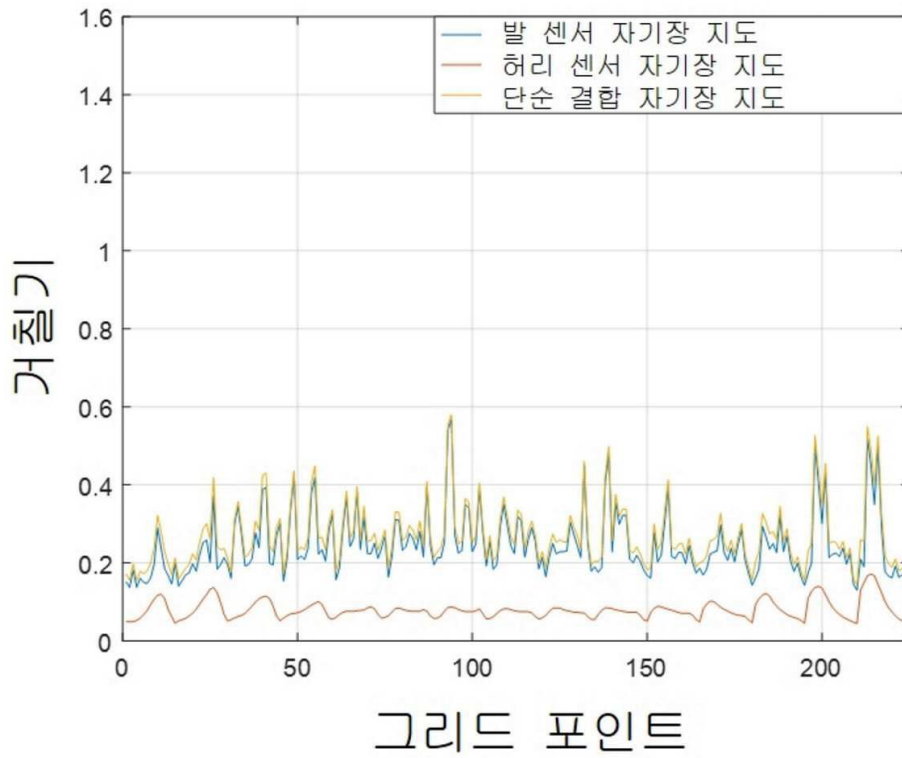
도면1



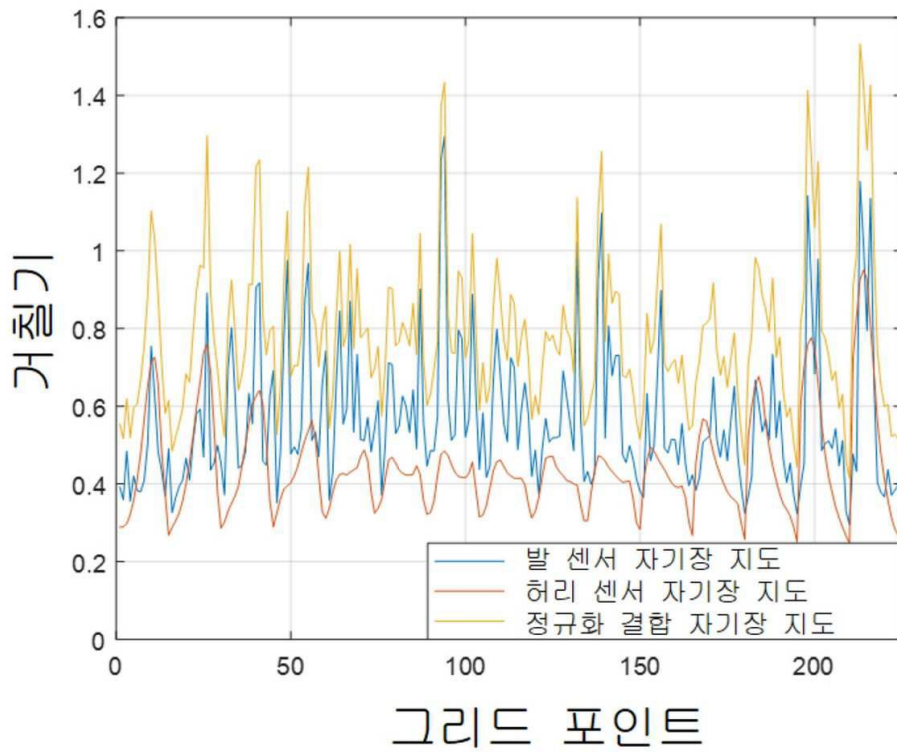
도면2



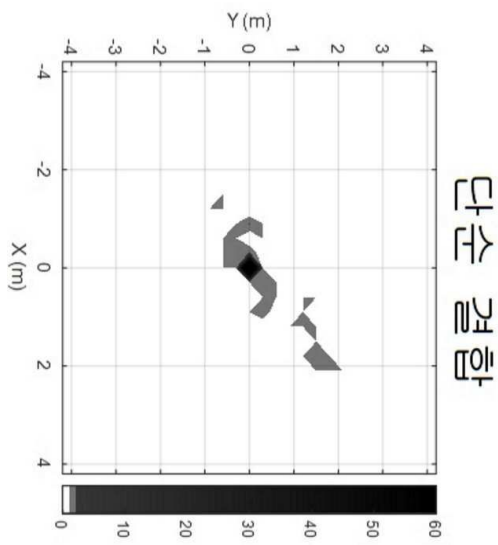
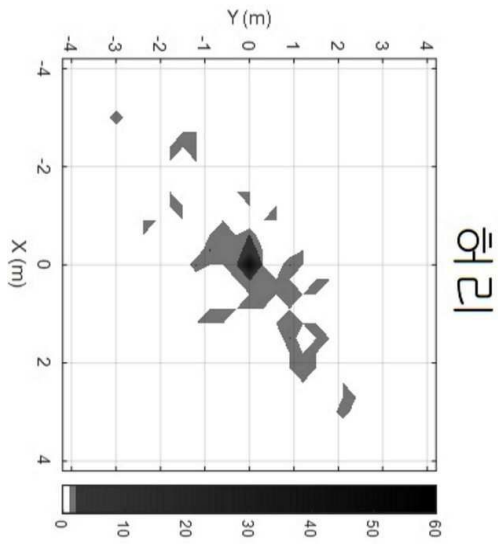
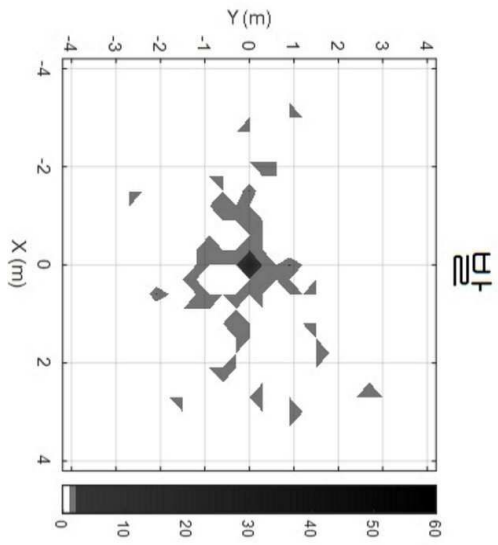
도면3a



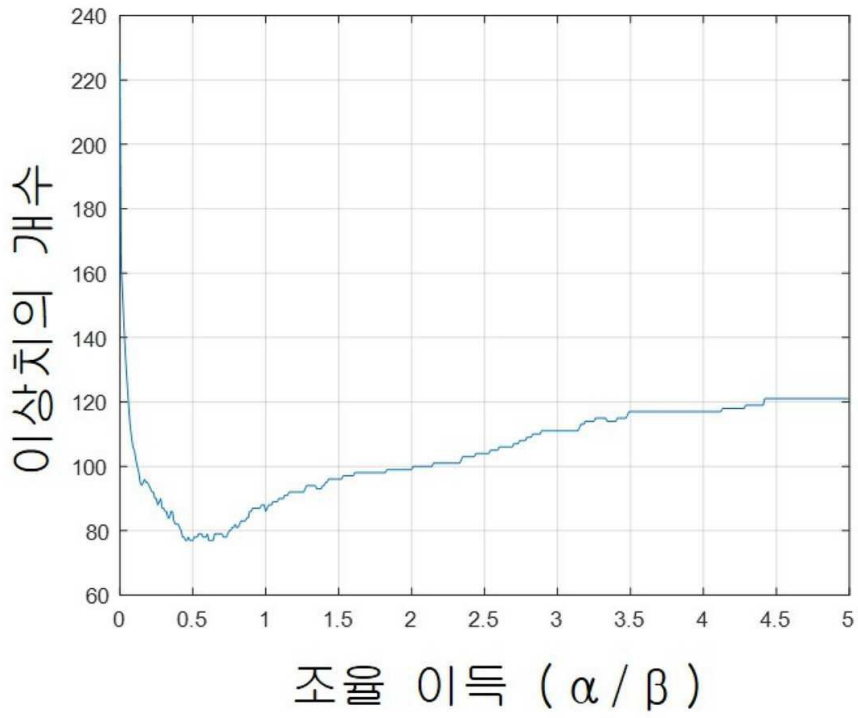
도면3b



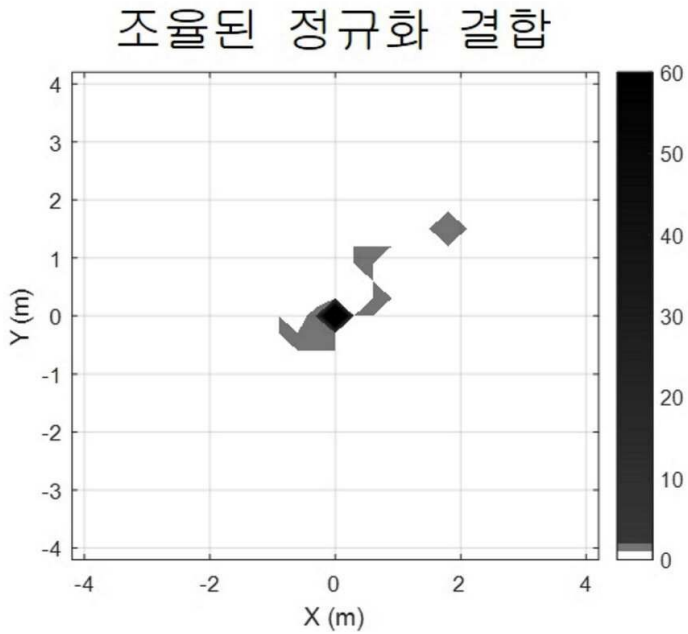
도면4



도면5



도면6



도면7

