



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월30일  
(11) 등록번호 10-2283943  
(24) 등록일자 2021년07월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B60W 40/114 (2012.01) B60W 30/14 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
B60W 40/114 (2013.01)  
B60W 30/14 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-7001939(분할)  
(22) 출원일자(국제) 2017년09월20일  
심사청구일자 2021년01월20일  
(85) 번역문제출일자 2021년01월20일  
(65) 공개번호 10-2021-0010664  
(43) 공개일자 2021년01월27일  
(62) 원출원 특허 10-2019-7011043  
원출원일자(국제) 2017년09월20일  
심사청구일자 2019년04월17일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/052415  
(87) 국제공개번호 WO 2018/057568  
국제공개일자 2018년03월29일  
(30) 우선권주장  
15/271,140 2016년09월20일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
US20100079101 A1\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
웨이모 엘엘씨  
미국 캘리포니아 (우편번호: 94043) 마운틴 뷰 엠  
피시어터 파크웨이 1600  
(72) 발명자  
로빈슨, 크레이그  
미국 94043 캘리포니아주 마운틴 뷰 엠피시어터  
파크웨이 1600 웨이모 엘엘씨  
티스데일, 존  
미국 94043 캘리포니아주 마운틴 뷰 엠피시어터  
파크웨이 1600 웨이모 엘엘씨  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
양영준, 김연송, 백만기

전체 청구항 수 : 총 20 항

심사관 : 오현철

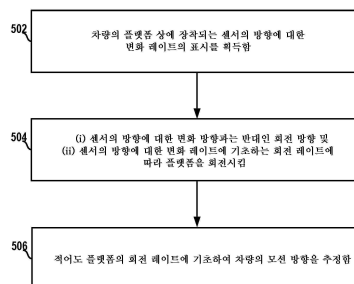
(54) 발명의 명칭 차량의 센서 플랫폼에 대한 디바이스들 및 방법들

(57) 요약

일 예에서, 차량은, 플랫폼 및 그 플랫폼 상에 장착되는 요 센서를 포함한다. 요 센서는 요 센서의 회전의 요 레이트의 표시를 제공한다. 차량은, 플랫폼을 회전시키는 액추에이터를 또한 포함한다. 차량은, 요 센서 및 액추에이터에 커플링되는 제어기를 또한 포함한다. 제어기는 요 센서로부터 요 레이트의 표시를 수신한다. 제어기는 또한, 액추에이터로 하여금 (i) 요 센서의 회전 방향과는 반대인 회전 방향을 따라 그리고 (ii) 요 센서의 요 레이트에 기초하는 회전 레이트로 플랫폼을 회전시키게 한다. 제어기는 적어도 플랫폼의 회전 레이트에 기초하여 차량의 모션 방향을 또한 추정한다.

대표도 - 도5

500



(52) CPC특허분류

*B60W 2520/14* (2013.01)  
*B60W 2520/16* (2013.01)  
*B60Y 2300/14* (2013.01)  
*B60Y 2400/302* (2013.01)

(72) 발명자

**라포지, 세스**

미국 94043 캘리포니아주 마운틴 뷰 앰피시어터 파  
크웨이 1600 웨이모 엘엘씨

**카플러스, 폴**

미국 94043 캘리포니아주 마운틴 뷰 앰피시어터 파  
크웨이 1600 웨이모 엘엘씨

(56) 선행기술조사문헌

US20070050139 A1  
US20150168953 A1  
US20030149512 A1  
US20060080004 A1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

차량으로서,

플랫폼;

상기 플랫폼 상에 장착되는 요 센서(yaw sensor) - 상기 요 센서는 상기 요 센서의 회전의 요 레이트의 표시를 제공하도록 구성됨 -;

상기 플랫폼을 회전시키는 액추에이터;

상기 요 센서 및 상기 액추에이터에 커플링되는 제어기

를 포함하고,

상기 제어기는,

상기 요 센서로부터 상기 요 레이트의 표시를 수신하고;

상기 액추에이터로 하여금 상기 요 센서의 요 레이트에 기초하는 회전 레이트로 상기 플랫폼을 회전시키게 하고;

적어도 상기 액추에이터에 의해 야기된 상기 플랫폼의 회전에 기초하여 상기 차량의 환경에서의 상기 차량의 모션 방향을 추정하는, 차량.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 차량의 피치 축(pitch axis)을 중심으로 하는 상기 차량의 피치 배향을 표시하는 출력을 제공하는, 상기 플랫폼에 장착된 피치 센서를 더 포함하고,

상기 제어기는 상기 피치 센서로부터의 출력에 또한 기초하여 상기 차량의 방향을 추정하는, 차량.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 차량의 롤 축(roll axis)을 중심으로 하는 상기 차량의 롤 배향을 표시하는 출력을 제공하는, 상기 플랫폼에 장착된 롤 센서를 더 포함하고,

상기 피치 센서로부터의 출력에 또한 기초하여 상기 차량의 방향을 추정하는 것은, 상기 롤 배향이 주어진 롤 배향에 대한 임계치에 있는 것에 응답하는, 차량.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 플랫폼의 틸팅 각도(tilting angle)를 조정하기 위해 상기 플랫폼에 커플링되는 제2 액추에이터를 더 포함하고,

상기 틸팅 각도는 상기 요 센서의 요 축에 대한 오프셋에 대응하고, 상기 오프셋은 상기 차량의 롤 회전 또는 피치 회전과 연관되는, 차량.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 차량은 자율 차량이고, 상기 제어기는 상기 차량의 미리 결정된 내비게이션 경로에 기초하여 상기 차량의

모션 방향에 대한 예상된 변화의 표시를 수신하며, 상기 제어기는 적어도 수신된 표시에 기초하여 상기 제2 액추에이터로 하여금 상기 플랫폼의 틸팅 각도를 조정하게 하는, 차량.

**청구항 6**

제4항에 있어서,

롤 축을 중심으로 하는 상기 차량의 롤 배향을 표시하는 출력을 제공하는 롤 센서를 더 포함하고,

상기 제어기는 상기 롤 센서로부터의 상기 차량의 롤 배향의 변화의 표시를 수신하며, 상기 제어기는 적어도 수신된 표시에 기초하여 상기 제2 액추에이터로 하여금 상기 플랫폼의 틸팅 각도를 조정하게 하는, 차량.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 요 센서는 제1 요 센서이고, 상기 요 레이트는 제1 요 레이트이고,

상기 차량은,

제2 요 센서의 회전의 제2 요 레이트의 표시를 제공하는 상기 제2 요 센서를 더 포함하고,

상기 제1 요 센서는 상기 제1 요 센서의 제1 요 축이 상기 차량의 요 축에 대한 제1 오프셋으로 있도록 제1 틸팅 각도로 상기 차량에 장착되며, 상기 제2 요 센서는 상기 제2 요 센서의 제2 요 축이 상기 차량의 요 축에 대한 제2 오프셋으로 있도록 제2 틸팅 각도로 상기 차량에 장착되는, 차량.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 제어기는 상기 차량의 모션 방향에 대한 변화 방향을 결정하고,

적어도 상기 플랫폼의 회전의 레이트에 기초하여 상기 차량의 모션 방향을 추정하는 것은, 상기 결정된 방향이 상기 제1 틸팅 각도의 방향에 대응하는 것에 또한 기초하며,

상기 제어기는, 상기 결정된 방향이 상기 제2 틸팅 각도의 방향에 대응하는 것에 기초하여, 상기 제2 요 센서의 제2 요 레이트에 적어도 기초하여 상기 차량의 모션 방향을 추정하는, 차량.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 플랫폼에 커플링되는 인코더를 더 포함하고,

상기 인코더는 상기 액추에이터가 상기 플랫폼으로 하여금 회전하게 하는 것에 응답하여 상기 플랫폼의 배향의 표시를 제공하고, 상기 제어기는 상기 인코더로부터의 출력에 기초하여 상기 플랫폼의 회전 레이트를 결정하는, 차량.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 요 센서에 대한 캘리브레이션 데이터(calibration data)를 저장하는 데이터 스토리지(data storage)를 더 포함하고,

상기 캘리브레이션 데이터는 상기 플랫폼의 주어진 회전 레이트들과 상기 요 센서에 의해 표시되는 이전에 측정된 요 레이트들 사이의 매핑을 표시하며, 상기 제어기는 상기 캘리브레이션 데이터에 또한 기초하여 상기 차량의 모션 방향을 추정하는, 차량.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

입력 인터페이스를 더 포함하고,

상기 제어기는 상기 입력 인터페이스를 통해 상기 요 센서를 캘리브레이션하기 위한 요청을 수신하는 것에 응답하여 상기 캘리브레이션 데이터를 업데이트하는, 차량.

**청구항 12**

제10항에 있어서,

온도 센서를 더 포함하고,

상기 캘리브레이션 데이터는 상기 캘리브레이션 데이터의 이전에 측정된 요 레이트들의 수신 시에 상기 온도 센서에 의해 표시되는 이전에 측정된 온도의 표시를 포함하며, 상기 제어기는 적어도 온도 센서가 적어도 임계 양만큼 상기 이전에 측정된 온도와는 상이한 측정된 온도를 표시하는 것에 기초하여 상기 캘리브레이션 데이터를 업데이트하는, 차량.

**청구항 13**

제10항에 있어서,

상기 제어기는 적어도 상기 캘리브레이션 데이터에 대한 이전 업데이트의 시간으로부터의 주어진 양의 시간의 경과에 기초하여 상기 캘리브레이션 데이터를 업데이트하는, 차량.

**청구항 14**

제10항에 있어서,

상기 제어기는 상기 차량의 활성화에 응답하여 상기 캘리브레이션 데이터를 업데이트하고, 상기 차량의 활성화는 상기 제어기로 하여금 전력을 수신하게 하는, 차량.

**청구항 15**

방법으로서,

차량의 플랫폼 상에 장착되는 요 센서로부터, 상기 요 센서의 회전의 요 레이트의 표시를 수신하는 단계;

상기 요 센서의 요 레이트에 기초하는 회전 레이트에 따라 상기 플랫폼을 회전시키는 단계; 및

적어도 상기 플랫폼의 회전의 레이트에 기초하여 환경에서의 상기 차량의 방향을 추정하는 단계

를 포함하는, 방법.

**청구항 16**

제15항에 있어서,

상기 차량이 상기 차량의 롤 축 또는 상기 차량의 피치 축을 중심으로 틸팅하고 있다는 것을 결정하는 단계 - 상기 차량의 틸팅은 상기 요 센서의 요 축에 대한 틸트 오프셋을 야기시킴 -; 및

이에 응답하여 상기 틸트 오프셋을 감소시키도록 상기 플랫폼을 작동시키는 단계

를 더 포함하는, 방법.

**청구항 17**

방법으로서,

차량의 플랫폼 상에 장착되는 센서를 사용하여 수집되는 센서 데이터를 획득하는 단계 - 상기 센서 데이터는, 상기 센서의 기준 축을 중심으로 하는 상기 센서의 방향에 대한 변화 레이트의 표시를 포함함 -;

회전 레이트가 상기 센서의 방향에 대한 변화 레이트에 기초하도록 상기 플랫폼을 회전시키는 단계; 및

적어도 상기 플랫폼의 회전의 레이트에 기초하여, 상기 차량의 환경에서의 상기 차량의 방향을 추정하는 단계

를 포함하는, 방법.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

상기 센서와 연관되는 저장된 캘리브레이션 데이터에 액세스하는 단계를 더 포함하고,

상기 저장된 캘리브레이션 데이터는 상기 플랫폼의 주어진 회전 레이트들을 상기 센서의 방향에 대한 이전에 측정된 변화 레이트들에 매핑하며, 상기 차량의 방향을 추정하는 단계는 상기 저장된 캘리브레이션 데이터에 또한 기초하는, 방법.

**청구항 19**

제17항에 있어서,

상기 차량의 캘리브레이션 모드를 인에이블시키는 단계 - 상기 차량의 방향을 추정하는 단계는, 상기 차량이 상기 캘리브레이션 모드 이외의 인에이블된 동작 모드를 갖는 것에 또한 기초함 -;

적어도 상기 캘리브레이션 모드가 인에이블되는 것에 기초하여, 주어진 회전 레이트들의 시퀀스에 따라 상기 플랫폼을 회전시키는 단계;

상기 시퀀스에서의 상기 주어진 회전 레이트들에 대해, 상기 센서에 의해 표시되는 개개의 측정치들을 획득하는 단계; 및

상기 플랫폼의 주어진 회전 레이트들을, 상기 센서에 의해 표시되는 개개의 측정된 레이트들에 매핑시키는 캘리브레이션 데이터를 생성하는 단계

를 더 포함하는, 방법.

**청구항 20**

제19항에 있어서,

상기 캘리브레이션 모드가 인에이블되는 것에 기초하여, 상기 차량의 컨디셔닝 디바이스로 하여금 상기 센서의 온도를 주어진 온도로 조정하게 하는 단계; 및

상기 생성된 캘리브레이션 데이터를 상기 주어진 온도와 연관시키는 단계

를 더 포함하는, 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 관련 개시내용에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2016년 9월 20일자로 출원된 미국 특허 출원 제15/271,140호에 대한 우선권을 주장하고, 이 미국 특허 출원의 전체가 본 명세서에 참조로 포함된다.

**배경 기술**

[0003] 본 명세서에 달리 나타내지 않는 한, 이 섹션에 설명된 자료들은 본 출원의 청구범위에 대한 종래 기술이 아니며 이 섹션에의 포함에 의해 종래 기술인 것으로 인정되지 않는다.

[0004] 자이로스코프(gyroscope)와 같은 방향 센서가 이용되어 방향 센서의 방향 또는 배향(orientation)을 측정할 수 있다. 예를 들어, 자이로스코프는 자이로스코프의 기준 축에 관련된 자이로스코프의 방향에 대한 변화 레이트의 표시를 제공할 수 있다. 이 예에서, 컴퓨팅 시스템은 자이로스코프에 의해 표시되는 레이트 측정치들의 추적을 유지하여 자이로스코프의 방향을 결정할 수 있다.

**발명의 내용**

[0005] 일 예에서, 차량은, 플랫폼 및 그 플랫폼 상에 장착되는 요 센서(yaw sensor)를 포함한다. 요 센서는 요 센서의 회전의 요 레이트의 표시를 제공한다. 차량은, 플랫폼을 회전시키는 액추에이터를 또한 포함한다. 차량은, 요 센서 및 액추에이터에 커플링되는 제어기를 또한 포함한다. 제어기는 요 센서로부터 요 레이트의 표시를 수신한다. 제어기는 또한, 액추에이터로 하여금 (i) 요 센서의 회전 방향과는 반대인 회전 방향을 따라 그리고

(ii) 요 센서의 요 레이트에 기초하는 회전 레이트로 플랫폼을 회전시키게 한다. 제어기는 적어도 플랫폼의 회전 레이트에 기초하여 차량의 환경에서의 차량의 모션 방향을 또한 추정한다.

[0006] 다른 예에서, 방법은, 차량의 플랫폼 상에 장착되는 요 센서의 회전의 요 레이트의 표시를 수신하는 단계를 수반한다. 방법은, (i) 요 센서의 회전 방향과는 반대인 회전 방향 및 (ii) 요 센서의 요 레이트에 기초하는 회전 레이트에 따라 플랫폼을 회전시키는 단계를 또한 수반한다. 방법은, 적어도 플랫폼의 회전 레이트에 기초하여 환경에서의 차량의 방향을 추정하는 단계를 또한 수반한다.

[0007] 또 다른 예에서, 방법은, 차량의 플랫폼 상에 장착되는 센서를 사용하여 수집되는 센서 데이터를 획득하는 단계를 수반한다. 센서 데이터는, 센서의 기준 축을 중심으로 하는 센서의 방향에 대한 변화 레이트의 표시를 포함한다. 방법은, (i) 회전 방향이 센서의 방향에 대한 변화 방향과는 반대이고 (ii) 회전 레이트가 센서의 방향에 대한 변화 레이트에 기초하도록 플랫폼을 회전시키는 단계를 또한 수반한다. 방법은, 적어도 플랫폼의 회전 레이트에 기초하여 환경에서의 차량의 방향을 추정하는 단계를 또한 수반한다.

[0008] 또 다른 예에서, 시스템은, 차량의 플랫폼 상에 장착되는 요 센서의 회전의 요 레이트의 표시를 수신하는 수단을 포함한다. 시스템은, (i) 요 센서의 회전 방향과는 반대인 회전 방향 및 (ii) 요 센서의 요 레이트에 기초하는 회전 레이트에 따라 플랫폼을 회전시키는 수단을 또한 포함한다. 시스템은, 적어도 플랫폼의 회전 레이트에 기초하여 환경에서의 차량의 방향을 추정하는 수단을 또한 포함한다.

[0009] 더 더욱 다른 예에서, 시스템은, 차량의 플랫폼 상에 장착되는 센서를 사용하여 수집되는 센서 데이터를 획득하는 수단을 포함한다. 센서 데이터는, 센서의 기준 축을 중심으로 하는 센서의 방향에 대한 변화 레이트의 표시를 포함한다. 시스템은, (i) 회전 방향이 센서의 방향에 대한 변화 방향과는 반대이고 (ii) 회전 레이트가 센서의 방향에 대한 변화 레이트에 기초하도록 플랫폼을 회전시키는 수단을 또한 포함한다. 시스템은, 적어도 플랫폼의 회전 레이트에 기초하여 환경에서의 차량의 방향을 추정하는 수단을 또한 포함한다.

[0010] 이들 그리고 다른 양태들, 이점들, 및 대안들은 적절한 경우 첨부 도면들을 참조하여 다음의 상세한 설명을 관독함으로써 본 기술분야의 통상의 기술자에게 명백해질 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0011] 도 1a는 예시적인 실시예에 따른 차량을 예시한다.

도 1b는 도 1a의 차량의 다른 예시이다.

도 2는 예시적인 실시예에 따른 차량의 단순화된 블록도이다.

도 3은 예시적인 실시예에 따른, 조정가능 센서 플랫폼을 포함하는 센서 유닛의 단순화된 블록도이다.

도 4a는 예시적인 실시예에 따른 센서 유닛의 부분 측면도를 예시한다.

도 4b는 틸팅된 구성(tilted configuration)의 도 4a의 센서 유닛의 부분 측면도를 예시한다.

도 5는 예시적인 실시예에 따른 방법의 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0012] 다음의 상세한 설명은 첨부 도면들을 참조하여 개시된 구현들의 다양한 피쳐들 및 기능들을 설명한다. 도면들에서, 유사한 심볼들은, 문맥상 달리 나타내지 않는 한, 유사한 컴포넌트들을 식별한다. 본 명세서에서 설명되는 예시적인 구현들은 제한하려는 것으로 의도된 것이 아니다. 개시된 구현들의 특정 양태들이 매우 다양한 상이한 구성들로 배열 및 조합될 수 있다는 것이 본 기술분야의 통상의 기술자에 의해 쉽게 이해될 수도 있다.

**[0013] I. 개관**

[0014] 일부 상황들에서, 예를 들어, 자이로스코프와 같은 센서에 의해 표시되는 측정치들은 에러들에 취약할 수 있다. 자이로스코프에 대한 예시적인 측정 에러들 또는 오프셋들은, 다른 것들 중에서도, 스케일 인자 에러(scale factor error)들 및/또는 바이어스 에러들을 포함할 수도 있다. 바이어스 에러는, 자이로스코프에 의해 표시되는 측정치의 값과는 독립적인 에러 또는 오프셋을 포함할 수도 있다. 스케일 인자 에러는, 자이로스코프에 의해 표시되는 측정치의 값이 증가함에 따라 (선형적으로 또는 비선형적으로) 증가하는 에러 또는 오프셋을 포함할 수도 있다. 센서 측정 에러들은, 다른 인자들 중에서도, 센서의 물리적 특성들(예를 들어, 반도체 특성들, 기계적 특성들 등), 개별 센서들 사이의 제조 가변성, 및/또는 센서의 동작에 영향을 주는 환경적 인자들(예를

들어, 온도, 습도 등)로 인한 것일 수도 있다.

[0015] 일부 구현들에서, 센서는 그러한 에러들 또는 오프셋들을 측정 또는 그렇지 않으면 모델링하도록 캘리브레이팅될(calibrated) 수 있다. 그 후에, 결과적인 캘리브레이션 데이터(calibration data)가 사용되어 센서로부터의 장래의 출력들을 수정하여 이들 에러들의 영향을 완화시킬 수 있다. 그러나, 일부 예들에서, 이들 에러들의 정도, 크기, 및/또는 다른 특성들은 시간에 따라 변화(예를 들어, 드리프트)될 수도 있다. 그 결과, 예를 들어, 캘리브레이팅된 센서 측정치들은 캘리브레이션 프로세스가 수행될 때의 시간으로부터의 얼마간의 양의 시간의 경과 후에 에러들에 잠재적으로 취약하게 될 수도 있다. 더욱이, 일부 예들에서, 캘리브레이션은 특정 타입의 에러를 완화시키기 위해 덜 적합할 수도 있다. 예를 들어, 일부 타입들의 측정 에러들이 랜덤하게 또는 급속하게 변화될 수 있거나 또는 그렇지 않으면 캘리브레이션 프로세스를 통해서만 단독으로 모델링하기에는 부적합할 수 있다.

[0016] 부가적으로, 일부 시나리오들에서, 센서 캘리브레이션 프로세스는 시간-소모적이거나 그리고/또는 높은 캘리브레이션(예를 들어, 유지보수) 비용들과 연관될 수 있다. 예로서, 센서가 차량, 예컨대 자동차, 트럭, 보트, 또는 임의의 다른 차량에 장착되는 시나리오를 고려한다. 이 시나리오에서 센서를 캘리브레이팅하는 것은, 예를 들어, 차량을 유지보수 위치로 주행 또는 그렇지 않으면 운송하는 것, 센서를 차량으로부터 장착해제하는 것, 센서를 캘리브레이션 또는 테스트 플랫폼에 장착하는 것, 캘리브레이션 데이터를 생성하기 위해 센서에 일련의 센서 입력들을 적용하는 것(예를 들어, 미리 결정된 회전 레이트들의 시퀀스에 따라 방향 센서를 회전시키는 것 등), 센서를 테스트 플랫폼으로부터 장착해제하는 것, 센서를 차량에 재장착하는 것, 및 유지보수 위치로부터 차량을 제거 또는 그렇지 않으면 운송하는 것을 수반할 수도 있다.

[0017] 이에 따라, 본 개시내용은, 센서 측정 에러들의 영향을 완화시키기 위한 부가적인 그리고/또는 대안적인 구현들을 포함할 수도 있다. 일 구현에서, 예시적인 차량은, 회전 플랫폼, 플랫폼을 회전시키는 액추에이터(예를 들어, 모터 등), 및 플랫폼 상에 장착되는 요 센서를 포함한다. 요 센서는 요 센서의 요 축을 중심으로 하는 요 센서의 회전의 요 레이트의 표시를 제공한다. 예를 들어, 요 센서는, 차량의 요 축과 정렬되거나 또는 그에 실질적으로 평행한 기준 축을 갖도록 배열되는 자이로스코프를 포함할 수도 있다. 따라서, 이 예에서, 차량의 모션 방향(예를 들어, 요 방향, 요 배향, 주행 방향, 내비게이션 경로 방향 등)이 변화되는 경우(예를 들어, 차량이 우회전 또는 좌회전을 수행할 때), 그러면 차량의 방향에 대한 변화의 양 및/또는 레이트는 요 센서의 요 방향에 대한 변화의 양 및/또는 레이트와 유사할 수도 있다(또는 그에 대응할 수도 있다).

[0018] 이 구현에서, 차량은, 요 센서에 의해 제공되는 요 레이트의 표시를 수신하는 제어기(예를 들어, 컴퓨팅 디바이스, 회로부, 제어 시스템 등)를 또한 포함한다. 제어기는 또한, (i) 요 센서의 회전 방향과는 반대인 회전 방향을 따라 그리고 (ii) 요 센서의 요 레이트에 기초하는 회전 레이트로 플랫폼을 회전시키도록 액추에이터를 동작시키기 위한 기초로서 수신된 표시를 사용한다. 예를 들어, 제어기는 요 센서에 의해 측정되는 요 회전에 대한 플랫폼의 회전을 야기시키도록 액추에이터를 제어하는 전기 신호를 변조하여, 그에 의해 요 센서에 의해 측정되는 요 레이트를 제로의 값을 향해 또는 다른 상수/목표 값을 향해 드라이빙할 수 있다. 일 예에서, 제어기는 측정된 요 레이트를 제로의 값(또는 다른 상수/목표 값)을 향해 드라이빙하는 제어 루프 피드백 메커니즘을 수반하는 비례-적분(proportional-integral)(PI) 제어기로서 구현될 수 있다. 따라서, 이 예에서, 플랫폼의 회전 레이트는 측정된 요 레이트의 적분에 기초할 수 있다. 그러나, 다른 구현들이 또한 가능하고 본 명세서의 예시적인 실시예들 내에서 더욱 상세히 설명된다. 구현에 관계없이, 예를 들어 이 프로세스를 통해, 요 센서에 의해 검출되는 요 레이트 측정치들의 범위는 제로에 가깝게 유지될 수도 있다. 그 결과, 측정된 요 레이트의 값 또는 크기에 따라 스케일 인자 에러들이 감소 또는 완화될 수 있다.

[0019] 부가적으로, 이 구현에서, 제어기는 플랫폼의 회전 레이트에 기초하여 환경에서의 차량의 모션 방향(예를 들어, 요 배향)을 또한 추정할 수 있다. 예를 들어, 차량은, 플랫폼의 배향(또는 그에 대한 변화들)을 측정하는 인코더를 또한 포함할 수도 있다. 예를 들어, 차량이 선회할 때, 요 센서에 의해 표시되는 요 레이트 측정치들이 이에 응답하여 증가하여 요 센서의 요 방향에 대한 특정 변화 방향을 표시할 수도 있고, 차량은 이에 응답하여, 반대 방향을 따라 그리고 차량이 선회하고 있는 레이트와 유사한 회전 레이트로 플랫폼을 회전시킬 수도 있다. 따라서, 제어기는 플랫폼의 회전 특성들을 고려함으로써 차량의 방향의 변화를 추정할 수 있다.

[0020] 부가적으로, 이 배열로, 요 센서의 캘리브레이션 및/또는 재캘리브레이션(re-calibration) 프로세스가 개선될 수 있다. 예를 들어, 차량은 센서를 장착해제한 후에 센서를 차량에 재장착하는 일 없이 캘리브레이션 프로세스를 수행할 수 있다.

[0021] 이에 따라, 일부 구현들에서, 차량은, 요 센서에 대한 캘리브레이션 데이터를 저장하는 데이터 스토리지(data

storage)를 또한 포함한다. 예를 들어, 캘리브레이션 데이터는 센서에 의해 표시되는 이전에 측정된 요 레이트들과 플랫폼의 미리 결정된 회전 레이트들 사이의 매핑을 표시할 수도 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예들에서, 매핑은 이전에 측정된 요 레이트들을 플랫폼의 개개의 회전 포지션들과 연관시킬 수도 있다. 예를 들어, 플랫폼의 회전 포지션들은 플랫폼의 회전 축에 관련되어 측정될 수 있고, 플랫폼의 회전 포지션 또는 배향을 측정하도록 구성되는 인코더 또는 다른 배향 센서에 의해 표시될 수도 있다. 제어기는 데이터 스토리지에 저장된 캘리브레이션 데이터를 업데이트하도록 또한 구성될 수도 있다. 그렇게 하기 위해, 예를 들어, 제어기는 액추에이터로 하여금 미리 결정된 회전 레이트들의 시퀀스에 따라 플랫폼을 회전시키게 하고, 시퀀스에 따른 플랫폼의 회전에 응답하여 요 센서에 의해 측정되는 요 레이트들의 개개의 표시들을 수신하며, 수신된 요 레이트 측정치들을 미리 결정된 회전 레이트들에 매핑시키는 것을 수정할 수도 있다. 일 구현에서, 차량은, 요 센서를 둘러싸는 공기의 온도(및/또는 요 센서의 온도)를 조정하는 컨디셔닝 디바이스(예를 들어, 가열 디바이스, 냉각 디바이스 등)를 포함할 수도 있다. 이 구현에서, 차량은 상이한 온도들과 연관된 상이한 매핑들을 결정하기 위해 캘리브레이션 프로세스를 반복할 수도 있다.

[0022] 부가적으로 또는 대안적으로, 캘리브레이션 프로시저는 다양한 방식들로 트리거링될 수 있다. 제1 예에서, 차량은, 요 센서의 캘리브레이션을 요청하는 사용자로부터의 입력을 수신하는 입력 인터페이스를 포함할 수도 있다. 제2 예에서, 제어기는 이전 캘리브레이션 시간으로부터의 시간 경과를 모니터링할 수도 있고, 그 후에 적어도 이전 캘리브레이션 시간으로부터의 임계 양의 시간의 경과에 응답하여 캘리브레이션 프로세스를 개시할 수도 있다. 제3 예에서, 차량은 온도 센서를 또한 포함할 수도 있고, 제어기는 센서에 의한 측정된 온도가 적어도 저장된 캘리브레이션 데이터와 연관된 이전에 측정된 온도와의 임계 차이를 갖는 것에 응답하여 캘리브레이션 프로세스를 개시할 수도 있다. 제4 예에서, 제어기는 차량의 활성화에 응답하여(예를 들어, 차량이 전력 공급될 때 또는 차량이 주행 모드에 진입할 때 등) 캘리브레이션을 개시할 수도 있다.

[0023] 일부 상황들에서 차량이 코너 주위를 선회하고 있을 때, 차량 동역학(vehicle dynamics)으로 인해 차량의 추정된 요 방향이 여전히 예러들에 취약할 수도 있다. 예시적인 시나리오에서, 차량은, 차량을 좌측으로 뱅킹(bank) 또는 롤링하게 하는 급격한 우회전 조작을 수행할 수도 있다. 이 시나리오에서 차량의 롤 배향(roll orientation)에 대한 변화의 결과로서, 차량이 직선 경로를 따라 이동하고 있을 때, 요 센서(및 차량)의 요 축은 요 축의 초기 방향에 관련되어 틸팅되게 될 수도 있다.

[0024] 이에 따라, 일부 구현들에서, 차량은, 차량의 피치 배향(pitch orientation)을 표시하는 피치 센서를 또한 포함한다. 이 구현에서, 제어기는 피치 센서로부터의 출력에 또한 기초하여 차량의 모션 방향을 추정한다. 추가로, 일부 구현들에서, 차량은, 차량의 롤 배향을 표시하는 롤 센서를 또한 포함할 수도 있다. 이들 구현들에서, 제어기는 롤 센서가 적어도 차량의 롤 배향에 대한 임계 양의 변화를 표시하는 것에 응답하여 피치 배향에 기초하여 차량의 방향을 추정할 수도 있다.

[0025] 대안적으로 또는 부가적으로, 일 구현에서, 차량은, 플랫폼의 틸팅 각도를 조정하기 위해 플랫폼에 커플링되는 제2 액추에이터를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 차량이 급격한 우회전 조작을 수행하는 시나리오에서, 제어기는 제2 액추에이터를 동작시켜 요 센서를 지지하는 플랫폼을 틸팅하고, 따라서 조작 동안 차량의 틸팅에 의해 야기되는 요 센서의 요 축의 틸트 오프셋을 감소시킬 수 있다.

[0026] 다른 구현에서, 차량은 제2 요 센서를 포함할 수도 있다. 이 구현에서, (예를 들어, 플랫폼에 장착되는) 제1 요 센서는 제1 요 센서의 제1 요 축이 차량의 요 축에 대한 제1 오프셋으로 있도록 제1 틸팅 각도로 차량에 장착될 수 있다. 추가로, 제2 요 센서는 제2 요 센서의 제2 요 축이 차량의 요 축에 대한 제2 오프셋으로 있도록 제2 틸팅 각도로 장착될 수 있다. 일 예에서, 그 후에, 제어기는 차량의 롤 방향(예를 들어, 뱅킹 방향)에 따라 2개의 요 센서들 중 하나를 선택함으로써 차량의 요 방향을 추정할 수 있다. 예를 들어, 제1 요 센서는 차량의 좌측 면을 향해 틸팅될 수 있고, 제2 요 센서는 차량의 우측 면을 향해 틸팅될 수 있다. 따라서, 제어기는 제1 요 축이 차량의 요 축과 상대적으로 더 정렬되게 될 수도 있기 때문에 차량이 우측 면으로 롤링할 때 제1 요 센서를 선택할 수 있다. 반면에, 예를 들어, 제어기는 제2 요 축이 차량의 요 축과 상대적으로 더 정렬되게 될 수도 있기 때문에 차량이 좌측 면으로 롤링할 때 제2 요 센서를 선택할 수 있다.

[0027] 조정가능 센서 플랫폼을 포함하는 차량의 다른 예시적인 배열들, 구성들, 및 동작들이 또한 가능하고, 본 개시 내용의 예시적인 실시예들 내에서 더욱 상세히 설명된다.

[0028] **II. 예시적인 시스템들 및 디바이스들**

[0029] 예시적인 실시예들이 구현될 수도 있는 시스템들 및 디바이스들이 이제 더욱 상세히 설명될 것이다. 일반적인

로, 본 명세서에 개시된 실시예들은 방향 센서를 포함하는 임의의 이동 디바이스에 사용될 수 있다. 본 명세서에서 설명되는 예시적인 실시예들은 차량들을 포함한다. 그러나, 예시적인 전기기계 시스템은 또한, 다른 가능성들 중에서도, 감지 플랫폼들(예를 들어, 회전 RADAR 플랫폼들, 회전 LIDAR 플랫폼들, 방향 감지 플랫폼들 등), 로봇 디바이스들, 산업 시스템들(예를 들어, 조립 라인들 등), 의료 디바이스들, 또는 모바일 통신 시스템들과 같은 다른 디바이스들에서 구현되거나 또는 이들의 형태를 취할 수도 있다.

[0030] "차량"이라는 용어는 본 명세서에서, 다른 예들 중에서도, 예를 들어, 항공기(aerial vehicle), 선박, 우주선, 자동차, 트럭, 밴, 세미트레일러 트럭(semi-trailer truck), 모터사이클, 골프 카트, 오프로드 차량(off-road vehicle), 창고 운송 차량, 또는 농장 차량뿐만 아니라, 롤러코스터, 트롤리(trolley), 전차(tram), 또는 기차 차량(train car)과 같은 트랙 위를 달리는 캐리어를 포함하는 임의의 움직이는 물체를 커버하도록 광의적으로 해석된다.

[0031] 도 1a는 예시적인 실시예에 따른 차량(100)을 예시한다. 특히, 도 1a는 차량(100)의 우측면도, 정면도, 배면도, 및 상면도를 도시한다. 차량(100)이 상기에 논의된 바와 같이 자동차로서 도 1a에 예시되어 있지만, 다른 실시예들이 가능하다. 게다가, 예시적인 차량(100)이 자율 모드에서 동작하도록 구성될 수도 있는 차량으로서 도시되어 있지만, 본 명세서에서 설명되는 실시예들은 자율적으로 동작하도록 구성되지 않거나 또는 반자율적으로 동작하도록 구성되는 차량들에도 또한 적용가능하다. 따라서, 예시적인 차량(100)은 제한하려고 의도된 것이 아니다. 도시된 바와 같이, 차량(100)은, 5개의 센서 유닛들(102, 104, 106, 108, 및 110), 및 휠(112)로 예시되는 4개의 휠들을 포함한다.

[0032] 일부 실시예에서, 센서 유닛들(102 내지 110)은, 다른 가능성들 중에서도, 글로벌 포지셔닝 시스템 센서들, 관성 측정 유닛들, 무선 검출 및 레인지(radio detection and ranging)(RADAR) 유닛들, 카메라들, 레이저 거리 측정기(laser rangefinder)들, LIDAR들, 및/또는 음향 센서들과 같은 센서들의 임의의 조합을 포함할 수도 있다.

[0033] 도시된 바와 같이, 센서 유닛(102)은 휠(112)이 장착되는 차량(100)의 하부 면과 대향하는 차량(100)의 상부 면에 장착된다. 추가로, 센서 유닛들(104 내지 110)은 상부 면 이외의 차량(100)의 개개의 면들에 각각 장착된다. 도시된 바와 같이, 센서 유닛(104)은 차량(100)의 전방 면에 포지셔닝되고, 센서(106)는 차량(100)의 후방 면에 포지셔닝되고, 센서 유닛(108)은 차량(100)의 우측 면에 포지셔닝되며, 센서 유닛(110)은 차량(100)의 좌측 면에 포지셔닝된다.

[0034] 센서 유닛들(102 내지 110)이 차량(100) 상의 특정 위치들에 장착되는 것으로 도시되어 있지만, 일부 실시예들에서, 센서 유닛들(102 내지 110)은 상이한 위치들에, 차량(100)의 내측 또는 외측 중 어느 하나에 대안적으로 장착될 수 있다. 예를 들어, 도 1a는 차량(100)의 리어-뷰 미러(rear-view mirror)에 장착되는 센서 유닛(108)을 도시하고 있지만, 센서 유닛(108)은 차량(100)의 우측 면을 따라 다른 위치에 대안적으로 포지셔닝될 수도 있다. 다른 예로서, 차량(100)은 차량(100)의 루프(예를 들어, 상부 면)를 따라 보다 많은 센서 유닛들이 장착되는 것, 그리고 차량(100)의 다른 면들(예를 들어, 우측 면, 좌측 면 등)을 따라 보다 적은 센서들이 장착되는 것 또는 어떠한 센서들도 장착되지 않는 것을 포함하도록 구현될 수 있다. 센서 유닛들(102 내지 110)의 다른 배열들 및 구성들이 또한 가능하다. 따라서, 5개의 센서 유닛들이 도시되어 있지만, 일부 실시예들에서는, 더 많은 또는 더 적은 센서 유닛들이 차량(100)에 포함될 수도 있다. 그러나, 예시를 위해, 센서 유닛들(102 내지 110)은 도 1a에 도시된 바와 같이 포지셔닝된다.

[0035] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 센서 유닛들(102 내지 110)은, 센서들이 이동가능하게 장착될 수도 있는 하나 이상의 이동가능 마운트들을 포함할 수도 있다. 이동가능 마운트는, 예를 들어, 회전 플랫폼을 포함할 수도 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 이동가능 마운트는 틸팅 플랫폼을 포함할 수도 있다. 틸팅 플랫폼 상에 장착되는 센서들은 주어진 범위의 각도들 및/또는 방위각들 내에서 틸팅될 수 있다. 이동가능 마운트는 다른 형태들을 또한 취할 수도 있다.

[0036] 추가로, 일부 실시예들에서, 하나 이상의 센서 유닛들(102 내지 110)은, 센서들 및/또는 이동가능 마운트들을 이동시킴으로써 센서 유닛 내의 센서들의 포지션 및/또는 배향을 조정하도록 구성되는 하나 이상의 액추에이터들을 포함할 수도 있다. 예시적인 액추에이터들은 모터들, 공압 액추에이터들, 유압 피스톤들, 릴레이들, 솔레노이드들, 및 압전 액추에이터들을 포함한다. 다른 액추에이터들이 또한 가능하다.

[0037] 도시된 바와 같이, 차량(100)은, 차량이 주행 표면을 따라 이동하게 하기 위해 회전하도록 구성되는 휠(112)과 같은 하나 이상의 휠들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 휠(112)은, 휠(112)의 림(rim)에 커플링되는 적어도

하나의 타이어를 포함할 수도 있다. 이를 위해, 휠(112)은 금속과 고무의 임의의 조합, 또는 다른 재료들의 조합을 포함할 수도 있다. 차량(100)은 도시된 것들에 부가적으로 또는 그 대신에 하나 이상의 다른 컴포넌트들을 포함할 수도 있다.

[0038] 도 1b는 차량(100)의 다른 상면도를 예시한다. 일부 시나리오들에서, 차량(100)은, 요 축(114), 피치 축(116), 및 롤 축(118)으로서 도시되는, 차량(100)의 하나 이상의 회전 축들을 중심으로 회전할 수도 있다. 요 축(114)은 차량의 상부를 통과하여(그리고 페이지 밖으로) 연장되는 높이방향 축에 대응할 수도 있다. 예시적인 시나리오에서, 요 축(114)을 중심으로 하는 차량(100)의 요 회전은, 차량(100)의 포인팅 또는 헤딩 방향(예를 들어, 주행 표면을 따르는 모션 또는 이동의 방향 등)을 조정하는 것에 대응할 수도 있다.

[0039] 피치 축(116)은, 차량(100)의 우측 면 및 좌측 면을 통과하여 폭방향으로 연장되는 회전 축에 대응할 수도 있다. 예시적인 시나리오에서, 피치 축(116)을 중심으로 하는 차량(100)의 피치 회전은 차량(100)의 가속 또는 감속(예를 들어, 브레이크들의 적용 등)으로부터 발생할 수도 있다. 예를 들어, 차량의 감속은 차량으로 하여금 차량의 전방 면을 향해 틸팅하게 할 수도 있다(즉, 피치 축(116)을 중심으로 하는 피치 회전). 이 시나리오에서, 차량(100)의 전방 휠 충격들(도시되지 않음)은 차량의 모멘텀의 변화로 인해 힘을 흡수하도록 압축될 수도 있고, 후방 휠 충격들(도시되지 않음)은 차량이 전방 면을 향해 틸팅하게 하도록 확장될 수도 있다. 다른 예시적인 시나리오에서, 피치 축(116)을 중심으로 하는 차량(100)의 피치 회전은 차량(100)이 경사진 주행 표면(예를 들어, 언덕 등)을 따라 이동하게 하여, 그에 의해 차량(100)으로 하여금 주행 표면의 기울기에 따라 상향 또는 하향으로(즉, 피치방향으로) 틸팅하게 할 수도 있다. 다른 시나리오들이 또한 가능하다.

[0040] 롤 축(118)은, 차량(100)의 전방 면 및 후방 면을 통과하여 길이방향으로 연장되는 회전 축에 대응할 수도 있다. 예시적인 시나리오에서, 롤 축(118)을 중심으로 하는 차량(100)의 롤 회전은 차량이 선회 조작을 수행하는 것에 응답하여 발생할 수도 있다. 예를 들어, 차량이 갑작스러운 우회전 조작을 수행하는 경우, 차량은 차량의 변화된 모멘텀에 의해 야기되는 힘 또는 우회전으로 인해 차량에 작용하는 구심력 등에 응답하여 좌측 면을 향해 뱅킹할 수도 있다(즉, 롤 축(118)을 중심으로 하는 롤 회전). 다른 예시적인 시나리오에서, 롤 축(118)을 중심으로 하는 차량(100)의 롤 회전은 차량(100)이 만곡된 주행 표면(예를 들어, 도로 캠버 등)을 따라 이동한 결과로서 발생할 수도 있는데, 이는 차량(100)으로 하여금 주행 표면의 곡률에 따라 측방으로(즉, 롤방향으로) 틸팅하게 할 수도 있다. 다른 시나리오들이 또한 가능하다.

[0041] 다양한 회전 축들(114, 116, 118)의 포지션들은, 차량의 무게 중심의 위치, 차량의 휠들의 위치들 및/또는 장착 포지션들 등과 같은, 차량(100)의 다양한 물리적 특성들에 따라 변할 수도 있다. 따라서, 다양한 축들(114, 116, 118)은 단지 예시를 위해서만 도시된 바와 같이 예시된다. 예를 들어, 롤 축(118)은 차량(118)의 전방 면 및 후방 면을 통해 상이한 경로를 갖도록 대안적으로 포지셔닝될 수 있고, 요 축(114)은 도시된 것 이외의 차량(100)의 상부 면의 상이한 구역을 통해 연장될 수도 있다는 것 등이다.

[0042] 도 2는 예시적인 실시예에 따른 차량(200)의 단순화된 블록도이다. 차량(200)은, 예를 들어, 차량(100)과 유사할 수도 있다. 도시된 바와 같이, 차량(200)은 추진 시스템(202), 센서 시스템(204), 제어 시스템(206), 주변 기기들(208), 및 컴퓨터 시스템(210)을 포함한다. 다른 실시예들에서, 차량(200)은 더 많거나, 더 적거나, 또는 상이한 시스템들을 포함할 수도 있고, 각각의 시스템은 더 많거나, 더 적거나, 또는 상이한 컴포넌트들을 포함할 수도 있다. 추가로, 도시된 시스템들 및 컴포넌트들은 임의의 수의 방식들로 조합 또는 분할될 수도 있다.

[0043] 추진 시스템(202)은 차량(200)에 대해 전력공급된 모션을 제공하도록 구성될 수도 있다. 도시된 바와 같이, 추진 시스템(202)은 엔진/모터(218), 에너지 소스(220), 변속기(222), 및 휠들/타이어들(224)을 포함한다.

[0044] 엔진/모터(218)는 내연 엔진(internal combustion engine), 전기 모터, 스팀 엔진, 및 스티어링 엔진(Stirling engine)의 임의의 조합일 수도 있거나 또는 이들을 포함할 수도 있다. 다른 모터들 및 엔진들이 또한 가능하다. 일부 실시예들에서, 추진 시스템(202)은 다수 타입들의 엔진들 및/또는 모터들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 가스-전기 하이브리드 자동차는 가솔린 엔진 및 전기 모터를 포함할 수도 있다. 다른 예들이 가능하다.

[0045] 에너지 소스(220)는 전체적으로 또는 부분적으로 엔진/모터(218)에 전력공급하는 에너지의 소스일 수도 있다. 즉, 엔진/모터(218)는 에너지 소스(220)를 기계적 에너지로 변환하도록 구성될 수도 있다. 에너지 소스들(220)의 예들로는 가솔린, 디젤, 프로판, 다른 압축 가스 기반 연료들, 에탄올, 태양 패널들, 배터리들, 및 전기 전력의 다른 소스들을 포함한다. 에너지 소스(들)(220)는 부가적으로 또는 대안적으로 연료 탱크들, 배터리들,

커패시터들, 및/또는 플라이휠들의 임의의 조합을 포함할 수도 있다. 일부 실시예들에서, 에너지 소스(220)는 차량(200)의 다른 시스템들에 대한 에너지를 또한 제공할 수도 있다.

- [0046] 변속기(222)는 엔진/모터(218)로부터의 기계적 동력을 휠들/타이어들(224)로 전달하도록 구성될 수도 있다. 이를 위해, 변속기(222)는 기어박스, 클러치, 차동기(differential), 드라이브 샤프트들, 및/또는 다른 요소들을 포함할 수도 있다. 변속기(222)가 드라이브 샤프트들을 포함하는 실시예들에서, 드라이브 샤프트들은, 휠들/타이어들(224)에 커플링되도록 구성되는 하나 이상의 차축들을 포함할 수도 있다.
- [0047] 차량(200)의 휠들/타이어들(224)은 외발 자전거, 두발 자전거/모터사이클, 세발 자전거, 또는 자동차/트럭 4-휠 포맷을 포함하는 다양한 포맷들로 구성될 수도 있다. 6개 이상의 휠들을 포함하는 것들과 같은 다른 휠/타이어 포맷들이 또한 가능하다. 어떤 경우든, 휠들/타이어들(224)은 다른 휠들/타이어들(224)에 대해 차동적으로 회전하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시예들에서, 휠들/타이어들(224)은, 변속기(222)에 고정적으로 부착되는 적어도 하나의 휠, 및 주행 표면과 접촉할 수 있는 휠의 림에 커플링되는 적어도 하나의 타이어를 포함할 수도 있다. 휠들/타이어들(224)은 금속과 고무의 임의의 조합, 또는 다른 재료들의 조합을 포함할 수도 있다. 추진 시스템(202)은 도시된 것들 이외의 컴포넌트들을 부가적으로 또는 대안적으로 포함할 수도 있다.
- [0048] 센서 시스템(204)은, 차량(200) 및/또는 차량(200)이 위치되는 환경에 관한 정보를 감지하도록 구성되는 임의의 수의 센서들뿐만 아니라, 센서들의 포지션 및/또는 배향을 수정하도록 구성되는 하나 이상의 액추에이터들(236)을 포함할 수도 있다. 도시된 바와 같이, 센서 시스템(204)의 센서들은 글로벌 포지셔닝 시스템(GPS)(226), 관성 측정 유닛(IMU)(228), RADAR 유닛(230), 레이저 거리 측정기 및/또는 LIDAR 유닛(232), 및 카메라(234)를 포함한다. 센서 시스템(204)은, 예를 들어, 차량(200)의 내부 시스템들(예를 들어, O<sub>2</sub> 모니터, 연료 게이지, 엔진 오일 온도 등)을 모니터링하는 센서들을 포함하는 부가적인 센서들을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 센서 시스템(204)은, 개개의 포지션(예를 들어, 상부 면, 하부 면, 전방 면, 후방 면, 우측 면, 좌측 면 등)에서 차량에 각각이 장착되는 다수의 센서 유닛들로서 구현될 수도 있다. 다른 센서들이 또한 가능하다.
- [0049] GPS(226)는, 차량(200)의 지리적 위치를 추정하도록 구성되는 임의의 센서(예를 들어, 위치 센서)를 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 차량(200)(또는 그의 컴포넌트)은 GPS(226)로부터의 출력에 기초하여 차량(200)의 속도 및/또는 타이밍 정보(예를 들어, 시간, 날짜 등)를 결정할 수 있다. 이를 위해, 예를 들어, GPS(226)는, 다른 가능성들 중에서도, 위성(들) 및/또는 차량(200)의 환경에서의 다른 디바이스들로부터의 신호들에 기초하여 지구에 대한 차량(200)의 포지션을 추정하도록, 그리고/또는 다른 데이터(예를 들어, 속도, 시간 등)를 추정하도록 구성되는 트랜시버를 포함할 수도 있다.
- [0050] IMU(228)는, 관성 가속도에 기초하여 차량(200)의 포지션 및 배향 변화들을 감지하도록 구성되는 센서들의 임의의 조합일 수도 있다. 예를 들어, 센서들의 조합은, 다른 것들 중에서도, 가속도계들 및 자이로스코프들을 포함할 수도 있다.
- [0051] RADAR 유닛(230)은, 무선 신호들을 사용하여 차량(200)이 위치되는 환경에서의 물체들을 감지하도록 구성되는 임의의 센서를 포함할 수도 있다. 일부 실시예들에서, 물체들을 감지하는 것에 부가적으로, RADAR 유닛(230)은 물체들의 속력 및/또는 헤딩을 감지하도록 구성될 수도 있다.
- [0052] 유사하게, 레이저 거리 측정기 또는 LIDAR 유닛(232)은, 레이저들을 사용하여 차량(200)이 위치되는 환경에서의 물체들을 감지하도록 구성되는 임의의 센서를 포함할 수도 있다. 특히, 레이저 거리 측정기 또는 LIDAR 유닛(232)은, 레이저를 방출하도록 구성되는 레이저 소스 및/또는 레이저 스캐너, 및 레이저의 반사들을 검출하도록 구성되는 검출기를 포함할 수도 있다. 레이저 거리 측정기 또는 LIDAR(232)는 간섭성(예를 들어, 헤테로다인 검출을 사용함) 또는 비간섭성 검출 모드에서 동작하도록 구성될 수도 있다. 일부 예들에서, LIDAR 유닛(232)은, 차량(200) 주위의 환경의 특정 구역을 스캐닝하기에 적합한 고유 포지션 및/또는 구성을 각각이 갖는 다수의 LIDAR들을 포함할 수도 있다.
- [0053] 카메라(234)는, 차량(200)이 위치되는 환경의 이미지들을 캡처하도록 구성되는 임의의 카메라(예를 들어, 스틸 카메라, 비디오 카메라 등)를 포함할 수도 있다. 이를 위해, 카메라는 상술된 형태들 중 임의의 것을 취할 수도 있다. 센서 시스템(204)은 도시된 것들 이외의 컴포넌트들을 부가적으로 또는 대안적으로 포함할 수도 있다.
- [0054] 액추에이터(들)(236)는, 센서 시스템(204) 내의 하나 이상의 센서들의 포지션, 배향, 및/또는 포인팅 방향을 조정하도록 구성되는 임의의 타입의 액추에이터를 포함할 수도 있다. 예시적인 액추에이터들은 모터들, 공압 액추에이터들, 유압 피스톤들, 릴레이들, 솔레노이드들, 및 압전 액추에이터들을 포함한다. 다른 액추에이터들이

또한 가능하다.

- [0055] 제어 시스템(206)은 차량(200) 및 그의 컴포넌트들의 동작을 제어하도록 구성될 수도 있다. 이를 위해, 제어 시스템(206)은 스티어링 유닛(238), 스로틀(240), 브레이크 유닛(242), 센서 융합 알고리즘(244), 컴퓨터 비전 시스템(246), 내비게이션 또는 경로지정 시스템(248), 및 장애물 회피 시스템(250)을 포함할 수도 있다.
- [0056] 스티어링 유닛(238)은, 차량(200)의 헤딩을 조정하도록 구성되는 메커니즘들의 임의의 조합일 수도 있다. 스로틀(240)은, 엔진/모터(218)의 동작 속력 그리고, 차레로, 차량(200)의 속력을 제어하도록 구성되는 메커니즘들의 임의의 조합일 수도 있다. 브레이크 유닛(242)은, 차량(200)을 감속하도록 구성되는 메커니즘들의 임의의 조합일 수도 있다. 예를 들어, 브레이크 유닛(242)은 휠들/타이어들(224)이 느려지게 하기 위해 마찰을 사용할 수도 있다. 다른 예로서, 브레이크 유닛(242)은 휠들/타이어들(224)의 운동 에너지를 전기 전류로 변환시킬 수도 있다. 브레이크 유닛(242)은 다른 형태들을 또한 취할 수도 있다.
- [0057] 센서 융합 알고리즘(244)은, 센서 시스템(204)으로부터의 데이터를 입력으로서 수용하도록 구성되는 알고리즘(또는 알고리즘을 저장하는 컴퓨터 프로그램 제품)일 수도 있다. 데이터는, 예를 들어, 센서 시스템(204)의 센서들에서 감지되는 정보를 나타내는 데이터를 포함할 수도 있다. 센서 융합 알고리즘(244)은, 예를 들어, 칼만 필터(Kalman filter), 베이저안 네트워크(Bayesian network), 본 명세서의 방법들의 기능들 중 일부를 위한 알고리즘, 또는 임의의 다른 알고리즘을 포함할 수도 있다. 센서 융합 알고리즘(244)은, 예를 들어, 차량(100)이 위치되는 환경에서의 개별 물체들 및/또는 피쳐들의 평가들, 특정 상황들의 평가들, 및/또는 특정 상황들에 기초하는 가능한 영향들의 평가들을 포함하는, 센서 시스템(204)으로부터의 데이터에 기초하는 다양한 평가들을 제공하도록 추가로 구성될 수도 있다. 다른 평가들이 또한 가능하다.
- [0058] 컴퓨터 비전 시스템(246)은, 예를 들어, 트랙픽 신호들 및 장애물들을 포함하여, 차량(200)이 위치되는 환경에서의 물체들 및/또는 피쳐들을 식별하기 위해 카메라(234)에 의해 캡처되는 이미지들을 프로세싱 및 분석하도록 구성되는 임의의 시스템일 수도 있다. 이를 위해, 컴퓨터 비전 시스템(246)은 물체 인식 알고리즘, SFM(Structure from Motion) 알고리즘, 비디오 추적, 또는 다른 컴퓨터 비전 기법들을 사용할 수도 있다. 일부 실시예들에서, 컴퓨터 비전 시스템(246)은 환경을 매핑하고, 물체들을 추적하고, 물체들의 속력을 추정하는 것들을 위해 부가적으로 구성될 수도 있다.
- [0059] 내비게이션 및 경로지정 시스템(248)은, 차량(200)에 대한 주행 경로를 결정하도록 구성되는 임의의 시스템일 수도 있다. 내비게이션 및 경로지정 시스템(248)은 차량(200)이 동작하는 동안 동적으로 주행 경로를 업데이트하도록 부가적으로 구성될 수도 있다. 일부 실시예들에서, 내비게이션 및 경로지정 시스템(248)은 차량(200)에 대한 주행 경로를 결정하도록 센서 융합 알고리즘(244), GPS(226), LIDAR 유닛(232), 및 하나 이상의 미리 결정된 맵들로부터의 데이터를 통합하도록 구성될 수도 있다.
- [0060] 장애물 회피 시스템(250)은, 차량(200)이 위치되는 환경에서의 장애물들을 식별, 평가, 및 회피 또는 그렇지 않으면 협상하도록 구성되는 임의의 시스템일 수도 있다. 제어 시스템(206)은 도시된 것들 이외의 컴포넌트들을 부가적으로 또는 대안적으로 포함할 수도 있다.
- [0061] 주변기기들(208)(예를 들어, 입력 인터페이스, 출력 인터페이스 등)은 차량(200)이 외부 센서들, 다른 차량들, 외부 컴퓨팅 디바이스들, 및/또는 사용자와 상호작용하게 하도록 구성될 수도 있다. 이를 위해, 주변기기들(208)은, 예를 들어, 무선 통신 시스템(252), 터치스크린(254), 마이크로폰(256), 및/또는 스피커(258)를 포함할 수도 있다.
- [0062] 무선 통신 시스템(252)은, 직접적으로 또는 통신 네트워크를 통해 하나 이상의 다른 차량들, 센서들, 또는 다른 엔티티들에 무선으로 커플링하도록 구성되는 임의의 시스템일 수도 있다. 이를 위해, 무선 통신 시스템(252)은, 직접적으로 또는 통신 네트워크를 통해 다른 차량들, 센서들, 서버들, 또는 다른 엔티티들과 통신하기 위한 칩셋 및 안테나를 포함할 수도 있다. 일반적으로, 칩셋 또는 무선 통신 시스템(252)은, 다른 가능성들 중에서도, 블루투스, IEEE 802.11(임의의 IEEE 802.11 개정들을 포함함)에 설명된 통신 프로토콜들, 셀룰러 기술(예컨대, GSM, CDMA, UMTS, EV-DO, WiMAX, 또는 LTE), 지그비(Zigbee), 전용 단거리 통신들(DSRC), 및 무선 주파수 식별(RFID) 통신들과 같은 하나 이상의 타입들의 무선 통신(예를 들어, 프로토콜들)에 따라 통신하도록 배열될 수도 있다. 무선 통신 시스템(252)은 다른 형태들을 또한 취할 수도 있다.
- [0063] 터치스크린(254)은 차량(200)에 커맨드들을 입력하기 위한 입력 인터페이스로서 사용자에게 의해 사용될 수도 있다. 이를 위해, 터치스크린(254)은, 다른 가능성들 중에서도, 용량성 감지, 저항 감지, 또는 표면 탄성과 프로세스를 통해 사용자의 손가락의 포지션 및 움직임 중 적어도 하나를 감지하도록 구성될 수도 있다. 터치스크린

(254)은, 터치스크린 표면에 평행한 또는 평면적인 방향으로, 터치스크린 표면에 수직인 방향으로, 또는 양측 모두로 손가락 움직임을 감지하는 것이 가능할 수도 있고, 터치스크린 표면에 인가되는 압력의 레벨을 감지하는 것이 또한 가능할 수도 있다. 터치스크린(254)은 하나 이상의 반투명 또는 투명 절연 층들 및 하나 이상의 반투명 또는 투명 전도 층들로 형성될 수도 있다. 터치스크린(254)은 다른 형태들을 또한 취할 수도 있다.

[0064] 마이크로폰(256)(예를 들어, "입력 인터페이스")은 차량(200)의 사용자로부터 오디오(예를 들어, 음성 커맨드 또는 다른 오디오 입력)를 수신하도록 구성될 수도 있다. 유사하게, 스피커들(258)은 차량(200)의 사용자에게 오디오를 출력하도록 구성될 수도 있다. 주변기기들(208)은 도시된 것들 이외의 컴포넌트들을 부가적으로 또는 대안적으로 포함할 수도 있다.

[0065] 컴퓨터 시스템(210)은 추진 시스템(202), 센서 시스템(204), 제어 시스템(206), 및 주변기기들(208) 중 하나 이상으로 데이터를 송신하거나, 이들로부터 데이터를 수신하거나, 이들과 상호작용하거나, 그리고/또는 이들을 제어하도록 구성될 수도 있다. 이를 위해, 컴퓨터 시스템(210)은 시스템 버스, 네트워크, 및/또는 다른 연결 메커니즘(도시되지 않음)에 의해 추진 시스템(202), 센서 시스템(204), 제어 시스템(206), 및 주변기기들(208) 중 하나 이상에 통신가능하게 링크될 수도 있다.

[0066] 일 예에서, 컴퓨터 시스템(210)은 연료 효율을 개선시키기 위해 변속기(222)의 동작을 제어하도록 구성될 수도 있다. 다른 예로서, 컴퓨터 시스템(210)은 카메라(234)로 하여금 환경의 이미지들을 캡처하게 하도록 구성될 수도 있다. 또 다른 예로서, 컴퓨터 시스템(210)은 센서 융합 알고리즘(244)에 대응하는 명령어들을 저장 및 실행하도록 구성될 수도 있다. 다른 예들이 또한 가능하다.

[0067] 도시된 바와 같이, 컴퓨터 시스템(210)은 프로세서(212) 및 데이터 스토리지(214)를 포함한다. 프로세서(212)는 하나 이상의 범용 프로세서들 및/또는 하나 이상의 특수 목적 프로세서들을 포함할 수도 있다. 프로세서(212)가 하나 초과를 포함하는 한, 그러한 프로세서들은 별개로 또는 조합하여 작동할 수 있다. 차례로, 데이터 스토리지(214)는, 다른 가능성들 중에서도, 광학, 자기, 및/또는 유기 스토리지와 같은 하나 이상의 휘발성 및/또는 하나 이상의 비휘발성 스토리지 컴포넌트들을 포함할 수도 있고, 데이터 스토리지(214)는 프로세서(212)와 전체적으로 또는 부분적으로 통합될 수도 있다.

[0068] 일부 실시예들에서, 데이터 스토리지(214)는, 다양한 차량 기능들을 실행하기 위해 프로세서(212)에 의해 실행 가능한 명령어들(216)(예를 들어, 프로그램 로직)을 포함할 수도 있다. 데이터 스토리지(214)는, 추진 시스템(202), 센서 시스템(204), 제어 시스템(206), 및/또는 주변기기들(208) 중 하나 이상으로 데이터를 송신하거나, 이들로부터 데이터를 수신하거나, 이들과 상호작용하거나, 그리고/또는 이들을 제어하기 위한 명령어들을 포함하는, 부가적인 명령어들을 또한 포함할 수도 있다. 일부 실시예들에서, 데이터 스토리지(214)는, 센서 시스템(204) 내의 센서들 중 하나 이상에 대한 캘리브레이션 데이터를 또한 포함할 수도 있다. 예를 들어, 캘리브레이션 데이터는, 이전에 획득된 센서 측정치들과 센서들로의 하나 이상의 미리 결정된 입력들 사이의 매핑을 포함할 수도 있다. 컴퓨터 시스템(210)은 도시된 것들 이외의 컴포넌트들을 부가적으로 또는 대안적으로 포함할 수도 있다.

[0069] 도시된 바와 같이, 차량(200)은, 차량(200)의 컴포넌트들의 일부 또는 전부에 전력을 제공하도록 구성될 수도 있는 전원(260)을 더 포함한다. 이를 위해, 전원(260)은, 예를 들어, 재충전가능 리튬-이온 또는 납산 배터리를 포함할 수도 있다. 일부 실시예들에서, 배터리들의 하나 이상의뱅크들이 전기 전력을 제공하도록 구성될 수 있다. 다른 전원 재료들 및 구성들이 또한 가능하다. 일부 실시예들에서, 전원(260) 및 에너지 소스(220)는, 일부 전-전기 자동차(all-electric car)들에서와 같이, 하나의 컴포넌트로서 함께 구현될 수도 있다.

[0070] 일부 실시예들에서, 차량(200)은 도시된 것들에 부가적으로 또는 그 대신에 하나 이상의 요소들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 차량(200)은 하나 이상의 부가적인 인터페이스들 및/또는 전원들을 포함할 수도 있다. 다른 부가적인 컴포넌트들이 또한 가능하다. 그러한 실시예들에서, 데이터 스토리지(214)는, 부가적인 컴포넌트들을 제어하거나 그리고/또는 이들과 통신하기 위해 프로세서(212)에 의해 실행가능한 명령어들을 더 포함할 수도 있다.

[0071] 더 추가로, 컴포넌트들 및 시스템들 각각은 차량(200)에 통합되는 것으로 도시되어 있지만, 일부 실시예들에서, 하나 이상의 컴포넌트들 또는 시스템들은 유선 또는 무선 커넥션들을 사용하여 차량(200) 상에 제거가능하게 장착되거나 또는 그렇지 않으면 차량(200)에 (기계적으로 또는 전기적으로) 연결될 수도 있다. 차량(200)은 다른 형태들을 또한 취할 수도 있다.

[0072] **III. 예시적인 센서 유닛 구성들**

- [0073] 도 3은 예시적인 실시예에 따른, 조정가능 센서 장착 플랫폼(306)을 포함하는 센서 유닛 디바이스(300)의 단순화된 블록도이다. 센서 유닛(300)은 센서 유닛들(102, 104, 106, 108, 110), 및/또는 센서 시스템(204) 내의 컴포넌트들의 임의의 조합과 유사할 수도 있다. 도시된 바와 같이, 센서 유닛(300)은 하나 이상의 액추에이터들(302), 하나 이상의 인코더들(304), 센서 플랫폼(306), 온도 센서(310), 컨디셔닝 디바이스(312), 및 제어기(314)를 포함한다. 센서 유닛(300)은 도시된 것들보다 부가적인 또는 더 적은 컴포넌트들을 포함할 수도 있다는 것에 주목한다. 일 예에서, 센서 유닛(300)은, 도시된 컴포넌트들에 부가적으로 또는 그 대신에 차량(200)의 컴포넌트들 중 임의의 것을 포함할 수도 있다. 다른 예에서, 디바이스(300)는 온도 센서(310) 없이 그리고/또는 컨디셔닝 디바이스(312) 없이 구현될 수 있다. 다른 예들이 또한 가능하다.
- [0074] 액추에이터(들)(302)는, 액추에이터(들)(236)와 유사한 하나 이상의 액추에이터들을 포함할 수도 있다. 일 구현에서, 액추에이터(302)는 차량의 회전 축(예를 들어, 요 축, 롤 축, 피치 축 등)에 실질적으로 평행한 회전 축, 및/또는 임의의 다른 회전 축을 중심으로 플랫폼(306)을 회전시키도록 구성될 수도 있다.
- [0075] 인코더(들)(304)는 인코더들(예를 들어, 기계 인코더들, 광학 인코더들, 자기 인코더들, 용량성 인코더들 등)의 임의의 조합을 포함할 수도 있고, 액추에이터(302)가 플랫폼(306)을 회전시키는 것에 응답하여 플랫폼(306)의 배향의 표시를 제공하도록 구성될 수도 있다.
- [0076] 플랫폼(306)은, 센서(예를 들어, 센서(308))를 장착하기에 적합한 임의의 견고한 구조체를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 플랫폼(306)은, 로터리 조인트 구성에서 고정자 플랫폼에 관련되어 회전하는 회전자 플랫폼을 포함할 수도 있다.
- [0077] 센서(308)는, 센서 시스템(204)에 포함되는 센서들의 임의의 조합을 포함할 수도 있다. 일부 구현들에서, 센서(308)는, 플랫폼(306) 상에 장착되고 차량의 방향 축(예를 들어, 축(114, 116, 또는 118))과 정렬되어 차량의 모션 방향의 표시를 제공하는, 예를 들어, 자이로스코프와 같은 방향 센서를 포함한다. 예를 들어, 자이로스코프 센서(308)는 (예를 들어, 센서 유닛(300)을 포함하는 차량의 모션 또는 플랫폼(306)의 회전으로 인한) 자이로스코프의 모션에 응답하여 자이로스코프 센서의 포인팅 방향(예를 들어, 요 방향, 피치 방향, 롤 방향 등)의 변화 레이트를 표시하는 출력 신호를 제공할 수도 있다. 따라서, 다양한 예들에서, 센서(308)는 요 센서의 회전의 요 레이트(예를 들어, 차량(100)의 축(114)을 중심으로 하는 센서의 회전 레이트)의 표시를 제공하는 "요 센서", 피치 레이트의 표시를 제공하는 "피치 센서", 또는 롤 레이트의 표시를 제공하는 "롤 센서"로서 구성될 수 있다.
- [0078] 온도 센서(310)는, 다른 것들 중에서도, 온도계, 서미스터, 열전쌍(thermocouple), 저항 온도계, 실리콘 밴드갭 온도 센서와 같은 임의의 타입의 온도 센서를 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 온도 센서(310)는 센서(308)에 인접하여 또는 그 부근에 배열되어 센서(308)의 온도 및/또는 센서(308)를 둘러싸는 공기의 온도의 표시를 제공할 수 있다. 예를 들어, 온도 센서(310)는, 측정된 온도를, 센서(308)에 의해 제공된 측정치들과 연관시키기 위해 캘리브레이션 동안 사용될 수 있다.
- [0079] 컨디셔닝 디바이스(312)는, 다른 예들 중에서도, 에어 컨디셔너, 가열 요소, 저항성 가열 요소, 공기 냉각 디바이스와 같은 임의의 타입의 온도 컨디셔닝 디바이스를 포함할 수도 있다. 일부 구현들에서, 컨디셔닝 디바이스(312)는 센서의 온도를 조정하기 위해 센서(308) 부근에 배열되거나 그리고/또는 그에 커플링될 수 있다. 일 예에서, 컨디셔닝 디바이스(312)가 사용되어 센서(308)의 캘리브레이션 동안 상이한 동작 온도들을 시뮬레이션하고 따라서 캘리브레이션을 수행하는 차량이 차량의 동작 동안 예상되는 다양한 환경 조건들(예를 들어, 온도들)에 적합한 캘리브레이션 데이터를 획득 또는 생성하게 할 수 있다. 다른 예에서, 컨디셔닝 디바이스(312)는, 센서(308)의 온도를, 이전에 생성된 캘리브레이션 데이터에 적합한 온도 범위 내의 주어진 온도로 조정하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 디바이스(300)는 센서(308)가 특정 온도에 있었을 때 수집된 캘리브레이션 데이터를 저장할 수 있다. 추가로, 이 경우에, 디바이스(300)는, 저장된 캘리브레이션 데이터가 센서(308)에 의한 측정 에러들을 완화시키기에 적합한 임계 범위의 온도들의 표시를 포함하거나 또는 그렇지 않으면 그에 액세스할 수도 있다. 따라서, 예시적인 시나리오에서, 디바이스(300) 또는 그의 컴포넌트(예를 들어, 제어기(314))는 현재 온도가 임계 범위의 온도들 외측에 있다는 것을 (예를 들어, 온도 센서(310)를 통해) 검출하고, 이에 응답하여 컨디셔닝 디바이스(312)를 동작시켜, 센서(308)의 온도를, 임계 범위의 온도들 내의 주어진 온도로 조정할 수 있다.
- [0080] 제어기(314)는, 본 개시내용의 다양한 방법들의 기능들을 수행하도록 실행가능한 회로부 및/또는 컴퓨터 로직의 임의의 조합을 포함할 수도 있다. 일 예에서, 제어기(314)는, 차량(200)의 컴퓨터 시스템(210)과 유사하게, 하나 이상의 프로세서들 및 그 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행가능한 명령어들을 저장하는 데이터 스토리지

로서 구현될 수 있다. 다른 예에서, 제어기(314)는 본 개시내용의 다양한 기능들을 수행하도록 배선된 디지털 및/또는 아날로그 회로부로서 구현될 수 있다. 다른 구현들(예를 들어, 컴퓨터 프로그램 로직 및 회로부의 조합)이 또한 가능하다.

[0081] 도 4a는 예시적인 실시예에 따른 센서 유닛 디바이스(400)의 부분 측면도를 예시한다. 디바이스(400)는 디바이스(300)와 유사할 수도 있고, 다른 가능성들 중에서도, 차량들(100 및 200)과 같은 전기기계 시스템과 함께 사용될 수도 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 디바이스(400)는, 액추에이터(302), 플랫폼(306), 센서(308), 및 제어기(314)와 각각 유사할 수도 있는, 액추에이터(402), 회전 플랫폼(406)(예를 들어, "회전자"), 센서(408), 및 제어기(414)를 포함한다. 추가로, 도시된 바와 같이, 디바이스(400)는, 회전 플랫폼(406)과 대향하는 베이스 플랫폼(416)(예를 들어, "고정자"), 및 코어 구조체(418)를 포함한다. 도시되지 않았지만, 일부 예들에서, 디바이스(400)는 도시된 것들보다 부가적인 또는 더 적은 컴포넌트들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 디바이스(400)는 차량(200) 및/또는 디바이스(300)의 컴포넌트들(예를 들어, 인코더들, 온도 센서들, 컨디셔닝 디바이스들 등) 중 하나 이상을 임의로 포함할 수 있다.

[0082] 일부 예들에서, 센서(408)는 차량의 모션 방향(또는 그의 변화 레이트)의 표시를 제공하기 위한 요 센서로서 구성될 수 있다. 예로서, 도 4a에 도시된 축(422a)이 도 1b에 도시된 차량(100)의 요 축(114)에 대응하거나 또는 그에 평행하도록 디바이스(400)가 차량(100)에 장착되는 시나리오를 고려한다. 이 시나리오에서, 센서(408)는 센서(408)의 요 축이 차량의 요 축(422a)에 실질적으로 평행하도록 배열될 수 있다. 이 배열로, 센서(408)는 센서(408)의 요 방향(또는 그의 변화)을 표시하는 출력 신호를 제공할 수 있는데, 이 요 방향은 축(422a)과 연관된 차량의 요 방향(또는 그의 변화)에 또한 대응한다. 상기의 시나리오로 계속하면, 센서(408)의 초기 요 방향은, 축(428)에 수직이고 페이지 밖으로 포인팅하는 방향에 대응할 수도 있다. 이 시나리오에서, 차량(100)이 축(114)(즉, 축(422a))을 중심으로 회전하는 경우, 그러면 센서(428)의 축(428)은 유사한 회전을 경험할 수도 있고, 따라서 센서(408)(요 센서)의 요 방향은 차량의 요 방향의 변화와 유사하게 변화할 것이다. 이 시나리오의 변형으로서, 축(428)이 차량의 축(114)에 대응하도록 정렬되는 경우, 그러면 센서(408) 자체는 차량의 회전에 응답하여 축(428)(및 축(114))을 중심으로 회전할 것이고(예를 들어, 차량은 우회전 또는 좌회전을 행하고), 따라서 센서(408)의 요 방향은 또한 차량의 요 방향에 대한 변화와 유사하게 변화할 수도 있다. 일 구현에서, 센서(408)는 자이로스코프를 포함할 수도 있고, 축(428)은 자이로스코프의 기준 축에 대응할 수도 있다. 이 구현에서, 센서(408)는 요 레이트 측정치(예를 들어, 기준 요 축을 중심으로 하는 자이로스코프의 회전 레이트를 표시하는 신호)를 제공할 수도 있다.

[0083] 대안적으로 또는 부가적으로, 다른 예들에서, 센서(408)는 (예를 들어, 축(428)을 차량(100)의 축(116)과 정렬 시킴으로써) 피치 센서, 또는 (예를 들어, 축(428)을 차량(100)의 축(118)과 정렬시킴으로써) 롤 센서로서 구성될 수 있다.

[0084] 도시되지 않았지만, 일부 예들에서, 센서(408)가 요 센서인 경우, 디바이스(400)는, 플랫폼(406)(예를 들어, 회전자 플랫폼)에 장착되는 피치 센서 및/또는 롤 센서를 또한 포함할 수도 있다. 이 배열로, 예를 들어, 요 센서(408)와 동일한 플랫폼(406) 상에 피치 및 롤 센서들을 장착하는 것은, 다른 가능성들 중에서도, (예를 들어, 기계적 진동들, 충격들, 다른 힘들, 플랫폼(416)에 관련된 플랫폼(406)의 틸트 등으로 인해) 회전 축(420)이 요 축(422a)과 완전히 정렬된 채로 또는 평행한 채로 유지되지 않는 시나리오들에서 플랫폼(406)의 피치 및/또는 롤 진동들에 의해 야기되는 잡음 변동들을 완화시킬 수 있다.

[0085] 일부 예들에서, 도시된 바와 같이, 디바이스(400)는 센서(408)를 장착하는 장착 플랫폼(406)(예를 들어, 회전자)을 포함하는 로터리 조인트 디바이스로서 구현될 수 있다. 추가로, 디바이스(400)는, 플랫폼(416)(예를 들어, 고정자)에 관련되어 플랫폼(406)을 회전시키는 액추에이터(402)를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 액추에이터(402)는, (회전자축) 플랫폼(406) 상에 장착되는, 자석들(402a 및 402b)로 예시되는, 실질적인 원형 배열체에 복수의 자석들을 포함시키는 축 방향 자속 모터로서 구현될 수 있다. 추가로, 이 예에서, 액추에이터(402)는, 액추에이터(402)의 자석들(402a 및 402b)과 적어도 부분적으로 중첩되도록 배열되는 모터 권선들 또는 코일들(402c)을 포함할 수도 있다. 따라서, 디바이스(400)는 (예를 들어, 제어기(414)를 통해) 권선들(402c)을 통해 흐르는 전기 전류를 변조하여, 자석들(402a 및 402b)의 자기장과 상호작용하여 회전 축(420)을 중심으로 하는 플랫폼(406)의 회전을 야기시키는 변조된 자기장을 생성할 수 있다. 일 구현에서, 플랫폼(406)은 2개의 플랫폼들 사이의 상대적인 회전에 응답하여 플랫폼(416)에 대해 미리 결정된 거리(예를 들어, 대략 8 내지 10 밀리미터 등)로 유지될 수도 있다. 그러나, 액추에이터들(236 및/또는 302)에 대해 설명된 구현들 중 임의의 것, 또는 임의의 다른 액추에이터 구현과 같은, 액추에이터(402)의 다른 구현들이 또한 가능하다. 추가로, 플랫폼

들(406 및 416) 사이의 미리 결정된 거리는 임의의 다른 거리일 수도 있다.

[0086] 일부 예들에서, 도시된 바와 같이, 센서(408)는 센서(408)의 요 축(428) 또는 다른 기준 축이 플랫폼(406)의 회전 축(420)에 대한 오프셋으로 있도록 플랫폼(406)에 장착될 수 있다. 이 배열로, 예를 들어, 플랫폼(406)의 중심 구역은 다른 회로부 예컨대 트랜스포머 코어, 플랫폼들(406 및 416) 사이의 통신을 위한 통신 회로부, 및/또는 플랫폼(406)의 중심 영역 부근에 또는 그에 장착하기에 더 적합한 다른 회로부를 장착하는 데 사용될 수 있다. 그러나, 다른 예들에서, 센서(408)는 센서(408)의 기준 축(428)이 플랫폼(406)의 회전 축(420)에 대응하거나 또는 그에 중첩되도록 중심 구역에 대안적으로 배열될 수 있다.

[0087] 코어(418)는, 플랫폼들(406 및 416) 사이의 미리 결정된 거리의 이격을 유지하는 것을 용이하게 하는 임의의 견고한 구조체(예를 들어, 스피닝 니들(spinning needle) 등)을 포함할 수도 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 일부 예들에서, 코어(418)는, 플랫폼(416)으로부터 플랫폼(406)으로의 전력 전달을 용이하게 하는 자기 코어(예를 들어, 트랜스포머 코어)를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 플랫폼(406)은, 코어(418) 주위에 배열되는 트랜스포머 코일들(도시되지 않음)을 포함할 수도 있고, 플랫폼(416)은 코어(418) 주위에 배열되는 대응하는 트랜스포머 코일들(도시되지 않음)을 포함할 수도 있다. 이 예에서, 디바이스(400)는 (예를 들어, 제어기(414)를 통해) 플랫폼(416)의 트랜스포머 코일들(도시되지 않음)을 통해 전기 전류를 흐르게 할 수 있고, 플랫폼(406)의 대향 코일들(도시되지 않음)에서의 유도된 전기 전류가 그 후에 센서(408)에 전력공급하는 데 사용될 수 있다.

[0088] 상기에 언급된 바와 같이, 일부 시나리오들에서, 센서(408)로부터의 출력은 스케일 인자 에러들을 포함하는 다양한 측정 에러들에 취약할 수도 있다. 스케일 인자 에러는 센서에 의해 표시되는 측정치의 값 또는 크기에 따라 변하는 측정 에러의 타입이다. 예를 들어, 센서(408)가 요 센서로서 구성되는 자이로스코프를 포함하는 경우, 자이로스코프는 자이로스코프의 요 레이트를 표시하는 출력 신호를 제공할 수도 있고, 표시된 요 레이트는, 자이로스코프의 물리적 및/또는 기계적 특성들로 인해, 측정된 요 레이트가 증가함에 따라 (선형적으로 또는 비선형적으로) 증가하는 측정 에러를 포함할 수도 있다(예를 들어, 차량 선회 조작이 빠를수록 스케일 인자 에러가 높아진다는 것 등을 초래할 수도 있다). 이에 따라, 디바이스(400)는 센서(408)에 의해 표시되는 회전 방향에 대해 플랫폼(406)을 회전시킴으로써 그러한 스케일 인자 에러를 감소시키도록 구성될 수도 있다. 일 예에서, 제어기(414)는 센서(408)로부터의 출력을 수신하고, 액추에이터(402)를 능동적으로 또는 동적으로 동작시켜 플랫폼(406)을 센서(408)로부터의 측정된 회전의 반대 방향을 향해 회전시키도록 구성될 수도 있다. 그렇게 함으로써, 예를 들어, 디바이스(400)는 센서(408)로부터의 측정된 값들을 제로의 값에 보다 가깝게 아래로 드라이빙할 수 있고, 따라서 보다 높은 측정된 요 레이트 값들과 연관된 스케일 인자 에러들의 영향을 최소화시킬 수 있다. 일부 경우들에서, 제어기(414)는 제어 루프 피드백 메커니즘(예를 들어, 비례-적분-미분(proportional-integral-derivative)(PID) 제어기 등) 및/또는 임의의 다른 컴퓨터 로직 또는 아날로그 디지털 회로부를 통해 이들 회전들을 수행할 수도 있다.

[0089] 추가로, 제어기(414)는 (예를 들어, 인코더를 통해) 플랫폼(406)의 작동된 회전들의 추적을 유지할 수 있고, 플랫폼 회전 이력을 사용하여 차량의 요 방향에 대한 변화들을 추론 또는 추정할 수 있다. 일 예에서, 차량이 센서(408)의 우측 방향 요 회전을 발생시키는 우회전을 행하는 경우, 그러면 제어기(414)는 이에 응답하여 플랫폼(406)을 좌측 회전 방향으로 그리고 센서(408)로부터의 측정된 요 레이트와 실질적으로 유사한 회전 레이트로 회전시킬 수도 있다. 따라서, 플랫폼(406)의 회전 특성들의 추적을 유지함으로써, 제어기(414)는 차량이 플랫폼(406)의 회전 레이트와 연관된 각속력(angular speed)(또는 요 레이트)으로 우회전 조작을 수행하였다고 추후에 추론할 수 있다.

[0090] 일부 시나리오들에서, 상기에 언급된 바와 같이, 센서(408)에 의해 표시되는 요 레이트 측정치는, 본 명세서에서 톨딩 에러 또는 축 오정렬 에러라고 지칭될 수도 있는 다른 타입의 에러에 취약할 수도 있다. 예로서 도 1b를 다시 참조하면, 차량(100)이 디바이스(400)를 포함하고 주행 표면(도시되지 않음) 상에서 우회전을 수행하는 시나리오를 고려한다. 이 시나리오에서, 차량(100)은 차량의 모션 방향의 변화에 응답하여 요 축(114)을 중심으로 회전할 수도 있다. 이상적으로, 차량(100)은 센서(408)로부터의 출력을 사용하여 차량의 모션 방향의 변화를 정확하게 측정할 수 있다. 예를 들어, 차량(100)은 자율 차량으로서 구성될 수 있고, 따라서 주행 차선(도시되지 않음) 내에 유지하면서 우회전 조작을 부드럽게 수행하기 위해 센서(408)로부터의 측정치들에 의존할 수도 있다. 그러나, 이 시나리오에서, 우회전 조작은 차량에 작용하는 구심력들 및/또는 차량의 모멘텀과 같은 차량 동력학으로 인해 차량(100)으로 하여금 차량(100)의 좌측 면을 향해 톨딩하게(예를 들어, 롤 축(118)을 중심으로 회전하게) 할 수도 있다. 그 결과, 이 시나리오에서, 차량(100)의 요 축(114)(그리고 따라서 센서(408)의 요 축(428))은 차량의 롤 배향의 변화 정도와 연관된 톨딩 각도만큼 톨딩되어, 그에 의해 센서(408)에 의해 표시되는 요 레이트 측정치의 톨딩 측정 에러를 야기시킬 수도 있다. 이 시나리오의 변형들로서, 요 축

(114)(및 428)의 틸팅은 부가적으로 또는 대안적으로, 차량(100)(또는 디바이스(400))의 기계적 진동들, 차량(100)이 불균일한 주행 표면 위에서 주행하는 것, 및/또는 차량(100)이 차량의 모션 방향과 평행하지 않은 표면(예를 들어, 비스듬한 도로 등) 위에서 주행하는 것의 임의의 조합으로 인한 것일 수 있다. 이들 시나리오의 추가의 변형들로서, 차량(100)의 요 축(114)의 틸팅은 부가적으로 또는 대안적으로, (예를 들어, 차량(100)의 가속 또는 감속의 결과로서) 피치 축(116)을 중심으로 하는 차량(100)의 회전으로 인한 것일 수 있다.

[0091] 상기의 시나리오들을 예시하기 위해, 예를 들어, 도 4b는 틸팅된 구성의 센서 유닛(400)의 다른 측면도를 도시한다. 도 4b에서, 요 축(422b)은 상기의 시나리오들 중 임의의 것에 따른 차량(100)의 틸팅된 요 축(예를 들어, 축(114))에 대응할 수도 있다. 도시된 바와 같이, 틸팅된 요 축(422b)은 틸팅 각도(424)( $\theta$ )만큼 도 4a의 초기 요 축(422a)으로부터 오프셋된다. 그 결과, 센서(408)에 의해 측정되는 관측된 요 레이트( $\omega_G$ )는, 아래의 식 [1]에 표현되는 바와 같이, 차량의 모션 방향의 변화(예를 들어, 축(422a)을 중심으로 하는 차량의 방향의 변화)의 레이트( $\omega_T$ )의 컴포넌트만을 표시할 수도 있다(여기서  $\omega_S$ 는, 예를 들어 인코더를 사용하여 측정될 수 있는, 플랫폼(406)의 작동된 회전의 레이트이다):

$$\omega_G = \omega_T \cos(\theta) + \omega_S \quad [1]$$

[0092] 이에 따라, 본 개시내용은 상술된 틸팅 측정 에러의 효과를 완화시키기 위한 다양한 구현들을 포함한다.

[0093] 제1 구현에서, 차량(100)은, 센서(408)에 의한 요 레이트의 측정과 유사하게 차량(100)의 롤 레이트(및/또는 피치 레이트)를 측정하는 롤 센서(및/또는 피치 센서)를 또한 포함할 수도 있다. 예를 들어, 롤 센서는 롤 축(118)과 정렬되는 기준 축을 갖는 자이로스코프 또는 다른 방향/IMU 센서로서 구현될 수 있다. 추가로, 이 예에서, 제어기(414)는 틸팅 각도(424)( $\theta$ )를 결정하기 위해 롤 센서(및/또는 피치 센서)로부터의 출력을 사용할 수 있고, 차량의 모션 방향에 대한 변화 레이트( $\omega_T$ )를 결정하기 위해 식 [1]을 해결할 수 있다.

[0094] 제2 구현에서, 제어기(414)(또는 차량(100)의 다른 컴퓨팅 디바이스)는, 예를 들어, 피치 센서의 출력에 대한 식 [1]과 유사한 식을 해결함으로써 피치 센서에 의해 표시되는 피치 레이트 측정치의 컴포넌트를 계산할 수 있다. 이 구현에서, 제어기(414)는 그 후에, 피치 레이트 측정치로부터의 차량의 방향의 컴퓨팅된 컴포넌트와, 요 레이트 측정치로부터의 컴퓨팅된 컴포넌트를 합산하여 초기 요 축(422a)을 중심으로 하는 차량의 방향에 대한 변화 레이트( $\omega_T$ )를 결정할 수 있다.

[0095] 제3 구현에서, 디바이스(400)는, 초기 축(422a)과의 정렬을 향해 틸팅 각도(424)의 방향에 대해 센서(408)를 틸팅하도록 구성되는 제2 액추에이터(도시되지 않음)를 또한 포함할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(414)는 제2 액추에이터로 하여금 도 4b의 예시에서 페이지 밖으로 포인팅하는 회전 축(도시되지 않음)을 중심으로 플랫폼(416), 플랫폼(406)을 틸팅하게 하거나, 그리고/또는 그렇지 않으면 센서(408)를 틸팅하게 하여, 그에 의해 적어도 센서(408)의 요 축(428)에 대해 틸팅 각도(424)를 감소시킬 수 있다. 일 예에서, 제2 액추에이터에 의해 야기되는 틸팅의 정도는 틸팅 각도(424)의 결정에 기초(예를 들어, 롤 센서 및/또는 피치 센서로부터의 출력에 기초)할 수 있다. 다른 예에서, 제2 액추에이터에 의해 야기되는 틸팅의 정도는, 예상된 또는 미리 결정된 틸팅 각도들을, 예를 들어, 선회 동안의 차량의 속력, 차량의 모션 방향의 각도 변화 등과 같은 차량 모션 특성들과 연관시키는 (예를 들어, 데이터 스토리지(214) 내의) 저장된 데이터에 기초할 수 있다. 예를 들어, 저장된 데이터는, 상이한 타입들의 주행 조작들 등에 관련되어 이전에 측정 또는 시뮬레이션된 차량 뱅킹 각도들의 맵을 포함할 수도 있다.

[0096] 제4 구현에서, 차량(100)은, (차량(100)의 요 회전에 대한 플랫폼(406)의 회전과 유사하게) 차량(100)의 측정된 롤 회전에 대해 회전하도록 회전 플랫폼 상에 장착되는 롤 센서를 또한 포함할 수도 있다. 이 구현에서, 롤 센서의 회전 플랫폼은 디바이스(400)(또는 센서(408))에 (예를 들어, 기어들, 기계적 압들 등을 통해) 기계적으로 커플링되어 차량의 롤 회전에 대해 디바이스(400)를 회전시켜, 그에 의해 틸팅 각도(424)(또는 적어도 틸팅 각도(424)의 롤 컴포넌트)를 감소시킬 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 이 구현의 변형으로서, 차량(100)은, 틸팅 각도(424)의 피치 컴포넌트를 감소시키기 위해 센서(408)에 (롤 센서 회전 플랫폼과 유사하게) 기계적으로 커플링되는 회전 플랫폼 상에 장착되는 피치 센서를 포함할 수도 있다.

[0097] 제5 구현에서, 차량(100)은, 축(422a)에 관련되어 상이한 틸팅 오프셋들로 장착되는 다수의 요 센서들을 포함할 수도 있다. 이 구현에서, 제어기(414)는 그 후에, 다수의 요 센서들로부터의 하나 이상의 출력들에 기초하여 차량의 모션 방향에 대한 변화를 컴퓨팅할 수 있다. 예를 들어, 센서(408)와 유사한 제1 요 센서는 차량의 우측 면을 향해 제1 틸팅 각도로 차량에 장착(즉, 축(422a)에 관련되어 초기 롤 오프셋을 갖도록 미리 틸팅)될 수

있고, 센서(408)와 유사한 제2 요 센서(도시되지 않음)는 차량의 좌측 면을 향해 제2 틸팅 각도로 차량에 장착 (즉, 축(422a)에 관련되어 반대의 초기 롤 오프셋을 갖도록 미리 틸팅)될 수 있다. 일 예에서, 제어기(414)는 양측 모두의 요 센서들로부터의 출력들을 조합하여 차량의 모션 방향에 대한 변화를 결정할 수 있다. 다른 예에서, 제어기(414)는 축(422a)에 관련되어 틸팅 각도(424)의 방향을 결정한 후에, 결정된 방향과는 반대로 요 오프셋을 갖는 2개의 요 센서들 중 하나를 선택할 수 있다. 예를 들어, 차량이 우회전 조작(즉, 좌측 면으로의 뱅킹)을 수행하고 있는 경우, 그러면 제어기(414)는 (우측 면을 향해 틸팅되는) 제1 요 센서를 선택할 수 있는데, 이는 제1 요 센서가 따라서 차량 선회 조작에 의해 야기되는 좌측 면 틸트와 센서의 우측 면 틸트 사이의 차이로 인해 축(422a)과 더 정렬되게 될 수도 있기 때문이다. 반면에, 예를 들어, 차량이 좌회전 조작(즉, 우측 면으로의 뱅킹)을 수행하고 있는 경우, 그러면 제어기(414)는 제1 요 센서 대신에 (좌측 면을 향해 틸팅되는) 제2 요 센서를 선택할 수 있다.

[0099] 제5 구현의 변형으로서, 예를 들어, 제1 요 센서의 제1 틸팅 각도는 축(422a)에 관련되어 초기 피치 오프셋을 포함할 수도 있고, 제2 요 센서의 제2 틸팅 각도는 축(422a)에 관련되어 반대 초기 피치 오프셋을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 제1 요 센서는 차량의 전방 면을 향해 미리 틸팅될 수 있고, 제2 요 센서는 차량의 후방 면을 향해 미리 틸팅될 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 예를 들어, 제1 틸팅 각도 및 제2 틸팅 각도는 축(422a)에 관련되어 초기 롤 오프셋들과 피치 오프셋들의 조합을 각각 포함할 수 있다.

[0100] 디바이스(400) 및 그의 다양한 컴포넌트들에 대한 도 4a 및 도 4b에 도시된 형상들, 치수들, 및 포지션들은 단지 설명의 편의를 위한 것이라는 것에 주목한다. 따라서, 일부 구현들에서, 디바이스(400) 및/또는 그의 컴포넌트들은 다른 형태들, 형상들, 배열들, 및/또는 치수들을 또한 가질 수 있다. 일 예에서, 제어기(414)는 대안적으로, 플랫폼(416)의 다른 면을 따라 장착되거나, 플랫폼(406)에 장착되거나, 그리고/또는 디바이스(400) 외측의 컴퓨팅 시스템(예를 들어, 컴퓨팅 시스템(210) 등)으로서 그리고/또는 디바이스(400)를 포함하는 차량 외측의 컴퓨팅 시스템(예를 들어, 원격 서버 등)으로서 구현될 수 있다. 다른 예에서, 제어기(414)에 대해 상술된 기능들은 다수의 제어기들, 프로세서들, 및/또는 다수의 디바이스들에 물리적으로 분산된 물리적 회로 로직에 의해 대안적으로 수행될 수 있다.

[0101] **IV. 예시적인 방법들 및 컴퓨터 판독가능 매체들**

[0102] 도 5는 예시적인 실시예에 따른 방법(500)의 흐름도이다. 도 5에 도시된 방법(500)은, 예를 들어, 차량들(100, 200), 및/또는 디바이스들(300, 400) 중 임의의 것과 함께 사용될 수 있는 방법의 실시예를 제시한다. 방법(500)은, 블록 502 내지 블록 506 중 하나 이상에 의해 예시된 바와 같은 하나 이상의 동작들, 기능들, 또는 액션들을 포함할 수도 있다. 블록들이 순차적 순서로 예시되어 있지만, 이들 블록들은 일부 경우들에서 병렬로, 그리고/또는 본 명세서에서 설명된 것들과는 상이한 순서로 수행될 수도 있다. 또한, 다양한 블록들은 원하는 구현에 기초하여 더 적은 블록들로 조합되거나, 부가적인 블록들로 분할되거나, 그리고/또는 제거될 수도 있다.

[0103] 부가적으로, 본 명세서에 개시된 방법(500) 및 다른 프로세스들 및 방법들에 대해, 흐름도는 본 실시예들의 하나의 가능한 구현의 기능성 및 동작을 도시한다. 이와 관련하여, 각각의 블록은, 프로세스에서 특정 논리 기능들 또는 단계들을 구현하도록 프로세서에 의해 실행가능한 하나 이상의 명령어들을 포함하는, 모듈, 세그먼트, 제조 또는 동작 프로세스의 일부분, 또는 프로그램 코드의 일부분을 나타낼 수도 있다. 프로그램 코드는, 예를 들어, 디스크 또는 하드 드라이브를 포함하는 스토리지 디바이스와 같은, 임의의 타입의 컴퓨터 판독가능 매체 상에 저장될 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는, 예를 들어, 레지스터 메모리, 프로세서 캐시 및 랜덤 액세스 메모리(RAM)와 같이 짧은 기간들 동안 데이터를 저장하는 컴퓨터 판독가능 매체들과 같은 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체를 포함할 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는, 예를 들어, 판독 전용 메모리(ROM), 광학 또는 자기 디스크들, 콤팩트-디스크 판독 전용 메모리(CD-ROM)와 같은 2차 또는 영구 장기 스토리지와 같은 비일시적 매체들을 또한 포함할 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체들은 또한 임의의 다른 휘발성 또는 비휘발성 스토리지 시스템들일 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는, 예를 들어, 컴퓨터 판독가능 스토리지 매체, 또는 유형(tangible)의 스토리지 디바이스로 간주될 수도 있다.

[0104] 부가적으로, 본 명세서에 개시된 방법(500) 및 다른 프로세스들 및 방법들에 대해, 도 5의 각각의 블록은 프로세서에서 특정 논리 기능들을 수행하도록 배선된 회로부를 나타낼 수도 있다.

[0105] 블록 502에서, 방법(500)은, 차량의 플랫폼 상에 장착되는 센서의 방향에 대한 변화 레이트의 표시를 획득하는 단계를 수반한다. 제1 예에서, 센서 유닛의 제어기(예를 들어, 제어기(314))는 플랫폼(예를 들어, 플랫폼(306)) 상에 장착되는 요 센서(예를 들어, 센서(308))의 회전의 요 레이트의 표시를 수신할 수 있다. 제2 예에서, 제어기는 블록 502에서 센서를 동작시키고 표시를 획득하기 위해 명령어들 및/또는 제어 신호들을 제공하는

차량의 컴퓨팅 시스템(예를 들어, 컴퓨팅 시스템(210))으로서 구현될 수 있다. 제3 예에서, 차량의 컴퓨팅 시스템은 센서에 의한 데이터 출력의 스트림을 저장하는 데이터 스토리지(예를 들어, 데이터 스토리지(214))로부터 표시를 획득할 수 있다. 제4 예에서, 원격 컴퓨팅 시스템(예를 들어, 서버)은 (예를 들어, 무선 통신 시스템(252)을 통해) 차량과의 무선 커넥션을 통해 표시를 획득할 수 있다.

[0106] 블록 504에서, 방법(500)은, (i) 센서의 방향에 대한 변화 방향과는 반대인 회전 방향 및 (ii) 센서의 방향에 대한 변화 레이트에 기초하는 회전 레이트에 따라 플랫폼을 회전시키는 단계를 수반한다. 예를 들어, 제어기(예를 들어, 제어기(314))는 센서의 회전 레이트의 수신된 표시를 프로세싱한 후에, 센서에 의한 (후속) 레이트 측정치들의 크기 또는 값을 감소시키기 위해 센서에 의해 표시되는 측정된 레이트에 대해 플랫폼을 회전시킬 수 있다. 그 결과, 예를 들어, 제어기는 센서에 의한 레이트 측정치들을 제로의 값을 향해 또는 다른 상수/목표 값을 향해 드라이빙하여, 그에 의해 상기의 논의에 따라 스케일 인자 에러들의 영향을 감소시킬 수 있다.

[0107] 일부 예들에서, 방법(500)은, 센서에 의해 표시되는 요 레이트 측정치에 대한 목표 값을 결정하는 단계를 또한 수반할 수도 있다. 이들 예들에서, 블록 504에서 플랫폼을 회전시키는 것은 결정된 목표 값에 또한 기초할 수도 있다. 예를 들어, 센서는, 스케일 인자 에러(들)가 최소화되는, 제로의 요 레이트 측정치 이외의, 바이어스 또는 오프셋 요 레이트 측정치(예를 들어, 바이어스 에러 등)와 연관될 수도 있다. 예로서, 센서가 바이어스 에러와 연관되는 것으로 인해 센서가 정지되어 있는 경우에도(예를 들어, 센서의 실제 요 방향은 변경되지 않음) 센서는 제로 이외의 요 레이트 측정치를 출력할 수도 있다. 이에 따라, 이들 예들에서, 방법(500)은, (예를 들어, GPS 측정치, 가속도계 측정치들, 다른 센서 측정치들, 추적 휠 모션 등을 사용하여) 차량이 정지되어 있다는 것을 검출하는 단계, 적어도 검출에 기초하여 플랫폼의 회전을 방지하는 단계, 플랫폼의 회전 방지 동안 센서로부터 바이어스 요 레이트 측정치의 표시를 수신하는 단계, 및 바이어스 요 레이트 측정치에 기초하여 목표 값을 결정하는 단계를 수반할 수도 있다. 예를 들어, 블록 504에서, 차량은, 결정된 목표 값에 또한 기초하는 회전 레이트로(즉, 정지 센서의 바이어스 요 레이트 측정치에 대응하는 바이어스 회전 레이트를 향해) 플랫폼을 회전시킬 수 있다. 이 프로세스를 통해, 예를 들어, 방법(500)은 스케일 인자 에러들뿐만 아니라 바이어스 측정 에러들을 고려할 수 있다. 또한, 예를 들어, 방법(500)은, 센서로부터의 출력을, 제로의 요 레이트 측정치보다 더 스케일 인자 에러(들)와 연관될 수도 있는 바이어스 요 레이트 측정치(예를 들어, 정지 센서 출력 바이어스 등)을 향해 드라이빙할 수 있다.

[0108] 일부 예들에서, 방법(500)은, 플랫폼의 틸팅 각도를 조정하는 단계를 또한 수반할 수도 있다. 예로서 도 4b를 다시 참조하면, 디바이스(400)는, 틸팅 각도(424)의 방향에 대해 센서(408)를 틸팅 또는 회전시켜, 그에 의해 적어도 센서(408)의 요 축(428)에 대해 틸팅 각도(424)를 감소시키기 위한 부가적인 액추에이터(도시되지 않음)를 포함할 수도 있다. 이들 예들에서, 방법(500)은, 차량의 미리 결정된 내비게이션 경로에 기초하여 차량의 모션 방향에 대한 예상된 변화의 표시를 수신하는 단계, 및 이에 따라 플랫폼의 틸팅 각도를 조정하는 단계를 임의로 수반할 수 있다. 예를 들어, 차량(200)의 내비게이션 시스템(248)은 차량의 예상된 조작(예를 들어, 우회전, 좌회전 등)을 예측하고, 그의 표시를, 플랫폼을 회전시키는 액추에이터를 동작시키는 컴퓨팅 시스템(210) 또는 다른 제어기에 제공할 수도 있다. 이 예에서, 컴퓨팅 시스템(210)은 그 후에, 미리 결정된 내비게이션 경로에 기초하여, 차량의 예상된 틸트(예를 들어, 뱅킹 각도 등)를 추정하고 이에 응답하여 또는 선행적으로 블록 502의 (요) 센서를 틸팅하여 틸팅 또는 축 오정렬 에러들을 감소시킬 수 있다. 일부 경우들에서, 컴퓨팅 시스템(210)은 상이한 내비게이션 조작 특성들(예를 들어, 주행 속도, 주행 각도 등)에 대해 측정 또는 시뮬레이션되는 (예를 들어, 데이터 스토리지(214)에) 이전에 저장된 뱅킹 각도들에 기초하여 예상된 틸트를 추정할 수 있다.

[0109] 블록 506에서, 방법(500)은, 적어도 플랫폼의 회전 레이트에 기초하여 차량의 모션 방향을 추정하는 단계를 수반한다. 예를 들어, 방법(500)의 시스템은, 상기의 논의에 따라, 플랫폼의 회전의 추적을 유지하고 회전들의 이력을 사용하여 환경에서의 차량의 주행 경로에 대한 변화들을 식별할 수 있다.

[0110] 일부 예들에서, 방법(500)은, 피치 센서로부터의 출력에 또한 기초하여 차량의 방향을 추정하는 단계를 또한 수반할 수도 있다. 일 경우에서, 시스템은 차량의 피치 회전 또는 롤 회전으로 인해 차량의 틸팅 각도 및/또는 차량의 방향의 컴포넌트를 결정하고, 이에 따라, 도 4b의 식 [1]의 논의에 따라, 차량의 방향에 대한 변화를 컴퓨팅할 수 있다. 다른 경우에서, 시스템은 차량의 피치 회전 또는 롤 회전에 의해 야기되는 틸팅 각도를 감소시키기 위해 블록 502의 (요) 센서를 틸팅할 수 있다. 추가로, 일부 예들에서, 방법(500)은, 차량의 롤 배향이 주어진 롤 배향에 대한 임계치에 있다고 검출하는 것에 응답하여 피치 센서로부터의 출력에 기초하여 배향을 추정하는 단계를 또한 수반할 수도 있다. 예를 들어, 차량(100)은, 롤 축(118)을 중심으로 하는 차량(100)의 롤 배향을 측정하는 롤 센서를 포함할 수도 있다. 따라서, 차량(100)은 차량이 적어도 축(118)을 중심으로 하는

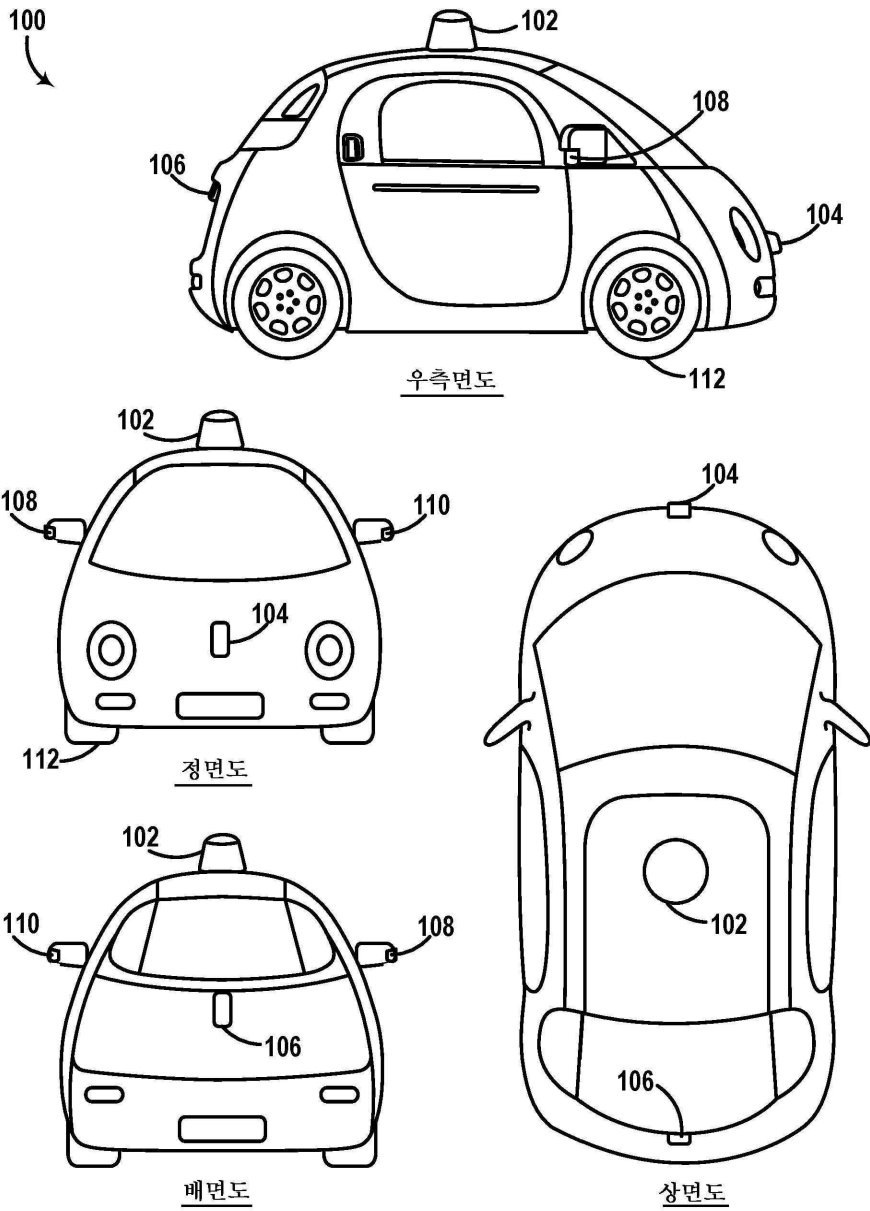
임계 롤 회전을 수행할 때 차량의 방향에 대한 변화의 컴포넌트를 결정하기 위해 피치 센서 출력들을 사용하기 시작할 수도 있다.

- [0111] 상기에 언급된 바와 같이, 본 명세서의 일부 예시적인 구현들은 센서를 장착해제하는 일 없이 센서를 캘리브레이션하기 위해 센서 플랫폼(예를 들어, 플랫폼(406))을 사용함으로써 개선된 센서 캘리브레이션 및/또는 재캘리브레이션을 가능하게 한다. 이에 따라, 일부 예들에서, 방법(500)은, 블록 502의 센서에 대한 캘리브레이션 데이터를 저장하는 단계를 또한 수반한다. 예를 들어, 차량(200)은 플랫폼의 미리 결정된 또는 주어진 회전 레이트들과 센서에 의해 표시되는 이전에 측정된 레이트들 사이의 매핑으로서 캘리브레이션 데이터를 데이터 스토리지(214)에 저장할 수 있다.
- [0112] 이에 따라, 일부 예들에서, 방법(500)은, 차량의 캘리브레이션 모드를 인에이블시키는 단계를 또한 수반한다. 예를 들어, 방법(500)의 시스템은, 또한 차량이 캘리브레이션 모드 이외의 인에이블된 동작 모드(예를 들어, 주행 모드 등)를 갖는 것에 기초하여 블록 506에서의 차량의 모션 방향을 추정할 수도 있다. 추가로, 이들 예들에서, 방법(500)은, 주어진 또는 미리 결정된 회전 레이트들의 시퀀스에 따라 플랫폼을 회전시키는 단계를 또한 수반한다. 예를 들어, 시스템은 1개, 2개, 3개, 또는 그 이상의 특정(미리 결정된) 각도 회전 레이트들에서의 제1 방향을 따라 그 후에 1개, 2개, 또는 그 이상의 특정(미리 결정된) 각도 레이트들에서의 제2 방향을 따라 등으로 플랫폼을 회전시킬 수도 있다. 다른 예시적인 시퀀스들이 또한 가능하다. 추가로, 이들 예들에서, 방법(500)은, 시퀀스에서의 주어진 회전 레이트들에 대해 센서에 의해 표시되는 개개의 측정치들을 획득하는 단계, 및 시퀀스의 주어진 회전 레이트들을 센서에 의해 표시되는 개개의 측정된 레이트들에 매핑시키는 캘리브레이션 데이터를 생성하는 단계를 또한 수반한다. 예를 들어, 차량은 측정된 레이트들을 시퀀스의 회전 레이트들에 매핑시키는 캘리브레이션 데이터를 저장(또는 이전에 저장된 캘리브레이션 데이터를 업데이트)할 수 있다.
- [0113] 추가로, 이들 예들에서, 방법(500)은, 차량의 컨디셔닝 디바이스로 하여금 센서의 온도(및/또는 센서를 둘러싸는 공기의 온도)를 주어진 온도로 조정하게 하는 단계, 및 생성된 캘리브레이션 데이터를 주어진 온도와 연관시키는 단계를 임의로 수반할 수 있다. 예를 들어, 제어기(314)는 컨디셔닝 디바이스(312)를 동작시켜 센서(308)의 동작의 다양한 예상된 온도들을 시뮬레이션한 후에, 플랫폼 회전 레이트들의 시퀀스를 각각의 온도에 대한 개개의 측정치들에 매핑시키는 다수 세트들의 캘리브레이션 데이터를 생성할 수도 있다. 예를 들어, 이 프로세스를 통해, 예시적인 시스템은 센서의 동작에 영향을 줄 수도 있는 다양한 환경 조건들(예를 들어, 온도들)에 대한 정확한 캘리브레이션 데이터를 유지할 수도 있다.
- [0114] 추가로, 일부 예들에서, 방법(500)은, 하나 이상의 트리거들에 응답하여 저장된 캘리브레이션 데이터를 업데이트하는 단계를 또한 수반할 수도 있다.
- [0115] 제1 예에서, 차량은, 캘리브레이션 프로세스를 트리거링하기 위한 사용자 입력을 수신하도록 구성되는 입력 인터페이스(예를 들어, 터치스크린(254), 마이크로폰(256) 등)를 포함할 수도 있다. 따라서, 이 예에서, 방법(500)은, 입력 인터페이스를 통해 센서를 캘리브레이션하기 위한 요청을 수신하는 것에 응답하여 저장된 캘리브레이션 데이터를 업데이트하는 단계를 또한 수반할 수도 있다.
- [0116] 제2 예에서, 차량은 센서의 이전 캘리브레이션 이후의 시간의 경과를 (예를 들어, 시간의 경과로 인해 발생하는 드리프트 에러들을 고려하기 위해) 모니터링할 수도 있다. 따라서, 이 예에서, 방법(500)은, 적어도 캘리브레이션 데이터에 대한 이전 업데이트의 시간으로부터의 주어진 양의 시간의 경과에 기초하여 저장된 캘리브레이션 데이터를 업데이트하는 단계를 또한 수반할 수도 있다. 예를 들어, 차량은 주어진 양의 시간의 경과 시에 캘리브레이션 데이터가 오래된 것임을 사용자에게 경고할 수도 있거나, 또는 차량은 (예를 들어, 차량이 주차되거나 또는 주행 모드 이외의 동작 모드에 있을 때 등) 캘리브레이션을 자동으로 개시할 수도 있다. 주어진 양의 시간은, 다른 인자들 중에서도, 센서의 물리적 특성들(예를 들어, 드리프트 특성들)에 의존하는 임의의 값을 가질 수 있다.
- [0117] 제3 예에서, 차량은 환경의 온도 또는 센서의 온도를 모니터링할 수도 있다. 예를 들어, 센서의 응답(그리고 따라서 캘리브레이션 데이터)은 센서의 동작 온도에 의존할 수도 있다. 측정된 온도가 저장된 캘리브레이션 데이터를 획득하는 데 사용되는 온도에 대한 임계치를 초과하는 경우, 그러면 차량은 현재 측정 온도에 대한 것보다 더 적합한 업데이트된 캘리브레이션 데이터를 생성하도록 사용자를 트리거링하거나 또는 그렇지 않으면 사용자에게 경고할 수도 있다. 따라서, 이 예에서, 방법(500)은, 온도 센서(예를 들어, 센서(310))가 적어도 임계 양만큼 저장된 캘리브레이션 데이터와 연관된 이전에 측정된 온도와는 상이한 측정된 온도를 표시하는 것에 기초하여 캘리브레이션 데이터를 업데이트하는 단계를 또한 수반할 수도 있다. 임계 양은, 다른 인자들 중에서도, 센서의 물리적 특성들(예를 들어, 온도 감도 등)에 의존하는 임의의 값을 가질 수 있다.

- [0118] 제4 예에서, 차량은 차량의 동작 모드를 모니터링함으로써 캘리브레이션 프로세스를 트리거링할 수도 있다. 예를 들어, 차량이 주차될 때 또는 차량의 초기 시동 또는 활성화 동안(예를 들어, 차량이 전력공급될 때)과 같은, 차량이 센서를 사용할 가능성이 적은 동작 모드 동안 차량이 캘리브레이션 프로세스를 트리거링할 수도 있다. 따라서, 이 예에서, 방법(500)은, 적어도 차량의 활성화(예를 들어, 제어기(314)가 전력을 수신할 때 등)에 응답하여 캘리브레이션 데이터를 업데이트하는 단계를 또한 수반할 수도 있다. 일부 구현들에서, 차량은 캘리브레이션 동안 차량이 정지된 채로 유지되는 것에 또한 기초하여 캘리브레이션 데이터를 업데이트(예를 들어, 활성화에 응답하여 캘리브레이션을 수행)할 수 있다. 그러나, 일부 시나리오들에서, 차량은 캘리브레이션 프로세스 동안 이동하기 시작할 수도 있고, 따라서 이전에 저장된 캘리브레이션 데이터는 업데이트된 캘리브레이션 데이터보다 더 신뢰가능할 수도 있다.
- [0119] 이에 따라, 일부 구현들에서, 차량은 차량의 활성화에 앞서(예를 들어, 센서를 차량에 장착시키기에 앞서, 차량이 오프라인이거나 또는 정지되어 있는 동안 등) 수집되는 초기 캘리브레이션 데이터를 저장할 수 있다. 활성화 시에, 이 구현에서, 차량은 그 후에 (예를 들어, 보다 짧은 시퀀스의 플랫폼 회전들을 사용하여 등) 제2의 보다 짧은 캘리브레이션 프로세스를 수행할 수 있다. 그 후에, 차량은 제2 캘리브레이션 프로세스의 제2 캘리브레이션 데이터를 초기 캘리브레이션 데이터와 비교하여, 초기 캘리브레이션 데이터가 센서를 동작시키기에 적합한지(예를 들어, 제2 캘리브레이션 데이터가 초기 캘리브레이션 데이터와 유사한지 등)를 확인할 수 있다. 예를 들어, 비교가 미스매치를 표시하는 경우, 그러면 차량은 제2 캘리브레이션 프로세스 동안 차량이 이동하기 시작하는 시나리오를 고려하기 위해 제2 캘리브레이션 프로세스를 반복할 수 있다. 예를 들어, 비교가 미스매치를 계속 표시하는 경우, 그러면 차량은 이전에 저장된 캘리브레이션 데이터를 적절히 업데이트하기 위해 차량이 정지되어 있는 동안 완전한 캘리브레이션 프로세스가 권장된다는 것을 (예를 들어, 입력 인터페이스를 통해) 사용자에게 경고할 수도 있다.
- [0120] 본 명세서에서 설명되는 배열들은 단지 예시의 목적을 위한 것이라는 것이 이해되어야 한다. 이와 같이, 본 기술분야의 통상의 기술자는 다른 배열들 및 다른 요소들(예를 들어, 머신들, 인터페이스들, 기능들, 오더(order)들, 및 기능들의 그룹화 등)이 그 대신에 사용될 수 있고, 일부 요소들은 원하는 결과들에 따라 함께 생략될 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 추가로, 설명되는 요소들 중 다수는 임의의 적합한 조합 및 위치에서 이산적 또는 분산된 컴포넌트들로서 또는 다른 컴포넌트들과 함께 구현될 수도 있는 기능적 엔티티들이거나, 또는 독립적인 구조체들로서 설명되는 다른 구조적 요소들이 조합될 수도 있다.
- [0121] 다양한 양태들 및 실시예들이 본 명세서에 개시되었지만, 다른 양태들 및 실시예들이 본 기술분야의 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 본 명세서에 개시된 다양한 양태들 및 실시예들은 예시의 목적들을 위한 것이고 제한하려는 것으로 의도된 것이 아니며, 진정한 범주는 다음의 청구범위에 의해, 그러한 청구범위가 부여되는 등가물들의 전체 범주와 함께, 나타내어진다. 본 명세서에서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예들을 설명할 목적을 위한 것이고 제한하려는 것으로 의도된 것이 아니라는 것이 또한 이해되어야 한다.

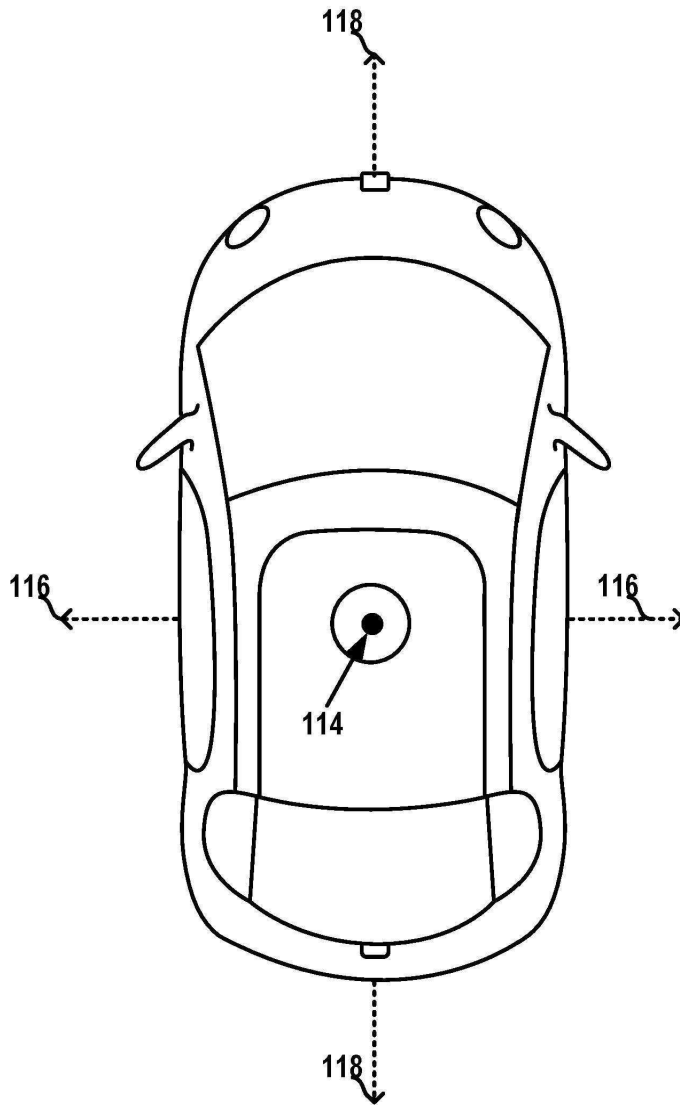
도면

도면1a



도면1b

100

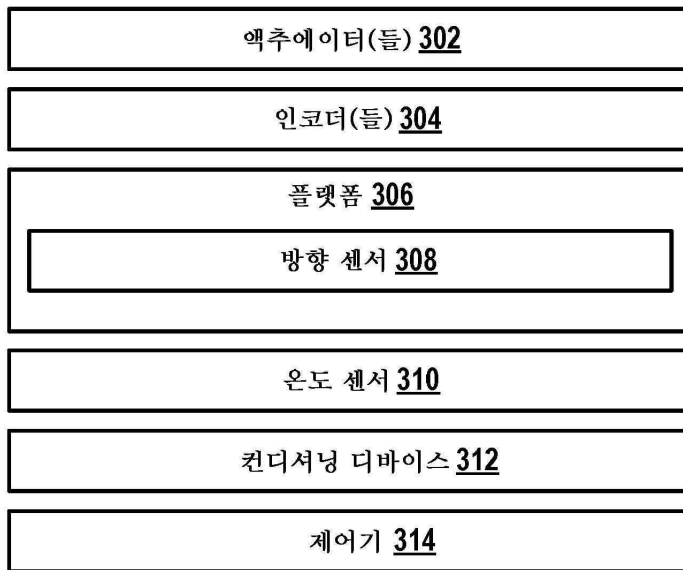


도면2



도면3

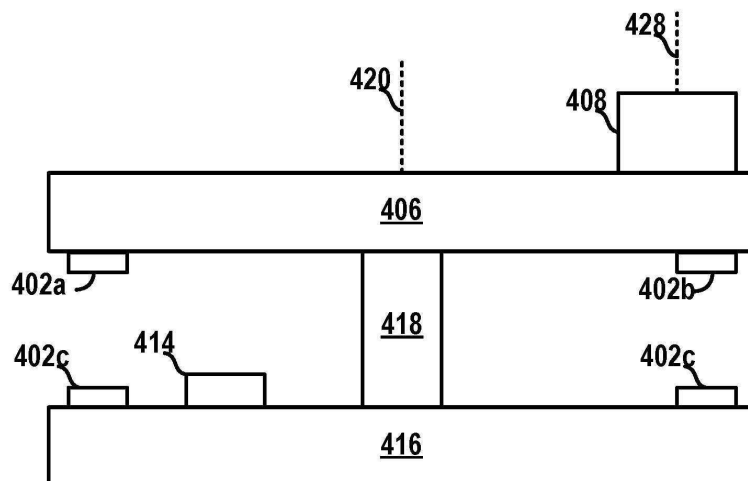
300



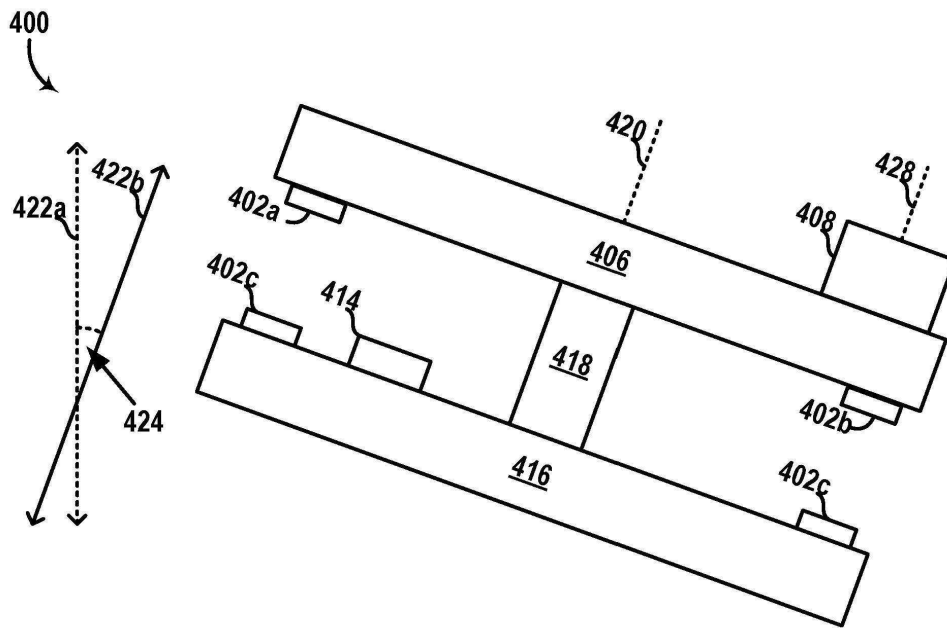
도면4a

400

422a



도면4b



도면5

500

