



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0054590
(43) 공개일자 2024년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01C 21/16 (2006.01) G01C 21/14 (2006.01)
G01C 21/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01C 21/183 (2023.08)
G01C 21/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0134763
(22) 출원일자 2022년10월19일
심사청구일자 2022년10월19일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대 학교)
(72) 발명자
원중훈
경기도 광명시 소하로 38, 210동 104호(소하동, 휴먼시아2단지아파트)
박동혁
경기도 안양시 만안구 경수대로 1193, 118동 906호(석수동, 석수e-편한세상아파트)
(74) 대리인
양성보

전체 청구항 수 : 총 7 항

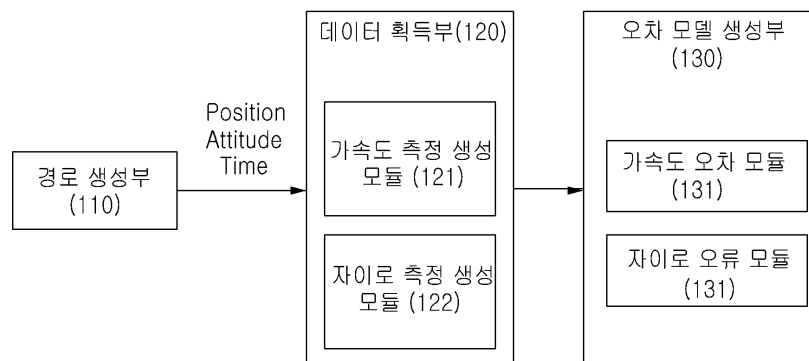
(54) 발명의 명칭 GNSS/INS 통합 항법 알고리즘 개발 및 검증을 위한 IMU 측정치 생성 기술

(57) 요약

GNSS/INS 통합 항법 알고리즘 개발 및 검증을 위한 IMU 측정치 생성 기술이 개시된다. 일 실시예에 따른 IMU 측정치 생성 시스템은, 사용자로부터 설정된 경로 특성을 이용하여 경로 정보를 생성하는 경로 생성부; 상기 생성된 경로 정보를 이용하여 IMU 측정치를 획득하는 데이터 획득부; 및 상기 획득된 IMU 측정치에 IMU오차 모델에 구성된 오차를 결합하는 오차 모델 생성부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

G01C 21/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1325164014
과제번호	092021D75000000
부처명	경찰청
과제관리(전문)기관명	(재단)자율주행기술개발혁신사업단
연구사업명	자율주행기술개발혁신사업
연구과제명	AI 운전능력평가 표준화 및 평가 프로세스 개발(2차년도)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	도로교통공단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

IMU 측정치 생성 시스템에 있어서,
 사용자로부터 설정된 경로 특성을 이용하여 경로 정보를 생성하는 경로 생성부;
 상기 생성된 경로 정보를 이용하여 IMU 측정치를 획득하는 데이터 획득부; 및
 상기 획득된 IMU 측정치에 IMU오차 모델에 구성된 오차를 결합하는 오차 모델 생성부
 를 포함하는 IMU 측정치 생성 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 경로 생성부는,
 초기 위치, 초기 속도, 시간 간격, 직선 및 곡선 구간을 포함하는 경로 특성 정보를 설정하고, 상기 설정된 경로 특성 정보에 대한 위치 오차를 생성하고, 상기 생성된 위치 오차에 상기 경로 특성 정보를 반영하여 상기 경로 정보를 생성하는
 것을 특징으로 하는 IMU 측정치 생성 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 데이터 획득부는,
 관성항법시스템(INS)의 관성 정보로부터 추정된 위치 정보를 이용하여 위치 변화율, 중력, 지구 자전 및 항체 각속도를 계산하고, 상기 계산된 위치 변화율에 기초하여 속도 변화율을 계산하고, 상기 계산된 속도 변화율, 상기 계산된 중력, 상기 계산된 지구 자전 및 항체 각속도를 이용하여 가속도를 계산하여 가속도 출력을 획득하는
 것을 특징으로 하는 IMU 측정치 생성 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 데이터 획득부는,
 관성항법시스템(INS)의 관성 정보로부터 추정된 자세 정보를 이용하여 DCM을 계산하여 DCM 값을 획득하고, 상기 획득된 DCM 값에 기초하여 자세 변화율을 계산하고, 상기 계산된 자세 변화율과 상기 위치 정보를 이용하여 계산된 지구 자전 및 항체 각속도에 기초하여 각속도를 계산하여 각속도 출력을 획득하는
 것을 특징으로 하는 IMU 측정치 생성 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 오차 모델 생성부는,
 상기 획득된 IMU 측정치에 포함된 가속도 출력과 각속도 출력의 각각에 가속도계 오차 및 각속도계 오차를 반영하기 위한 IMU오차 모델을 생성하는

것을 특징으로 하는 IMU 측정치 생성 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 오차 모델 생성부는,

상기 생성된 IMU 오차 모델을 이용하여 상기 획득된 IMU 측정치에 가속도계 오차 및 각속도계 오차를 반영하는 것을 특징으로 하는 IMU 측정치 생성 시스템.

청구항 7

IMU 측정치 생성 시스템에 의해 수행되는 IMU 측정치 생성 방법에 있어서,

사용자로부터 설정된 경로 특성을 이용하여 경로 정보를 생성하는 단계;

상기 생성된 경로 정보를 이용하여 IMU 측정치를 획득하는 단계; 및

상기 획득된 IMU 측정치에 IMU오차 모델에 구성된 오차를 결합하는 단계

를 포함하는 IMU 측정치 생성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 설명은 IMU 센서의 측정치 생성 기술에 관한 것이다.

[0002]본 발명은 2022년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.092021D75000000, AI 운전능력평가 표준화 및 평가 프로세스 개발).

배경 기술

[0004]기존 통합 항법 알고리즘 개발 및 검증을 위해서는 실제 센서에서 기록된 궤적 및 데이터를 이용하게 된다. 그러나 실제 궤적을 기록하는데 시간과 비용이 많이 들며, 다양한 궤적을 실험하기에 물리적 제약이 존재한다는 문제점이 있다. 이에, 통합 항법 알고리즘 개발 및 검증을 위한 센서 측정치 기술이 요구되고 있다.

[0005]한편, 대한민국 등록특허 제 10-1270582호에 GPS/INS 통합 항법 시스템의 성능 검증 기술이 개시된 바 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007]본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 통합 항법 알고리즘 개발 및 검증 위한 실제 IMU 센서와 유사한 측정치를 생성하는 것에 그 목적이 있으며, 언급되지 않은 다른 목적들은 아래의 기재로부터 이해될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009]IMU 측정치 생성 시스템은, 사용자로부터 설정된 경로 특성을 이용하여 경로 정보를 생성하는 경로 생성부; 상기 생성된 경로 정보를 이용하여 IMU 측정치를 획득하는 데이터 획득부; 및 상기 획득된 IMU 측정치에 IMU오차 모델에 구성된 오차를 결합하는 오차 모델 생성부를 포함할 수 있다.

[0010]상기 경로 생성부는, 초기 위치, 초기 속도, 시간 간격, 직선 및 곡선 구간을 포함하는 경로 특성 정보를 설정

하고, 상기 설정된 경로 특성 정보에 대한 위치 오차를 생성하고, 상기 생성된 위치 오차에 상기 경로 특성 정보를 반영하여 상기 경로 정보를 생성할 수 있다.

[0011] 상기 데이터 획득부는, 관성항법시스템(INS)의 관성 정보로부터 추정된 위치 정보를 이용하여 위치 변화율, 중력, 지구 자전 및 항체 각속도를 계산하고, 상기 계산된 위치 변화율에 기초하여 속도 변화율을 계산하고, 상기 계산된 속도 변화율, 상기 계산된 중력, 상기 계산된 지구 자전 및 항체 각속도를 이용하여 가속도를 계산하여 가속도 출력을 획득할 수 있다.

[0012] 상기 데이터 획득부는, 관성항법시스템(INS)의 관성 정보로부터 추정된 자세 정보를 이용하여 DCM을 계산하여 DCM 값을 획득하고, 상기 획득된 DCM 값에 기초하여 자세 변화율을 계산하고, 상기 계산된 자세 변화율과 상기 위치 정보를 이용하여 계산된 지구 자전 및 항체 각속도에 기초하여 각속도를 계산하여 각속도 출력을 획득할 수 있다.

[0013] 상기 오차 모델 생성부는, 상기 획득된 IMU 측정치에 포함된 가속도 출력과 각속도 출력의 각각에 가속도계 오차 및 각속도계 오차를 반영하기 위한 IMU오차 모델을 생성할 수 있다.

[0014] 상기 오차 모델 생성부는, 상기 생성된 IMU 오차 모델을 이용하여 상기 획득된 IMU 측정치에 가속도계 오차 및 각속도계 오차를 반영할 수 있다.

[0015] IMU 측정치 생성 시스템에 의해 수행되는 IMU 측정치 생성 방법은, 사용자로부터 설정된 경로 특성을 이용하여 경로 정보를 생성하는 단계; 상기 생성된 경로 정보를 이용하여 IMU 측정치를 획득하는 단계; 및 상기 획득된 IMU 측정치에 IMU오차 모델에 구성된 오차를 결합하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 IMU 측정치 생성 기술에 따르면, 다양한 궤적으로 통합 항법 알고리즘의 개발 및 검증을 가능하게 하여 시간적, 비용적 측면에서 개발의 효율성을 높이는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 일 실시예에 있어서, IMU 측정치 생성 시스템의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

도 2는 일 실시예에 있어서, IMU 측정치 생성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 일 실시예에 있어서, 경로 생성부의 구성을 설명하기 위한 상세 블록도이다.

도 4는 일 실시예에 있어서, 데이터 획득부의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 일 실시예에 있어서, IMU오차 모델의 종류를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 일 실시예에 있어서, IMU 측정치 생성 기술을 적용한 예이다.

도 7은 일 실시예에 있어서, 경로 생성부에서 생성된 경로의 예이다.

도 8은 일 실시예에 있어서, 자이로계의 출력의 예이다.

도 9는 일 실시예에 있어서, 측정치와 오차를 결합한 출력의 예이다.

도 10은 일 실시예에 있어서, 데이터 획득부의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0022] 도 1은 일 실시예에 있어서, IMU 측정치 생성 시스템의 구성을 설명하기 위한 블록도이고, 도 2는 일 실시예에 있어서, IMU 측정치 생성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0023] IMU 측정치 생성 시스템(100)의 프로세서는 경로 생성부(110), 데이터 획득부(120) 및 오차 모델 생성부(130)를

포함할 수 있다. 이러한 프로세서의 구성요소들은 IMU 측정치 생성 시스템에 저장된 프로그램 코드가 제공하는 제어 명령에 따라 프로세서에 의해 수행되는 서로 다른 기능들(different functions)의 표현들일 수 있다. 프로세서 및 프로세서의 구성요소들은 도 2의 IMU 측정치 생성 방법이 포함하는 단계들(210 내지 230)을 수행하도록 IMU 측정치 생성 시스템을 제어할 수 있다. 이때, 프로세서 및 프로세서의 구성요소들은 메모리가 포함하는 운영체제의 코드와 적어도 하나의 프로그램의 코드에 따른 명령(instruction)을 실행하도록 구현될 수 있다.

[0024] 프로세서는 IMU 측정치 생성 방법을 위한 프로그램의 파일에 저장된 프로그램 코드를 메모리에 로딩할 수 있다. 예를 들면, IMU 측정치 생성 시스템에서 프로그램이 실행되면, 프로세서는 운영체제의 제어에 따라 프로그램의 파일로부터 프로그램 코드를 메모리에 로딩하도록 IMU 측정치 생성 시스템을 제어할 수 있다. 이때, 경로 생성부(110), 데이터 획득부(120) 및 오차 모델 생성부(130) 각각은 메모리에 로딩된 프로그램 코드 중 대응하는 부분의 명령을 실행하여 이후 단계들(210 내지 230)을 실행하기 위한 프로세서의 서로 다른 기능적 표현들일 수 있다.

[0025] 단계(210)에서 경로 생성부(110)는 사용자로부터 설정된 경로 특성을 이용하여 경로 정보를 생성할 수 있다. 도 3을 참고하면, 경로 생성부(110)의 구성을 설명하기 위한 상세 블록도이다. 경로 생성부(110)는 경로 특성 설정부(111), 위치 오차 생성부(112) 및 경로 평탄화부(113)를 포함할 수 있다. 경로 특성 설정부(111)는 초기 위치, 초기 속도, 시간 간격, 직선 및 곡선 구간을 포함하는 경로 특성 정보를 설정할 수 있다. 예를 들면, 경로 특성 설정부(111)는 사용자에게 의해 입력된 위치 값, 속도 값, 시간 가격, 직선 및 곡선 구간을 포함하는 경로 특성 정보를 수신할 수 있다. 또는, 경로 특성 설정부(111)는 센서에 의해 측정된 위치 값, 속도 값, 시간 가격, 직선 및 곡선 구간을 포함하는 경로 특성 정보를 설정할 수 있다. 일례로, 경로 특성 설정부(111)는 초기 위치, 초기 속도, 시간 간격을 설정할 수 있다. 경로 특성 설정부(110)는 초기 위치, 초기 속도, 시간 간격을 설정한 후, 직선 구간과 곡선 구간의 수를 설정하고 각 구간에 대해서 특성을 설정할 수 있다. 이때, 경로 특성 설정부(110)는 모든 구간에 대해서 가속도와 가속도 유지 시간을 설정할 수 있다. 예를 들어, 경로 특성 설정부(110)는 초기 속도가 10m/s이고 가속도가 0m/s²인 상태로 10초간 유지하면, 10m/s의 속도로 10초간 등속 운동을 하는 차량의 경로를 생성할 수 있다. 이때, 가속도가 양수인 경우는 속도가 증가하는 상황을 나타내며, 음수인 경우에는 감속하는 상황을 나타낸다. 추가적으로, 경로 특성 설정부(110)는 곡선 구간에 대해서 앞선 회전 각속도와 유지 시간을 설정할 수 있다. 이때, 회전 각속도가 양수인 경우는 차량이 오른쪽으로 회전하는 상황을 나타내고, 음수인 경우는 왼쪽으로 회전하는 상황을 나타낸다. 이와 같이, 경로 특성 설정부(110)를 통해 각 구간에 대해서 경로 특성 정보의 설정이 완료됨에 따라 각 구간이 랜덤한 순서로 정렬되어 최종적으로 경로가 생성될 수 있다.

[0026] 위치 오차 생성부(112)는 설정된 경로 특성 정보에 대한 위치 오차를 생성할 수 있다. 위치 오차 생성부(112)는 경로 생성부(110)에서 생성한 위치 정보에 화이트 가우시안 노이즈(white Gaussian noise)를 생성하여 위치 오차를 반영할 수 있다.

[0027] 경로 평탄화부(113)는 생성된 위치 오차에 경로 특성 정보를 반영하여 경로 정보를 생성할 수 있다. 예를 들면, 경로 특성 설정부(111)에서 각 구간에 대한 경로 특성 정보가 설정되고 랜덤한 순서로 정렬될 때, 각 구간의 경계에서 데이터의 급격한 변화가 발생할 수 있다. 이는 차량의 비현실적인 거동을 유발하게 된다. 이에, 경로 평탄화부(113)는 차량의 비현실적인 거동이 유발하는 문제점을 해결하기 위하여 생성된 경로 정보에 대한 평탄화 작업을 수행할 수 있다. 경로 평탄화부(113)는 칼만 필터를 이용하여 앞서 설정한 구간 사이에서 데이터가 급격하게 변하는 것을 방지하고 부드러운 곡선 형태로 생성할 수 있다. 도 7을 참고하면, 경로 생성부에서 생성된 경로의 예이다. 가로축의 E[m]는 동쪽 방향(East)으로의 좌표를 의미하며, 단위는 m이고, 세로축의 N[m]는 북쪽 방향(North)으로의 좌표를 의미한다. 따라서 도 7에서 도시된 그래프는 경로 생성부에서 생성된 경로에 대한 좌표 데이터를 표시한 것이다.

[0028] 단계(220)에서 데이터 획득부(120)는 생성된 경로 정보를 이용하여 IMU 측정치를 획득할 수 있다. 데이터 획득부(120)는 경로 생성부(110)에서 생성된 경로 정보를 이용하여 IMU 오차 모델이 고려되지 않은 IMU 측정치에 해당하는 가속도 값과 자이로 값을 생성할 수 있다. 구체적으로, 데이터 획득부(120)는 가속도 측정 생성 모듈(121)에 의해 가속도 데이터를 획득할 수 있고, 자이로 측정 생성 모듈(122)에 의해 자이로 데이터를 획득할 수 있다.

[0029] 도 4 및 도 10을 참고하면, 데이터 획득부(120)의 동작을 설명하기 위한 도면이다. 데이터 획득부(120)는 경로 생성부(110)에 의해 생성된 경로 정보에 기초하여 위치 정보와 자세 정보를 입력받을 수 있다. 데이터 획득부(120)는 관성항법시스템(Inertial Navigation System; INS)의 관성 정보로부터 추정된 위치 정보를 이용하여

위치 변화율, 중력, 지구 자전 및 항체 각속도를 계산하고, 계산된 위치 변화율에 기초하여 속도 변화율을 계산하고, 계산된 속도 변화율, 계산된 중력, 계산된 지구 자전 및 항체 각속도를 이용하여 가속도를 계산하여 가속도 출력을 획득할 수 있다. 이때, 관성항법시스템(INS)의 자이로계와 가속도계로부터의 측정된 관성 정보를 활용하여 위치, 속도, 자세가 제공될 수 있다.

[0030] 데이터 획득부(120)는 관성항법시스템(INS)의 관성 정보로부터 추정된 자세 정보를 이용하여 방향 코사인 행렬(Directional Cosine Matrix; DCM)을 계산하여 DCM 값을 획득하고, 획득된 DCM 값에 기초하여 자세 변화율을 계산하고, 계산된 자세 변화율과 위치 정보를 이용하여 계산된 지구 자전 및 항체 각속도에 기초하여 각속도를 계산하여 각속도 출력을 획득할 수 있다.

[0031] 수학식 1은 IMU 센서의 3축 가속도계 측정치를 획득하기 위한 식이다.

[0032] 수학식 1:

$$f_{ib}^b = C_n^b [\dot{V}^n + (2\omega_{ie}^n + \omega_{en}^n) \times V^n - g^n]$$

[0034] 수학식 2는 IMU 센서의 3축 자이로계의 측정치를 획득하기 위한 식이다.

[0035] 수학식 2:

$$\omega_{ib}^b = C_n^b (\omega_{ie}^n + \omega_{en}^n) + \omega_{nb}^b$$

[0037] 표 1은 수학식 1, 2에 사용된 변수에 대한 설명을 정리한 것이다.

[0038] 표 1:

parameter	설명
f_{ib}^b	error-free acceleration
ω_{ib}^b	error-free angular rate
V^n	Velocity on the NED frame
C_n^b	DCM of NED frame to Body frame
C_e^n	DCM of ECEF frame to NED frame
C_i^e	DCM of ECI frame to ECEF frame
C_b^i	DCM of Body frame to ECI frame
ω_{ie}^n	Angular velocity of ECI frame w.r.t. ECEF frame in terms of NED frame
ω_{en}^n	Angular velocity of ECEF frame w.r.t. NED frame in terms of NED frame
ω_{nb}^b	Angular velocity of NED w.r.t. Body frame in terms of Body frame
g^n	Gravitational effect on the NED frame
Ω_{ib}^b	Skew symmetric matrix of gyro measurement

[0039]

도 8를 참고하면, 자이로계의 출력의 예이다. 데이터 획득부(120)에서 수학식 1과 수학식 2를 이용하여 도출된 자이로계의 출력을 나타낸 예이다.

[0041] 단계(230)에서 오차 모델 생성부(130)는 획득된 IMU 측정치에 IMU오차 모델에 구성된 오차를 결합할 수 있다. 오차 모델 생성부(130)는 데이터 획득부(120)에서 획득된 IMU 측정치에 오차 모델을 생성하여 실제 IMU 센서의 출력과 유사한 출력을 생성할 수 있다. 오차 모델 생성부(130)는 획득된 IMU 측정치에 포함된 가속도 출력과 각속도 출력의 각각에 가속도계 오차 및 각속도계 오차를 반영하기 위한 IMU오차 모델을 생성할 수 있다. 오차 모델 생성부(130)는 생성된 IMU 오차 모델을 이용하여 획득된 IMU 측정치에 가속도계 오차 또는/및 각속도계 오차를 반영할 수 있다.

[0042] 도 5를 참고하면, IMU오차 모델의 종류를 설명하기 위한 도면이다. 오차 모델 생성부(130)는 가속도계 오차 및 자이로계 오차를 적용하기 위한 IMU 오차 모델을 생성할 수 있다. 오차 모델 생성부(130)는 IMU 오차 모델에 편향 불안정(Bias Instability), 환산 계수(Scale Factor), 가속도 랜덤 워크(Velocity Random Walk), 정렬 불량(Misalignment) 센서 등급(Sensor Grade)을 포함하는 가속도계 오차를 구성할 수 있고, 편향 불안정(Bias Instability), 환산 계수(Scale Factor), 각도 랜덤 워크(Angle Random Walk), 정렬 불량(Misalignment) 센서 등급(Sensor Grade)을 포함하는 자이로계 오차를 구성할 수 있다. 도 5에서는 생성 가능한 IMU 오차 모델의 중

류를 예시로 설명한 것일 뿐, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0043] 오차 모델 생성부(130)는 가속도계 오차 및 자이로계 오차 중 어느 하나 이상의 오차를 반영할 수 있다. 또한, 오차 모델 생성부(130)는 가속도계 오차에 포함된 오차 요소 또는 자이로계 오차에 포함된 오차 요소들 중 적어도 하나 이상의 오차 요소를 각각 선택하여 가속도계 오차 또는 자이로계 오차를 반영할 수 있다. 이때, IMU 오차 모델에 구성된 가속도계 오차 및 자이로계 오차의 오차 요소들은 추가, 삭제 및 변경이 가능하다.

[0044] 도 6은 일 실시예에 있어서, IMU 측정치 생성 기술을 적용한 예이다. 이와 같이, IMU 측정치 생성 시스템(100)은 IMU 측정치를 생성함에 따라 통합 항법 알고리즘 개발 및 검증에 적용될 수 있다. IMU 측정치 생성 시스템(100)은 GNSS/INS 통합 항법 알고리즘 개발 및 검증을 위하여 경로 정보를 생성하고, 생성된 경로 정보로부터 6-DOF (Degrees Of Freedom) INS mechanization의 역과정을 이용하여 IMU 센서의 가속도 데이터와 자이로 데이터를 획득할 수 있다. INS mechanization은 가속도와 각속도 출력으로 위치, 속도, 자세 정보를 획득하는 과정을 의미한다.

[0045] 위치 방정식을 나타낸 수학식 3를 통해 위치 정보가 획득될 수 있다.

[0046] 수학식 3:

$$\dot{L} = \frac{v_n}{R_m + h}, \dot{l} = \frac{v_e}{(R_e + h) \cos L}, \dot{h} = -v_d$$

[0047]

[0048] 속도 방정식을 나타낸 수학식 4를 통해 속도 정보가 획득될 수 있다.

[0049] 수학식 4:

$$\dot{v}^n = C_b^n f^b - (2\omega_{ie}^n + \omega_{en}^n) \times V^n + g^n$$

[0050]

[0051] 자세 방정식을 나타낸 수학식 5를 통해 자세 정보가 획득될 수 있다.

[0052] 수학식 5:

$$\dot{C}_b^n = C_b^n \Omega_{ib}^b - \Omega_{in}^n C_b^n$$

[0053]

[0054] INS mechanization의 역과정은 위치, 자세, 시간 정보를 이용하여 가속도, 각속도를 생성하는 과정이며, 수학식 1, 2에 나타내었다. IMU 측정치 생성 시스템은 획득된 가속도 데이터와 자이로 데이터에 IMU 오차 모델을 이용한 가속도 오차 또는 자이로 오차를 반영하여 최종의 IMU 측정치를 획득할 수 있다. IMU 측정치 생성 시스템에서 획득된 최종의 IMU 측정치가 GNSS/INS 통합 항법 알고리즘 개발 및 검증에 적용될 수 있다.

[0055] 도 9를 참고하면, 측정치와 오차를 결합한 출력의 예이다. 오차 모델 생성부(130)에 의해 생성된 오차를 데이터 획득부(120)에서 획득된 IMU 측정치와 결합하여 나타낸 출력의 예이다.

[0056] 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, FPGA(field programmable gate 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 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 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 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0057] 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 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0058] 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. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

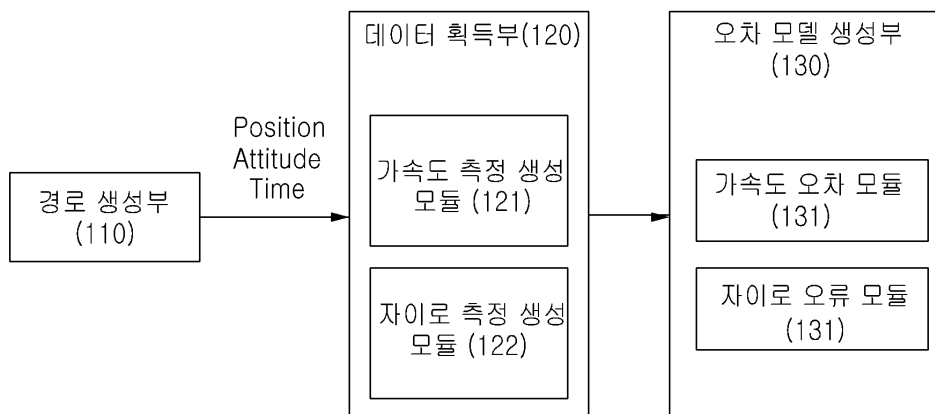
[0059] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0060] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

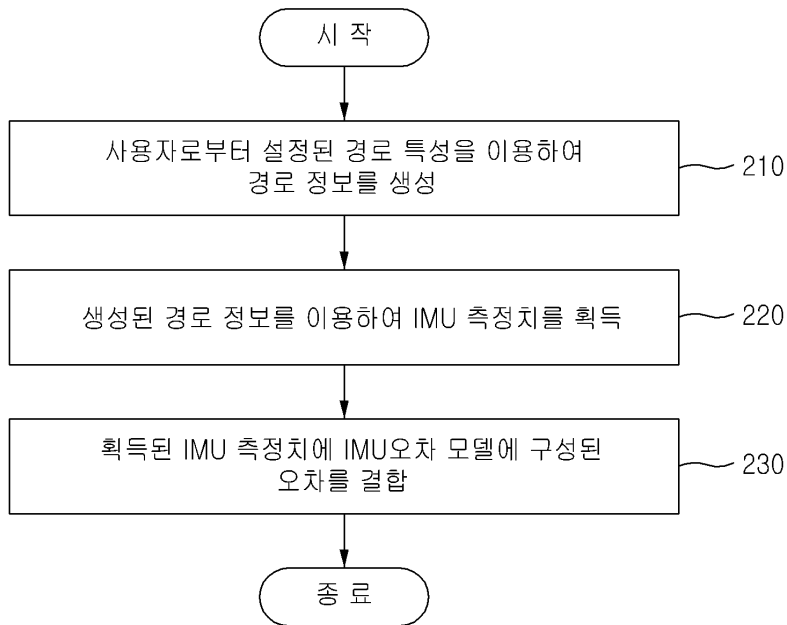
도면

도면1

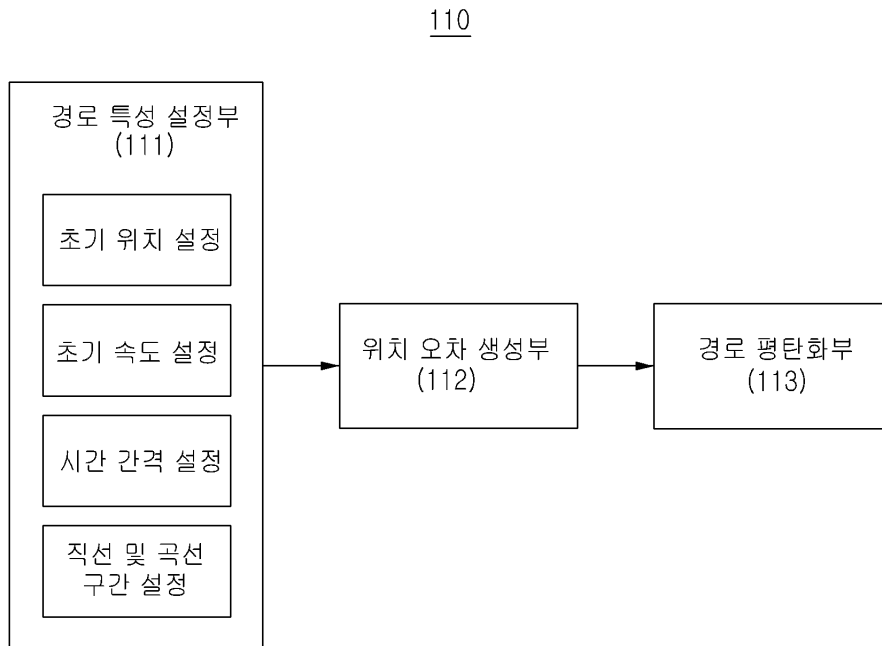
100



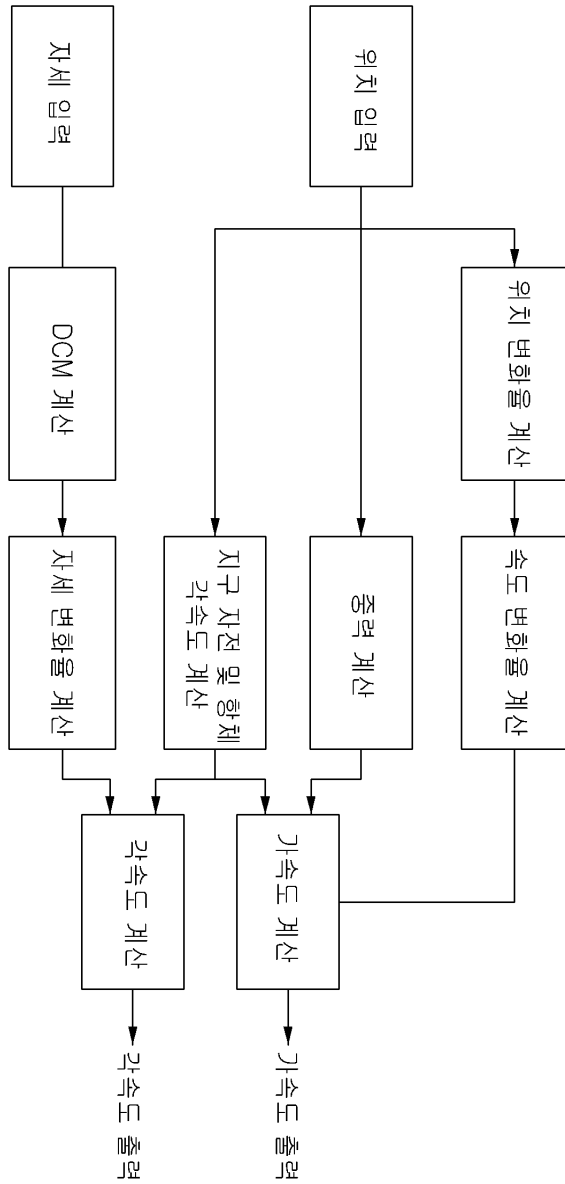
도면2



도면3

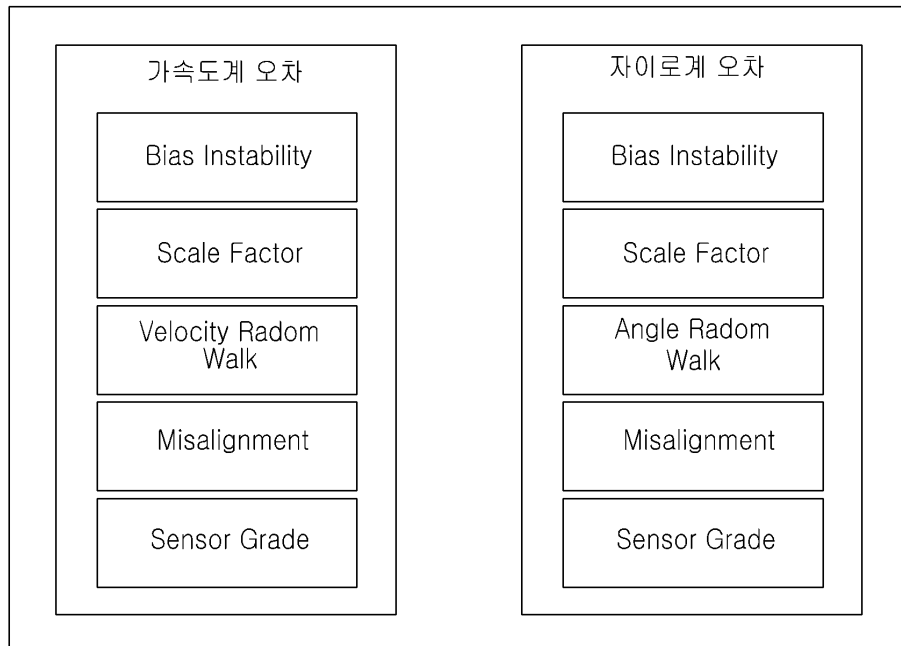


도면4

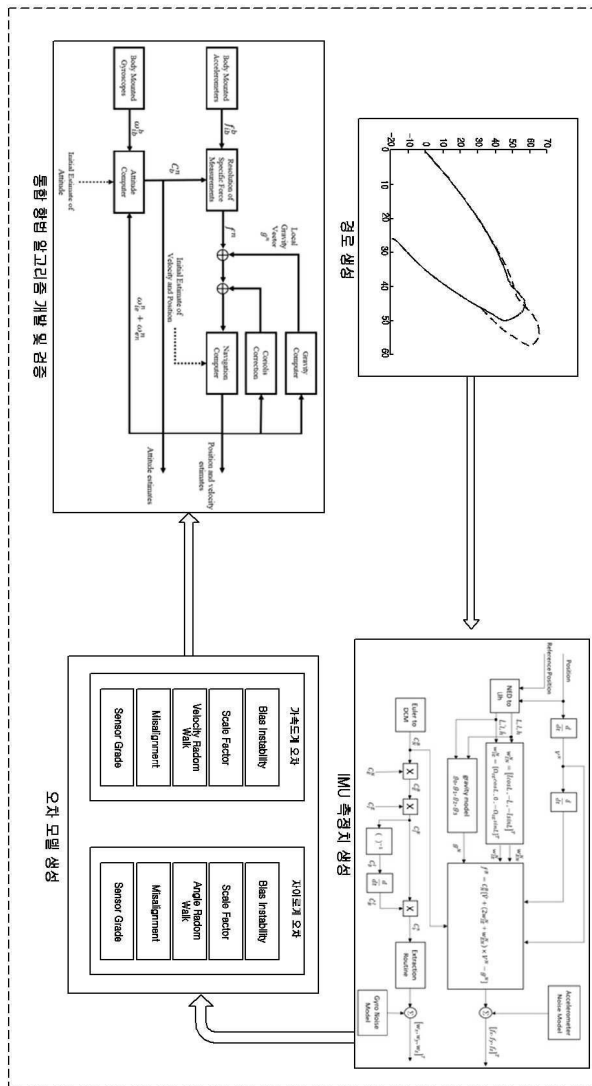


도면5

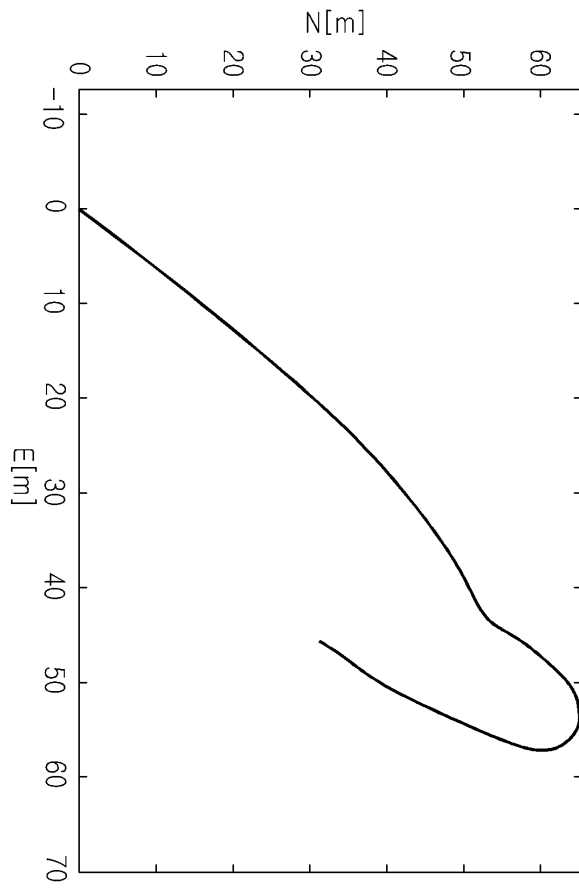
130



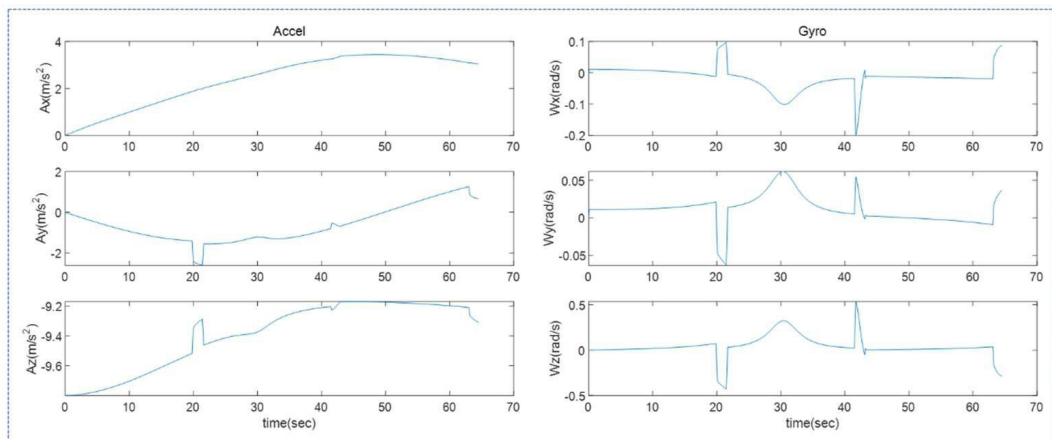
도면6



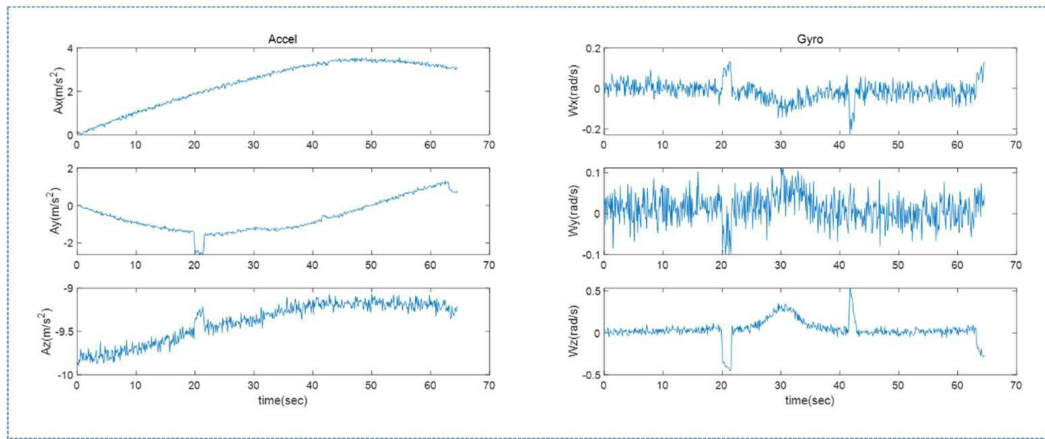
도면7



도면8



도면9



도면10

