



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0035777
(43) 공개일자 2023년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01C 21/12 (2006.01) G01C 21/00 (2006.01)

G01C 21/28 (2006.01) G01S 19/47 (2010.01)

(52) CPC특허분류

G01C 21/12 (2013.01)

G01C 21/28 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0118189

(22) 출원일자 2021년09월06일

심사청구일자 2021년09월06일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

이보원

인천광역시 미추홀구 인하로 100, 하이테크센터 1017호(용현동)

김동현

경기도 고양시 일산서구 산현로 45, 1401동 1201호(탄현동, 탄현마을14단지아파트)

(74) 대리인

양정보

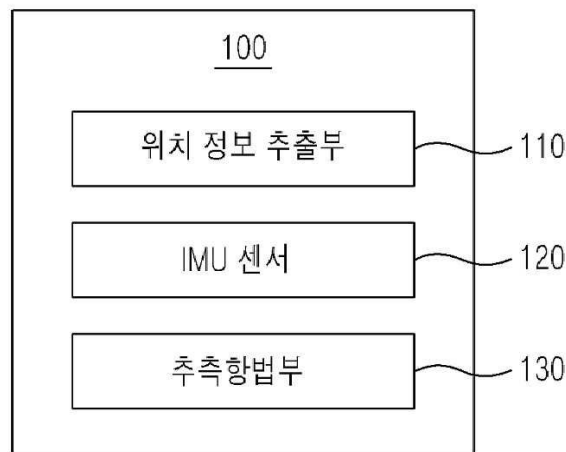
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **지리 정보 시스템 기반 추측항법 알고리즘**

(57) 요약

지리 정보 시스템 기반 추측항법 방법 및 장치를 제시한다. 본 발명에서 제안하는 지리 정보 시스템 기반 추측항법 장치는 도로상의 위치에 기반한 곡률 및 경사 정보가 포함된 위치 정보를 저장하는 지리 정보 시스템으로부터 이동 객체의 위치 추정에 필요한 위치 정보를 추출하는 위치 정보 추출부, 이동 객체의 운동 방향과 속도 정보를 수집하는 IMU 센서 및 상기 위치 정보 추출부에서 추출된 위치 정보를 사용하여 상기 IMU 센서로에서 수집된 운동 방향과 속도 정보로부터 위치 정보 기반 오차 보정을 통해 이동 객체의 위치를 추정하는 추측항법부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01C 21/3815 (2020.08)

G01S 19/47 (2021.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345330588
과제번호	5199990814490
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	4단계 BK21 사업(혁신인재)
연구과제명	(국고-2차년도)ICT-미래자동차 융합 교육연구단
기 여 율	1/2
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711126259
과제번호	2020-0-01389-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	인공지능융합연구센터지원사업(국고)
연구과제명	[Ezbaro][정부] 인공지능융합연구센터지원(2차년도)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	인하대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

도로상의 위치에 기반한 곡률 및 경사 정보가 포함된 위치 정보를 저장하는 지리 정보 시스템으로부터 이동 객체의 위치 추정에 필요한 위치 정보를 추출하는 위치 정보 추출부;

이동 객체의 운동 방향과 속력 정보를 수집하는 IMU 센서; 및

상기 위치 정보 추출부에서 추출된 위치 정보를 사용하여 상기 IMU 센서로에서 수집된 운동 방향과 속력 정보로부터 위치 정보 기반 오차 보정을 통해 이동 객체의 위치를 추정하는 추측항법부

를 포함하는 지리 정보 시스템 기반 추측항법 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 위치 정보 추출부는,

지리 정보 시스템으로부터 추출된 위치정보를 이용하여 도로상에서 임의로 정해진 지점을 설정하고, 설정된 지점에 대한 모든 인덱스 값을 원소로 가지는 집합을 생성하고, 상기 집합의 각 원소에 대한 방위각의 변화량, 고도의 변화량, 적도와 평행한 방향에서의 길이의 변화량, 자오선과 평행한 방향에서의 길이의 변화량을 포함하는 위치정보를 이용하여 도로의 곡률, 경사 및 방위각 정보를 계산하는

지리 정보 시스템 기반 추측항법 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 IMU 센서는,

가속도 센서, 자이로스코프 센서 및 지자기 센서를 포함하고,

가속도 센서와 자이로스코프 센서로부터 IMU 각속도를 획득하고, IMU 각속도와 지자기 센서를 이용하여 IMU 각도를 획득하고, 측정된 이동 객체의 가속도에서 중력가속도에 의한 영향을 배제한 역학적 운동에 의한 IMU 가속도를 획득하고, IMU 가속도를 적분하여 IMU 속도를 획득하는

지리 정보 시스템 기반 추측항법 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 추측항법부는,

상기 IMU 각속도의 절대값을 실제 속도의 절대값으로 나누어 얻는 IMU 곡률(κ_{IMU})과 지리 정보 시스템으로부터 추출된 위치정보를 이용하여 도로의 미리 정해진 간격마다 순차적으로 설정된 지점(n)에서의 곡률($\kappa_{GIS,n}$)을 이용하여 함수($f(n)$)를 정의 하고,

함수($f(n)$)과 상기 IMU 각도에서 도로의 지평면과 이동 방향이 이루는 각에 해당하는 IMU 경사(θ_{IMU})와 상기 지점(n)에서의 경사($\beta_{GIS,n}$)를 이용하여 함수($g(n)$)를 정의 하고,

상기 IMU 각도에서의 IMU 방위각(Φ_{MAG})과 상기 지점(n)에서의 방위각($\Phi_{GIS,n}$)을 이용하여 함수($h(n)$)를

정의 하고,

상기 지점(n)의 위치와 보정 전 지리 정보 시스템의 위치 정보를 이용하여 상기 지점(n)에 대해 함수($p(n)$)를 정의하고,

함수 $f(n)$, $g(n)$, $h(n)$ 및 $p(n)$ 으로부터 정의되는 손실 함수($q(n)$)가 최소가 되는 지점(n)을 찾고 지리 정보 시스템의 위치 정보를 상기 손실 함수가 최소가되는 지점(n)으로 업데이트하는

지리 정보 시스템 기반 추측항법 장치.

청구항 5

도로상의 위치에 기반한 곡률 및 경사 정보가 포함된 위치 정보를 저장하는 지리 정보 시스템으로부터 위치 정보 추출부를 통해 이동 객체의 위치 추정에 필요한 위치 정보를 추출하는 단계;

IMU 센서를 통해 이동 객체의 운동 방향과 속력 정보를 수집하는 단계; 및

추측항법부를 통해 상기 위치 정보 추출부에서 추출된 위치 정보를 사용하여 상기 IMU 센서로에서 수집된 운동 방향과 속력 정보로부터 위치 정보 기반 오차 보정을 통해 이동 객체의 위치를 추정하는 단계

를 포함하는 지리 정보 시스템 기반 추측 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 도로상의 위치에 기반한 곡률 및 경사 정보가 포함된 위치 정보를 저장하는 지리 정보 시스템으로부터 위치 정보 추출부를 통해 이동 객체의 위치 추정에 필요한 위치 정보를 추출하는 단계는,

지리 정보 시스템으로부터 추출된 위치정보를 이용하여 도로상에서 임의로 정해진 지점을 설정하고, 설정된 지점에 대한 모든 인덱스 값을 원소로 가지는 집합을 생성하고, 상기 집합의 각 원소에 대한 방위각의 변화량, 고도의 변화량, 적도와 평행한 방향에서의 길이의 변화량, 자오선과 평행한 방향에서의 길이의 변화량을 포함하는 위치정보를 이용하여 도로의 곡률, 경사 및 방위각 정보를 계산하는

지리 정보 시스템 기반 추측 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 IMU 센서를 통해 이동 객체의 운동 방향과 속력 정보를 수집하는 단계는 -상기 IMU 센서는 가속도 센서, 자이로스코프 센서 및 지자기 센서를 포함함-,

가속도 센서와 자이로스코프 센서로부터 IMU 각속도를 획득하고, IMU 각속도와 지자기 센서를 이용하여 IMU 각도를 획득하고, 측정된 이동 객체의 가속도에서 중력가속도에 의한 영향을 배제한 역학적 운동에 의한 IMU 가속도를 획득하고, IMU 가속도를 적분하여 IMU 속도를 획득하는

지리 정보 시스템 기반 추측 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 추측항법부를 통해 상기 위치 정보 추출부에서 추출된 위치 정보를 사용하여 상기 IMU 센서로에서 수집된 운동 방향과 속력 정보로부터 위치 정보 기반 오차 보정을 통해 이동 객체의 위치를 추정하는 단계는,

상기 IMU 각속도의 절대값을 실제 속도의 절대값으로 나누어 얻는 IMU 곡률(κ_{IMU})과 지리 정보 시스템으로부터 추출된 위치정보를 이용하여 도로의 미리 정해진 간격마다 순차적으로 설정된 지점(n)에서의 곡률($\kappa_{GIS,n}$)을 이용하여 함수($f(n)$)를 정의 하고,

함수($f(n)$)과 상기 IMU 각도에서 도로의 지평면과 이동 방향이 이루는 각에 해당하는 IMU 경사(θ_{IMU})와 상기 지점(n)에서의 경사($\beta_{GIS,n}$)를 이용하여 함수($g(n)$)를 정의 하고,

상기 IMU 각도에서의 IMU 방위각(Φ_{MAG})과 상기 지점(n)에서의 방위각($\Phi_{GIS,n}$)을 이용하여 함수($h(n)$)를 정의 하고,

상기 지점(n)의 위치와 보정 전 지리 정보 시스템의 위치 정보를 이용하여 상기 지점(n)에 대해 함수($p(n)$)를 정의하고,

함수 $f(n)$, $g(n)$, $h(n)$ 및 $p(n)$ 으로부터 정의되는 손실 함수($q(n)$)가 최소가 되는 지점(n)을 찾고 지리 정보 시스템의 위치 정보를 상기 손실 함수가 최소가되는 지점(n)으로 업데이트하는 지리 정보 시스템 기반 추측 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지리 정보 시스템에 기초하여 GPS 음영 지대에서 현재 위치를 예측하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 추측 방법은 현재의 실제 위치를 알 수 없을 때 이미 알고 있는 출발위치에서 이동 객체의 움직임의 방향과 속력을 계산하여 현재의 위치를 추측하여 항해하는 방법이다.

[0003] 위성항법시스템(Global Positioning System; GPS)은 이러한 추측방법에 사용되는 위치정보를 얻기 위해 널리 이용되고 있다.

[0004] 하지만 GPS 음영 지대에서는 위성 신호의 수신이 불가능하고, 건물이 많은 도심지역에서는 위성 신호 수신은 가능하지만 다중경로 간섭으로 인해 위치 정보에 큰 오차가 발생하는 경우가 생긴다. 또한, 현재 내비게이션 장치 등에 포함된 GPS 장치 들은 그 수신주기가 길어서 이동 객체를 실시간으로 제어하는 데 사용하기엔 무리가 있다.

[0005] 따라서 최근 안정적인 제어를 위한 융합기술이 활발히 연구되고 있다.

[0006] 종래기술에 따른 자율주행 실현을 위한 지능형 자동차 융합기술에서, 특히 GPS 신호를 사용할 수 없는 환경에서 차량의 정밀한 위치 추적을 위해 카메라, 라이다(LiDAR)센서, 관성항법장치(Inertial Navigation System; INS) 등의 다중 센서를 이용하는 방법이 주된 연구대상이다. GPS 신호를 사용할 수 없는 곳에서도 자율주행차량의 주행 안정성 확보를 위해 최소한 차선 레벨 내의 정확한 차량 위치 인식이 필요하기 때문이다.

[0007] GPS 신호를 이용할 수 없는 지역에서 현재 차량의 위치를 추정하기 위해 종래기술은 일반적으로 관성센서(Inertial Measurement Unit; IMU)를 이용한 추측방법(Dead-Reckoning; DR)을 사용했다. 그런데 IMU를 이용해 계산한 요 앵글(Yaw Angle)만을 이용하여 자율주행 자동차의 현재 위치를 계산하면 요 레이트 오차가 점점 누적되어 시간이 지날수록 위치 정확도가 떨어지는 문제가 발생한다. 라이다와 정밀지도를 이용한 방법은 높은 비용이 들기 때문에 대중적으로 이용되기 어렵고, 영상 기반 위치 인식은 영상 인식을 위한 인프라를 구축해야 할 뿐만 아니라 계속해서 관리가 필요하다는 문제가 있다.

[0008] 네비게이션 등의 휴대기기를 위한 어플리케이션에서 GPS는 자동 항법을 구현하기 위해 필요한 매우 중요한 체계이지만, 터널 또는 지하와 같은 폐쇄된 공간 내에서는 GPS 전파를 수신할 수 없기 때문에 GPS를 사용한 위치 추정이 불가능하다. 이를 해결하기 위해 관성센서로부터 추출된 진행 각도와 속도 정보, 기존에 파악된 위치를 이용하여 현재의 위치를 간접적으로 알아내는 추측 방법을 사용할 수 있지만 이것은 필연적으로 오차를 동반하며 오차를 주기적으로 보정하지 않으면 오차가 누적되어 위치 정보에 큰 오류를 야기한다.

[0009] 이러한 문제를 방지하기 위해서 차량의 경우에는 관성센서 외에 조향각, 휠속력등의 보조 정보를 활용하여 추측 방법의 정확도를 높이거나 부가적으로 카메라를 사용한 영상 정보를 사용한다. 만약 대상의 움직임이 도로를 벗

어나지 않는다면 지리 정보 시스템의 정보를 활용하여 실제 도로의 위치에 대한 정보가 반영된 높은 정확도의 위치 정보를 얻을 수 있지만, 도로의 위치 정보 그 자체를 사용하면 지도나 추측 항법 시스템이 동반하는 편차성 오차에 보다 민감하게 반응할 수 있다.

[0010] 따라서, 이러한 종래기술의 위치 추정 방법의 문제점들을 해결하기 위한 위치 정보 기반 오차 보정 방법이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국 공개특허 제10-2020-0052997호(2020.05.18)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 지리 정보 시스템(Geographic Information Systems; GIS)에서 제공하는 도로 정보로부터 추출한 곡률, 방위각, 경사를 활용하여 관성센서(Inertial Motion Unit; IMU)를 사용하는 추측 항법 알고리즘의 정확도를 높인, GPS 음영 지대에서 현재 위치를 예측하는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 지리 정보 시스템 기반 추측항법 장치는 도로상의 위치에 기반한 곡률 및 경사 정보가 포함된 위치 정보를 저장하는 지리 정보 시스템으로부터 이동 객체의 위치 추정에 필요한 위치 정보를 추출하는 위치 정보 추출부, 이동 객체의 운동 방향과 속력 정보를 수집하는 IMU 센서 및 상기 위치 정보 추출부에서 추출된 위치 정보를 사용하여 상기 IMU 센서로에서 수집된 운동 방향과 속력 정보로부터 위치 정보 기반 오차 보정을 통해 이동 객체의 위치를 추정하는 추측항법부를 포함한다.

[0014] 상기 위치 정보 추출부는 지리 정보 시스템으로부터 추출된 위치정보를 이용하여 도로의 미리 정해진 간격마다 순차적으로 지점을 설정하고, 설정된 지점에 대한 모든 인덱스 값을 원소로 가지는 집합을 생성하고, 상기 집합의 각 원소에 대한 방위각의 변화량, 고도의 변화량, 적도와 평행한 방향에서의 길이의 변화량, 자오선과 평행한 방향에서의 길이의 변화량을 포함하는 위치정보를 이용하여 도로의 곡률, 경사 및 방위각 정보를 계산한다.

[0015] 상기 IMU 센서는 가속도 센서, 자이로스코프 센서 및 지자기 센서를 포함하고, 가속도 센서와 자이로스코프 센서로부터 IMU 각속도를 획득하고, IMU 각속도와 지자기 센서를 이용하여 IMU 각도를 획득하고, 측정된 이동 객체의 가속도에서 중력가속도에 의한 영향을 배제한 역학적 운동에 의한 IMU 가속도를 획득하고, IMU 가속도를 적분하여 IMU 속도를 획득한다.

[0016] 상기 추측항법부는 상기 IMU 각속도의 절대값을 실제 속도의 절대값으로 나누어 얻는 IMU 곡률(κ_{IMU})과 지리 정보 시스템으로부터 추출된 도로의 미리 정해진 간격마다 순차적으로 설정된 지점(n)에서의 곡률($\kappa_{GIS,n}$)을 이용하여 정의되는 함수($f(n)$), 상기 IMU 각도에서 도로의 지평면과 이동 방향이 이루는 각에 해당하는 성분인 IMU 경사(θ_{IMU})와 상기 지점(n)에서의 경사($\beta_{GIS,n}$)를 이용하여 정의되는 함수($g(n)$), 상기 IMU 각도에서 방위각에 해당하는 성분인 IMU 방위각(Φ_{MAG})과 상기 지점(n)에서의 방위각($\Phi_{GIS,n}$)을 이용하여 정의되는 함수($h(n)$), 상기 지점(n)의 위치와 보정 전 지리 정보 시스템의 위치 정보를 이용하여 정의되는 함수($p(n)$)으로부터 정의되는 손실 함수($q(n)$)가 최소가 되는 지점(n)을 찾고 지리 정보 시스템의 위치 정보를 상기 손실 함수가 최소가 되는 지점(n)으로 업데이트한다.

[0017] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 지리 정보 시스템 기반 추측항법 방법은 도로상의 위치에 기반한 곡률 및 경사 정보가 포함된 위치 정보를 저장하는 지리 정보 시스템으로부터 위치 정보 추출부를 통해 이

동 객체의 위치 추정에 필요한 위치 정보를 추출하는 단계, IMU 센서를 통해 이동 객체의 운동 방향과 속력 정보를 수집하는 단계 및 추측항법부를 통해 상기 위치 정보 추출부에서 추출된 위치 정보를 사용하여 상기 IMU 센서로부터 수집된 운동 방향과 속력 정보로부터 위치 정보 기반 오차 보정을 통해 이동 객체의 위치를 추정하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시 예에 따르면 추측항법의 종래기술인 부가적인 정보(예를 들어, 차량의 조향각, 휠속력)의 활용이 불가능하고 GIS 정보와 IMU 센서의 데이터만 활용이 가능한 경우(예를 들어, 스마트폰의 지도 어플리케이션 등) IMU 센서로부터 얻어진 역학 정보와 함께 GIS 에서 제공되는 도로의 곡률, 경사, 방위각에 대응되는 지리 정보를 이용하여 오차를 보정함으로써 이동 객체의 현재 위치를 예측할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 지리 정보 시스템 기반 추측항법 장치의 구성을 나타내는 도면이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 지리 정보 시스템 기반 추측항법 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 지리 정보 시스템 기반 추측항법 알고리즘의 상세 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 지리 정보 시스템 기반 추측항법 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

[0023] 제안하는 지리 정보 시스템(Geographic Information Systems; GIS) 기반 추측항법 장치(100)는 위치 정보 추출부(110), IMU 센서(120) 및 추측항법부(130)를 포함한다.

[0024] 본 발명의 실시예에 따른 지리 정보 시스템 기반 추측항법 장치는 추측항법에서 역학 정보를 얻기 위해 사용하는 관성 측정 장치(Inertial Measurement Unit; IMU) 센서를 사용한다. 하지만 IMU 센서만으로는 추측된 현재 위치에 대한 정확한 보정이 어려우므로 이를 위해 지리 정보 시스템 기반의 도로상의 위치에 기반한 곡률 및 경사 정보를 포함하는 위치 정보를 사용한다. 이를 통해 GPS 음영 지대에서 다른 센서 정보의 도움 없이 지리 정보 시스템과 IMU 센서 정보만으로 현재 위치를 보다 정확하게 파악할 수 있다.

[0025] 본 발명의 실시예에 따른 위치 정보 추출부(110)는 도로상의 위치에 기반한 곡률 및 경사 정보가 포함된 위치 정보를 저장하는 지리 정보 시스템으로부터 이동 객체의 위치 추정에 필요한 위치 정보를 추출한다.

[0026] 위치 정보 추출부(110)는 지리 정보 시스템으로부터 추출된 위치정보를 이용하여 정해진 간격마다 순차적으로 도로에 지점을 설정한다. 그리고, 설정된 모든 지점에 대한 인덱스 값을 원소로 가지는 집합을 생성한다. 이후, 집합의 각 원소에 대한 방위각의 변화량, 고도의 변화량, 적도와 평행한 방향에서의 길이의 변화량, 자오선과 평행한 방향에서의 길이의 변화량을 포함하는 위치정보를 이용하여 도로의 곡률, 경사 및 방위각 정보를 계산한다.

[0027] 본 발명의 실시예에 따른 IMU 센서(120)는 이동 객체의 운동 방향과 속력 정보를 수집한다.

[0028] IMU 센서(120)는 가속도 센서, 자이로스코프 센서 및 지자기 센서를 포함한다. IMU 센서(120)는 가속도 센서와 자이로스코프 센서로부터 IMU 각속도를 획득하고, IMU 각속도와 지자기 센서를 이용하여 IMU 각도를 획득하고, 측정된 이동 객체의 가속도에서 중력가속도에 의한 영향을 배제한 역학적 운동에 의한 IMU 가속도를 획득하고, IMU 가속도를 적분하여 IMU 속도를 획득한다.

[0029] 본 발명의 실시예에 따른 IMU 센서(120)는 보통 6축 센서로 물체의 움직임에 대해 x,y,z 세 방향에 대한 가속도 및 각 방향을 축으로 하는 각속도의 총 6가지 정보를 추출할 수 있다. 이로부터 위치의 추측에 필요한 각속도(이하, IMU 각속도라 한다)와 속도(이하, IMU 속도라 한다)의 데이터를 얻는다. 경우에 따라서는 각 방향에 대한 지자기를 포함한 9축 센서도 사용 가능하다.

[0030] 본 발명의 실시예에 따른 IMU 센서(120)는 예를 들어 y축 방향이 이동 수단의 진행 방향을 가리키고, z축 방향이 이동 수단의 바닥 면 방향을 가리키도록 고정된 뒤, 가속도 센서와 자이로스코프 센서(다시 말해, 각속도 센

서)의 측정값으로부터 IMU 각속도를 얻고, IMU 각속도와 지자기 센서를 이용하여 각도(이하, IMU 각도라 한다)를 얻은 뒤, 측정된 가속도에서 중력가속도에 의한 영향을 배제한 역학적 운동에 의한 가속도(이하, IMU 가속도라 한다)를 얻고 IMU 가속도를 적분하여 IMU 속도를 얻을 수 있다.

[0031] 본 발명의 실시예에 따른 추측항법부(130)는 위치 정보 추출부(110)에서 추출된 위치 정보를 사용하여 상기 IMU 센서를 통해 수집된 운동 방향과 속력 정보로부터 위치 정보 기반 오차 보정을 통해 이동 객체의 위치를 추정한다.

[0032] 본 발명의 실시예에 따른 추측항법부(130)는 상기 IMU 각속도의 절대값을 실제 속도의 절대값으로 나누어 얻는 IMU 곡률(κ_{IMU})과 지리 정보 시스템으로부터 추출된 위치정보를 이용하여 도로의 미리 정해진 간격마다 순차적으로 설정된 지점(n)에서의 곡률($\kappa_{GIS,n}$)을 이용하여 함수($f(n)$)를 정의한다.

[0033] 그리고, 상기 IMU 각도에서 도로의 지평면과 이동 방향이 이루는 각에 해당하는 IMU 경사(θ_{IMU})와 상기 지점(n)에서의 경사($\beta_{GIS,n}$)를 이용하여 함수($g(n)$)를 정의한다.

[0034] 그리고, IMU 각도에서의 방위각에 해당하는 IMU 방위각(Φ_{MAG})과 상기 지점(n)에서의 방위각($\Phi_{GIS,n}$)을 이용하여 함수($h(n)$)를 정의한다.

[0035] 본 발명의 실시예에 따른 추측항법부(130)는 상기 지점(n)의 위치와 보정 전 지리 정보 시스템의 위치 정보를 이용하여 상기 지점(n)에 대해 정의되는 함수($p(n)$)이 주어졌을 때 함수 $f(n)$, $g(n)$, $h(n)$ 및 $p(n)$ 으로부터 정의되는 손실 함수($q(n)$)가 최소가 되는 지점(n)을 찾고 지리 정보 시스템의 위치 정보를 상기 손실 함수가 최소가 되는 지점(n)으로 업데이트한다.

[0037] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 지리 정보 시스템 기반 추측항법 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0038] 제안하는 지리 정보 시스템(Geographic Information Systems; GIS) 기반 추측항법 방법은 도로상의 위치에 기반한 곡률 및 경사 정보가 포함된 위치 정보를 저장하는 지리 정보 시스템으로부터 위치 정보 추출부를 통해 이동 객체의 위치 추정에 필요한 위치 정보를 추출하는 단계(210), IMU 센서를 통해 이동 객체의 운동 방향과 속력 정보를 수집하는 단계(220) 및 추측항법부를 통해 상기 위치 정보 추출부에서 추출된 위치 정보를 사용하여 상기 IMU 센서로부터 수집된 운동 방향과 속력 정보로부터 위치 정보 기반 오차 보정을 통해 이동 객체의 위치를 추정하는 단계(230)를 포함한다.

[0039] 단계(210)에서, 도로 상의 위치에 기반한 곡률 및 경사 정보가 포함된 위치 정보를 저장하는 지리 정보 시스템으로부터 위치 정보 추출부를 통해 이동 객체의 위치 추정에 필요한 위치 정보를 추출한다.

[0040] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 위치 정보 추출부는 먼저 지리 정보 시스템으로부터 추출된 위치 정보를 이용하여 도로의 미리 정해진 간격마다 순차적으로 지점을 설정한다. 그리고, 설정된 지점에 대한 모든 인덱스 값을 원소로 가지는 집합을 생성한다. 이후, 집합의 각 원소에 대한 방위각의 변화량, 고도의 변화량, 적도와 평행한 방향에서의 길이의 변화량, 자오선과 평행한 방향에서의 길이의 변화량을 포함하는 위치정보를 이용하여 도로의 곡률, 경사 및 방위각 정보를 계산한다.

[0041] 단계(210)에서, 지리 정보 시스템으로부터 위치 정보를 추출하여 이동 객체의 위치를 보정할 수 있다. 이후, 미리 정해진 갱신 주기 이후(213) GPS 사용 가능 여부를 판단할 수 있다(214). GPS 사용이 가능한 경우, 지리 정보 시스템의 위치 정보를 GPS 위치로 수정할 수 있다(215). 이후, 미리 정해진 갱신 주기 이후(213) 위 과정을 반복할 수 있다. GPS 사용이 가능하지 않은 경우, 단계(220)으로 이동한다.

[0042] 단계(220)에서, IMU 센서를 통해 이동 객체의 운동 방향과 속력 정보를 수집한다. 본 발명의 실시예에 따른 IMU 센서는 가속도 센서, 자이로스코프 센서 및 지자기 센서를 포함한다.

[0043] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 IMU 센서는 가속도 센서와 자이로스코프 센서로부터 IMU 각속도를 획득하고, IMU 각속도와 지자기 센서를 이용하여 IMU 각도를 획득하고, 측정된 이동 객체의 가속도에서 중력가속도에 의한

영향을 배제한 역학적 운동에 의한 IMU 가속도를 획득하고, IMU 가속도를 적분하여 IMU 속도를 획득한다.

[0044] 본 발명의 실시예에 따른 IMU 센서는 보통 6축 센서로 물체의 움직임에 대해 x,y,z 세 방향에 대한 가속도 및 각 방향을 축으로 하는 각속도의 총 6가지 정보를 추출할 수 있다. 이로부터 위치의 추측에 필요한 IMU 각속도와 IMU 속도의 데이터를 얻는다.

[0045] 본 발명의 실시예에 따른 IMU 센서는 예를 들어 y축 방향이 이동 수단의 진행 방향을 가리키고, z축 방향이 이동 수단의 바닥 면 방향을 가리키도록 고정된 뒤, 가속도 센서와 자이로스코프 센서(다시 말해, 각속도 센서)의 측정값으로부터 IMU 각속도를 얻고, IMU 각속도와 지자기 센서를 이용하여 IMU 각도를 얻은 뒤, 측정된 가속도에서 중력가속도에 의한 영향을 배제한 역학적 운동에 의한 IMU 가속도를 얻고 IMU 가속도를 적분하여 IMU 속도를 얻을 수 있다.

[0046] 본 발명의 실시예에 따른 IMU 센서는 자세 방위 기준 장치(attitude and heading reference system; AHRS)를 통해 자이로스코프 센서와 가속도 센서, 지자기 센서의 출력으로부터 IMU 각도를 알아내고, 오프셋이 필터링된 가속도 센서의 출력에 칼만 필터를 사용한 뒤 중력가속도 9.8m/s의 근사값이나 지리 정보 시스템의 데이터를 통해 보정된 위치 정보(이하, GIS 위치라 한다)로부터 추정한 중력가속도를 가속도에서 제외하여 IMU 가속도를 산출한다. 다수의 가속도 센서를 다양한 각도로 PCB에 실장하여 존재할 수 있는 가속도 센서 출력의 비선형성에 의한 오차를 보정할 수 있다.

[0047] 단계(230)에서, 추측항법부를 통해 상기 위치 정보 추출부에서 추출된 위치 정보를 사용하여 상기 IMU 센서에서 수집된 운동 방향과 속력 정보로부터 위치 정보 기반 오차 보정을 통해 이동 객체의 위치를 추정한다.

[0048] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 추측항법부는 상기 IMU 각속도의 절대값을 실제 속도의 절대값으로 나누어 얻는 IMU 곡률(κ_{IMU})과 지리 정보 시스템으로부터 추출된 위치정보를 이용하여 도로의 미리 정해진 간격마다 순차적으로 설정된 지점(n)에서의 곡률($\kappa_{GIS,n}$)을 이용하여 함수($f(n)$)를 정의한다.

[0049] 그리고, 상기 IMU 각도에서 도로의 지평면과 이동 방향이 이루는 각에 해당하는 IMU 경사(θ_{IMU})와 상기 지점(n)에서의 경사($\beta_{GIS,n}$)를 이용하여 함수($g(n)$)를 정의한다.

[0050] 그리고, IMU 각도에서의 방위각에 해당하는 IMU 방위각(Φ_{MAG})과 상기 지점(n)에서의 방위각($\Phi_{GIS,n}$)을 이용하여 함수($h(n)$)를 정의한다.

[0051] 본 발명의 실시예에 따른 추측항법부는 상기 지점(n)의 위치와 보정 전 지리 정보 시스템의 위치 정보를 이용하여 상기 지점(n)에 대해 정의되는 함수($p(n)$)이 주어졌을 때 함수 $f(n)$, $g(n)$, $h(n)$ 및 $p(n)$ 으로부터 정의되는 손실 함수($q(n)$)가 최소가 되는 지점(n)을 찾고 지리 정보 시스템의 위치 정보를 상기 손실 함수가 최소가 되는 지점(n)으로 업데이트한다.

[0053] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 지리 정보 시스템 기반 추측항법 알고리즘의 상세 흐름도이다.

[0054] 먼저, 도로상의 위치에 기반한 곡률 및 경사 정보가 포함된 위치 정보를 저장하는 지리 정보 시스템으로부터 이동 객체의 위치 추정에 필요한 위치 정보를 추출하기 위해 도로 위 각 지점의 곡률, 기울기, 방위각을 계산할 수 있다(311).

[0055] 본 발명의 실시예에 따르면, 먼저 지리 정보 시스템에서 도로의 일정 간격 Δs 마다 순차적으로 지점을 설정한다. 단 순차적으로 설정하지 않아도 나머지 구현에 문제가 없다면 순차적으로 설정하지 않아도 된다. 인덱스(index) 값 n에 대해 n의 인덱스를 가지는 지점을 n번째 지점이라 하고, 가능한 모든 n을 원소로 가지는 집합을 N이라 한다. n번째 지점에서의 방위각의 변화량을(n-1번째 지점과 n번째 지점에서의 방위각의 차이) $\Delta\Phi_{GIS,n}$, 고도의 변화량을 $\Delta z_{GIS,n}$, 적도와 평행한 방향에서의 길이의 변화량을 $\Delta x_{GIS,n}$, 자오선과 평행한 방향에서

의 길이의 변화량을 $\Delta y_{GIS,n}$ 이라 하자. 모든 n 에 대해 n 번째 지점에서의 곡률(이하, n 번째 지점에서의 GIS 곡률이라 한다) $\kappa_{GIS,n} = \left| \frac{\Delta \Phi_{GIS,n}}{\Delta s} \right|$ 과 경사(이하, n 번째 지점에서의 GIS 경사라 한다) $\beta_{GIS,n} = \tan \frac{\Delta z_{GIS,n}}{\Delta s}$, 방위각(이하, n 번째 지점에서의 GIS 방위각이라 한다) $\Phi_{GIS,n} = \tan \frac{\Delta y_{GIS,n}}{\Delta x_{GIS,n}}$ 를 미리 계산한다.

[0056] 이후, 미리 정해진 갱신 주기 이후(3123) GPS 사용 가능 여부를 판단할 수 있다(313). GPS 사용이 가능한 경우, 지리 정보 시스템의 위치 정보를 GPS 위치로 수정할 수 있다(314). 이후, 미리 정해진 갱신 주기 이후(312) 위 과정을 반복할 수 있다. GPS 사용이 가능하지 않은 경우, 단계(321)으로 이동한다.

[0057] 단계(321)에서, IMU 센서를 통해 측정된 값을 읽어올 수 있다.

[0058] 단계(322)에서, 자세 방위 기준 장치(attitude and heading reference system; AHRS)를 통해 자이로스코프와 가속도센서, 지자계센서의 출력으로부터 IMU 각도를 계산할 수 있다.

[0059] 단계(323)에서, IMU 각도를 미분하여 IMU 각속도를 계산할 수 있다.

[0060] IMU 센서에서 가속도 센서 출력의 오프셋을 보정하고(331), 오프셋이 보정된 가속도센서의 출력에 칼만 필터를 사용한 뒤(332) 중력가속도 9.8m/s의 근사값이나 지리정보시스템의 데이터를 통해 보정(367)된 GIS 위치 정보로부터 추정된 중력가속도를 가속도에서 제외하여 IMU 가속도를 계산한다(334). 이후, 측정된 가속도에서 중력가속도에 의한 영향을 배제하여 역학적 운동에 의한 IMU 가속도를 얻고 IMU 가속도를 적분하여 IMU 속도를 얻는다(333).

[0061] 이전에 계산된 GIS 위치와 IMU 속도로부터, 실제 속도와 보정되지 않은 현재의 지리 정보 기반 위치(이하, 보정 전 GIS 위치라 한다)를 구한다.

[0062] 단계(341)에서, 도플러 레이더의 사용 가능 여부를 판단한다. 도플러 레이더의 사용이 가능하지 않은 경우, 실제 속도는 IMU 속도와 같도록 설정한다(342). 도플러 레이더의 사용이 가능한 경우, 실제 속도는 도플러 레이더의 속도와 같도록 설정한다(343).

[0063] 본 발명의 실시예로서, 보정 전 GIS 위치는 이전에 계산된 GIS 위치에 실제 속도를 누적하여 얻는다(344). 실제 속도는 IMU 속도와 같지만, 더 높은 정확도를 얻기 위해 IMU 속도 대신 도플러 레이더나 듀얼 카메라 또는 거리 측정 센서로부터 속도를 측정하거나 유추하여 사용할 수 있다.

[0064] IMU 각속도의 크기를 실제 속도의 크기로 나누어 얻는 곡률(이하, IMU 곡률이라 한다)(κ_{IMU})(351)을 구하고, 곡률(κ_{IMU})과 지점 n 에서의 GIS 곡률 곡률($\kappa_{GIS,n}$)을 이용하여 함수($f(n)$)를 정의한다(361).

[0065] IMU 각도에서 지평면과 이동 방향이 이루는 각에 해당하는 성분(이하, IMU 경사라 한다)(θ_{IMU})를 구하고(352), 성분(θ_{IMU})과 지점 n 에서의 GIS 경사($\beta_{GIS,n}$)를 이용하여 n 에 대해 함수($g(n)$)를 정의한다(362).

[0066] IMU 각도에서 방위각(북쪽 방향을 +y 방향으로 하여 시계 방향으로 측정한다) 성분(이하, IMU 방위각이라 한다)(Φ_{MAG})을 구하고(353), 성분(Φ_{MAG})과 지점 n 에서의 GIS 방위각($\Phi_{GIS,n}$)을 이용하여 함수($h(n)$)를 정의한다(363).

[0067] 지점 n 의 위치와 보정 전 GIS 위치를 이용하여 n 에 대해 정의되는 함수($p(n)$)를 계산한다(364).

[0068] 함수 $f(n)$, $g(n)$, $h(n)$ 및 $p(n)$ 으로부터 정의되는 손실 함수($q(n)$)를 계산한다(365).

[0069] 손실 함수($q(n)$)가 최소가 되는 n 을 찾고 GIS 위치를 해당 n 번째 지점의 위치로 업데이트한다(366).

[0070] 본 발명의 실시예로써, 보정 전 GIS 위치와 n번째 지점의 위치 사이의 거리(미터 단위)를 d_n 이라 할 때 함수 $f(n)$, $g(n)$, $h(n)$, $p(n)$ 및 $q(n)$ 은 다음과 같이 나타낼 수 있다:

$$f(n) = (\kappa_{IMU} - \kappa_{GIS,n})^{2a_1} + a_2 \quad (1)$$

$$g(n) = (\theta_{IMU} - \beta_{GIS,n})^{2a_3} + a_4 \quad (2)$$

$$h(n) = (\Phi_{MAG} - \Phi_{GIS,n})^{2a_5} + a_6 \quad (3)$$

$$p(n) = d_n^{6a_7} + a_8 \quad (4)$$

$$q(n) = f(n)g(n)h(n)p(n) \quad (5)$$

[0076] $a_1, \dots, a_8$ 는 실험적으로 결정 가능한 상수이다. 식(1) 내지 식(4)의 상수 a_2, a_4, a_6, a_8 은 양의 정수로 설정해야 하는데, 이는 함수 $f(n)$, $g(n)$, $h(n)$ 및 $p(n)$ 에서 제곱 오차의 값이 0보다 크도록 하기 위한 것이다. $p(n)$ 에서 d_n 의 차수가 $6a_7$ 인 것은 거리의 오차가 $f(n)$, $g(n)$, $h(n)$ 에서 구하고자 하는 오차들보다 3배의 가중치로 반영되도록 하기 위한 것이다. 손실 함수 $q(n)$ 을 $f(n)$, $g(n)$, $h(n)$ 및 $p(n)$ 의 곱으로 설정한 것은 여러 개의 값이 동시에 증가하는 상황을 한 개의 값이 증가하는 상황보다 큰 가중치로 배제하기 위한 이유이다. 이는 센서의 오작동으로 한 개의 값이 잘못 측정되는 경우를 고려한 것이다. 식(5)는 손실 함수의 실시예 중 한 가지를 제시한 것이며 해당 식은 필요에 따라서 다양하게 구현이 가능하다.

[0077] 보정 후 위치를 Q 라고 정의하면 위치 정보의 보정값은 아래 수식을 사용해 산출이 가능하다.

$$Q = \operatorname{argmin}_{n \in N} \{q(n)\} \quad (6)$$

[0080] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있으며 소프트웨어의 실행에 따라 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수 있다. 이해의 편의를 위하여 하나의 처리 장치를 사용하는 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 필요할 경우 연산을 빠르게 수행하기 위해 병렬 처리 기법을 도입할 수 있다.

[0081] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크

로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

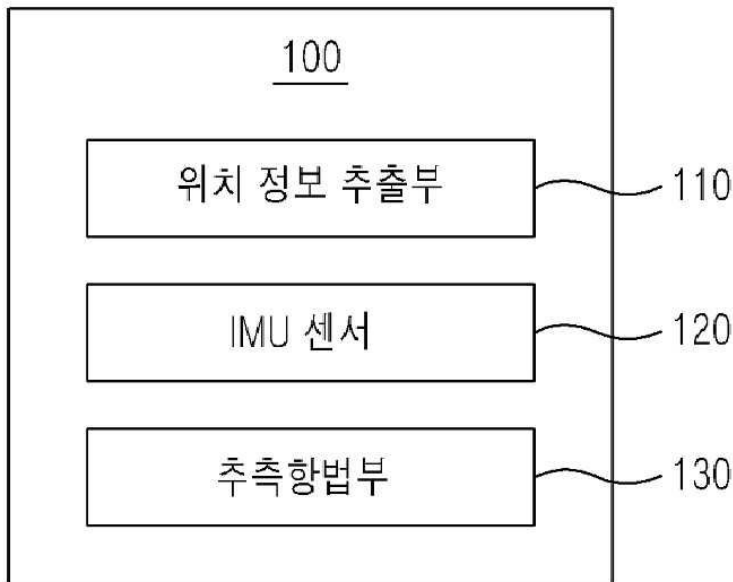
[0082] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 상기 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0083] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

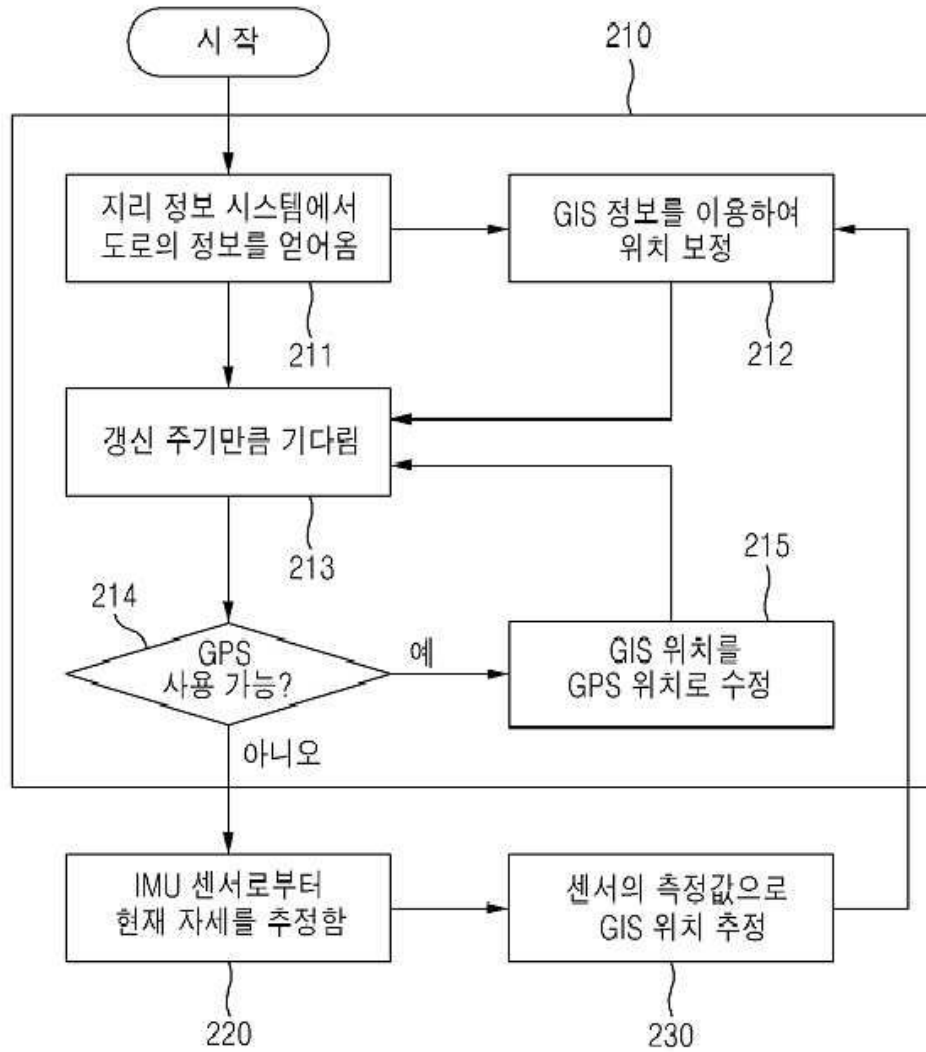
[0084] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

도면1



도면2



도면3

