



등록특허 10-2694971



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월12일
(11) 등록번호 10-2694971
(24) 등록일자 2024년08월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 19/53 (2010.01) *G01C 21/16* (2006.01)
G01S 11/12 (2006.01) *G01S 19/42* (2010.01)
G01S 19/47 (2010.01) *G01S 19/52* (2010.01)
G01S 5/16 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01S 19/53 (2013.01)
G01C 21/165 (2023.08)
- (21) 출원번호 10-2018-7022023
- (22) 출원일자(국제) 2017년01월20일
심사청구일자 2022년01월03일
- (85) 번역문제출일자 2018년07월30일
- (65) 공개번호 10-2018-0108629
- (43) 공개일자 2018년10월04일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/014344
- (87) 국제공개번호 WO 2017/136161
국제공개일자 2017년08월10일

(30) 우선권주장
15/014,004 2016년02월02일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌
KR1020140088158 A*
US20150219767 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 34 항

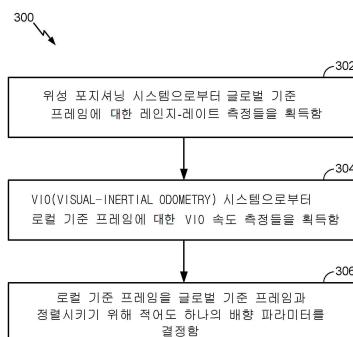
심사관 : 최희주

(54) 발명의 명칭 시각적인 관성 주행 거리계와 위성 포지셔닝 시스템 기준 프레임들의 정렬

(57) 요 약

VIO(visual-inertial odometry) 기준 프레임과 위성 포지셔닝 시스템(SPS) 기준 프레임을 정렬시키기 위한 방법은, SPS로부터 모바일 플랫폼의 복수의 레인지-레이트 측정들을 획득하는 단계를 포함한다. 레인지-레이트 측정들은 SPS의 글로벌 기준 프레임에 대한 것이다. 방법은 또한, VIO 시스템으로부터 모바일 플랫폼의 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하는 단계를 포함한다. VIO 속도 측정들은 VIO 시스템의 로컬 기준 프레임에 대한 것이다. 그 후, 적어도 하나의 배향 파라미터는 레인지-레이트 측정들 및 VIO 속도 측정들에 기반하여 로컬 기준 프레임을 글로벌 기준 프레임과 정렬시키기 위해 결정된다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류

G01S 11/12 (2013.01)

G01S 19/42 (2013.01)

G01S 19/47 (2021.01)

G01S 19/52 (2013.01)

G01S 5/163 (2024.01)

(72) 발명자

니첸, 얼스

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775 웰컴 인코포레이티드

우, 신조우

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775 웰컴 인코포레이티드

가린, 리오넬 제쿠스

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775 웰컴 인코포레이티드

명세서

청구범위

청구항 1

방법으로서,

위성 포지셔닝 시스템(SPS)으로부터 모바일 플랫폼의 복수의 SPS 측정들을 획득하는 단계 – 상기 복수의 SPS 측정들은 상기 SPS의 글로벌 기준 프레임에 대한 것이고, 상기 복수의 SPS 측정들은 복수의 시간 에포크들 (epochs)에 대응하고, 상기 복수의 SPS 측정들은 상기 모바일 플랫폼의 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 모바일 플랫폼의 복수의 레인지-레이트(range-rate) 측정들 중 하나 또는 둘 모두를 포함함 –;

VIO(visual-inertial odometry) 시스템으로부터 상기 모바일 플랫폼의 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하는 단계 – 상기 복수의 VIO 속도 측정들은 상기 VIO 시스템의 로컬 기준 프레임에 대한 것이고, 상기 복수의 VIO 속도 측정들은 상기 복수의 시간 에포크들에 대응함 –;

상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 상기 로컬 기준 프레임을 상기 글로벌 기준 프레임과 정렬시키기 위해 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하는 단계; 및

상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 포지션(position)을 결정하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들에 기반하여 상기 모바일 플랫폼의 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들을 결정하는 단계를 더 포함하며,

상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 적어도 하나의 배향 파라미터는, 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 결정되고,

상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 포지션은 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 결정되는, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들이 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 SPS 속도를 계산하는 데 요구되는 것보다 적은 수의 레인지-레이트 측정들을 포함할 때,

상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 적어도 하나의 배향 파라미터는 상기 복수의 레인지-레이트 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 결정되고,

상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 포지션은 상기 복수의 레인지-레이트 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 결정되는, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 SPS로부터 상기 모바일 플랫폼의 상기 복수의 SPS 측정들을 획득하는 단계는, 복수의 연속적인 시간 에포크들을 포함하는 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 상기 복수의 SPS 측정들을 획득하는 단계를 포함하고,

상기 VIO 시스템으로부터 상기 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하는 단계는, 상기 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 상기 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하는 단계를 포함하며,

상기 방법은,

상기 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 획득된 상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 연속적으로 결정하는 단계; 및

상기 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 획득된 상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 연속적으로 결정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들의 품질에 기반하여 상기 슬라이딩 시간 윈도우의 사이즈를 조정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 모바일 플랫폼의 움직임의 크기에 기반하여 상기 복수의 레인지-레이트 측정들의 품질을 결정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들의 품질에 기반하여 상기 복수의 레인지-레이트 측정들을 필터링하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들을 필터링하는 단계는, 하나 또는 그 초과의 레인지-레이트 측정들의 품질에 기반하여 상기 복수의 레인지-레이트 측정들로부터 상기 하나 또는 그 초과의 레인지-레이트 측정들을 폐기하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들을 필터링하는 단계는, 하나 또는 그 초과의 레인지-레이트 측정들의 품질에 기반하여 상기 복수의 레인지-레이트 측정들 중 상기 하나 또는 그 초과의 레인지-레이트 측정들을 가중시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들로부터 하나 또는 그 초과의 비-직결선(non-line-of-sight) 레인지-레이트 측정들을 폐기하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 로컬 기준 프레임을 상기 글로벌 기준 프레임과 정렬시키기 위해 상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하는 단계는,

상기 로컬 기준 프레임과 상기 글로벌 기준 프레임 사이에서 회전 매트릭스를 결정하는 단계; 및

상기 회전 매트릭스에 기반하여 상기 복수의 VIO 속도 측정들을 상기 글로벌 기준 프레임으로 변환하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 12

장치로서,

위성 포지셔닝 시스템(SPS)으로부터 모바일 플랫폼의 복수의 SPS 측정들을 획득하기 위한 수단 – 상기 복수의 SPS 측정들은 상기 SPS의 글로벌 기준 프레임에 대한 것이고, 상기 복수의 SPS 측정들은 복수의 시간 에포크들에 대응하고, 상기 복수의 SPS 측정들은 상기 모바일 플랫폼의 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 모바일 플랫폼의 복수의 레인지-레이트 측정들 중 하나 또는 둘 모두를 포함함 –;

VIO(visual-inertial odometry) 시스템으로부터 상기 모바일 플랫폼의 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하기 위한 수단 – 상기 복수의 VIO 속도 측정들은 상기 VIO 시스템의 로컬 기준 프레임에 대한 것이고, 상기 복수의 VIO 속도 측정들은 상기 복수의 시간 에포크들에 대응함 –;

상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 상기 로컬 기준 프레임을 상기 글로벌 기준 프레임과 정렬시키기 위해 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하기 위한 수단; 및

상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하기 위한 수단을 포함하는, 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들에 기반하여 상기 모바일 플랫폼의 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들을 결정하기 위한 수단을 더 포함하며,

상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하기 위한 수단은, 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하고,

상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하기 위한 수단은, 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하는, 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들이 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 SPS 속도를 계산하는 데 요구되는 것보다 적은 수의 레인지-레이트 측정들을 포함할 때,

상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하기 위한 수단은, 상기 복수의 레인지-레이트 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하고,

상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하기 위한 수단은, 상기 복수의 레인지-레이트 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하는, 장치.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 SPS로부터 상기 모바일 플랫폼의 상기 복수의 SPS 측정들을 획득하기 위한 수단은, 복수의 연속적인 시간 에포크들을 포함하는 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 상기 복수의 레인지-레이트 측정들을 획득하고,

상기 VIO 시스템으로부터 상기 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하기 위한 수단은, 상기 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 상기 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하며,

상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하기 위한 수단은, 상기 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 획득된 상기 복

수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 연속적으로 결정하고,

상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하기 위한 수단은, 상기 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 획득된 상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 연속적으로 결정하는, 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들의 품질에 기반하여 상기 슬라이딩 시간 윈도우의 사이즈를 조정하기 위한 수단을 더 포함하는, 장치.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 로컬 기준 프레임을 상기 글로벌 기준 프레임과 정렬시키기 위해 상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하기 위한 수단은,

상기 로컬 기준 프레임과 상기 글로벌 기준 프레임 사이에서 회전 매트릭스를 결정하기 위한 수단; 및

상기 회전 매트릭스에 기반하여 상기 복수의 VIO 속도 측정들을 상기 글로벌 기준 프레임으로 변환하기 위한 수단을 포함하는, 장치.

청구항 18

장치로서,

적어도 하나의 프로세서; 및

상기 적어도 하나의 프로세서에 커플링된 적어도 하나의 메모리를 포함하며,

상기 적어도 하나의 프로세서 및 상기 적어도 하나의 메모리는,

위성 포지셔닝 시스템(SPS)으로부터 모바일 플랫폼의 복수의 SPS 측정들을 획득하고 – 상기 복수의 SPS 측정들은 상기 SPS의 글로벌 기준 프레임에 대한 것이고, 상기 복수의 SPS 측정들은 복수의 시간 에포크들에 대응하고, 상기 복수의 SPS 측정들은 상기 모바일 플랫폼의 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 모바일 플랫폼의 복수의 레인지-레이트 측정들 중 하나 또는 둘 모두를 포함함 –;

VIO(visual-inertial odometry) 시스템으로부터 상기 모바일 플랫폼의 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하며 – 상기 복수의 VIO 속도 측정들은 상기 VIO 시스템의 로컬 기준 프레임에 대한 것이고, 상기 복수의 VIO 속도 측정들은 상기 복수의 시간 에포크들에 대응함 –;

상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 상기 로컬 기준 프레임을 상기 글로벌 기준 프레임과 정렬시키기 위해 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하고; 그리고

상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하도록

상기 장치에게 지시하도록 구성되는, 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서 및 상기 적어도 하나의 메모리는, 상기 복수의 레인지-레이트 측정들에 기반하여 상기 모바일 플랫폼의 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들을 결정하도록 상기 장치에게 지시하도록 추가로 구성되며,

상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하는 것은, 상기 하나 이상의

SPS 속도 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하고,

상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하는 것은, 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하는, 장치.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들이 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 SPS 속도를 계산하는 데 요구되는 것보다 적은 수의 레인지-레이트 측정들을 포함할 때,

상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하는 것은, 상기 복수의 레인지-레이트 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하고,

상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하는 것은, 상기 복수의 레인지-레이트 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하는, 장치.

청구항 21

제18항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서 및 상기 적어도 하나의 메모리는,

복수의 연속적인 시간 에포크들을 포함하는 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 상기 복수의 SPS 측정들을 획득하고;

상기 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 상기 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하며;

상기 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 획득된 상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 연속적으로 결정하고; 그리고

상기 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 획득된 상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 연속적으로 결정하도록

상기 장치에게 지시하도록 추가로 구성되는, 장치.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서 및 상기 적어도 하나의 메모리는, 상기 복수의 레인지-레이트 측정들의 품질에 기반하여 상기 슬라이딩 시간 윈도우의 사이즈를 조정하도록 상기 장치에게 지시하도록 추가로 구성되는, 장치.

청구항 23

제18항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서 및 상기 적어도 하나의 메모리는, 상기 복수의 레인지-레이트 측정들의 품질에 기반하여 상기 복수의 레인지-레이트 측정들을 필터링하도록 상기 장치에게 지시하도록 추가로 구성되는, 장치.

청구항 24

제18항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서 및 상기 적어도 하나의 메모리는,

상기 로컬 기준 프레임과 상기 글로벌 기준 프레임 사이에서 회전 매트릭스를 결정하고; 그리고

상기 회전 매트릭스에 기반하여 상기 복수의 VIO 속도 측정들을 상기 글로벌 기준 프레임으로 변환하도록

상기 장치에게 지시하도록 추가로 구성되는, 장치.

청구항 25

컴퓨터-실행가능 명령들이 레코딩된 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 저장 매체로서,

하나 또는 그 초과의 프로세서들 상에서 상기 컴퓨터-실행가능 명령들을 실행하는 것은, 상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들로 하여금,

위성 포지셔닝 시스템(SPS)으로부터 모바일 플랫폼의 복수의 SPS 측정들을 획득하게 하고 – 상기 복수의 SPS 측정들은 상기 SPS의 글로벌 기준 프레임에 대한 것이고, 상기 복수의 SPS 측정들은 복수의 시간 에포크들에 대응하고, 상기 복수의 SPS 측정들은 상기 모바일 플랫폼의 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 모바일 플랫폼의 복수의 레인지-레이트 측정들 중 하나 또는 둘 모두를 포함함 –;

VIO(visual-inertial odometry) 시스템으로부터 상기 모바일 플랫폼의 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하게 하며 – 상기 복수의 VIO 속도 측정들은 상기 VIO 시스템의 로컬 기준 프레임에 대한 것이고, 상기 복수의 VIO 속도 측정들은 상기 복수의 시간 에포크들에 대응함 –;

상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 상기 로컬 기준 프레임을 상기 글로벌 기준 프레임과 정렬시키기 위해 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하게 하고; 그리고

상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하게 하는, 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들 상에서 상기 컴퓨터-실행가능 명령들을 실행하는 것은, 상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들로 하여금, 상기 복수의 레인지-레이트 측정들에 기반하여 상기 모바일 플랫폼의 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들을 결정하게 하며,

상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하는 것은, 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하고,

상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하는 것은, 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하는, 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

청구항 27

제25항에 있어서,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들이 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 SPS 속도를 계산하는 데 요구되는 것보다 적은 수의 레인지-레이트 측정들을 포함할 때, 상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들 상에서 상기 컴퓨터-실행가능 명령들을 실행하는 것은, 상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들로 하여금,

상기 복수의 레인지-레이트 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하게 하고, 그리고

상기 복수의 레인지-레이트 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 적어도 하나의 시간 에포크에 대한 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하게 하는, 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

청구항 28

제25항에 있어서,

상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들 상에서 상기 컴퓨터-실행가능 명령들을 실행하는 것은, 상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들로 하여금,

복수의 연속적인 시간 에포크들을 포함하는 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 상기 복수의 SPS 측정들을 획득하게 하고;

상기 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 상기 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하게 하며;

상기 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 획득된 상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 상기 적어도 하나의 배향 파라미터를 연속적으로 결정하게 하고; 그리고

상기 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 획득된 상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 연속적으로 결정하게 하는, 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들 상에서 상기 컴퓨터-실행가능 명령들을 실행하는 것은, 상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들로 하여금, 상기 복수의 레인지-레이트 측정들의 품질에 기반하여 상기 슬라이딩 시간 윈도우의 사이즈를 조정하게 하는, 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

청구항 30

제25항에 있어서,

상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들 상에서 상기 컴퓨터-실행가능 명령들을 실행하는 것은, 상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들로 하여금,

상기 로컬 기준 프레임과 상기 글로벌 기준 프레임 사이에서 회전 매트릭스를 결정하게 하고; 그리고

상기 회전 매트릭스에 기반하여 상기 복수의 VIO 속도 측정들을 상기 글로벌 기준 프레임으로 변환하게 하는, 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

청구항 31

제1항에 있어서,

상기 모바일 플랫폼의 포지션은, 각각의 시간 에포크에서 상기 복수의 SPS 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 결정되는, 방법.

청구항 32

제12항에 있어서,

상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하기 위한 수단은, 각각의 시간 에포크에서 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하는, 장치.

청구항 33

제18항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서 및 상기 적어도 하나의 메모리는, 각각의 시간 에포크에서 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하도록

상기 장치에게 지시하도록 추가로 구성되는, 장치.

청구항 34

제25항에 있어서,

상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들 상에서 상기 컴퓨터-실행가능 명령들을 실행하는 것은, 상기 하나 또는 그 초과의 프로세서들로 하여금,

각각의 시간 에포크에서 상기 하나 이상의 SPS 속도 측정들 및 상기 복수의 VIO 속도 측정들의 조합에 기반하여 상기 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하게 하는, 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용은 일반적으로 위성 포지셔닝 시스템들(SPS)의 사용에 관한 것으로, 특히 배타적이지는 않지만 SPS 기준 프레임과 VIO(visual inertial odometry) 기준 프레임의 정렬에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 모바일 플랫폼들은 모바일 플랫폼의 모션 및/또는 포지션 위치 감지와 연관된 더욱 정교한 능력들을 제공한다. 새로운 소프트웨어 애플리케이션들, 이를테면 예컨대, 개인 생산성, 협업 통신들, 소셜 네트워킹, 및/또는 데이터 획득에 관련된 소프트웨어 애플리케이션들은 새로운 특성들 및 서비스들을 소비자들에게 제공하기 위해 모션 및/또는 포지션 센서들을 이용할 수 있다.

[0003] 그러한 모션 및/또는 포지션 결정 능력들은 위성 포지셔닝 시스템들(SPS)을 사용하여 제공될 수 있다. 그러나, SPS 측정들에 기반한 포지션 결정들은 대략 몇 미터들의 고유한 에러들을 가질 수 있다. 그러한 정확도는 특정한 애플리케이션들에게 충분하지 않을 수 있다. 모바일 플랫폼들에서, 포지션 정확도는 다른 이용 가능한 센서들/시스템들을 이용하여 SPS로부터 도출된 측정들을 증가시킴으로써 개선될 수 있다. 예컨대, 운송수단에 포함된 SPS에 대한 포지션 결정들은 기계식 주행 거리계(odometer)에 의해 보완될 수 있다. 기계식 주행 거리계는 시간에 걸친 운송수단의 포지션의 변화를 추정하기 위해 회전식 인코더와 같은 액추에이터들의 움직임으로부터 주행 거리계 데이터를 제공할 수 있다. 그 후, 주행 거리계 데이터는 포지션 결정들을 개선시키기 위해 SPS 데이터와 결합될 수 있다. 그러나, 훨씬 더 기반하는 주행 거리계 데이터와 비교하여 운송수단의 휠들이 도로/표면 상에서 슬립 및 슬라이딩하여, 불-균일한 이동 거리를 생성할 수 있으므로, 기계식 주행 거리계는 정밀도 문제들을 겪을 수 있다. 이러한 에러는 운송수단이 매끄럽지 않은 표면 상에서 동작할 경우 악화될 수 있다. 그러한 기계식 주행 거리계 데이터는, 이들 에러들이 시간에 걸쳐 누적 및 악화될 때 점차 신뢰가 능하지 않게 될 수 있다.

발명의 내용

[0004] 다음은, VIO(visual-inertial odometry) 기준 프레임을 위성 포지셔닝 시스템(SPS) 기준 프레임과 정렬시키기 위해 본 명세서에 개시된 메커니즘들과 연관되는 하나 또는 그 초과의 양상들 및/또는 실시예들에 관련된 간략화된 요약을 제시한다. 그러므로, 다음의 요약은 모든 고려된 양상들 및/또는 실시예들에 관련된 포괄적인 개관으로 고려되지 않아야 하고, 다음의 요약은 모든 고려된 양상들 및/또는 실시예들에 관련된 핵심 또는 중요 엘리먼트들을 식별하거나 또는 임의의 특정 양상 및/또는 실시예와 연관된 범위를 서술하는 것으로 간주되지 않아야 한다. 따라서, 다음의 요약은, 아래에 제시되는 상세한 설명에 앞서 간략화된 형태로, VIO(visual-inertial odometry) 기준 프레임을 위성 포지셔닝 시스템(SPS) 기준 프레임과 정렬시키기 위해 본 명세서에 개시된 메커니즘들과 관련된 하나 또는 그 초과의 양상들 및/또는 실시예들에 관련되는 특정한 개념들을 제시한다.

[0005] 일 양상에 따르면, VIO(visual-inertial odometry) 기준 프레임과 위성 포지셔닝 시스템(SPS) 기준 프레임을 정렬시키기 위한 방법은, SPS로부터 모바일 플랫폼의 복수의 레인지-레이트(range-rate) 측정들을 획득하는 단계를 포함한다. 레인지-레이트 측정들은 SPS의 글로벌 기준 프레임에 대한 것이다. 방법은 또한, VIO 시스템으로부터 모바일 플랫폼의 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하는 단계를 포함한다. VIO 속도 측정들은 VIO 시스템의 로컬 기준 프레임에 대한 것이다. 그 후, 적어도 하나의 배향 파라미터는 레인지-레이트 측정들 및 VIO 속도 측정들에 기반하여 로컬 기준 프레임을 글로벌 기준 프레임과 정렬시키기 위해 결정된다.

[0006] 다른 양상에 따르면, VIO(visual-inertial odometry) 기준 프레임과 위성 포지셔닝 시스템(SPS) 기준 프레임을 정렬시키기 위한 장치는, 위성 포지셔닝 시스템(SPS)으로부터 모바일 플랫폼의 복수의 레인지-레이트(range-rate) 측정들을 획득하기 위한 수단을 포함하며, 여기서 복수의 레인지-레이트 측정들은 SPS의 글로벌 기준 프레임에 대한 것이다. 장치는 또한, VIO(visual-inertial odometry) 시스템으로부터 모바일 플랫폼의 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하기 위한 수단을 포함하며, 여기서 복수의 VIO 속도 측정들은 VIO 시스템의 로컬 기준 프레임에 대한 것이다. 장치는, 복수의 레인지-레이트 측정들 및 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 로컬 기준 프레임을 글로벌 기준 프레임과 정렬시키기 위해 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하기 위한 수단을 더 포함한다.

[0007] 또 다른 양상에 따르면, VIO(visual-inertial odometry) 기준 프레임과 위성 포지셔닝 시스템(SPS) 기준 프레임을 정렬시키기 위한 장치는, 적어도 하나의 프로세서 및 적어도 하나의 프로세서에 커플링된 적어도

하나의 메모리를 포함한다. 적어도 하나의 프로세서 및 적어도 하나의 메모리는, (i) 위성 포지셔닝 시스템(SPS)으로부터 모바일 플랫폼의 복수의 레인지-레이트(range-rate) 측정들을 획득하고 – 복수의 레인지-레이트 측정들은 SPS의 글로벌 기준 프레임에 대한 것임 –; (ii) VIO(visual-inertial odometry) 시스템으로부터 모바일 플랫폼의 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하며 – 복수의 VIO 속도 측정들은 VIO 시스템의 로컬 기준 프레임에 대한 것임 –; 그리고 (iii) 복수의 레인지-레이트 측정들 및 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 로컬 기준 프레임을 글로벌 기준 프레임과 정렬시키기 위해 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하도록 장치에게 지시하도록 구성된다.

[0008] 다른 양상에 따르면, 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 저장 매체는 그 상에 레코딩된 컴퓨터-실행가능 명령들을 포함한다. 하나 또는 그 초과의 프로세서들 상에서 컴퓨터-실행가능 명령들을 실행하는 것은, 하나 또는 그 초과의 프로세서들로 하여금: (i) 위성 포지셔닝 시스템(SPS)으로부터 모바일 플랫폼의 복수의 레인지-레이트(range-rate) 측정들을 획득하게 하고 – 복수의 레인지-레이트 측정들은 SPS의 글로벌 기준 프레임에 대한 것임 –; (ii) VIO(visual-inertial odometry) 시스템으로부터 모바일 플랫폼의 복수의 VIO 속도 측정들을 획득하게 하며 – 복수의 VIO 속도 측정들은 VIO 시스템의 로컬 기준 프레임에 대한 것임 –; 그리고 (iii) 복수의 레인지-레이트 측정들 및 복수의 VIO 속도 측정들에 기반하여 로컬 기준 프레임을 글로벌 기준 프레임과 정렬시키기 위해 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하게 한다.

[0009] 본 명세서에 설명되는 VIO(visual-inertial odometry) 기준 프레임을 위성 포지셔닝 시스템(SPS) 기준 프레임과 정렬시키기 위한 본 명세서에 개시된 메커니즘들과 연관된 다른 목적들 및 이점들은 첨부한 도면들 및 상세한 설명에 기반하여 당업자들에게 명백할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0010] 본 개시내용의 양상들 및 그의 수반된 이점들의 대부분의 더 완전한 인식은, 동일한 인식이 본 개시내용의 제안이 아니라 단지 예시를 위해서만 제시되는 첨부한 도면들과 관련하여 고려될 때 다음의 상세한 설명을 참조하여 더 양호하게 이해됨으로써 용이하게 획득될 것이다.

[0011] 도 1은 본 개시내용의 일 양상에 따른, 하나 또는 그 초과의 기법들을 사용하여 포지션을 결정할 수 있는 모바일 플랫폼에 대한 예시적인 동작 환경을 예시한다.

[0012] 도 2는 본 개시내용의 일 양상에 따른, 하나 또는 그 초과의 기법들을 사용하여 포지션을 결정할 수 있는 동작 환경에서 사용될 수 있는 예시적인 모바일 플랫폼을 예시한다.

[0013] 도 3은 본 개시내용의 일 양상에 따른, VIO(visual-inertial odometry) 기준 프레임을 위성 포지셔닝 시스템(SPS) 기준 프레임과 정렬시키는 예시적인 프로세스를 예시한다.

[0014] 도 4는 본 개시내용의 일 양상에 따른, 다수의 시간 에포크(epoch)들에 대한 슬라이딩 시간 윈도우를 예시한다.

[0015] 도 5는 본 명세서에 교시된 바와 같이, VIO(visual-inertial odometry) 기준 프레임과 위성 포지셔닝 시스템(SPS) 기준 프레임과의 정렬을 지원하도록 구성된 모바일 플랫폼에서 이용될 수 있는 컴포넌트들의 수개의 샘플 양상들을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 다양한 양상들이 다음의 설명 및 관련 도면들에서 개시된다. 본 개시내용의 범위를 벗어나지 않으면서 대안적인 양상들이 고안될 수 있다. 부가적으로, 본 개시내용의 잘-알려진 엘리먼트들은 상세히 설명되지 않을 것이거나, 또는 본 개시내용의 더 관련있는 세부사항들을 불명료하게 하지 않기 위해 생략될 것이다.

[0017] 단어들 "예시적인" 및/또는 "예"는 "예, 예시, 또는 예증으로서 기능하는 것"을 의미하도록 본 명세서에서 사용된다. "예시적인" 것 및/또는 "예"로서 본 명세서에 설명된 임의의 양상은 다른 양상들에 비해 반드시 바람직하거나 유리한 것으로서 해석되는 것은 아니다. 유사하게, 용어 "본 개시내용의 양상들"은, 본 개시내용의 모든 양상들이 설명된 특성, 이점 또는 동작 모드를 포함한다는 것을 요구하지는 않는다.

[0018] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예들만을 설명하려는 목적을 위한 것이며, 본 명세서에 개시된 임의의 실시예들을 제한하는 것이 아니다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 단수형들은, 문맥상 명확하게 달리 표시되지 않으면, 복수형들을 또한 포함하도록 의도된다. 본 명세서에서 사용되는 경우 용어들 "구비", "구비하는", "포함" 및/또는 "포함하는"이 언급된 특성들, 정수들, 단계들, 동작들, 엘리먼트들, 및/또는 컴포

너트들의 존재를 특정하지만, 하나 또는 그 초과의 다른 특성들, 정수들, 단계들, 동작들, 엘리먼트들, 컴포넌트들, 및/또는 그들의 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하지는 않는다는 것이 추가로 이해될 것이다.

[0014] 추가로, 예컨대, 컴퓨팅 디바이스의 엘리먼트들에 의해 수행될 액션들의 시퀀스들의 관점들에서 많은 양상들이 설명된다. 본 명세서에 설명된 다양한 액션들은 특정 회로들(예컨대, 주문형 집적 회로(ASIC))에 의해, 하나 또는 그 초과의 프로세서들에 의해 실행되는 프로그램 명령들에 의해, 또는 그 둘 모두의 조합에 의해 수행될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 부가적으로, 본 명세서에 설명된 액션들의 이들 시퀀스는, 실행 시에, 연관된 프로세서로 하여금 본 명세서에 설명된 기능을 수행하게 할 컴퓨터 명령들의 대응하는 세트가 저장된 임의의 형태의 컴퓨터 관독 가능 저장 매체 내에 완전히 구현되는 것으로 고려될 수 있다. 따라서, 본 개시내용의 다양한 양상들은 다수의 상이한 형태들로 구현될 수 있으며, 그 형태들 모두는 청구된 요지의 범위 내에 있는 것으로 간주된다. 부가적으로, 본 명세서에 설명된 양상들 각각에 대해, 임의의 그러한 양상들의 대응하는 형태는, 예컨대, 설명된 액션을 수행 "하도록 구성된 로직"으로서 본 명세서에서 설명될 수 있다.

[0015] [0020] 본 개시내용의 일 양상에 따르면, 도 1은 하나 또는 그 초과의 기법들을 사용하여 자신의 포지션을 결정할 수 있는 모바일 플랫폼(108)에 대한 예시적인 동작 환경(100)을 예시한다. 실시예들은, 위성 포지셔닝 시스템(SPS)(114) 및 VIO(Visual Inertial Odometer) 시스템(116) 둘 모두로부터의 데이터를 이용하여 자신의 포지션을 결정할 수 있는 모바일 플랫폼(108)에 관련된다. SPS(114)에 의해 생성된 SPS 측정들(124)은 하나 또는 그 초과의 레인지-레이트 측정들(예컨대, GPS 도플러 측정들) 및/또는 모바일 플랫폼(108)의 속도를 표현하는 하나 또는 그 초과의 SPS 속도 측정들을 포함할 수 있다.

[0021] VIO 시스템(116)은, 모바일 플랫폼(108)의 상대적인 포지션, 속도, 가속도, 및/또는 배향을 추정하도록 카메라(118)에 의해 캡처된 수개의 순차적인 이미지들(120)을 이용한다. 카메라(118)는 단일의 단안식 카메라, 스테레오 카메라, 및/또는 무지향성 카메라를 포함할 수 있다. 동작 시에, VIO 시스템(116)은 VIO 속도 측정들(128)을 생성하기 위하여 카메라(118)에 의해 생성된 이미지들(120)을 포착한다. 일 양상에서, VIO 시스템(116)은 하나 또는 그 초과의 이미지 프로세싱 기법들을 이미지들(120)에 적용하고, 하나 또는 그 초과의 특성들을 검출하고, 다수의 프레임들에 걸쳐 이 특성들을 매칭시켜 광학 흐름을 구성하며, 광학 흐름에 기반하여 모바일 플랫폼(108)의 모션을 추정할 수 있다. 그 후, VIO 시스템(116)은 추정된 모션에 기반하여 모바일 플랫폼(108)의 추정된 속도를 표현하는 VIO 속도 측정들(128)을 생성한다.

[0022] VIO 속도 측정들(128)을 SPS 측정들(124)과 결합시킴으로써, 모바일 플랫폼(108)은 모바일 플랫폼(108)의 포지션 결정들의 정확도를 증가시킬 수 있다. 그러나, SPS 측정들(124) 및 VIO 속도 측정들(128) 각각은 별개의 좌표 시스템들에 대해 행해질 수 있다. 예컨대, SPS 측정들(124)은 글로벌 기준 프레임(126), 이를테면 ECEF(Earth-Centered, Earth-Fixed) 좌표 시스템, 이를테면 GPS와 함께 사용되는 WGS84 좌표 시스템에 대한 것일 수 있는 반면, VIO 속도 측정들(128)은 별개의 로컬 기준 프레임(130)에 대한 것일 수 있다. 글로벌 기준 프레임(126)이 동일한 위성 포지셔닝 네트워크를 사용하여 임의의 시스템에 알려지고 공통적일 수 있는 반면, 로컬 기준 프레임(130)은 모바일 플랫폼(108)의 특정 배향에 부분적으로 의존할 수 있다. 즉, 로컬 기준 프레임(130)은 환경(100) 내의 모바일 플랫폼(108)의 포지션 및/또는 배향에 의존하여 변할 수 있다. 따라서, VIO 속도 측정들(128)을 SPS 측정들(124)과 결합시키기 위해, 모바일 플랫폼(108)은 로컬 기준 프레임(130)을 글로벌 기준 프레임(126)과 정렬시킬 수 있다. 일 양상에서, 모바일 플랫폼(108)은 SPS 측정들(124) 및 VIO 속도 측정들(128)에만 기반하여 로컬 기준 프레임(130)을 글로벌 기준 프레임(126)과 정렬시키기 위해 하나 또는 그 초과의 배향 파라미터들(예컨대, 회전 매트릭스)을 결정한다. 이들 및 다른 양상들은 아래에서 더 상세히 설명될 것이다.

[0023] 동작 환경(100)은 하나 또는 그 초과의 상이한 타입들의 무선 통신 시스템들 및/또는 무선 포지셔닝 시스템들을 포함할 수 있다. 도 1에 도시된 실시예에서, 하나 또는 그 초과의 위성 포지셔닝 시스템(SPS) 위성들(102a, 102b)은 모바일 플랫폼(108)에 대한 포지션 정보의 독립적인 소스로서 사용될 수 있다. 모바일 플랫폼(108)의 SPS(114)는 SPS 위성들(102a, 102b)로부터 지오로케이션(geolocation) 정보를 도출하기 위한 신호들을 수신하도록 구체적으로 설계된 하나 또는 그 초과의 전용 SPS 수신기들을 포함할 수 있다.

[0024] 동작 환경(100)은 또한, 무선 음성 및/또는 데이터 통신을 위해 그리고 모바일 플랫폼(108)에 대한 독립적인 포지션 정보의 다른 소스로서 사용될 수 있는 하나 또는 그 초과의 광역 네트워크 무선 액세스 포인트(WAN-WAP)들(104a 104b, 104c)을 포함할 수 있다. WAN-WAP들(104a-104c)은, 알려진 위치들에 있는 셀룰러 기지국들, 및/또는 다른 광역 무선 시스템들, 이를테면 예컨대, WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)(예컨대, IEEE 802.16)를 포함할 수 있는 광역 무선 네트워크(WWAN)의 일부일 수 있다.

WWAN은 간략화를 위해 도 1에 도시되지 않은 다른 알려진 네트워크 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 통상적으로, WWAN 내의 WAN-WAP들(104a-104c) 각각은 고정된 포지션들로부터 동작하며, 대도시 및/또는 지방 영역들에 걸친 네트워크 커버리지를 제공할 수 있다.

[0020] [0025] 동작 환경(100)은, 무선 음성 및/또는 데이터 통신을 위해 사용될 수 있는 하나 또는 그 초과의 로컬 영역 네트워크 무선 액세스 포인트(LAN-WAP)들(106a 106b, 106c) 뿐만 아니라 포지션 데이터의 다른 독립적인 소스를 더 포함할 수 있다. LAN-WAP들은, 빌딩들에서 동작하고 WWAN보다 더 작은 지리적 구역들에 걸친 통신들을 수행할 수 있는 무선 로컬 영역 네트워크(WLAN)의 일부일 수 있다. 그러한 LAN-WAP들(106a-106c)은, 예컨대, Wi-Fi 네트워크들(802.11x), 셀룰러 피코넷들 및/또는 패토셀들, 블루투스 네트워크들 등의 일부일 수 있다.

[0021] [0026] 모바일 플랫폼(108)은 SPS 위성들(102a, 102b), WAN-WAP들(104a-104c), 및/또는 LAN-WAP들(106a-106c) 중 임의의 하나 또는 그 초과로부터 포지션 정보를 도출할 수 있다. 전술된 시스템들 각각은 상이한 기법들을 사용하여 모바일 플랫폼(108)에 대한 포지션의 독립적인 추정을 제공할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 모바일 플랫폼(108)은 포지션 데이터의 정확도를 개선시키기 위해 상이한 타입들의 액세스 포인트들 각각으로부터 도출된 솔루션들을 결합시킬 수 있다. SPS 위성들(102a, 102b)을 사용하여 포지션을 도출할 경우, 모바일 플랫폼(108)은 SPS 위성들(102a, 102b)에 의해 송신된 복수의 신호들로부터 종래의 기법들을 사용하여 포지션을 추출하는 SPS와 함께 사용하기 위해 구체적으로 설계된 수신기를 이용할 수 있다.

[0022] [0027] SPS 위성들(102a 및 102b)은, 송신기들로부터 수신된 신호들에 적어도 부분적으로 기반하여, 엔티티들이 지구 상에서 또는 지구 위에서 그들의 위치를 결정할 수 있도록 포지셔닝된 송신기들의 시스템을 통상적으로 포함하는 위성 시스템의 일부이다. 통상적으로, 그러한 송신기는 설정된 수의 칩들의 반복 의사-랜덤 잡음(PN) 코드로 마킹된 신호를 송신하며, 지상-기반 제어 스테이션들, 사용자 장비 및/또는 위성체(space vehicle)들 상에 로케이팅될 수 있다. 특정한 예에서, 그러한 송신기들은 지구 궤도 위성체(SV)들 상에 로케이팅될 수 있다. 예컨대, 글로벌 포지셔닝 시스템(GPS), 갈릴레오, 글로나스 또는 컴페스와 같은 글로벌 네비게이션 위성 시스템(GNSS)의 성상도(constellation) 내의 SV는, (예컨대, GPS에서와 같이 각각의 위성에 대해 상이한 PN 코드들을 사용하거나 글로나스에서와 같이 상이한 주파수들 상에서 동일한 코드를 사용하여) 그 성상도 내의 다른 SV들에 의해 송신된 PN 코드들과 구별가능한 PN 코드로 마킹된 신호를 송신할 수 있다. 특정한 양상들에 따르면, 본 명세서에 제시된 기법들은 SPS에 대한 글로벌 시스템(예컨대, GNSS)들로 제한되지는 않는다. 예컨대, 본 명세서에서 제공된 기법들은, 예컨대, 일본의 QZSS(Quasi-Zenith Satellite System), 인도의 IRNSS(Indian Regional Navigational Satellite System), 중국의 베이더우(Beidou) 등과 같은 다양한 지역 시스템들 및/또는 하나 또는 그 초과의 글로벌 및/또는 지역 네비게이션 위성 시스템들과 연관되거나 그렇지 않으면 그들과 함께 사용하기 위해 인에이블링될 수 있는 다양한 증강(augmentation) 시스템들(예컨대, 위성 기반 증강 시스템(SBAS))에 적용되거나 그렇지 않으면 그들에서 사용하기 위해 인에이블링될 수 있다. 제한이 아닌 예로서, SBAS는, 예컨대, WAAS(Wide Area Augmentation System), EGNOS(European Geostationary Navigation Overlay Service), MSAS(Multi-functional Satellite Augmentation System), GPS 보조 지오(Geo) 증강된 네비게이션 또는 GPS 및 지오 증강된 네비게이션 시스템(GAGAN) 등과 같이, 무결성(integrity) 정보, 차동 보정 등을 제공하는 증강 시스템(들)을 포함할 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 본 명세서에서 사용되는 위성 시스템들은 하나 또는 그 초과의 글로벌 및/또는 지역 네비게이션 위성 시스템들 및/또는 증강 시스템들의 임의의 조합을 포함할 수 있으며, SPS 신호들은 SPS, SPS-형, 및/또는 그러한 하나 또는 그 초과의 SPS와 연관된 다른 신호들을 포함할 수 있다.

[0023] [0028] 더욱이, 개시된 방법 및 장치는 의사위성들 또는 위성들과 의사위성들의 조합을 이용하는 포지셔닝 결정 시스템과 함께 사용될 수 있다. 의사위성들은 L-대역(또는 다른 주파수) 캐리어 신호 상에서 변조되는 PN 코드 또는 다른 레인징(ranging) 코드(GPS 또는 CDMA 셀룰러 신호와 유사함)를 브로드캐스팅하는 지상-기반 송신기들이며, 그 코드들은 GPS 시간과 동기화될 수 있다. 각각의 그러한 송신기는 원격 수신기에 의한 식별을 허용하기 위해 고유한 PN 코드를 할당받을 수 있다. 의사위성들은, 터널들, 광산들, 빌딩들, 도시 협곡들 또는 다른 밀폐된 영역들에서와 같이, 궤도 위성으로부터의 GPS 신호들이 이용가능하지 않을 수 있는 상황들에서 유용하다. 의사위성들의 다른 구현은 라디오-비컨들로 알려져 있다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "위성"은 의사위성들, 의사위성들의 등가물들, 및 가능하게는 다른 것들을 포함하도록 의도된다. 본 명세서에서 사용되는 용어들 "SPS 신호들"은, 의사위성들 또는 의사위성들의 등가물들로부터의 SPS형 신호들을 포함하도록 의도된다.

[0024] [0029] WWAN으로부터 포지션을 도출할 경우, 각각의 WAN-WAP들(104a-104c)은 디지털 셀룰러 네트워크 내에서 기지국들의 형태를 취할 수 있으며, 모바일 플랫폼(108)은 포지션을 도출하기 위해 기지국 신호들을 활용할 수 있

는 셀룰러 트랜시버 및 프로세서를 포함할 수 있다. 그러한 셀룰러 네트워크는 GSM, CDMA, 2G, 3G, 4G, LTE 등에 따른 표준들을 포함할 수 있지만 이에 제한되지는 않는다. 디지털 셀룰러 네트워크가 도 1에 도시되지 않을 수 있는 부가적인 기지국들 또는 다른 리소스들을 포함할 수 있다는 것이 이해되어야 한다. WAN-WAP들(104a-104c)이 실제로 이동가능하거나 또는 그렇지 않으면 리로케이팅되는 것이 가능할 수 있지만, 예시의 목적들을 위해, 본질적으로 그들이 고정된 포지션에 배열된다는 것이 가정될 것이다.

[0025] 모바일 플랫폼(108)은 알려진 도달-시간(TOA) 기법들, 이를테면 예컨대, AFLT(Advanced Forward Link Trilateration)를 사용하여 포지션 결정을 수행할 수 있다. 다른 실시예들에서, 각각의 WAN-WAP(104a-104c)는 WiMAX 무선 네트워킹 기지국을 포함할 수 있다. 이러한 경우, 모바일 플랫폼(108)은 WAN-WAP들(104a-104c)에 의해 제공된 신호들로부터 TOA 기법들을 사용하여 자신의 포지션을 결정할 수 있다. 모바일 플랫폼(108)은 독립형 모드로 또는 TOA 기법들을 사용하는 포지셔닝 서버(110) 및 네트워크(112)의 도움을 사용하여 포지션들을 결정할 수 있다. 더욱이, 다양한 실시예들은 모바일 플랫폼(108)이 상이한 타입들을 가질 수 있는 WAN-WAP들(104a-104c)을 사용하여 포지션 정보를 결정하게 할 수 있다. 예컨대, 몇몇 WAN-WAP들(104a-104c)은 셀룰러 기지국들일 수 있고, 다른 WAN-WAP들(104a-104c)은 WiMAX 기지국들일 수 있다. 그러한 동작 환경에서, 모바일 플랫폼(108)은 각각의 상이한 타입의 WAN-WAP(104a-104c)로부터의 신호들을 활용하는 것이 가능하며, 정확도를 개선시키기 위해, 도출된 포지션 솔루션들을 추가로 결합시킬 수 있다.

[0026] WLAN을 사용하여 포지션을 도출할 경우, 모바일 플랫폼(108)은 포지셔닝 서버(110) 및 네트워크(112)의 도움과 함께 TOA 기법들을 이용할 수 있다. 포지셔닝 서버(110)는 네트워크(112)를 통해 모바일 플랫폼(108)에 통신할 수 있다. 네트워크(112)는 LAN-WAP들(106a-106c)을 포함하는 유선 및 무선 네트워크들의 조합을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 각각의 LAN-WAP(106a-106c)는, 예컨대 고정된 포지션에 셋팅될 필요가 없고 위치를 변경시킬 수 있는 Wi-Fi 무선 액세스 포인트일 수 있다. 각각의 LAN-WAP(106a-106c)의 포지션은 공통 좌표 시스템으로 포지셔닝 서버(110)에 저장될 수 있다. 일 실시예에서, 모바일 플랫폼(108)의 포지션은, 모바일 플랫폼(108)이 각각의 LAN-WAP(106a-106c)로부터 신호들을 수신하게 함으로써 결정될 수 있다. 각각의 신호는, 수신된 신호에 포함될 수 있는 정보(이를테면, 예컨대 MAC 어드레스)를 식별하는 몇몇 형태에 기반하여 자신의 발신 LAN-WAP와 연관될 수 있다. 그 후, 모바일 플랫폼(108)은 신호 강도에 기반하여 수신 신호들을 분류하고, 분류된 수신 신호들 각각과 연관된 시간 지연들을 도출할 수 있다. 그 후, 모바일 플랫폼(108)은 LAN-WAP들 각각의 식별 정보 및 시간 지연들을 포함할 수 있는 메시지를 형성하고, 메시지를 네트워크(112)를 통해 포지셔닝 서버(110)로 전송할 수 있다. 그 후, 수신된 메시지에 기반하여, 포지셔닝 서버(110)는 관련있는 LAN-WAP들(106a-106c)의 저장된 위치들을 사용하여 모바일 플랫폼(108)의 포지션을 결정할 수 있다. 포지셔닝 서버(110)는, 로컬 좌표 시스템에서 모바일 플랫폼(108)의 포지션에 대한 포인터를 포함하는 위치 구성 표시(LCI) 메시지를 생성하여 모바일 플랫폼(108)에 제공할 수 있다. LCI 메시지는 또한, 모바일 플랫폼(108)의 위치와 관련된 다른 관심 포인트들을 포함할 수 있다. 모바일 플랫폼(108)의 포지션을 계산할 경우, 포지셔닝 서버(110)는 무선 네트워크 내의 엘리먼트들에 의해 도입될 수 있는 상이한 지연들을 고려할 수 있다.

[0027] 위에서 설명된 포지션 결정 기법들은, WWAN, WLAN, 무선 개인 영역 네트워크(WPAN) 등과 같은 다양한 무선 통신 네트워크들에 대해 사용될 수 있다. 용어 "네트워크" 및 "시스템"은 상호교환가능하게 사용될 수 있다. WWAN은 코드 분할 다중 액세스(CDMA) 네트워크, 시분할 다중 액세스(TDMA) 네트워크, 주파수 분할 다중 액세스(FDMA) 네트워크, 직교 주파수 분할 다중 액세스(OFDMA) 네트워크, 단일-캐리어 주파수 분할 다중 액세스(SC-FDMA) 네트워크, WiMAX(IEEE 802.16) 네트워크 등일 수 있다. CDMA 네트워크는 cdma2000, 광대역-CDMA(W-CDMA) 등과 같은 하나 또는 그 초과의 라디오 액세스 기술(RAT)들을 구현할 수 있다. cdma2000은, IS-95, IS-2000 및 IS-856 표준들을 포함한다. TDMA 네트워크는 GSM(Global System for Mobile Communications), D-AMPS(Digital Advanced Mobile Phone System), 또는 몇몇 다른 RAT를 구현할 수 있다. GSM 및 W-CDMA는 "3세대 파트너쉽 프로젝트(3GPP)"로 명칭된 콘소시엄으로부터의 문헌들에 설명되어 있다. cdma2000은 "3세대 파트너쉽 프로젝트 2(3GPP2)"로 명칭된 콘소시엄으로부터의 문헌들에 설명되어 있다. 3GPP 및 3GPP2 문헌들은 공용으로 이용가능하다. WLAN은 IEEE 802.11x 네트워크일 수 있고, WPAN은 블루투스 네트워크, IEEE 802.15x, 또는 몇몇 다른 타입의 네트워크일 수 있다. 기법들은 또한, WWAN, WLAN 및/또는 WPAN의 임의의 조합에 대해 사용될 수 있다.

[0028] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 모바일 플랫폼(108)은 디바이스, 이를테면 운송수단(유인 또는 무인), 로봇, 셀룰러 또는 다른 무선 통신 디바이스, 개인용 통신 시스템(PCS) 디바이스, 개인용 내비게이션 디바이스, 개인 정보 관리자(PIM), 개인 휴대 정보 단말(PDA), 랩톱 또는 이미지들을 캡처하고 내부 센서들을 사용하여 내비게이팅할 수 있는 다른 적합한 모바일 디바이스일 수 있다. 또한, 용어 "모바일 플랫폼"은, 위성

신호 수신, 보조 데이터 수신, 및/또는 포지션-관련 프로세싱이 디바이스 또는 PND에서 발생하는지에 관계없이, 이를테면 단거리 무선, 적외선, 유선 접속, 또는 다른 접속에 의해 개인용 네비게이션 디바이스(PND)와 통신하는 디바이스들을 포함하도록 의도된다. 또한, "모바일 플랫폼"은 위성 신호 수신, 보조 데이터 수신, 및/또는 포지션-관련 프로세싱이 네트워크와 연관된 디바이스, 서버, 또는 다른 디바이스에서 발생하는지에 관계없이 그리고 이를테면, 인터넷, Wi-Fi, 또는 다른 네트워크를 통해 서버와의 통신이 가능한 무선 통신 디바이스들, 컴퓨터들, 랩톱들 등을 포함하는 모든 디바이스들을 포함하도록 의도된다. 또한, 위의 임의의 동작가능한 조합이 "모바일 플랫폼"으로 고려된다.

- [0029] [0034] 더욱이, 일 실시예에서, 모바일 플랫폼(108)은 모바일 플랫폼(108)이 운송수단 그 자체에 의해 획득된 SPS 측정들(124) 및/또는 VIO 속도 측정들을 판독할 수 있게 하는 하나 또는 그 초과의 통신 인터페이스들(예컨대, 블루투스 인터페이스, RF 안테나, 유선 연결 등)을 통해 운송수단에 적합하게 링크될 수 있다. 더욱이, 모바일 플랫폼(108)과 운송수단 사이의 통신을 지원하는 애플리케이션 프로그램 인터페이스(API)는 운송수단에 의해 획득된 SPS 측정들(124) 및/또는 VIO 속도 측정들(128)을 모바일 플랫폼(108)에 이용가능하게 만들 수 있다.
- [0030] [0035] 도 2는 본 개시내용의 일 양상에 따른, 하나 또는 그 초과의 기법들을 사용하여 포지션을 결정할 수 있는 동작 환경(100)에서 사용될 수 있는 예시적인 모바일 플랫폼(200)을 예시한다. 모바일 플랫폼(200)은 도 1의 모바일 플랫폼(108)의 하나의 가능한 구현이다.
- [0031] [0036] 도 2의 다이어그램에 예시된 다양한 피쳐들 및 기능부들은, 이를 다양한 피쳐들 및 기능부들이 함께 동작가능하게 커플링된다는 것을 표현하기 위해 의도되는 공통 데이터 버스(224)를 사용하여 함께 연결된다. 당업자들은, 다른 연결들, 메커니즘들, 피쳐들, 기능부들 등이 실제 휴대용 디바이스를 동작가능하게 커플링 및 구성하기 위해 필요에 따라 제공 및 적용될 수 있음을 인식할 것이다. 추가로, 도 2의 예에 예시된 피쳐들 또는 기능부들 중 하나 또는 그 초과가 추가로 세분될 수 있거나, 또는 도 2에 예시된 피쳐들 또는 기능부들 중 2개 또는 그 초과가 결합될 수 있다는 것이 또한 인식된다.
- [0032] [0037] 모바일 플랫폼(200)은, 하나 또는 그 초과의 안테나들(240)에 연결될 수 있는 하나 또는 그 초과의 무선 트랜시버들(202)을 포함할 수 있다. 무선 트랜시버(202)는 WAN-WAP들(104a-104c)와 통신하고 그리고/또는 그들로의/그들로부터의 신호들을 검출하고, 그리고/또는 네트워크 내의 다른 무선 디바이스들과 직접 통신하는데 적합한 디바이스들, 하드웨어, 및/또는 소프트웨어를 포함할 수 있다. 예컨대, 무선 트랜시버(202)는 무선 기지국들의 CDMA 네트워크와 통신하는데 적합한 CDMA 통신 시스템을 포함할 수 있지만; 다른 양상들에서, 무선 통신 시스템은 다른 타입의 셀룰러 텔레포니 네트워크, 이를테면 예컨대, TDMA 또는 GSM을 포함할 수 있다. 부가적으로, 임의의 다른 타입의 광역 무선 네트워킹 기술들, 예컨대 WiMAX(IEEE 802.16) 등이 사용될 수 있다. 무선 트랜시버(202)는 또한, 하나 또는 그 초과의 안테나들(240)에 연결될 수 있는 하나 또는 그 초과의 로컬 영역 네트워크(LAN) 트랜시버들을 포함할 수 있다. 예컨대, 무선 트랜시버(202)는 LAN-WAP들(106a-106c)와 통신하고 그리고/또는 그들로의/그들로부터의 신호들을 검출하고, 그리고/또는 네트워크 내의 다른 무선 디바이스들과 직접 통신하는데 적합한 디바이스들, 하드웨어, 및/또는 소프트웨어를 포함할 수 있다. 일 양상에서, 무선 트랜시버(202)는 하나 또는 그 초과의 무선 액세스 포인트들과 통신하는데 적합한 Wi-Fi(802.11x) 통신 시스템을 포함할 수 있지만; 다른 양상들에서, 무선 트랜시버(202)는 다른 타입의 로컬 영역 네트워크, 개인 영역 네트워크, 예컨대, 블루투스를 포함한다. 부가적으로, 임의의 다른 타입의 무선 네트워킹 기술들, 예컨대 UWB(Ultra Wide Band), 지그비, 무선 USB 등이 사용될 수 있다.
- [0033] [0038] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 약어 "무선 액세스 포인트(WAP)"는 LAN-WAP들(106a-106c) 및/또는 WAN-WAP들(104a-104c)을 지칭하는 데 사용될 수 있다. 구체적으로, 용어 "WAP"가 사용되는 경우, 실시예들이 복수의 LAN-WAP들(106a-106c), 복수의 WAN-WAP들(104a-104c), 또는 그 둘의 임의의 조합으로부터의 신호들을 활용할 수 있는 모바일 플랫폼(200)을 포함할 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 모바일 플랫폼(200)에 의해 이용되는 특정 타입의 WAP는 동작 환경에 의존할 수 있다. 또한, 모바일 플랫폼(200)은 정확한 포지션 솔루션에 도달하기 위해 다양한 타입들의 WAP들 사이에서 동적으로 선택할 수 있다. 다른 실시예들에서, 다양한 네트워크 엘리먼트들은 피어-투-피어 방식으로 동작할 수 있으며, 그에 의해, 예컨대 모바일 플랫폼(200)은 WAP로 교체될 수 있거나 또는 그 역으로 교체될 수 있다. 다른 피어-투-피어 실시예들은 하나 또는 그 초과의 WAP 대신 작동하는 다른 모바일 플랫폼(도시되지 않음)을 포함할 수 있다.
- [0034] [0039] 도 2에 도시된 바와 같이, 모바일 플랫폼(200)은 카메라(204)를 또한 포함할 수 있다. 카메라(204)는 단일의 단안식 카메라, 스테레오 카메라, 및/또는 무지향성 카메라일 수 있다. 일 양상에서, 카메라(204)는, 카메라 파라미터들(예컨대, 초점 길이, 광학 중심의 변위, 방사 왜곡, 접선 왜곡 등)이 알려지도록 교정된다.

카메라(204)는 이미지들(244)을 제어 유닛(210)에 제공하기 위해 제어 유닛(210)에 커플링된다.

[0035] [0040] 모바일 플랫폼(200)의 예시된 예는 모션 센서(206)를 또한 포함한다. 모션 센서(206)는, 무선 트랜시버(202), SPS(208), 및 VIO 시스템(226)에 의해 수신된 신호들로부터 도출되는 모션 데이터와는 독립적인 움직임 및/또는 배향 정보를 제공하기 위해 제어 유닛(210)에 커플링될 수 있다.

[0036] [0041] 예로서, 모션 센서(206)는 가속도계(예컨대, MEMS 디바이스), 자이로스코프, 지자기 센서(예컨대, 컴퍼스), 고도계(예컨대, 기압 고도계), 및/또는 임의의 다른 타입의 움직임 검출 센서를 포함할 수 있다. 또한, 모션 센서(206)는 복수의 상이한 타입들의 디바이스들을 포함하며, 모션 정보를 제공하기 위해 그들의 출력들을 결합시킬 수 있다. 예컨대, 모션 센서(206)는 2D 및/또는 3D 좌표 시스템들에서 포지션들을 계산하기 위한 능력을 제공하기 위해 다축 가속도계 및 배향 센서들의 조합을 사용할 수 있다.

[0037] [0042] 위성 포지셔닝 시스템(SPS)(208)이 또한 모바일 플랫폼(200)에 포함될 수 있다. SPS(208)는 위성 신호들을 수신하기 위해 하나 또는 그 초과의 안테나들(242)에 연결될 수 있다. SPS(208)는 SPS 신호들을 수신 및 프로세싱하기 위한 임의의 적합한 하드웨어 및/또는 소프트웨어를 포함할 수 있다. SPS(208)는 다른 시스템들로부터 정보 및 동작들을 적절하게 요청하고, 임의의 적합한 SPS 알고리즘에 의해 획득된 측정들을 사용하여 모바일 플랫폼(200)의 포지션을 결정하는 데 필요한 계산들을 수행한다. 일 양상에서, SPS(208)는 하나 또는 그 초과의 SPS 측정들(246)을 제어 유닛(210)에 제공하기 위해 제어 유닛(210)에 커플링된다. 일 예에서, SPS 측정들(246)은 레인지-레이트 측정들, 이를테면 GPS 도플러 레인지-레이트 측정들이다. 다른 예에서, SPS(208)는 SPS 측정들(246)이 SPS 속도 측정들이도록 레인지-레이트 측정들에 기반하여 모바일 플랫폼(200)의 SPS 속도를 결정하도록 구성된다. 즉, SPS 측정들(246)은 그 자체에 의한 레인지-레이트 측정들, 그 자체에 의한 SPS 속도 측정들, 및/또는 그 둘의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0038] [0043] 모바일 플랫폼(200)은 또한, 존재한다면, 무선 트랜시버(202), 카메라(204), 모션 센서(206), SPS(208), 및 사용자 인터페이스(212)에 연결되어 그들과 통신하는 제어 유닛(210)을 포함한다. 일 양상에서, 제어 유닛(210)은 카메라(204)로부터 수신된 이미지들(244) 뿐만 아니라 SPS(208)로부터 수신된 SPS 측정들(246)을 수용 및 프로세싱한다. 제어 유닛(210)은 프로세서(214) 및 연관된 메모리(220), 하드웨어(216), 펌웨어(218), 및 소프트웨어(222)에 의해 제공될 수 있다.

[0039] [0044] 프로세서(214)는, 프로세싱 기능들 뿐만 아니라 다른 계산 및 제어 기능을 제공하는 하나 또는 그 초과의 마이크로프로세서들, 마이크로제어기들, 및/또는 디지털 신호 프로세서들을 포함할 수 있다. 프로세서(214)는 또한, 모바일 플랫폼(200) 내에서 프로그래밍된 기능을 실행하기 위한 데이터 및 소프트웨어 명령들을 저장하기 위한 메모리(220)를 포함할 수 있다. 메모리(220)는 (예컨대, 동일한 IC 패키지 내의) 프로세서(214)에 내장(on-board)될 수 있고, 그리고/또는 메모리는 프로세서(214)에 대한 외부 메모리이고 데이터 버스(224)를 통해 기능적으로 커플링될 수 있다. 본 개시내용의 양상들과 연관된 기능적 세부사항들은 아래에 더 상세히 논의될 것이다.

[0040] [0045] 제어 유닛(210)은 VIO(Visual-Inertial Odometry) 시스템(226), 포지셔닝 모듈(228), 포지션 데이터베이스(230), 및 애플리케이션 모듈(232)을 더 포함할 수 있다. VIO 시스템(226)은 카메라(204)로부터 수신된 이미지들(244)에 대한 응답으로 VIO 속도 측정들(248)을 생성하도록 구성될 수 있다. 포지셔닝 모듈(228)은 하나 또는 그 초과의 포지셔닝 기법들에 기반하여 모바일 플랫폼의 포지션을 결정하도록 구성될 수 있다. 아래에서 더 상세히 논의될 바와 같이, 포지셔닝 모듈(228)은 VIO 속도 측정들(248)을 SPS 측정들(246)과 결합시킴으로써 모바일 플랫폼(200)의 포지션을 결정하도록 구성될 수 있다. 포지션 데이터베이스(232)는 모바일 플랫폼(200)의 포지션 및/또는 배향을 저장 및 업데이팅하도록 구성될 수 있다. 즉, 제어 유닛(210)이 모바일 플랫폼(200)의 새로운 포지션 및/또는 배향을 결정할 때, 포지션 데이터베이스(230)가 업데이팅될 수 있다. 그 후, 업데이팅된 포지션 및 배향 정보는, 예컨대 디스플레이(238) 상에 새로운 포지션을 갖는 디지털 맵을 디스플레이하거나 또는 디스플레이 상에서 그리고/또는 스피커(234)를 통해 부가적인 내비게이션 명령들을 제공함으로써 제공될 수 있다.

[0041] [0046] 애플리케이션 모듈(232)은, 모바일 플랫폼(200)의 프로세서(214) 상에서 구동하는 프로세스일 수 있으며, 그 프로세스는 포지셔닝 모듈(228)로부터 포지션 정보를 요청한다. 애플리케이션들은 통상적으로 소프트웨어 아키텍처들의 상위 계층 내에서 구동되며, 실내/실외 내비게이션, 버디 로케이터(Buddy Locator), 쇼핑 및 쿠폰들, 자산 추적, 및 위치 인식 서비스 발견을 포함할 수 있다.

[0042] [0047] 프로세서(214), VIO 시스템(226), 포지셔닝 모듈(228), 및 포지션 데이터베이스(230)는 명확화를 위해

별개로 예시되지만, 단일 유닛일 수 있고 그리고/또는 프로세서(214)에서 구동되는 소프트웨어(222) 내의 명령들에 기반하여 프로세서(214) 내에 구현될 수 있다. 프로세서(214), VIO 시스템(226), 포지셔닝 모듈(228)은 하나 또는 그 초과의 마이크로프로세서들, 임베디드 프로세서들, 제어기들, 주문형 집적 회로(ASIC)들, 디지털 신호 프로세서(DSP)들 등을 포함할 수 있지만, 반드시 포함할 필요는 없다. 용어 프로세서는 특정 하드웨어보다는 시스템에 의해 구현되는 기능들을 설명한다. 또한, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "메모리"는, 모바일 플랫폼(200)과 연관된 장기, 단기, 또는 다른 메모리를 포함하는 임의의 타입의 컴퓨터 저장 매체를 지칭하며, 임의의 특정한 타입의 메모리 또는 메모리들의 수, 또는 메모리가 저장되는 매체들의 타입에 제한되지 않는다.

[0043] [0048] 본 명세서에 설명된 프로세스들은, 애플리케이션에 의존하여 다양한 수단에 의해 구현될 수 있다. 예컨대, 이들 프로세스들은 하드웨어(216), 펌웨어(218), 소프트웨어(222)와 결합한 프로세서(214), 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수 있다. 하드웨어 구현에 대해, 프로세서(214)는 하나 또는 그 초과의 주문형 집적 회로(ASIC)들, 디지털 신호 프로세서(DSP)들, 디지털 신호 프로세싱 디바이스(DSPD)들, 프로그래밍가능 로직 디바이스(PLD)들, 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이(FPGA)들, 프로세서들, 제어기들, 마이크로-제어기들, 마이크로프로세서들, 전자 디바이스들, 본 명세서에 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 다른 전자 유닛들, 또는 이들의 조합 내에서 구현될 수 있다.

[0044] [0049] 펌웨어 및/또는 프로세서/소프트웨어 구현에 대해, 프로세스들은, 본 명세서에 설명된 기능들을 수행하는 모듈들(예컨대, 절차들, 함수들 등)을 이용하여 구현될 수 있다. 명령들을 유형으로 수록한 임의의 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 매체는 본 명세서에 설명된 프로세스들을 구현할 시에 사용될 수 있다. 예컨대, 프로그램 코드는 메모리(220)에 저장되고, 프로세서(214)에 의해 실행될 수 있다. 메모리(220)는, 프로세서(214) 내부 또는 프로세서 외부에 구현될 수 있다.

[0045] [0050] 펌웨어(218), 및/또는 소프트웨어(222)와 함께 프로세서(214)로 구현되면, 기능들은 컴퓨터-판독가능 매체 상의 하나 또는 그 초과의 명령들 또는 코드로서 저장될 수 있다. 예들은, 데이터 구조로 인코딩된 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 매체들, 및 컴퓨터 프로그램으로 인코딩된 컴퓨터-판독가능 매체들을 포함한다. 컴퓨터-판독가능 매체들은 물리적 컴퓨터 저장 매체들을 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체일 수 있다. 제한이 아닌 예로서, 그러한 컴퓨터-판독가능 매체들은 RAM, ROM, 플래시 메모리, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자기 디스크 저장 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 저장하는데 사용될 수 있고 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있으며; 본 명세서에 사용된 바와 같이, 디스크(disk) 및 디스크(disc)는, 컴팩트 디스크(disc)(CD), 레이저 디스크(disc), 광학 디스크(disc), DVD(digital versatile disc), 플로피 디스크(disk) 및 블루-레이 디스크(disc)를 포함하며, 여기서, 디스크(disk)들은 일반적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만, 디스크(disc)들은 레이저들을 이용하여 광학적으로 데이터를 재생한다. 상기한 것들의 조합들이 또한 컴퓨터-판독가능 매체들의 범위 내에 포함되어야 한다.

[0046] [0051] 모바일 플랫폼(200)은, 모바일 플랫폼(200)과의 사용자 상호작용을 허용하는 마이크로폰/스피커(234), 키패드(236), 및 디스플레이(238)와 같은 임의의 적합한 인터페이스 시스템들을 제공하는 선택적인 사용자 인터페이스(212)를 포함할 수 있다. 마이크로폰/스피커(234)는 무선 트랜시버(202)를 사용하여 음성 통신 서비스들을 제공한다. 키패드(236)는 사용자 입력을 위한 임의의 적합한 버튼들을 포함한다. 디스플레이(238)는, 예컨대, 백릿(backlit) LCD 디스플레이와 같은 임의의 적합한 디스플레이를 포함하며, 부가적인 사용자 입력 모드들을 위한 터치 스크린 디스플레이를 더 포함할 수 있다.

[0047] [0052] 일 양상에서, 모바일 플랫폼(200)은 포지션 결정의 정확도를 개선시키기 위해 SPS 측정들(246)을 VIO 속도 측정들(248)과 결합시킴으로써 모바일 플랫폼(200)의 포지션을 결정하도록 구성된다. 그러나, 위에서 언급된 바와 같이, SPS 측정들(246)은 글로벌 기준 프레임(126)에 대한 것일 수 있는 반면, VIO 속도 측정들(248)은 로컬 기준 프레임(130)에 대한 것이다. 따라서, SPS 측정들(246)을 VIO 속도 측정들(248)과 결합시키기 위해, 모바일 플랫폼(200)은 먼저 로컬 기준 프레임(130)을 글로벌 기준 프레임(126)과 정렬시킬 수 있다. 일 양상에서, 제어 유닛(210)의 포지셔닝 모듈(228)은 로컬 기준 프레임(130)을 글로벌 기준 프레임(126)과 정렬시키기 위해 회전 매트릭스와 같은 배향 파라미터를 결정하도록 구성된다. 일 예에서, 포지셔닝 모듈(228)은 SPS 측정들(246) 및 VIO 속도 측정들(248)에 기반하여 배향 파라미터를 결정한다. 이러한 추정을 수행하기 위한 2개의 접근법들이 아래에서 제공되며, 하나의 접근법에서, 배향 파라미터의 추정은 SPS(208)로부터 획득된 SPS 속도 측정들에 기반하고, 다른 접근법에서, 추정은 SPS(208)로부터 또한 획득되는 원시(raw) 레인지-레이트 측정들에

기반한다.

[0048] 위에서 언급된 바와 같이, SPS(208)로부터 획득된 SPS 측정들(246)은 모바일 플랫폼(200)의 SPS 속도 측정들을 포함할 수 있다. 제1 접근법에서, SPS 및 VIO 속도 측정들 둘 모두는 시간에 걸쳐 누적되어, SPS 속도 측정들을 VIO 속도 측정들과 매칭시키는 "최상의" 회전 매트릭스가 결정될 수 있다. 이러한 예에서, SPS 속도 측정들이 사용될 수 있는데, 이는 오픈-스카이(open-sky) 조건에서, SPS 속도 측정들이 비교적 작은 추정 에러들(예컨대, 0:1m/s)을 포함할 수 있고, 이는 차례로 포지셔닝 모듈(228)이 배향 파라미터의 매우 신뢰 가능한 추정을 결정하게 허용하기 때문이다.

[0049] 대안적으로, SPS(208)로부터 획득된 SPS 측정들(246)은 GPS 도플러 레인지-레이트 측정들과 같은 레인지-레이트 측정들을 포함할 수 있다. 따라서, 포지셔닝 모듈(228)은 모바일 플랫폼(200)이 SPS 속도들에 대한 해를 명시적으로 구해야 할 필요 없이 레인지-레이트 측정들로부터 직접 배향 파라미터를 결정할 수 있다. 일 양상에서, 이것은, 불충분한 레인지-레이트 측정들이 SPS 속도에 대한 해를 구하는데 이용 가능하더라도, 모바일 플랫폼(200)이 배향 파라미터를 결정하게 허용한다. 즉, 이러한 예에서, 배향 파라미터를 결정하기 위하여 포지셔닝 모듈(228)에 의해 사용되는 레인지-레이트 측정들의 수는, 모바일 플랫폼(200)의 SPS 속도를 계산하는데 요구되는 것보다 적을 수 있다.

[0050] [0055] 로컬 기준 프레임을 글로벌 기준 프레임과 정렬시키는 양상들(아래에서 상세히 논의됨)은, 상당한 성능 개선을 제공할 수 있는 반한정 완화(semidefinite relaxation) 기법과 문제의 4원수 재공식화(quaternion reformulation)를 함께 결합시킨다.

[0051] [0056] 도 3은 본 개시내용의 일 양상에 따른, VIO(visual-inertial odometry) 기준 프레임을 위성 포지셔닝 시스템(SPS) 기준 프레임과 정렬시키는 예시적인 프로세스(300)를 예시한다. 프로세스 블록(302)에서, 포지셔닝 모듈(228)은 SPS(208)로부터 레인지-레이트 측정들(246)을 획득하며, 여기서 레인지-레이트 측정들은 글로벌 기준 프레임(126)에 대한 것이다. 일 양상에서, SPS(208)는 1초의 길이의 각각의 에포크 동안 상이한 위성들로부터 원시 레인지-레이트 측정들을 제공한다. 대류권, 전리층, 및 위성 클록 편향들은 단일-포인트 솔루션들에서 사용되는 표준 모듈들을 통해 또는 네트워크 데이터로부터, 이들 레인지-레이트 측정들에서 정정된 것으로 가정될 수 있다. 정정된 레인지-레이트 측정들은 다음과 같이 모델링될 수 있으며:

$$\dot{\rho}_s(t) \triangleq \nabla_s^T(t)(v(t) - v_s(t)) + \dot{b}(t) + w_s(t) \quad (1)$$

[0052] 여기서,

$$\nabla_s(t) \triangleq \frac{(\tilde{x}(t) - x_s(t))}{\|\tilde{x}(t) - x_s(t)\|} \quad (2)$$

[0053] [0055] 는, 위성 s(예컨대, 위성(102a))로부터 모바일 플랫폼(200) 포지션 x(t)의 대략 추정 $\tilde{x}(t)$ 까지의 단위 벡터이다. v(t) 및 $v_s(t)$ 는 각각 모바일 플랫폼(200) 및 위성 s의 속도들이고, $\dot{b}(t)$ 는 SPS(208)의 수신기 클록 드리프트이며, $w_s(t)$ 는 측정들에서 모든 다른 잡음을 캡처한다. 예컨대, 200m 내로 정확한 그러한 대략적인 포지션 추정은 표준 모델들을 사용하여 계산될 수 있다.

[0056] 다음으로, 프로세스 블록(304)에서, 포지셔닝 모듈(228)은 VIO 시스템(226)으로부터 VIO 속도 측정들(248)을 획득하며, 여기서 VIO 속도 측정들(248)은 로컬 기준 프레임(130)에 대한 것이다. VIO 시스템(226)은 VIO 속도 측정들(248)을 생성하기 위해, 카메라(204)에 의해 생성되는 이미지들(244) 뿐만 아니라 모션 센서들(206)(예컨대, 가속도계 및 자이로스코프) 중 하나 또는 그 초파에 의해 제공되는 데이터를 이용할 수 있다. VIO 시스템(226)에 의해 생성된 VIO 속도 측정들(248)은 분산들의 추정들과 함께 각각의 시간 인스턴트에서의 속도들 및 회전 매트릭스들의 벡터일 수 있다. VIO 속도 측정들(248)이 VIO 시스템(226)에 의해 생성되는 레이트는 초당 대략 100회 수 있으며, 이는, SPS(208)에 의해 생성되는 SPS 측정들(246)의 레이트(대략 초당 1회)보다 훨씬 높다. VIO 속도 측정들(248)에 포함된 회전 매트릭스들은 초기 카메라 기준 프레임에 대한 현재의 시간 인스턴트의 카메라(204) 배향을 설명한다. 몇몇 양상들에서, VIO 속도 측정들(248)은 매우 정확하며, 거리의 함수로서 대략 1%의 드리프트, 즉 100m에 걸쳐 1m의 에러를 갖는다.

[0057] [0058] VIO 시스템(226)은 시스템 시동 시에 임의로 선택될 수 있는 로컬 기준 프레임(130)에서 VIO 속도 측정들(248)을 포지셔닝 모듈(228)에 제공한다. VIO 속도 측정들(248)을 SPS 측정들(246)과 통합시키기 위해, 포지

셔닝 모듈(228)은 로컬 기준 프레임(130)을 글로벌 기준 프레임(126)과 정렬시키기 위해 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정(예컨대, 회전 매트릭스를 추정)한다(즉, 프로세스 블록(306)). 일 양상에서, 로컬 기준 프레임(130)을 글로벌 기준 프레임(126)과 정렬시키는 것은 VIO 속도 측정들(248)을 글로벌 기준 프레임(126)으로 변환하는 것을 포함한다. 회전 매트릭스와 같은 배향 파라미터를 추정하기 위해, 포지셔닝 모듈(228)은 로컬 기준 프레임(130)의 VIO 속도 측정들(248)에 관련된 글로벌 기준 프레임(126)의 SPS 측정들(248)을 획득한다. 일 양상에서, SPS(208)로부터 획득된 레인지-레이트 측정들(예컨대, 도플러 레인지-레이트 측정들)이 이러한 목적을 위해 사용될 수 있다. 일단 배향 파라미터(예컨대, 회전 매트릭스)가 결정되면, VIO 속도 측정들(248)은 아래에서 설명될 바와 같이 글로벌 기준 프레임으로 변환될 수 있다.

[0058] 위에서 언급된 바와 같이, 일 양상에서, SPS(208)에 의해 제공되는 GPS 측정들(246)은 모바일 플랫폼(200)의 속도를 표현하는 SPS 속도 측정들(예컨대, GPS 도플러 속도 측정들)을 포함할 수 있다. 모바일 플랫폼(200)이 오픈-스카이 환경에 있는 경우, SPS 속도 측정들을 사용하는 것은 비교적 정확하다. 배향 파라미터를 결정하기 위해 SPS 속도 측정들을 사용하는 것은 폐쇄형 솔루션을 제공할 수 있다. 더욱이, 배향 파라미터의 변화들이 주로 VIO 시스템(226)과 연관된 느린 드리프트 뿐만 아니라 VIO 시스템(226)에 의해 사용되는 기준 프레임의 가능한 리셋들로 인한 것일 수 있는 운송수단의 경우에서와 같이, 배향 파라미터는 시간에 걸쳐 현저하게 변하지 않을 수 있다. 따라서, SPS 속도 측정들을 이용하는 것은 양호한 품질의 SPS 속도 측정들이 SPS(208)로부터 이용가능할 때마다 모바일 플랫폼(200)에 의해 사용될 수 있다.

[0059] 이러한 예로 계속하면, $v(t)$ 가 글로벌 기준 프레임(126)의 모바일 플랫폼(200)의 실제 속도와 동일하고, $v_G(t)$ 가 SPS(208)로부터의 SPS 속도 측정(246)과 동일하며, 그리고 $v_v(t)$ 가 VIO 시스템(226)으로부터 획득된 VIO 속도 측정들(248)과 동일하다고 한다. 따라서, 이들 파라미터들은 다음과 같이 모델링될 수 있으며,

$$v_G(t) \triangleq v(t) + z_G(t),$$

$$v_V(t) \triangleq R \cdot v(t) + z_V(t) \quad (3a)$$

[0060] 여기서, R 은 글로벌 및 로컬 기준 프레임들에 관련된 회전 매트릭스이고, 측정들 내의 각각의 잡음들은 $Z_G(t)$ 및 $Z_V(t)$ 로 나타낸다. 일 양상에서, 포지셔닝 모듈(228)은 T 의 윈도우 사이즈에 걸쳐 회전 매트릭스 R 을 추정한다. 예컨대, 시간 간격 $\{t-T+1, t-T+2, \dots, t\}$ 에서 측정들의 세트를 고려한다. 이러한 표현은 표기의 용이함을 위해 시간이 초 단위들로 분리된다고 가정한다. 그 후, 수학식 3a는 다음과 같이 이러한 윈도우에 걸쳐 다시 쓰여질 수 있으며,

$$V_G = V + Z_G,$$

$$V_V = RV + Z_V \quad (3b)$$

[0063] 여기서, $V \triangleq (v(t-T+1), \dots, v(t))$ 이고, 매트릭스들 V_G , V_V , Z_G , Z_V 이 유사하게 정의된다. 그 후, 포지셔닝 모듈(228)은 다음의 최소-자승 최적화 문제의 최소화기로서 회전 매트릭스 R 을 추정할 수 있으며,

$$Q^T Q = I, \quad \text{det}(Q) = 1, \quad \text{에 대해},$$

$$\underset{Q \in \mathbb{R}^{3x3}}{\text{minimize}} \quad \|QV_G - V_V\|_F^2 \quad (3c)$$

[0065] 여기서, $\|\cdot\|_F$ 는 프로베니우스 놈(Frobenius norm)을 나타낸다. 일 양상에서, 이러한 문제는 직교 프로크루스테스(Procrustes) 문제의 특수한 경우이고, 여기서 캐이비쉬 알고리즘(Kabsch algorithm)이 다음과 같이 최적의 폐쇄형 솔루션을 제공할 수 있으며:

$$U_1 \Sigma U_2^T \triangleq svd(V_V V_G^T)$$

$$d \triangleq sign(\det(U_2 U_1^T)),$$

$$\hat{R} = U_2 \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & d \end{pmatrix} U_1^T \quad (3d)$$

[0066] 여기서, svd는 특이 값 분해를 나타내고, det는 행렬식을 나타낸다.

[0067] [0061] 케이비쉬 알고리즘은 다음과 같은 수학식 3e를 계산함으로써 몇몇 대칭적인 양의-반한정 매트릭스 \mathbb{W} 에 대한 가중된 프로베니우스 놈 $\|(QV_G - V_V)W^{1/2}\|_F^2$ 을 최소화시키도록 확장될 수 있다:

$$U_1 \Sigma U_2^T \triangleq svd(V_V W V_G^T) \quad (3e)$$

[0068] 케이비쉬 알고리즘의 나머지는 이전과 같이 유지된다. 케이비쉬 알고리즘의 이러한 가중된 버전은 반복적으로 재가중되는 최소-자승 절차에 대한 빌딩 블록(building block)으로서 사용될 수 있다. 여기서, 포지셔닝 모듈(228)은 $\mathbb{W} = I$ 로 시작하고, 그 후 회전 매트릭스 R 의 제1 추정 \hat{R} 을 계산할 수 있다. 그 후, 이러한 추정을 사용하여, 포지셔닝 모듈(228)은 잔차들 $\hat{R}V_G - V_V$ 을 계산한다. 이를 잔차들로부터, 포지셔닝 모듈(228)은 새로운 가중 매트릭스 \mathbb{W} 를 계산할 수 있다. 예컨대, 표준 비스퀘어(bisquare) 가중 함수가 이러한 목적을 위해 사용될 수 있다. 포지셔닝 모듈(228)은 이러한 계산을 (예컨대, 5회) 반복할 수 있다. 이러한 반복적으로 재가중되는 최소-자승 접근법은 큰 잔차들을 갖는 측정들의 가중치를 낮추며, 그에 의해 이상치(outlier)들에 견고성을 제공한다.

[0069] [0062] 수학식들 1 내지 3e를 참조하여 위에서 설명된, 로컬 기준 프레임(130)을 글로벌 기준 프레임(126)과 정렬시키기 위한 배향 파라미터를 결정하는 위의 접근법은 SPS 측정들(246)에 포함된 SPS 속도 측정들을 이용한다. SPS(208)가 SPS 속도들(예컨대, GPS 도플러 속도)에 대한 해를 구하는 데 충분히 양호한 품질의 레인지-레이트 측정들로의 액세스를 갖는 경우, 이러한 접근법이 매우 양호하게 수행된다. 그러나, 상당한 수의 이상치들이 존재하는 어려운 환경들에 모바일 플랫폼(200)이 로케이팅되는 경우, SPS 속도들을 명시적으로 추정하는 데 충분한 레인지-레이트 측정들이 존재하지 않을 수 있다. 이러한 시나리오를 처리하기 위해, 포지셔닝 모듈(228)은 이용 가능한 레인지-레이트 측정들을 직접 사용함으로써 (즉, SPS 속도를 사용하지 않으면서) 배향 파라미터(예컨대, 회전 매트릭스)를 추정하도록 구성될 수 있다. 결과적으로, SPS 속도에 대한 해를 구하는 데 필요한 필수적인 수(예컨대 4)보다 작은 레인지-레이트 측정들이 시간 에포크에서 이용 가능하더라도, 다음의 접근법은 로컬 기준 프레임(130)을 글로벌 기준 프레임(126)과 정렬시키도록 포지셔닝 모듈(228)에 의해 이용될 수 있다.

[0070] [0063] 예컨대, 동일한 시간 에포크 t 에서 위성들 s 및 s' (예컨대, 각각 위성들(102a 및 102b))로부터의 레인지-레이트 측정들의 쌍을 고려한다. 다음으로, 수정된 단일 차이가 다음과 같이 형성된다:

$$\dot{y}_{ss'}(t) \triangleq \dot{\rho}_s(t) - \dot{\rho}_{s'}(t) + \nabla_s^T(t)v_s(t) - \nabla_{s'}^T(t)v_{s'}(t) \quad (3f)$$

[0071] [0064] 위의 수학식 (1)로부터, 수학식 3(f)의 수정된 단일 차이는 다음을 만족한다:

$$\dot{y}_{ss'}(t) = \nabla_{ss'}^T(t)v(t) + w_s(t) - w_{s'}(t) \quad (4)$$

[0072] 여기서,

$$\nabla_{ss'}(t) \triangleq V_s(t) - \nabla_{s'}(t) \quad (5a)$$

[0073] 수학식 3(f)의 수정된 단일 차이에 부가하여, 또한 이용 가능한 것은 수학식 (3a)와 함께 위에서 정의된 바와 같은 VIO 속도 추정들 $V_v(t)$ 이다.

[0079] [0065] 그 후, 회전 매트릭스 R 은 다음의 최소-자승 문제의 최소화기로서 포지셔닝 모듈(228)에 의해 추정될 수 있다:

$$Q^T Q = I, \quad \det(Q) = 1 \quad \text{에 대해},$$

$$\underset{Q \in \mathbb{R}^{3x3}}{\text{minimize}} \quad \sum_t \sum_{s' \neq s} |\dot{y}_{ss'}(t) - \nabla_{ss'}^T(t) Q^T v_V(t)|^2 \quad (5b)$$

[0080] [0066] 위성들의 수가 특정 시간 에포크 t 에 대한 SPS 속도들 $v_G(t)$ 에 대한 해를 구할만큼 충분하지 않더라도, 수학식 (5b)의 최소-자승 문제는 매우 양호하게 정의될 수 있다.

[0082] [0067] 추정된 SPS 속도들을 이용하는 위에서 설명된 접근법과는 달리, 수학식 (5b)의 최소-자승 문제는 어떠한 폐쇄형 솔루션도 갖지 않는다. 대신, 반복 수치 방법들이 그의 해를 구하기 위해 적용될 수 있다. 이를 위해, 직교 매트릭스 $Q \in \mathbb{R}^{3x3}$ 에 대한 해를 직접 구하기보다는, 포지셔닝 모듈(228)은 그에 대응하는 4원수 $q \in \mathbb{R}^4$ 에 대한 해를 대신 구할 수 있다. 공식적으로, 이러한 4원수 파라미터화는 다음과 같은 각각의 4차원 단위-벡터 q 의 회전 매트릭스와 연관된다:

$$Q(q) \triangleq \begin{pmatrix} q_1^2 + q_2^2 - q_3^2 - q_4^2 & 2(q_2 q_3 - q_1 q_4) & 2(q_2 q_4 + q_1 q_3) \\ 2(q_2 q_3 + q_1 q_4) & q_1^2 - q_2^2 + q_3^2 - q_4^2 & 2(q_3 q_4 - q_1 q_2) \\ 2(q_2 q_4 - q_1 q_3) & 2(q_3 q_4 - q_1 q_2) & q_1^2 - q_2^2 - q_3^2 + q_4^2 \end{pmatrix} \quad (6)$$

[0083] [0068] 이러한 파라미터화는 2-대-1이며, 이는, 모든 각각의 단위 벡터 q 가 고유한 회전 매트릭스 $Q(q)$ 에 대응하고, 모든 각각의 회전 매트릭스 \tilde{Q} 가 정확히 2개의 단위 벡터들 q 및 $-q$ 에 대응하여, $Q(q) = Q(-q) = \tilde{Q}$ 가 됨을 의미한다.

[0084] [0068] 그 후, 위의 최소-자승 문제는 다음과 같이 등가적으로 다시 쓰여질 수 있다:

$$q^T q = 1 \quad \text{에 대해},$$

$$\underset{q \in \mathbb{R}^4}{\text{minimize}} \quad \sum_t \sum_{s' \neq s} |\dot{y}_{ss'}(t) - \nabla_{ss'}^T(t) Q^T(q) v_V(t)|^2 \quad (7)$$

[0085] [0069] 그 후, 회전 매트릭스 R 의 추정 \hat{R} 은 $\hat{R} \triangleq Q(\hat{q})$ 을 셋팅함으로써 수학식 (7)의 최소화기 \hat{q} 로부터 구성될 수 있다.

[0086] [0070] 그 후, 일 양상에서, 포지셔닝 모듈(228)은 반복 로컬 최적화 방법을 사용하여 수학식 (7)의 비선형 문제의 해를 구할 수 있다. 올바른 솔루션의 이웃에서 초기화된다면, 이러한 접근법은 매우 양호하게 작동할 수 있다. 그러나, 수학식 (7)의 문제는 다수의 로컬 최소치들을 나타낼 수 있으며, 랜덤하게 선택된 시작 포인트로 인해, 포지셔닝 모듈(228)은 글로벌 최적치를 달성하는 것 대신 그 로컬 최소화기들 중 하나로 빈번하게 수렴될 수 있다. 이러한 문제를 완화시키기 위해, 몇몇 예들에서, 포지셔닝 모듈(228)은 로컬 최소화에 대한 시작 포인트로서 사용될 수 있는 반반정 완화를 이용할 수 있다.

[0087] [0071] 예컨대, 수학식 6으로부터, 수학식 (7) 내의 항 $\nabla_{ss'}^T(t) Q^T(q) v_V(t)$ 이 q 에서 2차(quadratic)임을 유의한다. 이것은 이러한 항을 다음과 같이 다시 씀으로써 더 명시적으로 보여질 수 있다:

$$\nabla_{ss'}^T(t) Q^T(q) v_V(t) = q^T W_{ss'}(t) q \quad (8a)$$

[0091] 여기서,

$$W_{ss'}(t) \triangleq A_{ss'}(t)B_{ss'}(t),$$

$$A_{ss'}(t) \triangleq \begin{pmatrix} 0 & a_1 & a_2 & a_3 \\ -a_1 & 0 & -a_3 & a_2 \\ -a_2 & a_3 & 0 & -a_1 \\ -a_3 & -a_2 & a_1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$B_{ss'}(t) \triangleq \begin{pmatrix} 0 & -b_1 & -b_2 & -b_3 \\ b_1 & 0 & -b_3 & b_2 \\ b_2 & b_3 & 0 & -b_1 \\ b_3 & -b_2 & b_1 & 0 \end{pmatrix} \quad (8b)$$

[0094]이고, 여기서, 간단한 표기로 $a \triangleq \nabla_{ss'}(t)$ 및 $b \triangleq v_V(t)$ 이다. 수학식 (8a)의 아이덴티티는 4원수 조작들에 의해 도출될 수 있지만, 마지막(matric) 수학식들의 직접적인 비교에 의해 또한 검증될 수 있다. 따라서, 수학식 (7)의 최적화 문제는 다음과 같이 등가적으로 표현될 수 있다:

$$q^T q = 1 \text{에 대해},$$

$$\underset{q \in \mathbb{R}^4}{\text{minimize}} \quad \sum_t \sum_{s' \neq s} |\dot{y}_{ss'}(t) - q^T W_{ss'}(t)q|^2 \quad (9a)$$

[0096] [0072] 이제, 다음과 같으며,

$$\begin{aligned} q^T W_{ss'}(t)q &= \text{tr}(q^T W_{ss'}(t)q) \\ &= \text{tr}(qq^T W_{ss'}(t)) \\ &= \text{tr}(PW_{ss'}(t)) \end{aligned} \quad (9b)$$

[0098] 여기서, $P \triangleq qq^T$ 이다. 유사하게, $q^T q = \text{tr}(P)$ 이다.

[0099] [0073] 따라서, P가 대칭적인, 양의 반한정 랭크 1 매트릭스이라는 것이 관측될 수 있다. 또한, 매트릭스 \tilde{P} 가 대칭적이고, 양의 반한정이며, 랭크 1이면, 그의 고유값분해(eigendecomposition)는 $\tilde{P} = udu^T$ 를 산출하고, 여기서 $\|u\| = 1$ 이다. 추가로, $\text{tr}(\tilde{P}) = 1$ 이면,

$$\begin{aligned} 1 &= \text{tr}(\tilde{P}) \\ &= \text{tr}(udu^T) \\ &= \text{tr}(u^T ud) \\ &= d \end{aligned} \quad (9c)$$

[0101] 이므로, 몇몇 단위 놈 벡터 u에 대해 $\tilde{P} = uu^T$ 이다. 따라서, 수학식 (9a)의 최소화 문제는 등가 형태로 다음과 같이 다시 쓰여질 수 있으며,

$$P \geq 0,$$

$$\text{tr}(P) = 1,$$

*rank(P) = 1*에 대해,

$$\begin{aligned} & \underset{P \in \mathbb{R}^{4x4}}{\text{minimize}} \quad \sum_t \sum_{s' \neq s} |\dot{y}_{ss'}(t) - \text{tr}(PW_{ss'}(t))|^2 \\ & \quad (10) \end{aligned}$$

[0103] 여기서, 최소화는 모든 대칭적인, 양의 반한정 매트릭스를 $P \in \mathbb{R}^{4x4}$ 이고, 이는 $P \geq 0$ 로서 심볼적으로 표현된다.

[0104] [0074] 수학식 10의 최소화에서 하나의 어려움은 비볼록 랭크 제약일 수 있다. 이러한 최소화 문제의 반한정 완화는 이러한 랭크 제약을 제거하는 것이다. 그 후, 완화된 문제는 다음과 같이 표현될 수 있다:

$$P \geq 0,$$

*tr(P) = 1*에 대해,

$$\begin{aligned} & \underset{P \in \mathbb{R}^{4x4}}{\text{minimize}} \quad \sum_t \sum_{s' \neq s} |\dot{y}_{ss'}(t) - \text{tr}(PW_{ss'}(t))|^2 \\ & \quad (11) \end{aligned}$$

[0106] [0075] 수학식 11의 완화된 문제는 볼록(convex)이며, 예컨대 내부-포인트 방법들을 사용하여 효율적으로 및 최적하게 해가 구해질 수 있다. 일단 수학식 (11)의 글로벌 최적화기 P가 발견되면, 포지셔닝 모듈(228)은, 자신의 가장 큰 고유값에 대응하는 P의 고유벡터를 계산함으로써, 그 최적화기로부터 단위 놈 벡터 \tilde{q} 를 추출할 수 있다. 그 후, 이러한 단위 놈 벡터 \tilde{q} 는 수학식 7의 정확한 문제에 대한 로컬 반복 최적화 절차에 대한 초기 솔루션으로서 포지셔닝 모듈(228)에 의해 사용될 수 있다.

[0107] [0076] 몇몇 양상들에서, 회전 매트릭스 R을 추정하는 위에서 설명된 접근법은 이상치-검출 알고리즘들과 단단히 커플링될 수 있으며, 여기서 포지셔닝 모듈(228)은 반복적으로 양호한 품질의 레인지-레이트 측정들을 발견하고 그 후, 회전 매트릭스를 계산할 수 있다.

[0108] [0077] 일단 포지셔닝 모듈(228)이 회전 매트릭스 R의 추정 \hat{R} 을 계산하면, VIO 속도 측정들(248)은 이제 글로벌 기준 프레임(126)으로 배향(예컨대, 변환)될 수 있다. GPS에 있어서, SPS 측정들(246)이 통상적으로 1초마다 획득되는 반면, VIO 속도 측정들(248)이 훨씬 더 높은 빈도로 획득됨을 유의한다. 이상치-검출을 위해, 2개의 시간 에포크들 사이의 변위 정보가 관심사이다. 예컨대, $x(t)$ 가 시간 에포크 t에서의 모바일 플랫폼(200) 위치라고 하자. 2개의 에포크들 t-1과 t 사이의 변위는 다음과 같이 주어질 수 있다.

$$\Delta x(t-1) \triangleq x(t) - x(t-1),$$

$$\approx \sum_{i: \tau_1 \in [t-1, t]} (\tau_i - \tau_{i-1}) v(\tau_i)$$

$$\approx \sum_{i: \tau_1 \in [t-1, t]} (\tau_i - \tau_{i-1}) \hat{R} v_V(\tau_i) \quad (12)$$

[0110] [0078] 몇몇 애플리케이션들에서, 로컬 기준 프레임(130)이 변할 수 있으므로(예컨대, VIO 기반 시스템들에서, 기준 프레임은 리셋되거나 또는 시간에 걸쳐 드리프트될 수 있음), 포지셔닝 모듈(228)은 규칙적인 간격들로 배향 파라미터(예컨대, 회전 매트릭스)를 재계산하도록 구성된다. 따라서, 특정한 양상들은 포지셔닝 모듈(228)이 슬라이딩 시간 윈도우를 사용하여 연속적인 방식으로 배향 파라미터를 결정하는 것을 포함한다. 도 4는 본 개시내용의 일 양상에 따른, 다수의 시간 에포크(epoch)들에 대한 슬라이딩 시간 윈도우(402-406)를 예시한다. 도 4에 도시된 바와 같이, 포지셔닝 모듈(228)은 시간 에포크 t₁으로부터 시간 에포크 t₁₀으로 연장되는 시간 윈도우(402)에 걸쳐 제1 배향 파라미터를 결정할 수 있다. 그 후, 배향 파라미터의 다음의 결정을 위한 시간 윈도우는 시간 윈도우(404)로 슬라이딩될 수 있으며, 여기서 포지셔닝 모듈(228)은 시간 에포크 t₂ 내지 t₁₁을 사용하여 배향 파라미터를 결정한다. 유사하게, 배향 파라미터의 제3 결정은 시간 에포크 t₃과 t₁₂ 사이에서 연장

되는 시간 윈도우(406)를 이용함으로써 수행될 수 있다. 따라서, 포지셔닝 모듈(228)이 배향 파라미터를 연속적으로 결정할 수 있도록 포지셔닝 모듈(228)은 슬라이딩 시간 윈도우에 걸쳐 VIO 속도 측정들(248) 및 SPS 측정들(246)(예컨대, 레인지-레이트 측정들)을 획득한다.

[0111] [0079] 도 4에 도시된 바와 같이, 시간 윈도우(402)는, 배향 파라미터를 결정할 경우 포지셔닝 모듈(228)에 의해 사용되는 시간 에포크들의 수를 나타내는 사이즈(408)를 포함한다. 몇몇 양상들에서, 시간 윈도우들(402-406)의 사이즈(408)는 획득되는 측정들의 품질에 의존하여 적응적으로 생성될 수 있다(예컨대, 직결선 시나리오들 대 다중경로 시나리오들 등). 일 예에서, 제어 유닛(210)은 모바일 플랫폼(200)의 움직임의 크기에 기반하여 레인지-레이트 측정들의 품질을 결정할 수 있으며, 여기서 더 큰 움직임들이 결정되어, 더 높은 품질의 레인지-레이트 측정들을 초래한다. 레인지-레이트 측정들의 품질이 높아질수록, 시간 윈도우의 사이즈(408)가 작아진다.

[0112] [0080] 추가로, 포지셔닝 모듈(228)은 SPS(208)로부터 획득된 SPS 측정들(246)의 품질에 기반하여 SPS 측정들(246)을 필터링하도록 구성될 수 있다. 즉, SPS 측정들(246)에 포함된 레인지-레이트 측정들은 그들 각각의 품질에 기반하여 필터링될 수 있다. 예로서, 레인지-레이트 측정들을 필터링하는 것은, 그들의 품질이 너무 낮으면(예컨대, 모바일 플랫폼(200)의 움직임의 크기가 너무 작으면), 하나 또는 그 초과의 레인지-레이트 측정들을 폐기하는 것을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 레인지-레이트 측정들을 필터링하는 것은, 그들의 품질에 기반하여 하나 또는 그 초과의 레인지-레이트 측정들을 가중시키는 것을 포함할 수 있다(더 높은 크기들의 움직임에 대응하는 레인지-레이트 측정들은 더 낮은 크기들의 움직임에 대응하는 레인지-레이트 측정들과 비교하여 더 많이 가중될 수 있음). 또 다른 예에서, 제어 유닛(210) 및/또는 SPS(208)는 레인지-레이트 측정이 비-직결선 측정인지 여부를 결정하고, 비-직결선 측정이면, 레인지-레이트 측정을 폐기할 수 있다.

[0113] [0081] 도 5는 본 명세서에 교시된 바와 같이, VIO(visual-inertial odometry) 로컬 기준 프레임과 위성 포지셔닝 시스템(SPS) 글로벌 기준 프레임과의 정렬을 지원하도록 구성된 모바일 플랫폼 장치(500)에서 이용될 수 있는 컴포넌트들의 수개의 샘플 양상들을 예시한다. 모바일 플랫폼 장치(500)는 도 1의 모바일 플랫폼(108) 및/또는 도 2의 모바일 플랫폼(200)의 하나의 가능한 구현이다.

[0114] [0082] 위성 포지셔닝 시스템으로부터 글로벌 기준 프레임에 대한 레인지-레이트 측정들을 획득하기 위한 모듈(502)은 적어도 몇몇 양상들에서, 예컨대 도 2의 SPS(208) 및/또는 포지셔닝 모듈(228)에 대응할 수 있다. VIO(visual-inertial odometry) 시스템으로부터 로컬 기준 프레임에 대한 VIO 속도 측정들을 획득하기 위한 모듈(504)은 적어도 몇몇 양상들에서, 예컨대 도 2의 VIO 시스템(226) 및/또는 포지셔닝 모듈(228)에 대응할 수 있다. 로컬 기준 프레임을 글로벌 기준 프레임과 정렬시키기 위해 적어도 하나의 배향 파라미터를 결정하기 위한 모듈(506)은 몇몇 양상들에서, 예컨대 도 2의 포지셔닝 모듈(228) 및/또는 프로세서(214)에 대응할 수 있다.

[0115] [0083] 도 5의 모듈들(502-506)의 기능은 본 명세서의 교시들과 일치하는 다양한 방식들로 구현될 수 있다. 몇몇 설계들에서, 이들 모듈들(502-506)의 기능은 하나 또는 그 초과의 전기 컴포넌트들로서 구현될 수 있다. 몇몇 설계들에서, 이들 모듈들(502-506)의 기능은 하나 또는 그 초과의 프로세서 컴포넌트들을 포함하는 프로세싱 시스템으로서 구현될 수 있다. 몇몇 설계들에서, 이들 모듈들(502-506)의 기능은, 예컨대 하나 또는 그 초과의 집적 회로들(예컨대, ASIC)의 적어도 일부를 사용하여 구현될 수 있다. 본 명세서에서 논의된 바와 같이, 집적 회로는 프로세서, 소프트웨어, 다른 관련된 컴포넌트들, 또는 이들의 몇몇 조합을 포함할 수 있다. 따라서, 상이한 모듈들의 기능은, 예컨대, 집적 회로의 상이한 서브세트들, 소프트웨어 모듈들의 세트의 상이한 서브세트들, 또는 이들의 조합으로서 구현될 수 있다. 또한, (예컨대, 집적 회로의 및/또는 소프트웨어 모듈들의 세트의) 주어진 서브세트가 1개 초과의 모듈에 대한 기능의 적어도 일부를 제공할 수 있다는 것이 인식될 것이다.

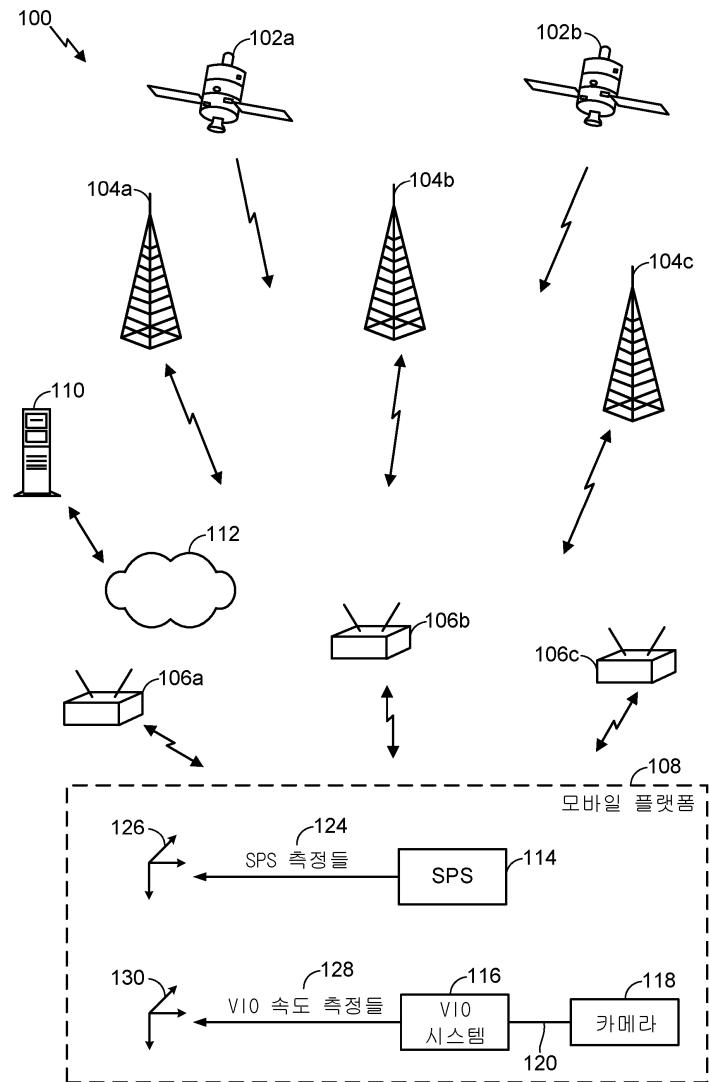
[0116] [0084] 부가적으로, 도 5에 의해 표현된 컴포넌트들 및 기능들은 뿐만 아니라 본 명세서에 설명된 다른 컴포넌트들 및 기능들은 임의의 적합한 수단을 사용하여 구현될 수 있다. 그러한 수단은 또한, 본 명세서에 교시된 바와 같은 대응하는 구조를 사용하여 적어도 부분적으로 구현될 수 있다. 예컨대, 도 5의 "하기 위한 모듈" 컴포넌트들과 함께 위에서 설명된 컴포넌트들은 또한, 유사하게 지정된 "하기 위한 수단" 기능에 대응할 수 있다. 따라서, 몇몇 양상들에서, 그러한 수단 중 하나 또는 그 초과는 프로세서 컴포넌트들, 집적 회로들, 또는 본 명세서에 교시된 바와 같은 다른 적합한 구조 중 하나 또는 그 초과를 사용하여 구현될 수 있다.

[0117] [0085] 당업자들은, 정보 및 신호들이 다양한 상이한 기법들 및 기술들 중 임의의 기법 및 기술을 사용하여 표현될 수 있음을 인식할 것이다. 예컨대, 위의 설명 전반에 걸쳐 참조될 수 있는 데이터, 명령들, 커맨드들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들, 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기장들 또는 자기 입자들, 광학 필드들 또는 광학 입자들, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 표현될 수 있다.

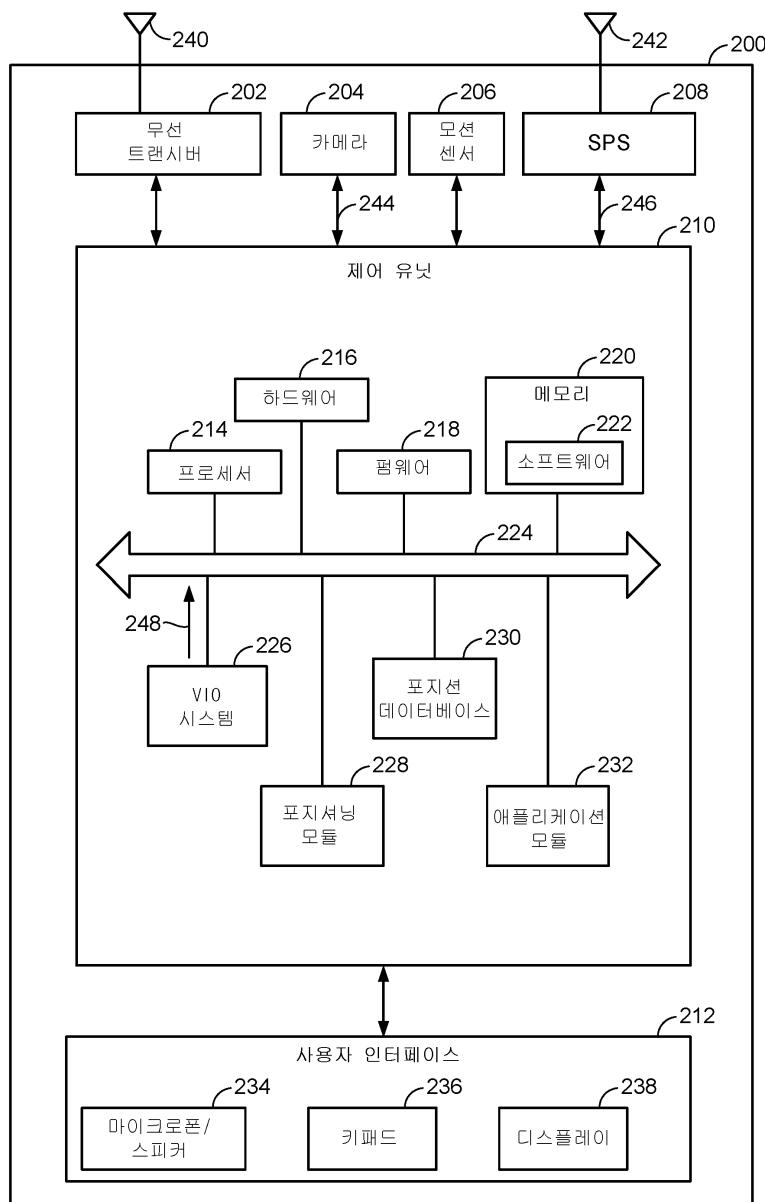
- [0118] [0086] 추가로, 당업자들은, 본 명세서에 개시된 양상들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직 블록들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이 둘의 조합들로서 구현될 수 있음을 인식할 것이다. 하드웨어와 소프트웨어의 이러한 상호교환가능성을 명확히 예시하기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들, 및 단계들은 그들의 기능 관점들에서 일반적으로 위에서 설명되었다. 그러한 기능이 하드웨어로 구현되는지 또는 소프트웨어로 구현되는지 여부는 특정 애플리케이션, 및 전체 시스템에 부과된 설계 제약들에 의존한다. 당업자들은 설명된 기능을 각각의 특정 애플리케이션에 대해 다양한 방식들로 구현할 수 있지만, 그러한 구현 결정들이 본 개시내용의 범위를 벗어나는 것으로서 해석되지는 않아야 한다.
- [0119] [0087] 본 명세서에 개시된 양상들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직 블록들, 모듈들, 및 회로들은 범용 프로세서, DSP, ASIC, FPGA 또는 다른 프로그래밍가능 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 명세서에 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합으로 구현 또는 수행될 수 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수 있지만, 대안적으로, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수 있다. 또한, 프로세서는 컴퓨팅 디바이스들의 조합(예컨대, DSP와 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 또는 그 초과의 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 그러한 구성)으로서 구현될 수 있다.
- [0120] [0088] 본 명세서에 개시된 양상들과 관련하여 설명된 방법들, 시퀀스들 및/또는 알고리즘들은 직접 하드웨어로, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로, 또는 이 둘의 조합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은, RAM, 플래시 메모리, ROM, EPROM, EEPROM, 레지스터들, 하드디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 당업계에 알려진 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수 있다. 예시적인 저장 매체는, 프로세서가 저장 매체로부터 정보를 판독하고, 저장 매체에 정보를 기입할 수 있도록 프로세서에 커플링된다. 대안적으로, 저장 매체는 프로세서에 통합될 수 있다. 프로세서 및 저장 매체는 ASIC에 상주할 수 있다. ASIC는 IoT 디바이스에 상주할 수 있다. 대안적으로, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말에서 개별 컴포넌트들로서 상주할 수 있다.
- [0121] [0089] 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어로 구현되면, 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 하나 또는 그 초과의 명령 또는 코드로서 저장되거나 이를 통해 송신될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체들은, 일 장소에서 다른 장소로의 컴퓨터 프로그램의 전달을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함한 통신 매체들 및 컴퓨터 저장 매체들 둘 모두를 포함한다. 저장 매체들은 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체들일 수 있다. 제한이 아닌 예로서, 그러한 컴퓨터-판독가능 매체들은 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자기 디스크 저장부 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 반송(carry) 또는 저장하는 데 사용될 수 있고, 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 연결수단(connection)이 컴퓨터-판독가능 매체로 적절히 지정된다. 예컨대, 소프트웨어가 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선(twisted pair), DSL, 또는 (적외선, 라디오, 및 마이크로파와 같은) 무선 기술들을 사용하여 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 송신되면, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, DSL, 또는 (적외선, 라디오, 및 마이크로파와 같은) 무선 기술들이 매체의 정의에 포함된다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 디스크(disk) 및 디스크(disc)는 CD, 레이저 디스크(disc), 광학 디스크(disc), DVD, 플로피 디스크(disk) 및 블루-레이 디스크(disc)를 포함하며, 여기서 디스크(disk)들은 일반적으로 데이터를 자기적으로 재생하고 그리고/또는 레이저들을 이용하여 광학적으로 데이터를 재생한다. 상기한 것들의 조합들이 또한 컴퓨터-판독가능 매체들의 범위 내에 포함되어야 한다.
- [0122] [0090] 전술한 개시내용이 본 개시내용의 예시적인 양상들을 나타내지만, 다양한 변화들 및 변형들이 첨부된 청구항들에 의해 정의된 바와 같은 본 개시내용의 범위를 벗어나지 않으면서 본 명세서에서 행해질 수 있다는 것을 유의해야 한다. 본 명세서에 설명된 본 개시내용의 양상들에 따른 방법 청구항들의 기능들, 단계들 및/또는 액션들은 임의의 특정한 순서로 수행될 필요가 없다. 또한, 본 개시내용의 엘리먼트들이 단수로 설명 또는 청구될 수 있지만, 단수로의 제한이 명시적으로 나타나지 않으면, 복수가 고려된다.

도면

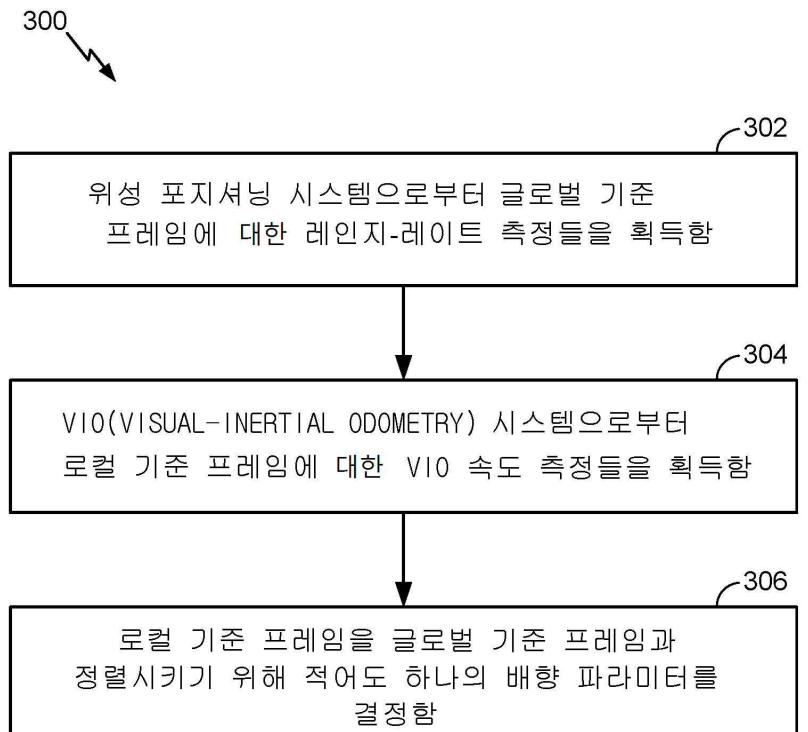
도면1



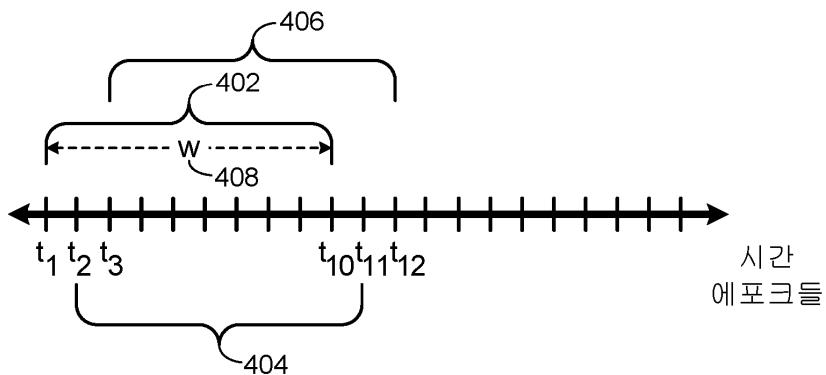
도면2



도면3



도면4



도면5

