



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년04월02일
 (11) 등록번호 10-1844439
 (24) 등록일자 2018년03월27일

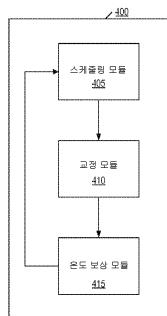
- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 1/32 (2006.01) *G01C 25/00* (2006.01)
G01K 15/00 (2006.01) *G01P 21/00* (2006.01)
G01R 35/00 (2006.01) *G06F 15/00* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G06F 1/3206 (2013.01)
G01C 25/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7015535(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2012년11월12일
 심사청구일자 2017년10월27일
- (85) 번역문제출일자 2016년06월10일
- (65) 공개번호 10-2016-0075800
- (43) 공개일자 2016년06월29일
- (62) 원출원 특허 10-2014-7015833
 원출원일자(국제) 2012년11월12일
 심사청구일자 2014년06월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/064710
- (87) 국제공개번호 WO 2013/071257
 국제공개일자 2013년05월16일
- (30) 우선권주장
 61/559,030 2011년11월11일 미국(US)
 (뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
 KR1020070098780 A*
 (뒷면에 계속)
- 전체 청구항 수 : 총 21 항

심사관 : 손경완

(54) 발명의 명칭 센서 자동 교정

(57) 요 약

본 개시의 양상들은 컴퓨팅 기술들과 관련된다. 상세하게는, 본 개시의 양상들은, 컴퓨팅 디바이스 상의 비실시간 네트워크 시스템에서 민감 배경 작업과 같은 작업의 실행을 스케줄링하고, 교정 데이터를 생성하기 위해 이용되는 배향기기의 디버시티를 증가시킴으로써 교정 데이터를 개선하고, 모션 센서들 상에서 온도에서의 변경의 효과들을 고려함으로써 교정 데이터를 개선하기 위한 시스템들, 방법들, 장치들 및 컴퓨터 판독 가능 매체들과 같은 모바일 컴퓨팅 디바이스 기술들과 관련된다.

대 표 도 - 도4

(52) CPC특허분류

G01K 15/00 (2013.01)

G01P 21/00 (2013.01)

G01R 35/00 (2013.01)

G06F 1/329 (2013.01)

G06F 15/00 (2013.01)

Y02D 10/24 (2018.01)

(72) 발명자

푸이그, 칼로스 엠.

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드
라이브 5775

데사이, 아쉬시 나게쉬

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드
라이브 5775

(56) 선행기술조사문현

KR1020110066969 A*

US20080234935 A1

KR1020090005293 A

JP03036617 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

(30) 우선권주장

13/673,962 2012년11월09일 미국(US)

13/673,967 2012년11월09일 미국(US)

13/673,950 2012년11월09일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

모바일 디바이스 상의 센서를 교정하기 위한 방법으로서,

상기 모바일 디바이스에 커플링된 온도 센서를 통해, 상기 모바일 디바이스에 커플링된 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하는 단계;

상기 모바일 디바이스에 커플링된 프로세서를 통해, 상기 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하는 것에 응답하여, 상기 검출된 온도를 이용하여 상기 센서에 대한 복수의 온도 빈(bin)들로부터 온도 빈을 식별하는 단계
– 상기 온도 빈은 일정 범위의 온도들을 포함하고, 상기 온도 빈은 상기 온도 빈과 연관된 온도들의 범위 내의 온도에서 수신된 하나 또는 그 초과의 센서 측정들을 가짐 –;

상기 프로세서를 통해, 상기 온도 빈과 연관된 이전에 저장된 센서 측정 데이터 사이의 다이버시티(diversity)가 임계치 아래에 있다고 결정하는 단계;

상기 프로세서를 통해, 상기 온도 빈과 연관된 상기 센서 측정 데이터와 연관된 상기 다이버시티가 상기 임계치 아래에 있다고 결정하는 것에 응답하여, 이전에 검출된 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 상기 검출된 온도에 대해 상기 센서에 대한 교정 데이터를 생성하는 단계 – 상기 생성하는 단계는, 다른 온도 빈으로부터의 센서 측정 데이터를 이용하는 단계를 포함함 –;

상기 프로세서를 통해, 상기 온도 빈과 연관된 필터의 하나 또는 그 초과의 파라미터들을 조절함으로써 다른 온도 빈으로부터 센서 측정 데이터와 연관된 가중치를 낮추는 단계;

상기 프로세서를 통해 그리고 상기 생성된 교정 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 온도 빈과 연관된 상기 센서로부터의 출력을 교정하는 단계; 및

상기 프로세서를 통해, 상기 교정된 출력에 기초하여 상기 센서를 동작시키는 단계를 포함하는,

모바일 디바이스 상의 센서를 교정하기 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 센서는 가속도계, 자이로스코프 또는 자력계 중 하나 또는 그 초과인, 모바일 디바이스 상의 센서를 교정하기 위한 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 생성하는 단계는, 식별된 온도 빈에 대한 하나 또는 그 초과의 인접한 온도 빈들로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 상기 검출된 온도에 대한 온도 빈에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하는 단계를 포함하는, 모바일 디바이스 상의 센서를 교정하기 위한 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하는 단계는, 상기 온도 빈에서 상기 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 유도하기 위해, 온도에서의 변경에 대한 센서 측정 데이터에서의 변경의 미리 결정된 기울기 및 하나 또는 그 초과의 인접한 온도 빈들로부터의 센서 측정을 이용하는 단계를 포함하는, 모바일 디바이스 상의 센서를 교정하기 위한 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

각각의 온도 빙은 각각의 필터와 연관되는, 모바일 디바이스 상의 센서를 교정하기 위한 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 상기 검출된 온도에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 업데이트하는 단계를 더 포함하는, 모바일 디바이스 상의 센서를 교정하기 위한 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 교정 데이터는 센서 오프셋 또는 감도를 포함하는, 모바일 디바이스 상의 센서를 교정하기 위한 방법.

청구항 8

교정 데이터를 생성하기 위한 모바일 디바이스로서,

상기 모바일 디바이스에 커플링된 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하도록 구성되는 온도 센서;

온도 보상 모듈; 및

프로세서를 포함하고,

상기 온도 보상 모듈은,

상기 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하는 것에 응답하여, 상기 검출된 온도를 이용하여 상기 센서에 대한 복수의 온도 빙들로부터 온도 빙을 식별하고 – 상기 온도 빙은 일정 범위의 온도들을 포함하고, 상기 온도 빙은 상기 온도 빙과 연관된 온도들의 범위 내의 온도에서 수신된 하나 또는 그 초과의 센서 측정들을 가짐 –;

상기 온도 빙과 연관된 이전에 저장된 센서 측정 데이터 사이의 다이버시티가 임계치 아래에 있다고 결정하고;

상기 온도 빙과 연관된 상기 센서 측정 데이터와 연관된 상기 다이버시티가 임계치 아래에 있다고 결정하는 것에 응답하여, 이전에 검출된 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 상기 검출된 온도에 대해 상기 센서에 대한 교정 데이터를 생성하고 – 상기 생성하는 것은, 다른 온도 빙으로부터의 센서 측정 데이터를 이용하는 것을 포함함 –;

상기 온도 빙과 연관된 필터의 하나 또는 그 초과의 파라미터들을 조절함으로써 다른 온도 빙으로부터의 센서 측정 데이터와 연관된 가중치를 낮추도록 구성되고,

상기 프로세서는,

상기 생성된 교정 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 온도 빙과 연관된 상기 센서로부터의 출력을 교정하고; 그리고

상기 교정된 출력에 기초하여 상기 센서를 동작시키도록 구성되는,

교정 데이터를 생성하기 위한 모바일 디바이스.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 센서는 가속도계, 자이로스코프 또는 자력계 중 하나 또는 그 초과인, 교정 데이터를 생성하기 위한 모바일 디바이스.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 생성하는 것은, 식별된 온도 빈에 대한 하나 또는 그 초과의 인접한 온도 빈들로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 상기 검출된 온도에 대한 온도 빈에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하는 것을 포함하는, 교정 데이터를 생성하기 위한 모바일 디바이스.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하는 것은, 상기 온도 보상 모듈에 의해 상기 온도 빈에서 상기 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 유도하기 위해, 온도에서의 변경에 대한 센서 측정 데이터에서의 변경의 미리 결정된 기울기 및 하나 또는 그 초과의 인접한 온도 빈들로부터의 센서 측정을 이용하는 것을 포함하는, 교정 데이터를 생성하기 위한 모바일 디바이스.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

각각의 온도 빈은 각각의 필터와 연관되는, 교정 데이터를 생성하기 위한 모바일 디바이스.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 온도 보상 모듈은, 다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 상기 검출된 온도에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 업데이트하도록 추가로 구성되는, 교정 데이터를 생성하기 위한 모바일 디바이스.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 교정 데이터는 센서 오프셋 또는 감도를 포함하는, 교정 데이터를 생성하기 위한 모바일 디바이스.

청구항 15

비-일시적 컴퓨터 관독가능 저장 매체로서,

상기 비-일시적 컴퓨터 관독가능 저장 매체는 프로세서에 의해 실행가능한 명령들을 포함하고, 상기 명령들은, 모바일 디바이스에 커플링된 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하고;

상기 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하는 것에 응답하여, 상기 검출된 온도를 이용하여 상기 센서에 대한 복수의 온도 빈들로부터 온도 빈을 식별하고 – 상기 온도 빈은 일정 범위의 온도들을 포함하고, 상기 온도 빈은 상기 온도 빈과 연관된 온도들의 범위 내의 온도에서 수신된 하나 또는 그 초과의 센서 측정들을 가짐 –;

상기 온도 빈과 연관된 이전에 저장된 센서 측정 데이터 사이의 다이버시티가 임계치 아래에 있다고 결정하고;

상기 온도 빈과 연관된 상기 센서 측정 데이터와 연관된 상기 다이버시티가 상기 임계치 아래에 있다고 결정하는 것에 응답하여, 이전에 검출된 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 상기 검출된 온도에 대해 상기 센서에 대한 교정 데이터를 생성하고 – 상기 생성하는 것은, 다른 온도 빈으로부터의 센서 측정 데이터를 이용하는 것을 포함함 –;

상기 온도 빈과 연관된 필터의 하나 또는 그 초과의 파라미터들을 조절함으로써 다른 온도 빈으로부터의 센서 측정 데이터와 연관된 가중치를 낮추고;

상기 생성된 교정 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 온도 빈과 연관된 상기 센서로부터의 출력을 교정하고; 그리고

상기 교정된 출력에 기초하여 상기 센서를 동작시키기 위한

명령들을 포함하는,

비-일시적 컴퓨터 관독가능 저장 매체.

청구항 16

장치로서,

모바일 디바이스에 커플링된 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하기 위한 수단;

상기 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하는 것에 응답하여, 상기 검출된 온도를 이용하여 상기 센서에 대한 복수의 온도 빈들로부터 온도 빈을 식별하기 위한 수단 – 상기 온도 빈은 일정 범위의 온도들을 포함하고, 상기 온도 빈은 상기 온도 빈과 연관된 온도들의 범위 내의 온도에서 수신된 하나 또는 그 초과의 센서 측정들을 가짐 –;

상기 온도 빈과 연관된 이전에 저장된 센서 측정 데이터 사이의 다이버시티가 임계치 아래에 있다고 결정하기 위한 수단; 및

상기 온도 빈과 연관된 상기 센서 측정 데이터와 연관된 상기 다이버시티가 상기 임계치 아래에 있다고 결정하는 것에 응답하여, 이전에 검출된 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 상기 검출된 온도에 대해 상기 센서에 대한 교정 데이터를 생성하기 위한 수단 – 상기 생성하는 것은, 다른 온도 빈으로부터의 센서 측정 데이터를 이용하는 것을 포함함 –;

상기 온도 빈과 연관된 필터의 하나 또는 그 초과의 파라미터들을 조절함으로써 다른 온도 빈으로부터의 센서 측정 데이터와 연관된 가중치를 낮추기 위한 수단;

상기 생성된 교정 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 온도 빈과 연관된 상기 센서로부터의 출력을 교정하기 위한 수단; 및

상기 교정된 출력에 기초하여 상기 센서를 동작시키기 위한 수단을 포함하는,

장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 생성하기 위한 수단은, 식별된 온도 빈에 대한 하나 또는 그 초과의 인접한 온도 빈들로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 상기 검출된 온도에 대한 온도 빈에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하기 위한 수단을 포함하는, 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하는 것은, 상기 온도 빈에서 상기 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 유도하기 위해, 온도에서의 변경에 대한 센서 측정 데이터에서의 변경의 미리 결정된 기울기 및 하나 또는 그 초과의 인접한 온도 빈들로부터 센서 측정을 이용하는 것을 포함하는, 장치.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

각각의 온도 빈은 각각의 필터와 연관되는, 장치.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 상기 검출된 온도에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 업데이트하기 위한 수단을 더 포함하는, 장치.

청구항 21

제 16 항에 있어서,

상기 교정 데이터는 센서 오프셋 또는 감도를 포함하는, 장치.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 특허 출원은, 2011년 11월 11일에 출원되고 발명의 명칭이 "ACCELEROMETER AUTO-CALIBRATION"인 미국 가특허출원 제 61/559,030호, 2012년 11월 9일에 출원되고 발명의 명칭이 "SENSOR AUTO-CALIBRATION"인 미국 정식(Non-Provisional) 특허출원 제 13/673,950호, 2012년 11월 9일에 출원되고 발명의 명칭이 "SENSOR AUTO-CALIBRATION"인 미국 정식 특허출원 제 13/673,962호, 및 2012년 11월 9일에 출원되고 발명의 명칭이 "SENSOR AUTO-CALIBRATION"인 미국 정식 특허출원 제 13/673,967호를 우선권으로 주장하며, 상기 출원들 모두는 모든 목적들을 위해 전체가 인용에 의해 본원에 통합된다.

배경기술

[0002] 본 개시의 양상들은 컴퓨팅 기술들에 관한 것이다. 상세하게는, 본 개시의 양상들은, 하나 또는 그 초과의 가속도계들 및/또는 하나 또는 그 초과의 다른 센서들, 이를테면, 모션 센서들, 자력계들, 자이로스코프들 등을 자동으로 교정하는 시스템들, 방법들, 장치들 및 컴퓨터 판독가능 매체와 같은 모바일 컴퓨팅 디바이스 기술들에 관한 것이다.

[0003] 점점 더, 스마트 폰들, 태블릿 컴퓨터들, 개인 휴대 정보 단말들(PDA들) 및 다른 모바일 디바이스들과 같은 컴퓨팅 디바이스들은, 이러한 디바이스들이 모션 및/또는 다른 감지된 조건들을 사용자 입력의 형태로서 캡처하도록 허용할 수 있는 가속도계들 및/또는 다른 모션 센서들을 포함한다. 컴퓨팅 디바이스들에 가속도계들 및/또는 다른 모션 센서들을 포함시키는 것이 더 보편화됨에 따라, 컴퓨팅 디바이스들이 이러한 가속도계들 및/또는 유사한 다른 모션 센서들에 의해 제공된 모션 정보를 프로세싱 및/또는 그렇지 않으면 이용하는 방식들은 더 정교해지고 있다. 본 개시의 양상들은, 예를 들어, 가속도계들 및/또는 다른 모션 센서들을 자동으로 교정하는 방식들을 제공함으로써, 가속도계들 및/또는 다른 모션 센서들에 의해 제공된 정보가 컴퓨팅 디바이스에 의해 해석 및/또는 그렇지 않으면 프로세싱될 수 있는 방법을 향상시키는 더욱 편리하고 효과적인 방식들을 제공한다.

발명의 내용

[0004] 본 개시의 하나 또는 그 초과의 양상들에 따르면, 컴퓨팅 디바이스는, 패시브 교정 동작을 검출하는 것에 대한 응답으로 센서 측정들을 자동으로 캡처할 수 있다. 후속적으로, 컴퓨팅 디바이스는, 센서 측정들이 캡처된 위치에 대한 정보를 저장할 수 있다. 그 후, 컴퓨팅 디바이스는, 자동으로 캡처된 센서 측정들 및 저장된 정보에 기초하여 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트할 수 있다.

[0005] 본 발명의 실시예들은, 컴퓨팅 디바이스 상의 비실시간 배경 작업과 같은 작업의 실행을 스케줄링하기 위한 기술들을 설명한다. 일 구현에서, 이 기술은, 디바이스의 제 1 상태를 검출하는 단계 –여기서, 디바이스의 제 1 상태는 제 1 전력 레벨 및 제 1 작업과 연관됨–; 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치 위인 것을 결정하는 단계, 및 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치 위인 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 디바이스 상에서 제 2 작업의 실행을 스케줄링하는 단계를 포함한다. 어떠한 다른 작업들도 실행되고 있지 않은 경우, 상승된 전력 상태에서 디바이스를 유지하고 전력을 소모하는 것을 회피하기 위해, 디바이스가 높은 전력 상태에 있는 동안, 비실시간 네-레이턴시 민감 배경 작업(non-real time, non-latency sensitive background task)을 실행하는 것이 유리할 수 있다. 디바이스의 전력 상태는, 소모되는 전력을 측정하고, 컴퓨팅 디바이스의 상태를 검출하고, 하드웨어 메커니즘들을 이용하는 디바이스의 전력 상태를 검출하는 것에 의해 또는 임의의 다른 적절한 수단에 의해 결정될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스에 대한 교정 데이터를 수집하는 것은 비실시간 배경 작업의 일례이다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스는, 디바이스가 이미 액티브 상태에 있는 동안 모션 센서들에 대한 교정 데이터의 수집을 스케줄링할 수 있어서, 전력을 효율적으로 활용할 수 있다.

[0006] 본 발명의 다른 실시예는, 교정 데이터를 생성하기 위해 이용되는 배향들의 다이버시티를 증가시킴으로써 교정 데이터를 개선하기 위한 기술들을 설명한다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스는, 복수의 교정 측정들을 수신하고, 상이한 배향들에서 복수의 교정 측정들이 캡처된 각도(degree)를 결정하고, 그 각도에 기초하여 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트할지 여부를 결정한다. 일 구현에서, 상이한 배향들에서 복수의 교정 측정들이 캡처된 정보를 결정하는 것은, 복수의 측정들에 대한 배향 엔트로피 값을 계산하는 것을 포함한다.

[0007] 또 다른 실시예에서, 모션 센서들에 대한 온도에서의 변경의 효과들을 고려함으로써 교정 데이터를 개선시키기 위한 기술들이 본 명세서에서 설명된다. 예를 들어, 상이한 레벨들의 에러는 상이한 온도 레벨들에서의 모션 센서와 연관될 수 있다. 일 구현에서, 일 온도에서 다양한 배향들과 연관된 교정 데이터가 그 온도에 대한 교정 데이터를 결정하는데 이용된다. 이 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스는, 컴퓨팅 디바이스에 커플링된 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출할 수 있고, 그 온도에서 또는 그 온도 근처에서, 저장된 측정 데이터와 연관된 엔

트로비/다이버시티가 임계치 아래인 것을 결정할 수 있고, 온도에 대해 저장된 교정 데이터와 연관된 엔트로피가 임계치 아래인 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 다른 온도로부터의 적어도 하나의 배향에 대한 교정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에서 적어도 하나의 배향에 대한 교정 데이터를 보간하고, 적어도 하나의 보간된 교정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에 대한 센서에 대한 교정 데이터를 생성할 수 있다.

[0008] 디바이스 상에서 작업의 실행을 스케줄링하기 위한 예시적인 방법은, 디바이스의 제 1 상태를 검출하는 단계 – 여기서, 디바이스의 제 1 상태는 제 1 전력 레벨과 연관되고, 여기서, 제 1 전력 레벨은, 제 1 작업의 전력 소모에 적어도 부분적으로 기초함 –, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치 위인 것 또는 디바이스에 커플링된 배터리가 충전되고 있는 것을 결정하고, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치 위인 것 또는 디바이스에 커플링된 배터리가 충전되고 있는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 디바이스 상에서 제 2 작업의 실행을 스케줄링하는 단계를 포함하고, 여기서, 제 2 작업은, 적어도 하나의 센서를 이용하여 교정 데이터를 자동으로 수집하는 것과 연관된다. 일 실시예에서, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치 위인 것을 결정하는 단계는, 제 1 상태가 임계치 위의 전력 레벨과 연관된 복수의 상태들 중 하나인 것을 결정하는 단계를 포함한다. 임계치 위의 전력 레벨과 연관된 복수의 상태들은, 디바이스의 디스플레이가 턴온되는 것, 애플리케이션 프로세서가 활동, 이메일링, 텍스팅, 전화를 걸거나 받는 것을 수행하는 것, 디바이스를 이용하여 통신하는 것, 또는 디바이스 상에서 인터넷을 브라우징하는 것 중 하나 또는 그 초과를 갖는 것을 포함할 수 있다. 디바이스 상에서의 제 2 작업은 낸-레이턴시 민감 또는/및 배경 작업일 수 있다.

[0009] 본 발명의 실시예들에 의해 수행되는 방법의 일 구현에서, 적어도 하나의 센서로부터의 센서 측정들은 패시브 교정 동작으로부터 획득될 수 있다. 적어도 하나의 센서로부터의 센서 측정들은, 교정 루틴을 실행하도록 사용자에게 프롬프트하는 것 없이 그리고 교정 위치에 디바이스를 배치하도록 사용자에게 프롬프트하는 것 없이 획득될 수 있다. 적어도 하나의 센서는 가속도계, 자이로스코프 또는 자력계일 수 있다. 일 양상에서, 교정 데이터를 자동으로 수집하는 것은, 제 1 시간 기간 동안 복수의 배향들에서 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 하나 또는 그 초과의 배향들에 대해 디바이스를 모니터링하는 것, 및 디바이스가 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향들 중 하나에 있는 것을 검출하는 것에 대한 응답으로, 제 2 시간 기간 동안 교정 데이터를 수집하는 것을 포함할 수 있다. 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향에서 교정 데이터를 수집하는 것은, 그 배향에서 디바이스가 정적인 것 또는 실질적으로 정적인 것을 결정하는 것을 더 포함할 수 있다. 제 2 시간 기간 동안 적어도 하나의 센서를 이용하여 교정 데이터를 수집하기 위해 디바이스가 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향으로 전이했는지 여부를 결정하기 위해, 디바이스가 제 1 전력 레벨에 있는 동안 센서 측정들이 수집될 수 있고, 스케줄링은, 디바이스가 전이했는지 여부를 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초한다.

[0010] 적어도 하나의 센서를 이용한 교정 데이터의 자동 수집을 위한 예시적인 방법은, 디바이스의 제 1 상태에 기초하여 디바이스의 제 2 상태로의 전이를 예상하는 단계 – 여기서, 제 2 상태는 높은 품질의 데이터와 연관되고, 여기서, 교정 데이터는 제 2 상태 동안 수집됨 –, 디바이스의 제 2 상태로의 전이의 예상시에 제 1 시간 기간 동안 제 2 전력 레벨로의 디바이스의 전이를 지연시키는 단계, 제 1 시간 기간 내에 제 2 상태로의 디바이스의 전이를 검출하는 단계, 제 1 시간 기간 내에 제 2 상태로의 디바이스의 전이를 검출하는 것에 대한 응답으로, 제 2 시간 기간 동안 제 2 전력 레벨로의 디바이스의 전이를 지연시키는 단계; 및 제 2 시간 기간 동안 교정 데이터의 자동 수집을 스케줄링하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0011] 예시적인 방법은, 수집된 교정 데이터에서 불충분을 결정하는 단계, 및 수집된 교정 데이터에서 불충분을 결정하는 것에 대한 응답으로, 디바이스 상에서 제 2 작업의 랜덤 스케줄링을 활성화시키는 단계를 더 포함할 수 있다. 일 구현에서, 수집된 교정 데이터에서의 불충분은 제 1 시간 기간 동안 제 2 작업의 스케줄링의 부족에 기초하여 결정될 수 있다.

[0012] 작업의 실행을 스케줄링하기 위한 예시적인 디바이스는, 디바이스의 제 1 상태를 검출하고 – 여기서, 디바이스의 제 1 상태는 제 1 전력 레벨과 연관되고, 여기서, 제 1 전력 레벨은, 제 1 작업의 전력 소모에 적어도 부분적으로 기초함 –, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치 위인 것 또는 디바이스에 커플링된 배터리가 충전되고 있는 것을 결정하고, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치 위인 것 또는 디바이스에 커플링된 배터리가 충전되고 있는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 디바이스 상에서 제 2 작업의 실행을 스케줄링하도록 구성되는 스케줄링 모듈을 포함할 수 있고, 여기서, 제 2 작업은, 적어도 하나의 센서를 이용하여 교정 데이터를 자동으로 수집하는 것과 연관된다. 일 구현에서, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치 위인 것을 결정하는 것은, 제 1 상태가 임계치 위의 전력 레벨과 연관된 복수의 상태들 중 하나인 것을 스케줄링 모듈에 의해 결정하는 것을 포함한다. 임계치 위의 전력 레벨과 연관된 복수의 상태들은, 디바이스의 디스플레이가 턴온되는 것, 애플리케이션 프로세서가 활동, 이메일링, 텍스팅, 전화를 걸거나 받는 것을 수행하는 것, 디바이스

를 이용하여 통신하는 것, 또는 디바이스 상에서 인터넷을 브라우징하는 것 중 하나 또는 그 초과를 포함할 수 있다. 디바이스 상에서의 제 2 작업은 년-레이턴시 민감 비실시간 또는/및 배경 작업일 수 있다.

[0013] 몇몇 구현들에서, 적어도 하나의 센서로부터의 센서 측정들은 패시브 교정 동작으로부터 획득된다. 적어도 하나의 센서로부터의 센서 측정들은, 교정 루틴을 실행하도록 사용자에게 프롬프트하는 것 없이 그리고 교정 위치에 디바이스를 배치하도록 사용자에게 프롬프트하는 것 없이 획득될 수 있다. 적어도 하나의 센서는 가속도계, 자이로스코프 또는 자력계일 수 있다.

[0014] 일 구현에서, 교정 데이터를 자동으로 수집하는 것은, 제 1 시간 기간 동안 복수의 배향들에서 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 하나 또는 그 초과의 배향들에 대해 디바이스를 모니터링하는 것, 및 디바이스가 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향들 중 하나에 있는 것을 스케줄링 모듈에 의해 검출하는 것에 대한 응답으로, 제 2 시간 기간 동안 교정 데이터를 수집하는 것을 포함할 수 있다. 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향에서 교정 데이터를 수집하는 것은, 그 배향에서 디바이스가 정적인 것 또는 실질적으로 정적인 것을 결정하는 것을 결정하도록 스케줄링 모듈을 추가로 구성하는 것을 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 제 2 시간 기간 동안 적어도 하나의 센서를 이용하여 교정 데이터를 수집하기 위해 디바이스가 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향으로 전이했는지 여부를 스케줄링 모듈에 의해 결정하기 위해, 디바이스가 제 1 전력 레벨에 있는 동안 센서 측정들이 수집될 수 있고, 스케줄링은, 디바이스가 전이했는지 여부를 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초한다.

[0015] 스케줄링 모듈과 같은 예시적인 디바이스의 컴포넌트들은, 디바이스의 제 1 상태에 기초하여 디바이스의 제 2 상태로의 전이를 예상하고 –여기서, 제 2 상태는 높은 품질의 데이터와 연관되고, 여기서, 교정 데이터는 제 2 상태 동안 수집됨–, 디바이스의 제 2 상태로의 전이의 예상시에 제 1 시간 기간 동안 제 2 전력 레벨로의 디바이스의 전이를 지연시키고, 제 1 시간 기간 내에 제 2 상태로의 디바이스의 전이를 검출하고, 제 1 시간 기간 내에 제 2 상태로의 디바이스의 전이를 검출하는 것에 대한 응답으로, 제 2 시간 기간 동안 제 2 전력 레벨로의 디바이스의 전이를 지연시키고; 그리고 제 2 시간 기간 동안 교정 데이터의 자동 수집을 스케줄링하도록 추가로 구성될 수 있다.

[0016] 예시적인 디바이스는, 수집된 교정 데이터에서 불충분을 결정하고, 및 수집된 교정 데이터에서 불충분을 결정하는 것에 대한 응답으로, 디바이스 상에서 제 2 작업의 랜덤 스케줄링을 활성화시키도록 추가로 구성될 수 있다. 일 구현에서, 수집된 교정 데이터에서의 불충분은 제 1 시간 기간 동안 제 2 작업의 스케줄링의 부족에 기초하여 결정될 수 있다.

[0017] 예시적인 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서, 여기서, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 프로세서에 의해 실행가능한 명령들을 포함할 수 있고, 명령들은, 디바이스의 제 1 상태를 검출하고 –여기서, 디바이스의 제 1 상태는 제 1 전력 레벨과 연관되고, 여기서, 제 1 전력 레벨은, 제 1 작업의 전력 소모에 적어도 부분적으로 기초함–, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치 위인 것 또는 디바이스에 커플링된 배터리가 충전되고 있는 것을 결정하고, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치 위인 것 또는 디바이스에 커플링된 배터리가 충전되고 있는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 디바이스 상에서 제 2 작업의 실행을 스케줄링하기 위한 명령들을 포함하고, 여기서, 제 2 작업은, 적어도 하나의 센서를 이용하여 교정 데이터를 자동으로 수집하는 것과 연관된다.

[0018] 일 실시예에서, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치 위인 것을 결정하는 것은, 제 1 상태가 임계치 위의 전력 레벨과 연관된 복수의 상태들 중 하나인 것을 결정하기 위한 수단을 포함한다. 임계치 위의 전력 레벨과 연관된 복수의 상태들은, 디바이스의 디스플레이가 턴온되는 것, 애플리케이션 프로세서가 활동, 이메일링, 텍스팅, 전화를 걸거나 받는 것을 수행하는 것, 디바이스를 이용하여 통신하는 것, 또는 디바이스 상에서 인터넷을 브라우징하는 것 중 하나 또는 그 초과를 갖는 것을 포함할 수 있다. 디바이스 상에서의 제 2 작업은 년-레이턴시 민감 또는/및 배경 작업일 수 있다.

[0019] 본 발명의 실시예들에 의해 수행되는 장치의 일 구현에서, 적어도 하나의 센서로부터의 센서 측정들은 패시브

교정 동작으로부터 획득될 수 있다. 적어도 하나의 센서로부터의 센서 측정들은, 교정 루틴을 실행하도록 사용자에게 프롬프트하는 것 없이 그리고 교정 위치에 디바이스를 배치하도록 사용자에게 프롬프트하는 것 없이 획득될 수 있다. 적어도 하나의 센서는 가속도계, 자이로스코프 또는 자력계일 수 있다. 일 양상에서, 교정 데이터를 자동으로 수집하는 것은, 제 1 시간 기간 동안 복수의 배향들에서 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 하나 또는 그 초과의 배향들에 대해 디바이스를 모니터링하는 것, 및 디바이스가 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향들 중 하나에 있는 것을 검출하는 것에 대한 응답으로, 제 2 시간 기간 동안 교정 데이터를 수집하기 위한 수단을 포함할 수 있다. 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향에서 교정 데이터를 수집하는 것은, 그 배향에서 디바이스가 정적인 것 또는 실질적으로 정적인 것을 결정하기 위한 수단을 더 포함할 수 있다. 제 2 시간 기간 동안 적어도 하나의 센서를 이용하여 교정 데이터를 수집하기 위해 디바이스가 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향으로 전이했는지 여부를 결정하기 위해, 디바이스가 제 1 전력 레벨에 있는 동안 센서 측정들이 수집될 수 있고, 스케줄링은, 디바이스가 전이했는지 여부를 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초한다.

[0020] 적어도 하나의 센서를 이용한 교정 데이터의 자동 수집을 위한 예시적인 장치는, 디바이스의 제 1 상태에 기초하여 디바이스의 제 2 상태로의 전이를 예상하기 위한 수단 –여기서, 제 2 상태는 높은 품질의 데이터와 연관되고, 여기서, 교정 데이터는 제 2 상태 동안 수집됨–, 디바이스의 제 2 상태로의 전이의 예상시에 제 1 시간 기간 동안 제 2 전력 레벨로의 디바이스의 전이를 자연시키기 위한 수단, 제 1 시간 기간 내에 제 2 상태로의 디바이스의 전이를 검출하기 위한 수단, 제 1 시간 기간 내에 제 2 상태로의 디바이스의 전이를 검출하는 것에 대한 응답으로, 제 2 시간 기간 동안 제 2 전력 레벨로의 디바이스의 전이를 자연시키기 위한 수단; 및 제 2 시간 기간 동안 교정 데이터의 자동 수집을 스케줄링하기 위한 수단을 더 포함할 수 있다.

[0021] 예시적인 장치는, 수집된 교정 데이터에서 불충분을 결정하기 위한 수단, 및 수집된 교정 데이터에서 불충분을 결정하는 것에 대한 응답으로, 디바이스 상에서 제 2 작업의 랜덤 스케줄링을 활성화시키기 위한 수단을 더 포함할 수 있다. 일 구현에서, 수집된 교정 데이터에서의 불충분은 제 1 시간 기간 동안 제 2 작업의 스케줄링의 부족에 기초하여 결정될 수 있다.

[0022] 본 발명의 실시예들을 수행하기 위한 예시적인 방법은, 디바이스의 하나 또는 그 초과의 센서들과 연관된 복수의 교정 측정들을 수신하는 단계, 복수의 교정 측정들이 디바이스의 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하는 단계, 및 각도에 기초하여, 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트할지 여부를 결정하는 단계를 포함한다. 센서들은 가속도계, 자이로스코프 또는 자력계 중 하나 또는 그 초과일 수 있다. 일 구현에서, 복수의 교정 측정들이 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하는 단계는 복수의 교정 측정들에 대한 배향 엔트로피를 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치를 초과한다는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트하는 단계를 더 포함할 수 있다. 일 양상에서, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치 아래인 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 방법은, 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트함이 없이, 교정 측정이 이전에 수신된 배향에 대한 교정 측정을 폐기한다. 다른 양상에서, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치 아래라는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 방법은, 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트함이 없이, 교정 측정이 이전에 수신된 배향에 대한 교정 측정을 이용할 수 있다. 다른 구현에서, 복수의 교정 측정들이 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하는 단계는, 복수의 교정 측정들에 대한 히스토그램에 적어도 부분적으로 기초한다.

[0023] 방법의 일 구현에서, 복수의 교정 측정들이 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하는 단계는, 복수의 교정 측정들 각각을, 복수의 배향 빈(bin)들 중 적어도 하나의 배향 빈으로 비닝하는 단계, 및 교정 측정들을 포함하는 복수의 배향 빈들의 다이버시티를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 복수의 배향 빈들의 각각의 배향 빈은 5-도 증분 내에서 획득된 배향 측정들에 대응할 수 있다. 일 구현에서, 각도를 결정하는 단계는, 복수의 교정 측정들이 획득된 배향들의 범위 또는 분산을 결정하는 단계를 포함한다. 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들은 필터로의 입력이고, 교정 결과들을 생성하도록 필터에서 업데이트될 수 있다. 몇몇 구현들에서, 칼만 필터가 이용될 수 있다.

[0024] 교정 모듈과 같은 디바이스의 컴포넌트들을 이용하여 본 발명의 실시예들을 수행하기 위한 예시적인 디바이스는, 디바이스의 하나 또는 그 초과의 센서들과 연관된 복수의 교정 측정들을 수신하는 것, 복수의 교정 측정들이 디바이스의 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하는 것, 및 각도에 기초하여, 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트할지 여부를 결정하는 것을 포함한다. 센서들은 가속도계, 자이로스코프 또는 자력계 중 하나 또는 그 초과일 수 있다. 일 구현에서, 복수의 교정 측정들이 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하는 것은 복수의 교정 측정들에 대한 배향 엔트로피를 계산하는 것을 포함할 수 있다. 디바이스는, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치를 초과한다는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로 하나 또는 그 초과의 교정 파라

미터들을 업데이트하는 것을 더 포함할 수 있다. 일 양상에서, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치 아래인 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 디바이스의 컴포넌트들은, 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들을 업데이트함이 없이, 교정 측정이 이전에 수신된 배향에 대한 교정 측정을 폐기한다. 다른 양상에서, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치 아래라는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 디바이스의 컴포넌트들은, 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들을 업데이트함이 없이, 교정 측정이 이전에 수신된 배향에 대한 교정 측정을 이용할 수 있다. 다른 구현에서, 복수의 교정 측정들이 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하는 것은, 복수의 교정 측정들에 대한 히스토그램에 적어도 부분적으로 기초한다.

[0025] 디바이스의 일 구현에서, 복수의 교정 측정들이 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하는 것은, 복수의 교정 측정들 각각을, 복수의 배향 빙(bin)들 중 적어도 하나의 배향 빙으로 비닝하는 것, 및 교정 측정들을 포함하는 복수의 배향 빙들의 다이버시티를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 복수의 배향 빙들의 각각의 배향 빙은 5-도 충분 내에서 획득된 배향 측정들에 대응할 수 있다. 일 구현에서, 각도를 결정하는 것은, 복수의 교정 측정들이 획득된 배향들의 범위 또는 분산을 결정하는 것을 포함한다. 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들은 필터로의 입력이고, 교정 결과들을 생성하도록 필터에서 업데이트될 수 있다. 몇몇 구현들에서, 칼만 필터가 이용될 수 있다.

[0026] 예시적인 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서, 여기서, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 프로세서에 의해 실행가능한 명령들을 포함하고, 명령들은, 디바이스의 하나 또는 그 초파의 센서들과 연관된 복수의 교정 측정들을 수신하고, 복수의 교정 측정들이 디바이스의 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하고, 그리고 각도에 기초하여, 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들을 업데이트할지 여부를 결정하기 위한 명령들을 포함한다.

[0027] 본 발명의 실시예들을 수행하기 위한 예시적인 장치는, 디바이스의 하나 또는 그 초파의 센서들과 연관된 복수의 교정 측정들을 수신하기 위한 수단, 복수의 교정 측정들이 디바이스의 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하기 위한 수단, 및 각도에 기초하여, 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들을 업데이트할지 여부를 결정하기 위한 수단을 포함한다. 센서들은 가속도계, 자이로스코프 또는 자력계 중 하나 또는 그 초파일 수 있다. 일 구현에서, 복수의 교정 측정들이 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하는 것은 복수의 교정 측정들에 대한 배향 엔트로피를 계산하기 위한 수단을 포함할 수 있다. 장치는, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치를 초과한다는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들을 업데이트하기 위한 수단을 더 포함할 수 있다. 일 양상에서, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치 아래인 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 장치는, 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들을 업데이트함이 없이, 교정 측정이 이전에 수신된 배향에 대한 교정 측정을 폐기하기 위한 수단을 가질 수 있다. 다른 양상에서, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치 아래라는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 장치는, 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들을 업데이트함이 없이, 교정 측정이 이전에 수신된 배향에 대한 교정 측정을 위한 수단을 이용할 수 있다. 다른 구현에서, 복수의 교정 측정들이 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하는 단계는, 복수의 교정 측정들에 대한 히스토그램에 적어도 부분적으로 기초한다.

[0028] 장치의 일 구현에서, 복수의 교정 측정들이 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하는 것은, 복수의 교정 측정들 각각을, 복수의 배향 빙들 중 적어도 하나의 배향 빙으로 비닝하기 위한 수단, 및 교정 측정들을 포함하는 복수의 배향 빙들의 다이버시티를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 복수의 배향 빙들의 각각의 배향 빙은 5-도 충분 내에서 획득된 배향 측정들에 대응할 수 있다. 일 구현에서, 각도를 결정하는 것은, 복수의 교정 측정들이 획득된 배향들의 범위 또는 분산을 결정하기 위한 수단을 포함한다. 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들은 필터로의 입력이고, 교정 결과들을 생성하도록 필터에서 업데이트될 수 있다. 몇몇 구현들에서, 칼만 필터가 이용될 수 있다.

[0029] 교정 데이터를 생성하기 위한 예시적인 방법은, 디바이스에 커플링된 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하는 단계, 그 온도에서 또는 그 온도 근처에서 센서 측정 데이터와 연관된 다이버시티가 임계치 아래라는 것을 결정하는 단계, 및 그 온도에서 또는 그 온도 근처에서 센서 측정 데이터와 연관된 다이버시티가 임계치 아래라는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에 대해 센서에 대한 교정 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 센서는 가속도계, 자이로스코프 또는 자력계 중 하나 또는 그 초파일 수 있다.

[0030] 일 구현에서, 방법은, 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하는 것에 대한 응답으로, 검출된 온도를 이용하여 센서에 대한 복수의 온도 빙들로부터 온도 빙을 식별하는 단계를 더 포함할 수 있고, 온도 빙은 일정 범위의 온도들을 포함한다. 온도 빙은, 온도 빙과 연관된 온도들의 범위 내의 일정 온도에서 수신된 하나 또는 그 초파

의 센서 측정들을 가질 수 있다. 교정 데이터의 생성은 다른 온도 빈으로부터 센서 측정 데이터를 이용하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은, 온도 빈과 연관된 필터의 하나 또는 그 초파의 파라미터들을 조절함으로써 다른 온도 빈으로부터 센서 측정 데이터와 연관된 가중치를 낮추는 단계를 더 포함할 수 있다. 다른 구현에서, 생성하는 단계는, 식별된 온도 빈에 대한 하나 또는 그 초파의 인접한 온도 빈들로부터 센서 측정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에 대한 온도 빈에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하는 단계를 포함할 수 있다. 게다가, 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하는 단계는, 온도 빈에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 유도하기 위해, 온도에서의 변경에 대해, 센서 측정 데이터에서의 변경의 미리 결정된 기울기 및 하나 또는 그 초파의 인접한 온도 빈들로부터 센서 측정을 이용하는 단계를 포함할 수 있다.

[0031] 각각의 온도 빈은 각각의 필터와 연관될 수 있다. 방법은, 다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 업데이트하는 단계를 더 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 교정 데이터는 센서 오프셋 또는 연관된 감도를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 검출된 온도에 대한 센서에 대해 생성된 교정 데이터는 그 온도에서 또는 그 온도 근처에서 센서로부터의 출력을 교정하는데 이용될 수 있다.

[0032] 예시적인 디바이스로서, 온도 보상 모델과 같은 디바이스의 컴포넌트들은 교정 데이터를 생성하도록 구성될 수 있고, 디바이스에 커플링된 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하는 것, 그 온도에서 또는 그 온도 근처에서 센서 측정 데이터와 연관된 다이버시티가 임계치 아래라는 것을 결정하는 것, 및 그 온도에서 또는 그 온도 근처에서 센서 측정 데이터와 연관된 다이버시티가 임계치 아래라는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에 대해 센서에 대한 교정 데이터를 생성하는 것을 포함할 수 있다. 센서는 가속도계, 자이로스코프 또는 자력계 중 하나 또는 그 초파일 수 있다.

[0033] 일 구현에서, 온도 보상 모듈과 같은 디바이스의 컴포넌트들은, 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하는 것에 대한 응답으로, 검출된 온도를 이용하여 센서에 대한 복수의 온도 빈들로부터 온도 빈을 식별하는 것을 더 포함할 수 있고, 온도 빈은 일정 범위의 온도들을 포함한다. 온도 빈은, 온도 빈과 연관된 온도들의 범위 내의 일정 온도에서 수신된 하나 또는 그 초파의 센서 측정들을 가질 수 있다. 교정 데이터의 생성은 다른 온도 빈으로부터 센서 측정 데이터를 이용하는 것을 포함할 수 있다. 온도 보상 모듈은, 온도 빈과 연관된 필터의 하나 또는 그 초파의 파라미터들을 선택함으로써 다른 온도 빈으로부터 센서 측정 데이터와 연관된 가중치를 낮추는 것을 더 포함할 수 있다. 다른 구현에서, 생성하는 것은, 식별된 온도 빈에 대한 하나 또는 그 초파의 인접한 온도 빈들로부터 센서 측정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에 대한 온도 빈에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하는 것을 포함할 수 있다. 게다가, 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하는 것은, 온도 빈에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 유도하기 위해, 온도에서의 변경에 대해, 센서 측정 데이터에서의 변경의 미리 결정된 기울기 및 하나 또는 그 초파의 인접한 온도 빈들로부터 센서 측정을 이용하는 것을 포함할 수 있다.

[0034] 각각의 온도 빈은 각각의 필터와 연관될 수 있다. 디바이스는, 다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 업데이트하도록 추가로 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 교정 데이터는 센서 오프셋 또는 연관된 감도를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 검출된 온도에 대한 센서에 대해 생성된 교정 데이터는 그 온도에서 또는 그 온도 근처에서 센서로부터의 출력을 교정하는데 이용될 수 있다.

[0035] 예시적인 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서, 여기서, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 프로세서에 의해 실행 가능한 명령들을 포함하고, 명령들은, 디바이스에 커플링된 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하고, 그 온도에서 또는 그 온도 근처에서 센서 측정 데이터와 연관된 다이버시티가 임계치 아래라는 것을 결정하고, 그리고 그 온도에서 또는 그 온도 근처에서 센서 측정 데이터와 연관된 다이버시티가 임계치 아래라는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에 대해 센서에 대한 교정 데이터를 생성하기 위한 명령들을 포함한다.

[0036] 교정 데이터를 생성하기 위한 예시적인 장치는, 디바이스에 커플링된 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하기 위한 수단, 그 온도에서 또는 그 온도 근처에서 센서 측정 데이터와 연관된 다이버시티가 임계치 아래라는 것을 결정하기 위한 수단, 및 그 온도에서 또는 그 온도 근처에서 센서 측정 데이터와 연관된 다이버시티가 임계치 아래라는 것을 결정하는 것에 대한 응답으로, 다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에 대해 센서에 대한 교정 데이터를 생성하기 위한 수단을 포함할 수 있다. 센서는 가속도계, 자이로스코프 또는 자력계 중 하나 또는 그 초파일 수 있다.

[0037]

일 구현에서, 장치는, 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출하는 것에 대한 응답으로, 검출된 온도를 이용하여 센서에 대한 복수의 온도 빈들로부터 온도 빈을 식별하기 위한 수단을 더 포함할 수 있고, 온도 빈은 일정 범위의 온도들을 포함한다. 온도 빈은, 온도 빈과 연관된 온도들의 범위 내의 일정 온도에서 수신된 하나 또는 그 초과의 센서 측정들을 가질 수 있다. 교정 데이터의 생성은 다른 온도 빈으로부터 센서 측정 데이터를 이용하는 단계를 포함할 수 있다. 장치는, 온도 빈과 연관된 필터의 하나 또는 그 초과의 파라미터들을 선택함으로써 다른 온도 빈으로부터 센서 측정 데이터와 연관된 가중치를 낮추기 위한 수단을 더 포함할 수 있다. 다른 구현에서, 생성하는 것은, 식별된 온도 빈에 대한 하나 또는 그 초과의 인접한 온도 빈들로부터 센서 측정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에 대한 온도 빈에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하기 위한 수단을 포함할 수 있다. 게다가, 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하는 것은, 온도 빈에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 유도하기 위해, 온도에서의 변경에 대해, 센서 측정 데이터에서의 변경의 미리 결정된 기울기 및 하나 또는 그 초과의 인접한 온도 빈들로부터 센서 측정을 이용하기 위한 수단을 포함할 수 있다.

[0038]

각각의 온도 빈은 각각의 필터와 연관될 수 있다. 장치는, 다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 업데이트하기 위한 수단을 더 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 교정 데이터는 센서 오프셋 또는 연관된 감도를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 검출된 온도에 대한 센서에 대해 생성된 교정 데이터는 그 온도에서 또는 그 온도 근처에서 센서로부터의 출력을 교정하는데 이용될 수 있다.

[0039]

전술한 바는, 다음의 상세한 설명이 더 양호하게 이해될 수 있도록 예들의 특징들 및 기술적 이점들을 상당히 광범위하게 요약하였다. 추가적인 특징들 및 이점들이 이하 설명될 것이다. 개시된 개념 및 특정한 예들은 본 개시의 동일한 목적들을 수행하기 위해 다른 구조들을 변형 또는 설계하기 위한 기초로 용이하게 활용될 수 있다. 이러한 균등한 구조들은 첨부된 청구항들의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않는다. 본 명세서에 개시된 개념들의 특징으로 믿어지는, 본 개시의 구성 및 동작 방법 모두에 대한 것으로서의 특징들은 연관된 이점들과 함께, 첨부한 도면들과 함께 고려될 때 다음의 설명으로부터 더 잘 이해될 것이다. 각각의 도면들은 오직 예시 및 설명의 목적으로 제공되며, 청구항의 제한들에 대한 정의로 의도되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0040]

본 개시의 양상들은 예시의 방식으로 예시된다. 다음의 설명은 도면들을 참조하여 제공되고, 도면들에서 유사한 참조 부호들은 도면들 전반에 걸쳐 유사한 엘리먼트들을 참조하도록 이용된다. 하나 또는 그 초과의 기술들의 다양한 세부사항들이 본 명세서에서 설명되지만, 다른 기술들이 또한 가능하다. 몇몇 예들에서, 다양한 기술들의 설명을 용이하게 하기 위해, 주지의 구조들 및 디바이스들은 블록도 형태로 도시된다.

본 개시에 의해 제공되는 예들의 성질 및 이점들의 추가적 이해는, 명세서 및 도면들의 나머지 부분들을 참조하여 실현될 수 있고, 여기서 유사한 참조 부호들은 유사한 컴포넌트들을 참조하도록 몇몇 도면들에 걸쳐 이용된다. 몇몇 예들에서, 다수의 유사한 컴포넌트들 중 하나를 나타내기 위해 서브-라벨이 참조 부호와 연관된다. 기준의 서브-라벨에 대한 특정없이 참조 부호에 대해 참조되는 경우, 참조 부호는 모든 이러한 유사한 컴포넌트들을 참조한다.

도 1은, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 양상들을 구현할 수 있는 예시적인 디바이스를 예시한다.

도 2는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 양상들을 구현할 수 있는 다른 예시적인 디바이스를 예시한다.

도 3a 및 도 3b는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따라 디바이스 배향이 가속도 벡터들에 어떻게 영향을 미칠 수 있는지에 대한 예들을 예시한다.

도 4는, 본 개시의 다양한 양상들을 구현하는 시스템의 일례를 예시한다.

도 5는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따라 적어도 하나의 가속도계를 자동으로 교정하는 예시적인 방법을 예시한다.

도 6은, 교정 데이터의 수집을 스케줄링하기 위한 비제한적인 예를 예시하는 단순화된 흐름도이다.

도 7은, 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 컴퓨팅 디바이스의 배향들의 예상시에 교정 데이터를 수집하기 위한 원도우를 확장하기 위한 예시적인 구현을 예시하는 타이밍도이다.

도 8은, 컴퓨팅 디바이스 상에서 작업의 실행을 스케줄링하기 위해, 본 발명의 실시예들에 의해 수행되는 비제

한적인 방법을 예시하는 단순화된 흐름도이다.

도 9는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따른 교정 모듈의 예시적인 컴포넌트들을 예시한다.

도 10은, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따른 피드백 루프를 이용하여 교정 파라미터들을 업데이트하는 예시적인 방법을 예시한다.

도 11은, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따른 배향 엔트로피를 이용하여 교정 측정들을 평가하는 비제한적인 예시적인 방법을 예시한다.

도 12는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따른 주파수 비닝(binning)을 이용하여 교정 측정들을 평가하는 비제한적인 예시적인 방법을 예시한다.

도 13은, 컴퓨팅 디바이스 상에서 작업의 실행을 스케줄링하기 위해, 본 발명의 실시예들에 의해 수행되는 비제한적인 방법을 예시하는 단순화된 흐름도이다.

도 14a 내지 도 14c는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따른 예시적인 교정 방법의 다양한 양상들을 더 상세히 예시한다.

도 15는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따른 칼만(Kalman) 필터의 일례를 예시한다.

도 16은, 컴퓨팅 디바이스의 온도 보상 모듈에 의해 수행되는 비제한적인 방법을 예시하는 단순화된 흐름도이다.

도 17은, 센서 교정 정보로 온도 보상 루프 테이블을 업데이트하기 위해 컴퓨팅 디바이스의 온도 보상 모듈에 의해 수행되는 비제한적인 방법을 예시하는 단순화된 흐름도이다.

도 18은, 온도에 대한 교정 데이터를 생성하기 위해 컴퓨팅 디바이스(2000)의 온도 보상 모듈에 의해 수행되는 비제한적인 방법을 예시하는 단순화된 흐름도이다.

도 19는, 제조 결합들에 기인한 교차-축(cross-axis) 감도를 보상하는 예시적인 방법을 예시한다.

도 20은, 하나 또는 그 초과의 실시예들이 구현될 수 있는 컴퓨팅 시스템의 일례를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041]

이제, 몇몇 예시적인 실시예들이, 이들의 일부를 형성하는 첨부한 도면들에 대해 설명될 것이다. 본 개시의 하나 또는 그 초과의 양상들이 구현될 수 있는 특정한 실시예들이 아래에서 설명되지만, 본 개시의 범위 또는 첨부된 청구항들의 사상을 벗어남이 없이 다른 실시예들이 이용될 수 있고 다양한 변형들이 행해질 수 있다.

[0042]

자동-교정의 개관

[0043]

도 1 및 도 2는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 양상들을 구현할 수 있고, 도 20을 참조하여 더 상세히 설명되는 컴퓨팅 디바이스(2000)의 컴포넌트들을 구현할 수 있는 예시적인 디바이스들을 예시한다. 예를 들어, 도 1에 예시된 바와 같이, 컴퓨팅 디바이스(2000)는, 하나 또는 그 초과의 컴포넌트들, 이를테면, 디스플레이(105), 버튼들 및/또는 키들(110), 및/또는 카메라(115)를 포함할 수 있다. 몇몇 아래인지먼트들에서, 디스플레이(105)는 터치 스크린일 수 있어서, 사용자는, 디스플레이(105)를 통해 터치-기반 사용자 입력을 컴퓨팅 디바이스(2000)에 제공할 수 있다.

[0044]

하나 또는 그 초과의 아래인지먼트들에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 복수의 내부 컴포넌트들, 이를테면, 도 2에 예시된 컴포넌트들을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 하나 또는 그 초과의 프로세서들(예를 들어, 프로세서(2010)), 하나 또는 그 초과의 메모리 유닛들(예를 들어, 메모리(2035)), 적어도 하나의 디스플레이 어댑터(예를 들어, 디스플레이 어댑터(215)), 적어도 하나의 오디오 인터페이스(예를 들어, 오디오 인터페이스(220)), 하나 또는 그 초과의 카메라 인터페이스들(예를 들어, 카메라 인터페이스(225)) 및/또는 다른 컴포넌트들을 포함할 수 있다.

[0045]

하나 또는 그 초과의 실시예들에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 복수의 센서들, 이를테면, 하나 또는 그 초과의 가속도계들(예를 들어, 가속도계(2055)), 하나 또는 그 초과의 자이로스코프들(예를 들어, 자이로스코프(2060)), 하나 또는 그 초과의 자력계들(예를 들어, 자력계(2065)) 및/또는 하나 또는 그 초과의 온도 센서들(예를 들어, 온도 센서(2070))을 더 포함할 수 있다. 가속도계(2055)는, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 의해 경험되고 그리고/또는 그렇지 않으면 (예를 들어, 전기적 간섭에 기인하여) 가속도계(2055)에 의해 감지되는 가속도에

대한 정보를 측정 및/또는 (예를 들어, 프로세서(2010)에) 제공할 수 있다. 자이로스코프(2060)는 유사하게, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 배향에 관한 정보를 측정 및/또는 (예를 들어, 프로세서(2010)에) 제공할 수 있다. 또한, 자력계(2065)는, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 베어링에 관한 정보를 측정 및/또는 (예를 들어, 프로세서(2010)에) 제공할 수 있고, 온도 센서(2070)는, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 의해 경험되는 온도(예를 들어, 주위 온도)에 대한 정보를 측정 및/또는 (예를 들어, 프로세서(2010)에) 제공할 수 있다.

[0046] 하나 또는 그 초과의 양상들에 따르면, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 포함된 센서들 중 임의의 및/또는 모든 센서(예를 들어, 가속도계(2055))는, 센서 및/또는 컴퓨팅 디바이스(2000)가 하나 또는 그 초과의 방향들로 이동되는 경우 특정한 센서에 의해 검출되는 모션과 같은 조건에서의 변경들에 대응하는 출력 신호로서 및/또는 그에 대한 응답으로 전기 신호를 생성할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 이러한 센서들이 제조될 수 있는 방법에서의 결함들, 예상되는 동작 동안의 통상적인 악화 및/또는 시간에 걸쳐 이러한 센서들에 의해 출력되는 데 이터에서의 부정확도를 생성 및/또는 그에 기여할 수 있는 다른 팩터들 때문에, 이러한 센서들에 의해 출력되는 신호들을 더 정확하게 해석하기 위해, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 포함된 센서들 중 임의의 및/또는 모든 센서를 교정하는 것이 바람직할 수 있다.

[0047] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 센서를 "교정"하는 것은, 가속도계, 자력계 등과 같은 센서에 의해 출력되는 미처리 센서 측정 데이터(예를 들어, 전기적 신호)를 수신하는 것, 및 미처리 데이터에 하나 또는 그 초과의 스케일 팩터들 및/또는 오프셋들을 적용하여, 수신된 센서 데이터에 대응하는 모션에 대한 더 정확한 표현을 계산 및/또는 그렇지 않으면 결정하는 것을 포함할 수 있다. 스케일 팩터들 및 오프셋들은 독립적으로 그리고/또는 함께 "교정 파라미터들"로 지칭될 수 있고, 각각의 센서는 자기 자신의 대응하는 교정 파라미터들의 세트를 가질 수 있다. 또한, 교정 파라미터들을 센서 데이터에 적용할 때, "스케일 팩터"는, 수신된 센서 데이터에 의해 곱해지는 계수 또는 다른 값일 수 있고, "오프셋"은 수신된 센서 데이터에 추가되는 값일 수 있다.

[0048] 많은 현재의 시스템들에서, 가속도계들(2055)과 같은 센서들의 교정은, 컴퓨팅 디바이스(2000)가 제조될 때 (예를 들어, 공장에서) 행해질 수 있다. 또한, 이러한 교정은, 교정 루틴을 수동으로 수행하도록 사용자에게 프롬프트함으로써, 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(2000)를 상이한 위치들의 세트를 통해 이동하게 하여 센서 데이터가 측정 및 레코딩되도록 허용함으로써 달성될 수 있다. 그러나, 이러한 교정 방법들 둘 모두는 수반되는 단점들을 갖는다. 예를 들어, 가속도계(2055)와 같은 센서가, 컴퓨팅 디바이스가 제조될 때 공장에서만 교정되는 경우, 센서에 의해 측정되는 데이터의 품질이 시간에 걸쳐 악화되면 (그리고 통상적으로 악화되는 경우), 센서 데이터의 품질에서의 이러한 악화를 정정할 방법은 없을 수 있다. 추가적으로, 예를 들어, 가속도계(2055)와 같은 센서가 사용자에 의해 교정되는 경우, 정확하고 그리고/또는 특정한 측정들을 요구할 수 있는 교정 루틴은 그 자체로, 사용자에 의해 도입되는 에러들을 겪을 수 있다.

[0049] 그러나, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 양상을 구현함으로써, 디바이스의 하나 또는 그 초과의 센서들, 이를테면, 하나 또는 그 초과의 가속도계들(2055)은, 예를 들어, 교정 루틴을 수행하도록 그리고/또는 상이한 위치들의 세트를 통해 디바이스를 이동시키도록 사용자에게 프롬프트함이 없이, 정규의 이용 동안 자동으로 교정될 수 있다. 대신에, 아래에서 더 상세히 추가로 설명되는 바와 같이, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 특정한 시간들에 하나 또는 그 초과의 센서들을 교정하기 위해 이용되는 정보를 측정 및/또는 캡처할 수 있고, 여기서, 시간들은, 디바이스에 의해 그리고/또는 디바이스로 수행되는 특정한 활동들에 대응할 수 있다.

[0050] 따라서, 예를 들어, 가속도계(2055)의 교정시에, 가속도계 데이터에 영향을 미치는 오프셋들 및 스케일 팩터들을 추정하는 것이 바람직할 수 있다. 오프셋들은 가속도계 신호에서의 일정한 에러로서 모델링될 수 있는 한편, 스케일 팩터들은 곱셈 상수들로서 모델링될 수 있다. 따라서, 교정의 목적은 잡음에 의해 손상된 신호로부터 이러한 상수들을 추정하는 것일 수 있다.

[0051] (예를 들어, 프로세서(2010)에 의해 가속도계(2055)로부터 수신되는 수신 신호)벡터 가속도계 신호는,

$$a_x = x_0 (1 + x_{SF}) + x_{OFF} + noise \ 1$$

$$a_y = y_0 (1 + y_{SF}) + y_{OFF} + noise \ 2$$

$$a_z = z_0 (1 + z_{SF}) + z_{OFF} + noise \ 3$$

[0052]로서 모델링될 수 있다.

[0054] 여기서, a_x 는 센서에 의해 리턴되는 가속도계 측정이고, x_0 은 진정한 가속도이고, x_{off} 는 x-축 상에서의 오프셋이고, x_{SF} 는 x-축 상에서의 (1로부터의) 스케일 팩터의 편차이다. 다른 축들에 대해 유사한 정의들이 유지될 수 있다.

[0055] (예를 들어, 모바일 폰을 포함할 수 있는) 컴퓨팅 디바이스(2000)의 배향에 따라, 오프셋들 및 스케일 팩터들은 각각의 축 상에서 상이하게 발현될 수 있다.

[0056] 도 3a 및 도 3b는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따라 컴퓨팅 디바이스(2000) 배향이 가속도 벡터들에 어떻게 영향을 미칠 수 있는지에 대한 예들을 예시한다. 예를 들어, 도 3a에 예시된 바와 같이, z-축은 중력에 따라 정렬되고, 따라서, a_x 및 a_y 는 0으로 예상된다. 오프셋들의 존재에 기인하여,

$$[0057] a_x = x_{OFF} \quad \text{및} \quad a_y = y_{OFF} \quad \text{이다.} \quad a_z = g(1 + z_{SF}) + z_{OFF} \quad \text{임을 주목한다.}$$

[0058] 도 3b에 예시된 바와 같이, 컴퓨팅 디바이스(2000)는, z-축이 중력에 대해 그러나 거꾸로 정렬되도록 훌륭된다. 이제, $a_{-z} = -g(1 + z_{SF}) + z_{OFF}$ 이다.

[0059] 이제, 2개의 방정식들을 풀어서, z-축에 대한 오프셋들 및 스케일 팩터들을 획득할 수 있다. 이 방정식들은,

$$z_{OFF} = \frac{(a_z + a_{-z})}{2}$$

$$[0060] z_{SF} = \frac{(a_z - a_{-z})}{2g} - 1$$

[0061] 이다.

[0062] 오프셋들 및 스케일 팩터들은, 앞서 설명된 2개의 미지수들에 대한 2개의 방정식들을 풀어서 컴퓨팅될 수 있다. 관심있는 축이 중력에 대해 정렬되도록 그 다음 중력으로부터 반대 방향으로 정렬되도록 컴퓨팅 디바이스(2000)를 배치함으로써, 동일한 방법을 이용하여 다른 축들이 또한 교정될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스의 배향이 알려져 있다는 가정은 수동 교정 또는 공장 교정을 허용한다.

[0063] 자동 교정의 경우, 스칼라 가속도가 중요한 개념일 수 있다. 스칼라 가속도는 가속도계 데이터의 놈(norm)으로

$$\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

서 정의될 수 있다. 예를 들어, 스칼라 가속도는 $\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$ 로서 표현될 수 있다.

[0064] 컴퓨팅 디바이스(2000)가 정적인 경우 그리고 임의의 가속도계 에러들의 부재시에, 임의의 컴퓨팅 디바이스(2000) 배향에 대해 스칼라 가속도는 중력과 동일할 수 있어서, 즉, 스칼라 가속도는,

$$[0065] \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = g$$

, 여기서 g 는 중력.

[0066] 으로 표현될 수 있다.

[0067] 주어진 온도에 대해, 오프셋들 및 스케일 팩터들 모두는 상수인 것으로 가정될 수 있다. 따라서, 정적 기간들 동안, 중력과 비교된 경우의 스칼라 가속도 길이들에서의 임의의 변경은, 오프셋 및 스케일 팩터 에러들에 기인 할 수 있다. 가속도계 길이들에서의 변경의 이러한 잡음 추정치들은 프로세서에 의해 오프셋들 및 스케일 팩터들을 컴퓨팅하는데 이용될 수 있고, 자동-교정 알고리즘들에 대한 기반을 형성할 수 있다.

[0068] 본 명세서에서 설명되는 하나 또는 그 초과의 교정 알고리즘들 및/또는 방법들에서, 스칼라 가속도의 제곱과 g^2 사이의 차는, 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 칼만 필터(KF)로서 이용된다. 또한, 스칼라 가속도에 의존하는 알고리즘들은 디바이스 배향에 대해 독립적일 수 있다. 잡음의 존재시에 신뢰할 수 있는 교정 파라미터들을 발견하기 위해, 상이한 배향들(반드시 직교일 필요는 없음)에서의 몇몇 측정들이 요구될 수 있다.

[0069] 도 4는, 본 개시의 다양한 양상들을 구현하는 시스템의 일례를 예시한다. 도 4에 나타난 바와 같이, 시스템

(400)은 센서 자동-교정을 수행하도록 구성되는 시스템일 수 있다. 적어도 하나의 어레인지먼트에서, 시스템(400)은, 실행되는 경우 컴퓨팅 디바이스로 하여금, 아래에서 설명되는 단계들과 같은 다양한 단계들을 수행하게 하는, 컴퓨터 관독가능 매체, 스토리지(2025) 또는 메모리(2035)에 저장된 컴퓨터 관독가능 명령들로서 구현될 수 있다. 다른 어레인지먼트에서, 시스템(400) 또는 시스템(400)의 컴퓨트너트들, 이를테면 스케줄링 모듈, 교정 모듈 및 온도 보상 모듈은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 모듈들 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수 있다.

[0070] 하나 또는 그 초과의 양상들에 따르면, 시스템(400)은, 스케줄링 모듈(405), 교정 모듈(410) 및 온도 보상 모듈(415)을 포함할 수 있다. 이들 모듈들 각각은 아래에서 더 상세히 설명된다.

[0071] 그러나, 개관으로서, 적어도 하나의 어레인지먼트에서, 스케줄링 모듈(405)은 교정 및 온도 보상 모듈들을 스케줄링하는 것을 담당할 수 있다. 교정을 개시하기 위해 선택되는 기준은 (예를 들어, 가속도계를 자동으로 교정할 때, 컴퓨팅 디바이스(2000)와 같은 디바이스에 의해 소모되는 전력을 감소시키기 위해) 전력 고려사항들에 기초할 수 있다.

[0072] 교정 모듈(410)은, 몇몇 서브-모듈들, 이를테면, 정적 검출기 모듈, 특정 생성/데이터 프리프로세싱 모듈, 칼만 필터 모듈, 피드백 모니터 모듈 및 판정 모니터 모듈을 포함할 수 있다.

[0073] 하나 또는 그 초과의 어레인지먼트들에서, 온도 보상 모듈(415)은, 센서가 동작하는 각각의 온도 범위에 대한 결과들의 측정을 담당할 수 있다. 직면되는 모든 각각의 온도에 대해, 교정 모듈의 하나의 인스턴스가 실행될 수 있다. 중간적 결과들이 루프 테이블에 저장될 수 있고, 동일한 온도에서 다음 샘플이 직면되는 경우 다시 판독될 수 있다.

[0074] 하나 또는 그 초과의 양상들에 따르면, 시스템(400)의 모듈들은 자동 센서 교정을 수행 및/또는 제공하도록 함께 동작할 수 있다. 이러한 모듈들이 어떻게 동작 및/또는 상호작용할지에 대한 하이 레벨 예가 이제 설명될 것이다.

[0075] 먼저, 스케줄링 모듈(405)은 컴퓨팅 디바이스(2000)가 높은 전력 모드에 있는지 여부를 결정할 수 있다. 그 다음, 스케줄링되면, 온도 보상 모듈(415)이 활성화될 수 있다. 모든 각각의 센서 측정 데이터 및 온도 데이터 쌍에 대해, 교정 모듈(410)의 2개의 인스턴스들이 아래에서 더 설명되는 바와 같이 업데이트될 수 있다. 하나는 (예를 들어, 주위 온도에서 컨버전스를 가속화하기 위해) 디폴트 또는 주위 온도에서 비닝할 수 있고, 다른 하나는 (예를 들어, 특정한 온도에 대한 칼만 필터(KF)를 업데이트하기 위해) 현재의 온도에서 비닝할 수 있다.

[0076] 후속적으로, 각각의 온도 빈에 대해, 센서 측정(예를 들어, 가속도) 샘플은 교정 모듈(410)에 전달될 수 있다. 샘플은 정상성(stationarity)에 대해 체크될 수 있다. 샘플이 정적 기간의 종료인 것으로 발견되면, 평균 가속도 및 분산이 특정 생성 모듈에서 컴퓨팅될 수 있다. 특징은 칼만 필터에 전달될 수 있고, 칼만 필터는 오프셋들 및 스케일 팩터들을 반복적으로 추정할 수 있다. 특정한 온도에 대한 교정 파라미터들이 판정 모니터에 의해 신뢰 가능한 것으로 검출되면, 신뢰 가능성 플래그가 설정될 수 있다.

[0077] 그 후, 교정 모듈 업데이트의 종료에서, 온도 루프 테이블이, 신뢰 가능성 플래그와 함께 최종적 결과들 또는 중간적 결과들로 업데이트될 수 있다.

[0078] 일반적으로, 각각의 온도에서의 컨버전스에 대해, 칼만 필터는 교정을 위해 모든 각각의 온도에서 100 내지 150 개의 신뢰 가능한 위치들을 요구할 수 있다. 따라서, 테이블은 시간에 걸쳐 구축될 수 있다. 자주 직면되는 온도들(예를 들어, 주위 온도)은 더 빠른 교정 파라미터들을 가질 수 있다. 이 모듈들 각각에 관한 추가적인 세부사항들 뿐만 아니라 자동 가속도계 교정의 다른 양상들이 이제, 후술되는 섹션들에서 더 상세히 설명될 것이다.

[0079] 도 5는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따른 가속도계(2055)와 같은 적어도 하나의 센서를 자동으로 교정하는 예시적인 방법을 예시한다. 하나 또는 그 초과의 양상들에 따르면, 본 명세서에서 설명되는 임의의 및/또는 모든 방법들 및/또는 방법 단계들은 컴퓨팅 디바이스, 이를테면, 컴퓨팅 디바이스(2000) 및/또는 예를 들어, 아래에서 더 상세히 설명되는 컴퓨터 시스템에 의해 구현될 수 있다. 일 실시예에서, 도 5를 참조하여 아래에서 설명되는 방법 단계들 중 하나 또는 그 초과는 프로세서(2010) 또는 다른 프로세서와 같은 컴퓨팅 디바이스(2000)의 프로세서에 의해 구현된다. 추가적으로 또는 대안적으로, 본 명세서에서 설명되는 임의의 및/또는 모든 방법들 및/또는 방법 단계들은, 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 컴퓨팅 디바이스(2000) 내부 또는 외부의 메모리(2035) 또는 다른 컴퓨터 관독가능 매체와 같은 컴퓨터 관독가능 매체에 저장된

컴퓨터 판독가능 명령들과 같은 컴퓨터 판독가능 명령들에서 구현될 수 있다.

[0080] 블록(501)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)(예를 들어, 모바일 디바이스)는 세팅들 및/또는 사용자 선호도들에 따라 정보를 초기화 및/또는 로딩할 수 있다. 적어도 하나의 어레인지먼트에서, 이러한 정보는, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 포함된 하나 또는 그 초과의 가속도계들(2055)을 교정하기 위한 디폴트 교정 파라미터들을 포함할 수 있다.

[0081] 블록(502)에서, 패시브 교정 동작이 검출되었는지 여부가 결정될 수 있다. 예를 들어, 블록(502)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는, 패시브 교정 동작이 검출되었는지 여부를 결정할 수 있다. 패시브 교정 동작은, 예를 들어, 디바이스의 위치 및/또는 배향이 알려지거나 추정될 수 있는 임의의 동작 및/또는 활동을 포함할 수 있다. 예를 들어, 패시브 교정 동작은, 사용자가 전화 통화를 끝낼 때 검출될 수 있는데, 이 때, 디바이스는 어떤 방식으로 사용자의 손에 있거나, 그리고/또는 테이블 또는 다른 표면 상에 평평하게 놓인 것으로 알려질 수 있다. 패시브 교정 동작들로서 동작할 수 있는 다른 가능한 활동들 및/또는 동작들은, 스케줄링 모듈에 대해 아래에서 더 상세히 추가로 설명된다. 패시브 교정 동작을 검출하는 것에 대한 응답으로 본 발명의 양상들을 수행하는 것은 유리할 수 있는데, 이는, 스케줄링이 우발적으로(opportunistically) 발생하는 것, 즉, 특정한 동작을 수행하도록 또는 컴퓨팅 디바이스를 특정한 배향으로 배치하도록 사용자에게 프롬프트함이 없이 컴퓨팅 디바이스의 사용자에 의한 자연스러운 이용 동안 스케줄링이 발생할 수 있기 때문이다.

[0082] 블록(503)에서, 디바이스가 측정 위치에 있는지 여부가 결정될 수 있다. 예를 들어, 블록(502)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 자신이 측정 위치에 있는지 여부를 결정할 수 있다. 측정 위치는, 디바이스가 적어도 하나의 축에 대해 직교하는 위치를 지칭하거나 그리고/또는 포함할 수 있다. 하나 또는 그 초과의 추가적인 그리고/또는 대안적인 어레인지먼트들에서, 측정 위치는, 디바이스의 배향이 하나 또는 그 초과의 축들에 대해 알려질 수 있는 임의의 위치를 지칭하거나 그리고/또는 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나 또는 그 초과의 축들에 대한 디바이스의 배향은, 하나 또는 그 초과의 자이로스코프들(2060), 하나 또는 그 초과의 자력계들(2065), 하나 또는 그 초과의 다른 가속도계들(2055) 등과 같은, 교정될 하나 또는 그 초과의 가속도계들(2055) 이외의 센서들을 이용하여 알려질 수 있다.

[0083] 블록(504)에서, 측정들이 캡쳐 또는 획득될 수 있다. 예를 들어, 블록(504)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 하나 또는 그 초과의 가속도계들(예를 들어, 가속도계(1230))로부터의 신호 입력을 수신할 수 있다. 이러한 신호 입력은, 특정한 시간 동안 가속도의 검출된 그리고/또는 측정된 양에 대응할 수 있다.

[0084] 블록(505)에서, 측정들이 저장될 수 있다. 예를 들어, 블록(505)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 하나 또는 그 초과의 가속도계들로부터 블록(504)에서 수신된 신호에 대한 정보를 (예를 들어, 메모리(1210)에) 저장할 수 있다. 이러한 정보는, 하나 또는 그 초과의 시점들에서 신호의 진폭에 대한 정보, 주파수 정보 및/또는 신호와 연관된 다른 정보를 포함할 수 있다.

[0085] 블록(506)에서, 신호가 캡쳐된 위치에 대한 정보가 저장될 수 있다. 예를 들어, 블록(506)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는, 디바이스의 배향(예를 들어, 도(degree)의 단위), 디바이스의 베어링, 및/또는 신호가 캡쳐된 시간(들)에 대응하는 디바이스에 대한 다른 위치에 관한 정보를 (예를 들어, 메모리(1210)에) 저장할 수 있다. 아래에서 설명되는 바와 같이, 이 위치 정보는 후속적으로, (예를 들어, 아래에서 추가로 설명되는 바와 같이 배향 엔트로피 및/또는 주파수 비닝 기술들을 이용하여) 신호에 기초하여 결정된 교정 파라미터들의 신뢰도 레벨을 결정할 때 이용될 수 있다.

[0086] 후속적으로, 블록(507)에서, 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들이 업데이트될 수 있다. 예를 들어, 블록(507)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 가속도계에 대한 하나 또는 그 초과의 스케일 팩터들 및/또는 오프셋 파라미터들을 (예를 들어, 아래에서 더 상세히 설명되는 하나 또는 그 초과의 기술들을 이용하여) 계산할 수 있고, 계산된 스케일 팩터들 및/또는 오프셋 파라미터들은 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트하는데 이용될 수 있다. 예를 들어, 하나 또는 그 초과의 계산된 스케일 팩터들 및/또는 오프셋 파라미터들은 기존의 스케일 팩터들 및/또는 오프셋 파라미터들을 단순히 대체할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 예를 들어, 아래에서 추가로 설명되는 바와 같이, 기존의 스케일링 팩터들 및/또는 오프셋 파라미터들을 변형하기 위해, 하나 또는 그 초과의 계산된 스케일 팩터들 및/또는 오프셋 파라미터들이 어떻게 결합되어야 하는지 그리고/또는 이용되어야 하는지를 결정하기 위한 알고리즘들이 이용될 수 있다.

[0087] 그 후, 이 방법은, 교정 데이터를 수집 및/또는 교정 조정들을 적용하는 것을 계속하기 위해, 비실시간 년-레이턴시 민감 배경 프로세스로서 실행하는 것을 계속할 수 있다 (예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 이 방법을

배경 프로세서로서 실행하는 것을 계속할 수 있다). 예를 들어, 방법은 블록(502)으로 리턴할 수 있고, 여기서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는, 패시브 교정 동작이 검출되었는지 여부를 다시 결정할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 블록(502)에서, 패시브 교정 동작이 검출되지 않은 것으로 결정되면, 그리고/또는 블록(503)에서, 디바이스가 측정 위치에 있지 않은 것으로 결정되면, 방법은 단계(502)로 다시 되돌아 갈 수 있고, 배경 프로세스로서 실행하는 것을 계속할 수 있다.

[0088] 이 방식으로, 방법은, 컴퓨팅 디바이스(2000)가 더 많은 측정들 및 위치들을 시간에 걸쳐 캡처하도록 허용할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 풀고 있는 방정식들은 2개의 변수들(즉, 스케일 팩터 및 오프셋)을 포함하기 때문에, 방정식들의 시스템을 풀기 위해 축 당 적어도 2개의 측정들을 캡처하는 것이 바람직할 수 있다. 아울러, 예를 들어, 앞서 설명된 바와 같이, 방법을 루프 방식으로 배경 프로세스로서 실행함으로써, 교정의 정확도는 시간에 걸쳐 개선될 수 있다. 상세하게는, 컴퓨팅 디바이스(2000)가 더 많은 위치들을 참조하고, 그 위치들에 대응하는 더 많은 측정들을 획득하기 때문에, 교정 파라미터들은 측정들의 더 큰 샘플링에 기초할 수 있고, 따라서 더 정확해질 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 예를 들어, 아래에서 설명되는 스케줄링 모듈(교정 측정들을 획득하기 위해 특정한 시간들을 지능적으로 선택함)과 같은 본 명세서에서 설명되는 다른 양상들과 조합하여 이러한 방법을 실행함으로써, 전력 절약들이 실행될 수 있다.

[0090] II. 스케줄링 모듈

[0091] 본 발명의 실시예들은 컴퓨팅 디바이스(2000) 상에서 작업의 실행을 스케줄링하는 것을 설명한다. 몇몇 실시예들에서, 작업은 디바이스에 커플링된 센서들을 교정하는 것과 같은 비실시간 네이티브 민감 배경 작업일 수 있다. 센서들은, 가속도계들(2055), 자이로스코프들(2060), 자력계들(2065), 기압계 등을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다. 작업은, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 하나 또는 그 초과의 컴포넌트들이 액티브 또는 높은 전력 모드인 동안, 디바이스 배터리가 충전되는 동안, 또는 예상되는 높은 품질의 데이터 기간들 동안 실행되도록 스케줄링될 수 있다. 일 실시예에서, 작업의 스케줄링은, 높은 전력 모드 동안, 디바이스가 충전되는 동안, 또는 높은 품질의 데이터를 갖는 상태를 초래하는 전화의 울림/진동과 같은 트리거링 이벤트에 후속하여 발생할 수 있다.

[0092] 몇몇 구현들에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)가 높은 전력 모드에 있는지 여부에 대한 결정은, 높은 전력 모드 동안 작업들의 실행에 기인한 전력 소모에 기초한다. 다른 구현들에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)가 높은 전력 모드에 있는지 여부에 대한 결정은, 현재의 상태가 임계치 위인 전력 레벨과 연관된 복수의 상태들 중 하나인 것에 대한 결정에 기초한다. 또 다른 구현들에서, 디바이스 또는 디바이스의 컴포넌트들은, 정의된 전력 상태들, 이를테면, 다양한 슬립 상태들, 활동 상태들, 낮은 전력 상태들 및 높은 전력 상태들을 가질 수 있다. 게다가, 몇몇 컴퓨팅 디바이스들(2000)은, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 전력 상태에 대한 액세스를 허용하는 하드웨어 허크(hook)들을 가질 수 있어서, 컴퓨팅 디바이스(2000)가 높은 전력 모드에 있는지 여부에 대한 결정을 용이하게 한다.

[0093] 본 발명의 몇몇 실시예들에서, 센서들로부터의 센서 측정 데이터는, 디바이스를 교정 위치에 배치하도록 사용자에게 프롬프트함이 없이 또는 교정 루틴을 실행하도록 사용자에게 프롬프트함이 없이 캡처될 수 있다. 디바이스에 커플링된 센서들의 교정은 프로세서(2010)에 의해 자동으로 수행될 수 있다. 가속도계들(2055), 자이로스코프들(2060), 자력계들(2065), 기압계들 등과 같은 센서들의 계속적인 교정은 컴퓨팅 디바이스(2000)의 전력 소모에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 일 양상에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 커플링된 센서를 교정하기 위한 방법은, 애플리케이션 프로세서, DSP 프로세서 또는 컴퓨팅 디바이스(2000)에 커플링된 임의의 다른 컴퓨팅 모듈 상에서 수행될 수 있다. 전력을 절약하기 위해 덜 빈번하게 교정을 수행하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 낮은 활동 기간 동안 디바이스 센서들을 계속적으로 교정하는 것은, 전력을 절약하기 위해 디바이스가 낮은 전력 상태들로 진입하는 것 또는 디바이스의 부품들을 완전히 턴오프시키는 것을 방해할 수 있다.

[0094] 본 발명의 양상들은 전력을 절약하기 위해 컴퓨팅 디바이스(2000)에 커플링된 센서들을 우발적으로 교정하기 위한 방법들을 설명한다. 일반적으로, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 교정은, 디바이스가 활동 상태에 있거나 또는 높은 품질의 교정 데이터를 생성하는 특정한 활동들 동안 트리거링될 수 있다. 추가적으로, 교정은, 설정된 시간 기간 동안 교정이 트리거링되지 않은 상황들을 보상하도록 웬덤으로 그리고 결정적으로 스케줄링될 수 있다.

[0096] 트리거들에 기초한 결정적 스케줄링

[0097] 컴퓨팅 디바이스(2000)에 커플링된 센서들의 교정은, 컴퓨팅 디바이스(2000) 또는 컴퓨팅 디바이스(2000)의 특정한 컴포넌트들이 액티브 상태에 있는 경우 수행 또는 스케줄링될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(2000)의 액티브

상태의 경우, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 상이한 컴포넌트들은 상이한 레벨들의 전력 관리 및 활동 상태들을 가질 수 있다. 본 발명의 양상들은, 더 높은 전력 소모와 연관된 활동 상태들 동안 교정을 수행할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(2000)가 이미 액티브이고 다른 유용한 작업들을 수행하고 있는 경우, 교정 데이터를 수집하는 것과 연관된 전력은 다른 작업들에 비해 무시가능하다. 예를 들어, 디바이스에 대한 디스플레이가 턴온되는 경우 또는 애플리케이션 프로세서가 실행중인 경우 디바이스는 높은 전력 모드에 있을 수 있다. 디스플레이는, 이메일링, 텍스팅, 전화를 받거나 거는 것, 컴퓨팅 디바이스(2000)가 울리거나 진동하는 것, 컴퓨팅 디바이스(2000)를 이용하여 통신하거나 컴퓨팅 디바이스(2000) 상에서 웹에 브라우징하는 것, 및 게임들을 플레이하는 것과 같은 활동들 동안 턴온되고, 교정 데이터를 생성하기 위한 센서 측정들은 이러한 활동 상태들 동안 프로세서에 의해 수집될 수 있다.

[0098] 몇몇 양상들에서, 교정은, 높은 품질의 교정 데이터를 생성하는 특정한 활동들에 의해 트리거링될 수 있다. 이러한 활동들 동안 컴퓨팅 디바이스 센서들을 교정하는 것은, 디바이스가 높은 전력 모드에서 동작중이 아닌 경우에도, 높은 품질의 교정 데이터를 수집하기 위해 바람직할 수 있다. 높은 품질의 교정 데이터는, 높은 신뢰도로 센서 측정들을 오프셋시키는데 이용될 수 있는 교정 데이터를 포함할 수 있지만 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 가속도계의 경우, 높은 품질의 교정 데이터는, 디바이스가 정적인 동안 수집된 교정 데이터를 포함할 수 있다. 게다가, 교정 결과들에 대한 데이터의 품질은, 수집된 교정 데이터와 연관된 배향들의 수를 증가시킴으로써 개선될 수 있다. 전화를 걸거나 받는 것은, 가치있는 교정 데이터를 제공할 수 있는 교정 데이터를 수집하기 위한 가능한 트리거의 일례이다. 몇몇 디바이스들에서, 애플리케이션 프로세서는 턴오프될 수 있고, 보충 프로세서, 마이크로 제어기, DSP 또는 ASIC가 통화를 수행하기 위해 이용될 수 있다. 또한, 디바이스는, 애플리케이션 프로세서 및 디스플레이 모두가 턴오프된 채로 낮은 전력 상태에서 동작한다. 그러나, 다수의 배향들에 의한 높은 품질의 교정 데이터가 전화 통화 동안 캡처될 수 있다. X, Y 및 Z 축 각각에서 커버되는 배향 각도들의 수는, 전화를 걸고 받는 동안 교정 데이터가 획득되는 경우 상당히 개선될 수 있다. 다른 양상들에서, 컴퓨팅 디바이스 상의 센서들의 교정은 또한 결정적으로 스케줄링될 수 있고, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 의한 전력 소모는 주요한 관심사항이 아니다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(2000) 배터리가 충전중인 경우, 전력 보존은 우선순위를 갖지 않을 수 있고, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 교정은 결정적으로 스케줄링될 수 있다.

[0099] 도 6은, 교정 데이터의 수집을 스케줄링하기 위한 비제한적인 예를 예시하는 단순화된 흐름도이다. 도 6에서 설명된 스케줄링 모듈(405/605)과 같은 프로세스(600)는, 하드웨어(회로, 전용 로직 등), (범용 컴퓨팅 시스템 또는 전용 머신 상에서 실행되는 것과 같은) 소프트웨어, 펌웨어(임베딩된 소프트웨어) 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 프로세싱 로직에 의해 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 프로세서(600)는, 도 20에서 설명되는 바와 같은 하나 또는 그 초과의 컴퓨팅 디바이스들(2000)에 의해 수행된다. 일 실시예에서, 센서들(2050)은, 도 20에 설명된 디바이스의 필터링 및 프로세싱 컴포넌트들에 의한 추가적 프로세싱을 위한 센서 입력을 획득한다.

[0100] 블록(605)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)로부터의 스케줄링 모듈은 스케줄링 요구들에 대한 체크들을 주기적으로 수행한다. 블록(610)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 스케줄링 모듈은, 디바이스가 활동 상태인지, 충전중인지 또는 음성 통화중인지 여부를 체크한다. 블록(620)에서, 디바이스가 활동 상태인 것, 충전중인 것 또는 통화중인 것을 스케줄링 모듈이 검출하면, 스케줄링 모듈은 결정적 스케줄링을 활성화시킬 수 있다. 블록(630)에서, 교정 모듈은, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 커플링된 센서들을 이용하여 교정 데이터를 수행하기 위해 트리거링된다.

[0101] 일 구현에서, 활동 모드는, 디바이스의 상태와 연관된 전력 레벨에 액세스함으로써 결정될 수 있다. 예를 들어, 디바이스는, 디바이스와 연관된 전력 소모 레벨이 임계 레벨 위에 있거나 또는 디바이스의 상태가 미리 결정된 임계 레벨 위의 전력 레벨과 연관된 복수의 상태들 중 하나이면 활동 모드인 것으로 고려될 수 있다. 활동 모드들은, 이메일링, 텍스팅, 전화를 받거나 거는 것, 디바이스가 울리거나 진동하는 것, 디바이스를 이용하여 통신하는 것 또는 디바이스 상에서 인터넷을 브라우징하는 것을 포함할 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다. 모바일 디바이스와 같은 컴퓨팅 디바이스(2000)가 울리거나 진동하는 것은 또한, 전화 통화를 받는 것과 같은 활동 상태로의 트리거로서 동작할 수 있다.

[0102] 몇몇 구현들에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 프로세서(2010)에 의해 실행되는 스케줄링 모듈이, 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향들 중 하나에 있는 컴퓨팅 디바이스(2000)를 검출하면, 스케줄링 모듈은 일정 시간 기간 동안 교정 데이터의 수집을 스케줄링한다. 가속도계들(2055)과 같은 몇몇 센서들의 경우, 하나 또는 그 초과의 배향들은, 컴퓨팅 디바이스(2000)가 특정한 배향에서 정적인 것 또는 실질적으로 정적인 것을 결정하는 것

에 기초하여 높은 품질의 교정 데이터와 연관될 수 있다. 몇몇 구현들에서, 디바이스의 더 낮은 전력 상태 또는 슬립 상태로의 전이는, 적어도, 교정 데이터의 수집의 완료까지 지연될 수 있다. 디바이스의 더 낮은 전력 상태 또는 슬립 상태로의 전이에서의 지연은, 컴퓨팅 디바이스의 높은 품질 데이터와 연관된 상태로의 전이에 대한 예상에 기초할 수 있고, 교정 데이터는 이러한 높은 품질 데이터의 상태 동안 수집된다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는, 교정 데이터를 수집하기 위해, 높은 전력 상태와 낮은 전력 상태 사이의 중간적 상태에 진입할 수 있다.

[0104] 랜덤 스케줄링

컴퓨팅 디바이스(2000)는, 설정된 시간량 동안 교정이 수행되지 않은 상황들을 보상하기 위해 하나 또는 그 초과의 센서들(2050)의 교정을 랜덤으로 스케줄링할 수 있다. 이러한 상황들에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)가 컴퓨팅 디바이스(2000)의 트리거 기반 교정에만 의존할 수 있기 전에, 컴퓨팅 디바이스(2000)와 연관된 센서들(2050)을 교정하기 위해 공격적인 스케줄링이 요구될 수 있다. 랜덤 스케줄링 모드 동안, 컴퓨팅 디바이스(2000)는, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 대한 활동 상태 또는 다른 전력 고려사항들과 무관하게 교정 데이터를 수집할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(2000)의 프로세서(2010)에 의해 실행되는 교정 알고리즘은, 각각의 축 상의 엔트로피의 레벨들에 기초하여 컨버전스가 발생하지 않았으면, 공격적 스케줄링으로 스위칭하는 옵션을 추가로 제공할 수 있다.

도 6을 다시 참조하면, 블록(615)에서, 스케줄링 모듈은, 수집된 교정 데이터에서의 불충분 또는 컨버전스의 부족을 결정할 수 있고, 수집된 교정 데이터에서의 불충분 또는 컨버전스의 부족을 결정하는 것에 대한 응답으로, 센서들에 대한 교정 데이터의 수집을 위한 랜덤 스케줄링을 활성화시킬 수 있다. 일 실시예에서, 수집된 교정 데이터에서 컨버전스의 부족은, 고정된 시간 기간 동안 제 2 작업의 스케줄링의 부족에 기초하여 결정될 수 있다. 하나의 예시적인 구현에서, 블록(625)에서, 마지막 교정이 2일 초과 30일 미만 전에 수행되었다면, 교정 데이터에 대한 랜덤 스케줄링이 활성화될 수 있다. 또한, 블록(615)에서, 프로세서(2010)에 의해 수행되는 스케줄링 모듈은, 교정 데이터가 신뢰 가능한 것으로 고려되는지 여부, 및 랜덤 스케줄링을 활성화하기 전에 센서들(2050)이 주위 온도인지 여부를 체크할 수 있다. 블록(630)에서, 교정 모듈은, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 커플링된 센서들(2050)을 이용하여 교정 데이터를 수집하기 위해 트리거링될 수 있다.

도 6에 예시된 특정한 단계들은, 본 발명의 실시예에 따라 동작 모드들 사이에서 스위칭하는 특정한 방법을 제공함을 인식해야 한다. 단계들의 다른 시퀀스들이 또한 대안적인 실시예들에서 그에 따라 수행될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 대안적인 실시예들은, 앞서 개략된 단계들을 상이한 순서로 수행할 수 있다. 예시를 위해, 사용자는, 제 3 동작 모드로부터 제 1 동작 모드로의 변경, 제 4 모드로부터 제 2 모드로의 변경, 또는 이들 사이의 임의의 조합을 선택할 수 있다. 아울러, 도 6에 예시된 개별적인 단계들은, 개별적인 단계에 적절하게 다른 시퀀스들로 수행될 수 있는 다수의 서브-단계들을 포함할 수 있다. 게다가, 특정한 애플리케이션들에 따라 추가적인 단계들이 추가되거나 제거될 수 있다. 이 분야의 당업자는 프로세스의 많은 변화들, 변형들 및 대안들을 인지 및 인식할 것이다.

[0109] 배향 위치들의 예상

본 발명의 특정한 양상들에서, 디바이스가 예상된 배향들과 연관된 교정 데이터를 캡처하기 위해, 특정한 활동들 이후 및 디바이스가 낮은 전력 상태에 진입하기 전에 타임아웃이 구현될 수 있다. 타임아웃은, 교정 데이터가 획득될 수 있도록, 타임아웃 기간 동안 컴퓨팅 디바이스(2000)가 낮은 전력 상태로 진입하는 것을 추가로 지원시킬 수 있다. 예를 들어, 사용자는, 이메일링, 텍스팅 또는 웹의 브라우징 이후에, 셔츠 또는 바지의 주머니, 테이블, 핸드백 등과 같은 다양한 위치들에 컴퓨팅 디바이스(2000)를 배치하여, 디바이스 센서들을 교정하기 위한 높은 품질의 배향 데이터를 도출할 수 있다.

몇몇 구현들에서, 스케줄링 디바이스는, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 현재의 상태에 기초하여 디바이스의 제 2 상태로의 전이를 예상할 수 있고, —여기서, 제 2 상태는 높은 품질 데이터와 연관되고, 여기서, 교정 데이터는 제 2 상태 동안 수집됨— 컴퓨팅 디바이스(2000)의 제 2 상태로의 전이의 예상시에 제 1 시간 기간 동안 컴퓨팅 디바이스(2000)의 더 낮은 전력 레벨로의 전이를 지원시킬 수 있다. 제 1 시간 기간 동안 디바이스의 제 2 상태로의 전이가 검출되면, 디바이스의 더 낮은 전력 상태로의 전이는 제 2 시간 기간 동안 지연될 수 있고, 교정 데이터의 수집은 제 2 시간 기간 동안 스케줄링될 수 있다.

도 7은, 높은 품질 교정 데이터와 연관된 컴퓨팅 디바이스(2000)의 배향들의 예상시에 교정 데이터를 수집하기 위해 원도우를 확장시키기 위한 예시적인 구현을 예시하는 타이밍도이다. 시간(705)에, 높은 품질 교정

데이터, 더 높은 전력, 또는 전력 절약 어그노스틱(agnostic) 상태, 이를테면, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 배터리의 충전과 연관된 활동의 완료가 검출될 수 있다. 일 구현에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는, 활동 상태의 완료의 검출에 대한 응답으로, 시간(705)에, DEF_SCH_OFF 트리거를 생성할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(2000)는 또한, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 대한 교정 데이터를 수집하기 위해 관심있는 비교적 정적 위치들 또는 배향들의 검출의 예상시에, (시간(710)에 종료하는) 제 1 시간 기간(도 7의 T1) 동안 컴퓨팅 디바이스(2000)의 상태를 모니터링하는 것을 계속한다. 컴퓨팅 디바이스(2000)의 이러한 정적인 위치들 및 배향들은 높은 품질 교정 데이터의 이용가능성의 지속기간들과 연관될 수 있다. 제 1 시간 기간(T1) 동안, 관심있는 배향이 검출되면, 스케줄링 모듈은 높은 품질 교정 데이터를 수집하기 위해, (시간(720)에 종료하는) 제 2 시간 기간(도 7에서 T2) 동안 시간의 확장을 위한 요청(시간(715)의 REQ_EXTN)을 시그널링할 수 있다. 도 7에서, 교정 데이터의 수집은, 제 2 시간 기간의 종료를 또한 마킹하는 시간(720)에 중지될 수 있다. 대안적으로, 시간(725)에, 프로세서(2010)에 의해 실행되는 스케줄링 모듈은, STOP_EXTN 신호가 어서팅될 때 교정 데이터 수집을 중지할 수 있다.

[0114] III. 교정 모듈

첨부된 도면들과 같은 본 개시의 다른 부분들에서 뿐만 아니라 다음의 논의에서, 다음의 표에 정의된 용어가 사용될 수 있다.

용어	정의
CL_OFF	폐쇄형 루프 오프셋, 오프셋 파라미터를 저장함 (반복적으로 업데이트됨)
CL_SF	폐쇄형 루프 스케일 팩터, 스케일 팩터 파라미터를 저장함 (반복적으로 업데이트됨)
OFF_CORR	루프 폐쇄 이후 KF로부터 컴퓨팅된 오프셋 정정들
SF_CORR	루프 폐쇄 이후 KF로부터 컴퓨팅된 스케일 팩터 정정들
QMD	QMD = 1은 모션 상태를 의미하고, 0은 정적인 것을 의미함
CALC_ENT	컴퓨팅된 배향 엔트로피에 대해 활동된 함수
LSB	센서의 LSB 사이즈
TEMP	현재 온도
TEMP_AMB	주위 온도
K	센서 오프셋 온도 계수
CL_FLAG	폐쇄형 루프 액티브 플래그
P	KF의 공분산 행렬
RES	KF 나머지들
ENT	배향 엔트로피 값들
COV RATIOS	분산 대 공분산 항들의 비
TBIN	온도 빈

도 8은, 컴퓨팅 디바이스(2000) 상에서 작업의 실행을 스케줄링하기 위한 본 발명의 실시예들에 의해 수행되는 비제한적 방법을 예시하는 단순화된 흐름도이다. 교정 모듈과 같은 프로세스(800)는 하드웨어(회로, 전용 로직 등), (범용 컴퓨팅 시스템 또는 전용 머신 상에서 실행되는 것과 같은) 소프트웨어, 펌웨어(임베딩된 소프트웨어) 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 프로세싱 로직에 의해 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 프로세스

(800)는 도 20에 설명된 바와 같이 하나 또는 그 초과의 컴퓨팅 디바이스들(2000)에 의해 수행된다.

[0118] 예시적인 도 8을 참조하면, 블록(802)에서, 본 발명의 실시예들을 수행하는 컴퓨팅 디바이스(2000)의 컴퓨트들은 컴퓨팅 디바이스(2000)의 제 1 상태를 검출할 수 있고, 여기서, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 제 1 상태는 제 1 전력 레벨 및 제 1 작영ㅂ과 연관될 수 있다. 블록(804)에서, 본 발명의 실시예들은, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치보다 위인 것 또는 디바이스에 커플링된 배터리가 충전중인 것을 결정할 수 있다. 블록(806)에서, 본 발명의 실시예들은, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치보다 위인 것 또는 디바이스에 커플링된 배터리가 충전중인 것에 대한 응답으로, 컴퓨팅 디바이스(2000) 상에서 제 2 작업의 실행을 스케줄링 할 수 있다. 디바이스 상의 제 2 작업은 비실시간 작업, 네-레이턴시 민감 작업 또는 배경 작업일 수 있다.

[0119] 일 실시예에서, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨의 결정은, 제 1 작업을 실행하는 동안의 전력 소모에 기초 한다. 다른 실시예에서, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 레벨이 임계치 위인 것을 결정하는 것은, 제 1 상태가 임계치 위의 전력 레벨과 연관된 복수의 상태들 중 하나인 것을 결정하는 것을 포함한다. 임계치 위의 전력 레벨과 연관된 복수의 상태들은, 디바이스의 디스플레이 중 하나 또는 그 초과를 턴온시키는 것, 애플리케이션 프로세서가 활동을 수행하는 것, 이메일링 텍스팅, 전화를 받거나 거는 것, 디바이스가 울리거나 진동하는 것, 디바이스를 이용하여 통신하는 것 또는 디바이스 상에서 인터넷을 브라우징하는 것을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 1 상태와 연관된 제 1 전력 상태의 결정은, 컴퓨팅 디바이스(2000) 상에서 하드웨어 메커니즘들에 액세스함으로써 컴퓨팅 디바이스(2000)의 전력 상태에 액세스하는 것에 기초한다.

[0120] 일 실시예에서, 제 2 작업은 센서(2050)를 이용하여 교정 데이터를 자동으로 수집하는 것과 연관될 수 있다. 센서로부터의 센서 측정들은, 컴퓨팅 디바이스(2000)를 교정 위치에 배치하도록 사용자에게 프롬프트하는 것 또는 교정 루틴을 실행하도록 사용자에게 프롬프트하는 것 없이 캡쳐될 수 있다. 센서(2050)는 가속도계(2055), 자이로스코프(2060) 또는 자력계(2065) 중 하나일 수 있다. 프로세서(2010)에 의해 교정 데이터를 자동으로 수집하는 것은, 제 1 시간 기간 동안 복수의 배향들에서 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향에 대해 컴퓨팅 디바이스(2000)를 모니터링하는 것, 및 디바이스가 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향들 중 하나에 있는 것을 검출하는 것에 대한 응답으로 제 2 시간 기간 동안 교정 데이터를 수집하는 것을 포함할 수 있다. 일 구현에서, 높은 품질의 데이터와 연관된 배향에서 교정 데이터를 수집하는 것은, 그 배향에서 컴퓨팅 디바이스(2000)가 정적인 것 또는 실질적으로 정적인 것을 결정하는 것을 더 포함할 수 있다. 일 양상에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)가 제 2 시간 기간 동안 센서(2050)를 이용하여 교정 데이터를 수집하기 위해 높은 품질의 교정 데이터와 연관된 배향으로 전이했는지 여부를 결정하기 위해 디바이스가 제 1 전력 레벨에 있는 동안 센서 측정들이 수집될 수 있다.

[0121] 일 실시예에서, 주/제 1 작업이 완료되는 동안 제 2 작업이 스케줄링되고 배경에서 실행된다. 방법은, 적어도 제 2 작업의 완료까지 제 2 전력 레벨로의 디바이스의 전이를 지연시키는 것을 더 포함할 수 있고, 여기서 제 1 전력 레벨은 제 2 전력 레벨보다 위에 있다. 일 실시예에서, 제 2 전력 레벨로의 디바이스의 전이를 지연시키는 것은, 전화가 올리는 것과 같은 트리거 또는 디바이스의 제 1 상태에 기초하여 디바이스의 제 2 상태로의 전이를 예상하는 것을 포함하고, 여기서, 제 2 상태는 높은 품질의 데이터와 연관되고, 여기서 교정 데이터는 제 2 상태 동안 수집된다.

[0122] 다른 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)가 확률적으로 정적 위치로 이동할 수 있는 경우, 데이터를 수집하는 제 2 작업은 전화 통화와 같은 제 1 작업의 완료 이후 수행될 수 있다. 여기서, 센서(2050)를 이용하여 교정 데이터를 자동으로 수집하는 것은 디바이스의 제 1 상태에 기초하여 디바이스의 제 2 상태로의 전이를 예상하는 것 –여기서, 제 2 상태는 높은 품질의 데이터와 연관되고, 교정 데이터는 제 2 상태 동안 수집됨–, 및 디바이스의 제 2 상태로의 전이의 예상시에 제 1 시간 기간 동안 제 2 전력 레벨로의 디바이스의 전이를 지연시키는 것을 포함할 수 있다. 방법은, 제 1 시간 기간 내에 제 2 상태로의 디바이스의 전이를 검출하는 것, 제 1 시간 기간 내에 제 2 상태로의 디바이스의 전이를 검출하는 것에 대한 응답으로 제 2 시간 기간 동안 제 2 전력 레벨로의 디바이스의 전이를 지연시키는 것, 및 제 2 시간 기간 동안 교정 데이터의 자동 수집을 스케줄링하는 것을 더 포함할 수 있다. 높은 품질의 교정 데이터는 전화 통화들을 걸거나 받는 동안 수집될 수 있다.

[0123] 일 실시예에서, 수집된 교정 데이터에서 컨버전스의 불충분 또는 부족을 결정하는 것에 대한 응답으로, 디바이스 상에서 제 2 작업의 랜덤 스케줄링을 활성화한다. 수집된 교정 데이터에서 컨버전스의 불충분 또는 부족은, 제 1 시간 기간 동안 제 2 작업의 스케줄링의 부족에 기초하여 결정될 수 있다.

[0124] 도 8에서 예시된 특정한 단계들은, 본 발명의 실시예에 따라 동작 모드들 사이에서 스위칭하는 특정한 방법을 제공함을 인식해야 한다. 대안적인 실시예들에 따라서 단계들의 다른 시퀀스들이 또한 수행될 수 있다. 예를

들어, 본 발명의 대안적인 실시예들은 앞서 개략된 단계들을 상이한 순서로 수행할 수 있다. 예시를 위해, 사용자는 제 3 동작 모드로부터 제 1 동작 모드로, 제 4 모드로부터 제 2 모드로, 또는 이를 사이의 임의의 조합으로 변경하도록 선택할 수 있다. 아울러, 도 8에 도시된 개별적인 단계들은, 개별적인 단계에 적절하게 다양한 시퀀스들에서 수행될 수 있는 다수의 서브-단계들을 포함할 수 있다. 게다가, 특정한 애플리케이션들에 따라 추가적인 단계들이 추가되거나 제거될 수 있다. 이 분야의 당업자는 프로세스의 많은 변화들, 변형들 및 대안들을 인지하고 인식할 것이다.

[0125] 도 9는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따른 교정 모듈의 예시적인 컴포넌트들을 예시한다. 후술하는 구절들에서, 도 9에 예시된 도면에 포함된 기능 블록들이 더 상세히 설명될 것이다. 첨부한 도면들과 같은 본 개시의 다른 부분들 뿐만 아니라 후술하는 논의에서, 본 발명의 실시예들은 예시적인 센서로서 가속도계(2055)를 이용하여 설명될 수 있지만, 본 발명의 양상들을 구현하기 위해 다른 센서들, 이를테면, 자이로스코프들(2060), 자력계들(2065), 기압계들 등이 대신 이용될 수 있다. 도 9에 설명된 다양한 모듈들은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어 또는 이들의 임의의 조합을 이용하여 구현될 수 있다.

[0126] 도 9에 예시된 예시적인 교정 모듈의 시작에서, 블록(902)에서, 착신 센서(2050) 샘플들이 높은 품질의 데이터 샘플들에 대해 테스트될 수 있다. 가속도계(2055)의 경우, 센서 샘플들은 정상성에 대해 테스트될 수 있다. 정상성은, Qualcomm Motion Detector(QMD) 및 Gradient Motion Detector(GMD)의 조합에 기초하여 결정될 수 있고, 교정 알고리즘 내에서 구현될 수 있다. 샘플이 정적인 것으로 결정되면, 샘플은, 동일한 정적 세그먼트의 일부인 다른 샘플들과 평균될 수 있다. 정적 세그먼트 데이터의 분산이 또한 컴퓨팅될 수 있다. 자이로스코프들(2060)과 같은 다른 센서들의 경우, 디바이스의 정상성 이외의 다른 모션들 및 배향들이 높은 품질의 데이터와 연관될 수 있다.

[0127] 도 9의 참조를 계속하면, 블록(904)에서, 데이터 프리-프로세싱 블록이, 데이터를 칼만 필터로 전달하기 전에 센서(2050)를 프리-파로세싱한다. 가속도계(2055)를 포함하는 예시적인 실시예의 경우, 프리-프로세싱 블록(904)은 평균된 가속도계 판독치들로부터 스칼라 가속도를 컴퓨팅한다. 스칼라 가속도 분산이 또한 개별적인 축 분산들의 함수로서 컴퓨팅된다. 이 2개의 특징들은 측정 및 잡음 추정치들로서 칼만 필터에 전달된다. 특징 생성 및 이의 분산 추정에 대한 세부사항들은 아래에서 더 상세히 설명된다.

[0128] 블록(906)에서, 칼만 필터는 프리-프로세싱 블록(904)으로부터의 입력들을 이용하여, 교정 파라미터들의 추정치를 최적으로 컴퓨팅할 수 있다(제곱 평균된 에러를 최소화한다). 높은 레벨에서, 칼만 필터는, 자신의 분산으로 가중된 각각의 새로운 측정을 이용하고, 그에 따라 신뢰할 수 없는 측정들에 더 작은 가중치들을 자동으로 할당한다. 낮은 분산 또는 신뢰할 수 있는 측정들은 추정치에 더 많이 기여하고, 마지막 추정치에 적절히 통합된다. 칼만 필터는 교정 파라미터들 및 파라미터들의 에러 추정치들을 제공한다. 이 블록은 아래에서 추가로 논의된다.

[0129] 블록(908)에서, 피드백 블록은 추정된 교정 파라미터들의 분산을 모니터링한다. 분산들이 특정한 제한들을 충족하는 경우, 추정된 파라미터들은 피드백에 대해 신뢰가능한 것으로 간주된다. 즉, 추정된 파라미터들은 실시간으로 착신하는 가속도 샘플들에 적용되기에 충분할만큼 정확하다. 칼만 필터 모델에서 선형의 가정들에 기인하여, 오프셋들 또는 스케일 팩터들이 큰 경우 필터의 성능은 악화된다. 이러한 효과들을 완화시키기 위해, 추정된 파라미터들은 착신 샘플들에 적용될 수 있다. 정정들이 적용됨에 따라, 추정되도록 남은 오프셋들은 더 작아지고, 따라서, 비선형의 효과는 완화될 수 있다. 따라서, 피드백을 이용함으로써 정확도 및 컨버전스가 개선될 수 있다.

[0130] 블록(910)에서, 판정 블록은 칼만 필터 블록(906), 피드백 모니터 블록(908) 및 독립적 메트릭들(912)로부터의 데이터를 이용할 수 있고, 추정된 파라미터들의 품질 및 신뢰도를 결정할 수 있다. 메트릭들이 요건들에 의한 액면 그대로(at par)의 컨버전스 정확도를 나타내는 경우, 교정 알고리즘의 결과들은 클라이언트에게 퍼블리쉬될 수 있다. 이용되는 몇몇 메트릭들은 칼만 필터 및 배향 엔트로피로부터의 나머지인 추정된 파라미터 분산이다. 메트릭들은 도 10, 도 11 및 도 12에서 더 상세히 논의된다.

[0131] 칼만 필터는 피드백 제어를 이용하여 프로세스를 추정한다. 프로세스 상태(오프셋들 및 스케일 팩터들)는 몇몇 시간에 추정되고, 그 다음 새로운 잡음 측정들과 비교된다. 그 다음, 남은 에러가 피드백되고, 프로세스는 반복된다. 본 발명의 하나의 예시적인 실시예가 여기서 단계별로 설명된다.

[0132] 단계 1. (전체 정적 기간 또는 세그먼트에 걸쳐 컴퓨팅된) 정적 가속도계 측정들 및 이들의 분산들이 칼만 필터에 관한 것이기 때문에, 시간 업데이트 상태는 현재의 오프셋 및 스케일 팩터 추정치들('상태') 및 분산을 투

영한다. 이 경우, 현재 상태는 이전의 상태와 (선험적으로) 동등하고, 현재의 공분산은 마지막 공분산 행렬(선험적 공분산)과 동일하다.

[0133] 단계 2. 다음으로, 먼저 칼만 이득을 컴퓨팅함으로써 측정 업데이트 단계가 시작한다. 다음으로, 교정 파라미터들의 귀납적 추정치를 생성하기 위해 현재의 측정 z가 통합된다. 이 때, 귀납적 분산이 또한 업데이트된다.

[0134] 단계 3. 각각의 시간 및 측정 업데이트 쌍 이후, 새로운 선험적 추정치를 예측하기 위해 이용되는 이전의 귀납적 추정치로 프로세스가 반복된다. 이 반복적 절차는, 원하는 정확도가 획득될 때까지 행해진다.

[0135] 본 발명의 실시예들을 설명하는데 가속도계(2055)의 세부사항들이 이용될 수 있지만, 앞서 도 8에 대해 논의된 바와 같이, 임의의 다른 센서들, 이를테면, 자력계들(2065), 자이로스코프들(2060), 기압계들 등이 본 발명의 실시예들에서 이용될 수 있다.

[0136] 도 10은, 본 발명의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따른 피드백 루프를 이용하여 교정 파라미터들을 업데이트하는 예시적인 방법을 예시한다. 도 10의 양상들은 도 9로부터의 판정 모니터(910)를 논의한다. 프로세스(1000)는, 하드웨어(회로, 전용 로직 등), (범용 컴퓨팅 시스템 또는 전용 머신 상에서 실행되는 것과 같은) 소프트웨어, 펌웨어(임베딩된 소프트웨어) 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 프로세싱 로직에 의해 수행된다. 일 실시예에서, 프로세스(1000)는 도 20에 설명된 바와 같은 하나 또는 그 초과의 컴퓨터 시스템들(2000)에 의해 수행된다. 일 실시예에서, 센서들(2050)은, 도 20에서 설명된 컴퓨팅 디바이스(2000)의 컴퓨포넌트들에 의한 프로세싱 및 필터링에 의한 추가적인 프로세싱을 위해 센서 입력을 획득한다.

[0137] 이전에 논의된 바와 같이, 이 예시적인 방법에서 설명된 것과 같은 피드백 루프를 이용함으로써, 성능을 충분적으로 개선하기 위해 측정 데이터가 실시간으로 (예를 들어, 진행중인 자동화된 교정 프로세스 동안) 센서 판독들에 적용될 수 있다. 예를 들어, 디바이스가 3일의 기간에 걸쳐 교정되면, 전체 3일간의 교정 기간이 아직 종료되지 않은 경우에도, 첫째 날 캡처된 측정들은 둘째 날의 가속도계 데이터에 교정 파라미터들을 적용하는데 이용될 수 있다. 이 예에서, 센서 데이터를 충분적으로 교정함으로써, 둘째 날의 측정들은 더 정확해질 것이고, 그 다음, 셋째 날의 측정들은 또한 더욱 정확해질 것이다.

[0138] 블록(1001)에서, 공장/디폴트 교정 세팅들이 로딩될 수 있다. 예를 들어, 블록(1001)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 (예를 들어, 공장에서 제조시에 컴퓨팅 디바이스(2000) 상에 로딩된) 디폴트 교정 파라미터들을 로딩할 수 있다.

[0139] 블록(1002)에서, 교정 센서 측정에 대응하는 센서 입력이 수신될 수 있다. 예를 들어, 블록(1002)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 컴퓨팅 디바이스(2000)에 포함된 하나 또는 그 초과의 센서들, 이를테면, 가속도계들(2055)로부터 이러한 센서 입력을 수신할 수 있다. 블록(1003)에서, 교정 파라미터들은 업데이트될 수 있다. 예를 들어, 블록(1003)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 수신된 센서 입력에 기초하여 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트할 수 있다.

[0140] 블록(1004)에서, 제한에 도달되었는지 여부가 결정될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(2000)는, 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들의 최종 승인 및/또는 공개를 보장하기 위해 충분한 수의 위치 측정들이 얻어졌는지 여부를 결정할 수 있다. 적어도 하나의 배열에서, 이러한 결정은 미리 결정된 임계치에 기초할 수 있다. 다른 배열들에서, 이러한 결정은, 다른 팩터들, 이를테면, 도 11 및 도 12에서 설명되고 논의된 다른 팩터들 또는 얻어진 배향들의 바이너시티에 기초할 수 있다. 제한에 도달된 것으로 블록(1004)에서 결정되면, 방법은, 추가적인 센서 입력이 수신될 수 있는 블록(1002)으로 리턴할 수 있다. 이러한 방식으로, 피드백 루프, 이를테면, 피드백 루프 및/또는 폐쇄 루프가 형성될 수 있다. 한편, 제한에 도달된 것으로 블록(1004)에서 결정되면, 블록(1005)에서, 최종 교정이 공개될 수 있다. 예를 들어, 블록(1005)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 피드백 루프의 다양한 반복들을 통해 생성 및/또는 튜닝된 교정 파라미터들을 최종 승인, 공개 및/또는 저장할 수 있다.

[0141] 도 10에 예시된 특정한 단계들은 본 발명의 실시예에 따라 동작 모드들 사이의 특정한 스위칭 방법을 제공함을 인식해야 한다. 대안적인 실시예들에 따라 단계들의 다른 시퀀스들이 또한 수행될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 대안적인 실시예들은 앞서 개략된 단계들을 상이한 순서로 수행할 수 있다. 예시를 위해, 사용자는, 제 3 동작 모드로부터 제 1 동작 모드로의 변경, 제 4 모드로부터 제 2 모드로의 변경, 또는 이들 사이의 임의의 조합을 선택할 수 있다. 아울러, 도 10에 예시된 개별적인 단계들은, 개별적인 단계에 적절하게 다른 시퀀스들로 수행될 수 있는 다수의 서브-단계들을 포함할 수 있다. 게다가, 특정한 애플리케이션들에 따라 추가적인 단계들이 추가되거나 제거될 수 있다. 이 분야의 당업자는 프로세스의 많은 변화들, 변형들 및 대안들을 인지 및

인식할 것이다.

[0142] 판정 모니터 모듈(910)은 추정된 상태의 품질을 모니터링하고, 요구된 신뢰가능도가 달성되는 경우 교정 결과들을 공개하도록 허용한다. 판정 모니터는 판정을 행하기 위해 다음의 메트릭들의 조합을 이용한다.

[0143] -- 추정된 분산(파라미터 분산(P) 행렬의 대각 엘리먼트들)

[0144] -- 배향 엔트로피

[0145] -- KF 나머지들

[0146] -- KF 스칼라 길이 나머지들

[0147] -- 추정된 공분산 비율들

[0148] -- 임계치들을 변형하는데 이용되는 CL 오프셋들의 크기

[0149] 메트릭들 각각은 아래에서 상세히 설명된다.

[0151] 추정된 분산

[0152] 본 발명의 실시예들은 귀납적 공분산 행렬의 대각 엘리먼트들을 결정한다. 엘리먼트들이 엄격한 임계치(작은 분산) 아래에 있으면, 추정된 상태들은 신뢰가능한 것으로 고려될 수 있다. 공분산 행렬은 상태 추정치에서 실제 에러들을 표현하지 못할 수 있다. 현재의 모델에서, P 행렬은 과도하게 낙관적일 수 있다. P 행렬은 몇몇 측정들을 갖는데 유용할 수 있지만, 모든 측정이 상태 추정을 개선하는데 기여하는 것은 아닐 수 있다. 모션에서의 다이버시티는 콘버전스를 도울 수 있지만, 모델은 이러한 양상을 명시적으로 설명하지 못할 수 있다. 따라서, 폰 위치가 이전의 위치들과 매우 유사한 경우에도 P 엘리먼트들은 감소할 수 있다. 일례로서, 컴퓨팅 디바이스(2000)가 항상 동일한 배향에 있는 경우에도 P의 항목들은 (매우 느린 레이트로) 감소할 것이다. 그러나, 긴 시간 기간에 걸쳐, 결과들은 작은 분산을 가질 수 있지만, 실제로 상태는 오직 하나의 고유한 위치를 이용함으로써 추정될 수 있다.

[0153] 칼만 필터는, 추정이 고유한 위치들로부터 유도되는지 여부를 알지 못하는데, 이는 이 모델에서 이러한 정보가 부족하기 때문이다. 예를 들어, 3개의 고유한 위치들 및 추정될 6개의 미지수들(3개의 오프셋들, 3개의 스케일 팩터들)이 존재하면, 칼만 필터는 이러한 시나리오들을 회피하기 위해 빌트-인된 정보를 갖지 못할 수 있다. 따라서, 이러한 정보는 아래에서 추가로 상세히 설명되는 바와 같이 배향 엔트로피의 형태로 외부적으로 코딩될 수 있고 칼만 필터를 이용하여 모니터링될 수 있다. 따라서, 콘버전스를 체크하기 위해 여러 공분산 항목들을 메트릭으로서 이용하는 것이 요구될 수 있지만, 이것은 '교정 완료'를 선언하기에 충분한 조건이 아닐 수 있다.

[0155] 배향 엔트로피

[0156] 디바이스에 커플링된 복수의 센서들에 대한 교정 시스템은 센서들을 교정하기 위해 시간에 걸쳐 센서 입력을 모니터링한다. 그러나, 모바일 디바이스가 긴 시간 기간에 걸쳐 동일한 배향에 있는 경우에도, 결과들은 작은 분산을 가질 수 있고, 이것은 양호한 교정 결과들을 잘못 나타낸다. 실제로, 오직 하나 또는 매우 작은 고유한 배향들을 이용함으로써 상태가 추정되었고, 이것은 시스템의 다양한 센서들에 대한 열악한 교정 파라미터들을 초래한다.

[0157] 센서 측정들을 필터링하기 위해 이러한 시스템들에서 이용되는 칼만 필터는 추정이 고유한 배향들로부터 유도되는지 여부를 알지 못하는데, 이는 이 모델에서 이러한 정보가 부족하기 때문이다. 따라서, 본 발명의 양상들은 이러한 정보를 외부적으로 배향 엔트로피(도 11) 및 주파수 비닝(도 12)의 형태로 인코딩하고, 칼만 필터로부터의 결과들을 모니터링한다.

[0158] 알고리즘에서 행해진 가정들 중 하나는, 측정들이 독립적이고, 이상적으로는 독립적인 폰 위치들로부터 획득된 것이라는 것일 수 있다. 이러한 취지로, 측정들의 일부로서 커버되는 배향들을 포함하는 어떠한 체크도 칼만 필터에서 행해지지 않는다. 따라서, 필터 외부에서 (축 단위로) 커버되는 배향들에 대한 체크를 행한다. 배향 각도는,

$$\theta_x = \cos^{-1} \left(\frac{a_x}{acc_{scalar}} \right)$$

[0159]

[0160]로서 나타낸 바와 같이, 스칼라 가속도에 대한 벡터 가속도의 비의 역 코사인으로서 결정될 수 있다.

[0161]본 발명의 실시예들은, 각각의 축에 대해, 그리고 고정된 빈들로 0 내지 180도의 각도들을 커버하는 히스토그램을 유지한다. 새로운 측정이 수신될 수 있는 경우에는 항상, 배향 히스토그램이 업데이트될 수 있고, 배향의 대응하는 확률이 업데이트된다. 이것은,

$$p_{\theta_x} = \frac{f_{\theta_x}}{\sum_1^{nbins} f_{\theta_x}}$$

[0162]로 나타낸 바와 같이 행해질 수 있다.

[0163]이에 후속하여, 배향의 엔트로피는,

$$e_x = - \sum_1^{nbins} p_{\theta_x} \ln(p_{\theta_x})$$

[0164]에 나타낸 바와 같이 컴퓨팅될 수 있다.

[0165]히스토그램 카운트들 또는 엔트로피는 커버되는 상이한 배향들을 나타낸다. 하나 또는 둘 모두의 수량들이 임계치 위에 있음을 확인함으로써, 충분한 독립적인 측정들이 이용되었는지 여부가 결정될 수 있다. 따라서, 이러한 독립적 정보는 추정된 교정 파라미터들의 신뢰도에 대한 판정을 증강시킬 것이다.

$$acc_{scalar} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

$$\theta_x = \cos^{-1} \left(\frac{a_x}{acc_{scalar}} \right)$$

$$f_{\theta_x} = |f_0 f_1 f_2 \dots f_{nbins}|$$

$$p_{\theta_x} = \frac{f_{\theta_x}}{\sum_1^{nbins} f_{\theta_x}}$$

$$e_x = - \sum_1^{nbins} p_{\theta_x} \ln(p_{\theta_x})$$

[0166]따라서, 결과들을 공개할지에 대해 판정하기 전에, 판정 모니터는, 충분한 다양한 배향들이 발생한 것을 보장한다. 최대 배향 엔트로피 및 현재의 엔트로피 모두가 판정을 행하는데 이용된다. 판정은 엔트로피에 대한 하한을 이용하여 행해진다.

[0167]상이한 블록들에서 이용되는 배향 엔트로피

[0168]루프 폐쇄 조건: 배향 엔트로피는 루프 폐쇄(피드백) 이전에 추가적인 기준으로서 이용될 수 있다. 이것은, 매우 유사한 폰 배향들이 발생하는 경우 피드백이 시작되지 않음을 보장하기 위해 행해진다. 몇몇 테스트들에서, 분산 항목들에만 기초한 피드백은 부정확한 피드백을 초래함이 관찰되었다. 최초의 루프 폐쇄들의 경우에도 추가적인 엔트로피 기준을 포함시키는 것이 필터 안정도를 높는다.

[0169]P 행렬의 부분적 나머지: 엔트로피 수는 데이터에서 다이버시티를 특징지을 수 있다. 엔트로피는, 루프 폐쇄가

행해진 경우 P를 변형하기 위해 이용될 수 있어서 - 루프 폐쇄의 맨처음에 P를 큰 값으로 리셋하기 위해 추가적인 항이 추가된다:

$$P_k(1,1) = P_k(1,1) * \left(1 + \frac{1}{e_{k,x}} \right)$$

$$P_k(2,2) = P_k(2,2) * \left(1 + \frac{1}{e_{k,y}} \right)$$

$$P_k(3,3) = P_k(3,3) * \left(1 + \frac{1}{e_{k,z}} \right)$$

[0174]

[0175] P에서의 증가는 루프 피드백 또는 폐쇄에 기인한 과도(transients)를 회피할 수 있다. 폐쇄시에, 비선형 예러들이 상당히 감소되고, 모델은 더 정확해진다.

[0176]

유사한 위치들 동안 P의 동결: 배향 엔트로피는, 위치가 변했는지 여부에 대한 정보를 제공하는데 이용될 수 있고, 폰 위치가 이전 위치로부터 변하지 않은 경우 P의 감소를 회피한다.

$$P_k = \alpha P_{k-1} + (1-\alpha)P_k$$

[0177]

여기서 α 는, 현재의 배향이 이전의 배향과 동일한지 여부에 따라 각각 1 또는 0이다.

[0179]

도 11은, 본 개시의 하나 또는 그 초파의 예시적인 양상들에 따라 배향 엔트로피를 이용하여 교정 측정들을 평가하는 비제한적인 예시적인 방법을 예시한다. 프로세스(1100)는, 하드웨어(회로, 전용 로직 등), (범용 컴퓨터 시스템 또는 전용 머신 상에서 실행되는 것과 같은) 소프트웨어, 펌웨어(임베딩된 소프트웨어) 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 프로세싱 로직에 의해 수행된다. 일 실시예에서, 프로세스(1100)는 도 20에 설명된 바와 같은 하나 또는 그 초파의 컴퓨터 시스템들(2000)에 의해 수행된다. 일 실시예에서, 센서들(2050)은, 도 20에서 설명된 디바이스(2000)의 컴퓨트론트들에 의한 프로세싱 및 필터링에 의한 추가적인 프로세싱을 위해 센서 입력을 획득한다. 일 실시예에서, 칼만 필터가 이용될 수 있다.

[0180]

블록(1101)에서, 가속도계 측정들과 같은 복수의 센서 교정 측정들 및 대응하는 위치/배향 정보가 (예를 들어, 컴퓨터 디바이스(2000)에 포함된 하나 또는 그 초파의 가속도계들 및/또는 다른 센서들로부터 컴퓨터 디바이스(2000) 및/또는 그에 포함된 하나 또는 그 초파의 프로세서들(2010)에 의해) 수신될 수 있다. 예시의 목적으로, 가속도계들이 논의되지만, 본 발명의 실시예들에서 다른 센서들이 이용될 수 있다. 블록(1102)에서, 하나 또는 그 초파의 프로세서들(2010)은, 위치/배향과 연관된 수신된 센서 교정 측정들이 이전에 분석되었는지 여부를 결정할 수 있다.

[0181]

위치/배향과 연관된 센서 교정 측정들이 이전에 분석되지 않았으면, 블록(1103)에서, 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들의 하나 또는 그 초파의 신뢰도 값들 및 하나 또는 그 초파의 센서 교정 측정 값들이 업데이트될 수 있다. 한편, 위치가 이전에 분석되었으면, 블록(1104)에서, 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들의 하나 또는 그 초파의 신뢰도 값들을 업데이트함이 없이, 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들의 하나 또는 그 초파의 센서 교정 측정 값들이 업데이트될 수 있다.

[0182]

후속적으로, 블록(1105)에서, 최종 교정 파라미터들을 공개하기 전에, 복수의 교정 측정들이 상이한 배향들에서 획득된 각도를 결정하기 위해, 하나 또는 그 초파의 프로세서들(2010)은 배향 엔트로피를 계산할 수 있다. 블록(1106)에서, 하나 또는 그 초파의 프로세서들(2010)은, 계산된 배향 엔트로피가 임계치를 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 배향 엔트로피가 임계치를 초과하지 않는 것으로 하나 또는 그 초파의 프로세서들(2010)이 결정하면, 블록(1107)에서, 디바이스는 하나 또는 그 초파의 센서들을 교정하기 위해 데이터의 측정 및 분석을 계속할 수 있다. 일 실시예에서, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치 아래에 있다고 결정하는 것에 대한 응답으로, 프로세서(2010)는, 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터들을 업데이트함이 없이, 센서 교정 측정이 이전에 수신된 배향에 대한 센서 교정 측정을 폐기할 수 있다. 다른 실시예에서, 하나 또는 그 초파의 교정 파라미터

들을 업데이트함이 없이, 센서 교정 측정들에서 잡음을 감소시키기 위해, 배향에 대한 센서 교정 측정이 프로세서(2010)에 의해 이용될 수 있다. 한편, 배향 엔트로피가 임계치를 초과한다고 결정되면, 블록(1108)에서, 최종 교정 파라미터들이 하나 또는 그 초과의 프로세서들(2010)에 의해 공개될 수 있다.

[0183] 도 11에 예시된 특정한 단계들은 본 발명의 실시예에 따라 동작 모드들 사이의 특정한 스위칭 방법을 제공함을 인식해야 한다. 대안적인 실시예들에 따라 단계들의 다른 시퀀스들이 또한 수행될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 대안적인 실시예들은 앞서 개략된 단계들을 상이한 순서로 수행할 수 있다. 예시를 위해, 사용자는, 제 3 동작 모드로부터 제 1 동작 모드로의 변경, 제 4 모드로부터 제 2 모드로의 변경, 또는 이들 사이의 임의의 조합을 선택할 수 있다. 아울러, 도 11에 예시된 개별적인 단계들은, 개별적인 단계에 적절하게 다른 시퀀스들로 수행될 수 있는 다수의 서브-단계들을 포함할 수 있다. 게다가, 특정한 애플리케이션들에 따라 추가적인 단계들이 추가되거나 제거될 수 있다. 이 분야의 당업자는 프로세스의 많은 변화들, 변형들 및 대안들을 인지 및 인식할 것이다.

[0184] 도 12는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따라 주파수 비닝을 이용하여 센서 교정 측정들을 평가하는 비제한적인 예시적인 방법을 예시한다. 프로세스(1200)는, 하드웨어(회로, 전용 로직 등), (범용 컴퓨팅 시스템 또는 전용 머신 상에서 실행되는 것과 같은) 소프트웨어, 펌웨어(임베딩된 소프트웨어) 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 프로세싱 로직에 의해 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 프로세스(1100)는, 도 20에서 설명되는 바와 같은 하나 또는 그 초과의 컴퓨팅 디바이스들(2000)에 의해 수행된다. 일 실시예에서, 센서들(2050)은, 도 20에 설명된 디바이스의 필터링 및 프로세싱 컴포넌트들에 의한 추가적 프로세싱을 위한 센서 입력을 획득한다. 몇몇 실시예들에서, 칼만 필터가 이용될 수 있다.

[0185] 블록(1201)에서, 복수의 센서 교정 측정들, 이를테면, 가속도 측정 정보 및 대응하는 위치 정보가 (예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 포함된 하나 또는 그 초과의 가속도계들 및/또는 다른 센서들로부터 컴퓨팅 디바이스(2000) 및/또는 그에 포함된 하나 또는 그 초과의 프로세서들에 의해) 수신될 수 있다. 예시의 목적으로, 가속도계들이 논의되지만, 본 발명의 실시예들에서 다른 센서들이 이용될 수 있다. 블록(1202)에서, 위치가 이전에 분석되었는지 여부가 결정될 수 있다.

[0186] 위치가 이전에 분석되지 않았으면, 블록(1203)에서, 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들의 하나 또는 그 초과의 신뢰도 값들 및 하나 또는 그 초과의 측정 값들이 업데이트될 수 있다. 한편, 위치가 이전에 분석되었으면, 블록(1204)에서, 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들의 하나 또는 그 초과의 신뢰도 값들을 업데이트함이 없이, 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들의 하나 또는 그 초과의 센서 교정 측정 값들이 업데이트될 수 있다.

[0187] 후속적으로, 블록(1205)에서, 위치에 대응하는 주파수 빈의 카운트가 증가될 수 있다. 예를 들어, 빈들은 5도의 충분들로 0° 내지 360° 로 할당될 수 있어서, 특정한 충분에 속하는 임의의 위치는 그 충분의 "빈"에 대한 카운트를 증가시킨다. 이러한 방식으로, 앞서 설명된 바와 같이, 분석되고 있는 다양한 위치들이 추적될 수 있다.

[0188] 블록(1206)에서, 프로세서는, 충분한 수의 위치들이 분석되었는지 여부를 결정할 수 있다. 충분한 수의 위치들이 분석되지 않은 것으로 결정되면, 블록(1207)에서, 디바이스는 하나 또는 그 초과의 센서들을 교정하기 위해 데이터의 측정 및 분석을 계속할 수 있다. 일 실시예에서, 충분한 수의 위치들이 분석되지 않은 것으로 결정하는 것에 대한 응답으로, 프로세서(2010)는, 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트함이 없이, 교정 측정이 이전에 수신된 배향에 대한 교정 측정을 폐기할 수 있다. 다른 실시예에서, 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트함이 없이, 교정 측정들과 연관된 잡음을 감소시키기 위해, 배향에 대한 센서 교정 측정이 프로세서(2010)에 의해 이용될 수 있다. 한편, 충분한 수의 위치들이 분석되었다고 결정되면, 블록(1208)에서, 최종 교정 파라미터들이 (예를 들어, 앞서 설명된 바와 같이) 공개될 수 있다.

[0189] 도 12에 예시된 특정한 단계들은 본 발명의 실시예에 따라 동작 모드들 사이의 특정한 스위칭 방법을 제공함을 인식해야 한다. 대안적인 실시예들에 따라 단계들의 다른 시퀀스들이 또한 수행될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 대안적인 실시예들은 앞서 개략된 단계들을 상이한 순서로 수행할 수 있다. 예시를 위해, 사용자는, 제 3 동작 모드로부터 제 1 동작 모드로의 변경, 제 4 모드로부터 제 2 모드로의 변경, 또는 이들 사이의 임의의 조합을 선택할 수 있다. 아울러, 도 12에 예시된 개별적인 단계들은, 개별적인 단계에 적절하게 다른 시퀀스들로 수행될 수 있는 다수의 서브-단계들을 포함할 수 있다. 게다가, 특정한 애플리케이션들에 따라 추가적인 단계들이 추가되거나 제거될 수 있다. 이 분야의 당업자는 프로세스의 많은 변화들, 변형들 및 대안들을 인지 및 인식할 것이다.

[0191]

나머지들

[0192]

칼만 필터의 나머지 또는 측정 혁신이 또한 앞서 설명되었다. 큰 나머지들은 (과거의 측정들에 기초하여) 예측된 측정들에 대한 정정의 필요성을 나타낸다. 따라서, 더 많은 측정들이 프로세스됨에 따라, 나머지들은 더 작아질 것임이 예상된다. 나머지들이 작으면, 이것은 일반적으로 양호한 추정을 반영한다. 많은 엔트리들에 대해 혁신 백터를 검사하고, 이를, 결과들이 아직 신뢰할 수 없음에 대한 표시로 이용한다.

[0193]

칼만 필터는, 측정들에서 백색 잡음을 가정한다. 현재의 측정 잡음이 상관될 수 있다. 또한, 모델에서 비선형성은 넌-제로 나머지들에 대한 것일 수 있다. 그러나, 교정이 진행하고 추정된 오프셋들이 더 정확해짐에 따라, 나머지들은 더 작아진다. 이상적으로, 나머지들의 평균은 제로와 동일해야 한다.

[0194]

이러한 칼만 필터 모델은 최적이 아닐 수 있고, 다음의 팩터들, 즉 (1) 비선형성; (2) 모델링되지 않은 변수들/상태들; (3) 상관된 잡음; 및 (4) 위치들에서 다이버시티의 무시 중 일부 또는 전부로 인해, 제로 평균을 갖는 나머지들을 제공하지 못할 수 있다. 일 구현에서, 나머지의 임계치는 50 mg^2 일 수 있고, 표준 편차는 30 mg^2 일 수 있다. 추정치의 견고성을 증가시키기 위해 그리고 필터가 정상 상태에 도달하는 것을 보장하기 위해, 본 발명의 실시예들은 몇몇 예들에서 표준 편차에 대한 한계를 설정할 수 있다.

[0196]

스칼라 길이 나머지들

[0197]

나머지 및 스칼라 모두는 등가이어야 한다. 일 구현에서, 나머지가 mg^2 로 도출되면, 다음과 같이 스칼라 가속길이들(mg) 및 나머지를 비교하기 위해 스칼라 길이가 계산될 수 있다.

[0198]

$$\text{residual_scalar} = \sqrt{Z_k + G^2} - \sqrt{H_k X_k + G^2}$$

[0200]

추정된 공분산 비율들

[0201]

공분산 항들에 대한 분산의 비율은 또한 가능한 상태 커플링에 대해 체크하는데 이용된다. 공분산 행렬은 아래의 수식에 나타난다. 일 실시예에서, 공분산 항에 대한 상태 분산 항의 비(4개의 비들/상태)가 이용될 수 있고, 비가 1보다 클 때까지 결과들을 공개하지 않을 수 있다. 이것은, 공분산 항들이 상태 분산보다 작음을 의미할 수 있다. 이 메트릭은, 다른 상태들에 대해 상태들 각각의 커버전스의 품질의 표시를 제공할 수 있다.

$$P_k = \begin{bmatrix} v_{xoff} & c_{xyoff} & c_{xzoff} & c_{xoffsf} & c_{xoffysf} & c_{xoffzs} \\ c_{xyoff} & v_{yoff} & c_{yzoff} & c_{yoffxs} & c_{yoffsf} & c_{yoffzs} \\ c_{xzoff} & c_{yzoff} & v_{zoff} & c_{zoffxs} & c_{zoffys} & c_{zoffzs} \\ c_{xoffsf} & c_{yoffsf} & c_{zoffxs} & v_{xsf} & c_{xysf} & c_{xzs} \\ c_{xoffysf} & c_{yoffysf} & c_{zoffys} & c_{xys} & v_{ysf} & c_{yzs} \\ c_{xoffzs} & c_{yoffzs} & c_{zoffzs} & c_{xzs} & c_{yzs} & v_{zs} \end{bmatrix}$$

[0202]

예를 들어, 일 실시예에서, x-축 오프셋들에 대해 다음의 조건들이 체크될 수 있다.

$$\frac{v_{xoff}}{c_{xyoff}} > 1 \text{ AND } \frac{v_{xoff}}{c_{xzoff}} > 1 \text{ AND } \frac{v_{xsf}}{c_{xysf}} > 1 \text{ AND } \frac{v_{xsf}}{c_{xzs}} > 1$$

[0206]

폐쇄 루프 오프셋 크기들

[0207]

관측된 폐쇄 루프 오프셋들이 크면, 이것은, 데이터에서 큰 초기 오프셋 또는 스케일 팩터를 나타낼 수 있다. 따라서, 큰 폐쇄 루프 결과들을 획득하는 것은 비선형성의 영향을 계측하는데 이용될 수 있다. 또한, 실험들에 따르면, 피드백 동안 루프 폐쇄를 수행함으로써 에러의 거의 절반이 정정될 수 있다. 따라서, 나머지 평균 및 표준 편차들을 컴퓨팅하기 위해 임계치 윈도우들을 설정하는데 폐쇄 루프 추정치의 크기가 이용될 수 있다. 최종 판정의 경우, 각각의 메트릭 상의 임계치가 충족될 필요가 있을 수 있다.

[0209]

3D 히스토그램 가속도계 비닝

[0210]

일 실시예에서, 반복적인 유사한 위치들로 인한 공분산 행렬에서의 감소를 회피하기 위해, 센서들로부터의 착신

센서 교정 측정들은 3D 히스토그램에 저장될 수 있고, 칼만 필터에 주기적으로 입력될 수 있다. 이것은, 도 10 및 도 11에 대해 앞서 설명된 절차들의 확장일 수 있다. 배향 빈에서의 모든 측정은 동일한 빈에서의 측정들과 평균될 수 있다. 따라서, 각각의 배향 빈은 칼만 필터에 대한 입력으로서 오직 한번만 이용될 수 있다. 이것은, P의 과소추정을 회피하는데 유리할 수 있다.

[0212] 알고리즘 설계 고려사항들

[0213] 비선형성을 회피하기 위한 피드백

[0214] 예시적인 단순화된 모델에서, 추정된 오프셋들 및 스케일 팩터들은 측정들과 선형적으로 관련되는 것으로 가정될 수 있다. 그러나, 실제로, 이 관계는 비선형이고, 이러한 단순한 모델을 이용하는 것은 성능의 형태에서 영향을 미친다. 구체적으로, 추정된 오프셋들 및 스케일 팩터들이 크면 (100 mg 또는 5% 및 그 초과), 추정 에러들은 상당할 수 있다.

[0215] 비선형성에 기인한 에러들을 감소시키기 위해, 착신 미처리 가속도계 데이터에 중간적 추정치들이 적용될 수 있다. 중간적 결과들을 적용하고 '루프를 폐쇄'함으로써, 새로운 추정들은 더 작을 수 있다 (이는, 데이터가 부분적으로 정정되기 때문이다). 이 피드백 루프는 추정된 파라미터 표준 편차들에 기초하여 설계될 수 있다. 피드백에서 불안정성을 회피하기 위해, 추정된 파라미터들의 표준 편차들은 정확하고 신뢰할 수 있는 것이 바람직하다. 루프를 폐쇄하는 경우의 다른 고려사항들은, 나머지들에서 과도상태를 회피하고, 상태 벡터를 제로들로 재초기화하고, 가능하게는 분산을 더 큰 값으로 재초기화하는 것일 수 있다. 실험적 데이터에 따르면, 어떠한 피드백도 오프셋에서의 에러들을 50 mg 또는 그 초과로 증가시키지 않을 수 있다. 그리고, 피드백을 적용하는 것은, 모든 축들에서의 에러가 20 mg 아래로 내려가는 것을 초래하였다. 따라서, 루프를 정확하게 폐쇄하는 것은 개선된 성능을 초래할 수 있다.

H 행렬의 정규화

[0218] H 행렬을 중력 크기로 정규화함으로써, 스케일 팩터 비선형성이 감소될 수 있다. 이것은, 기울기가 이제 정규화되고, 큰 오프셋들의 효과들이 감소되기 때문이다. 이러한 관측 행렬은,

$$H_k(1:3) = G * H_k(1:3) / \sqrt{H_k(1)^2 + H_k(2)^2 + H_k(3)^2} \quad 19$$

$$H_k(4:6) = G^2 * H_k(1:3) / (H_k(1)^2 + H_k(2)^2 + H_k(3)^2) \quad 20$$

[0220] 로 나타낸 바와 같이 모델링될 수 있다.

[0222] 측정 분산에 대한 하한("R")

[0223] 측정 분산은 개별적인 축들에 대한 분산들의 합수로서 컴퓨팅될 수 있다. 또한, 분산 계산 신뢰가능도는 정적 기간의 길이에 의존한다. 짧은 세그먼트들의 경우, 추정된 분산은 신뢰가능하게 계산되지 않을 수 있다. 긴 세그먼트들의 경우, 분산은 매우 작은 값으로 감소되고, 따라서 과소추정된다. 이러한 시나리오들을 회피하기 위해, 하한은, 정적 세그먼트의 길이에 대한 평균 분산 뿐만 아니라 개별적인 축들의 분산 모두에 대해 이용될 수 있다. 이 한계들은 센서 잡음, 양자화 및 분해능 에러들에 기초하여 설계될 수 있다.

[0225] 추정된 파라미터 분산에 대한 하한 ("P 행렬" - 공분산 행렬)

[0226] 일반적으로, 칼만 필터에 의해 프로세싱되는 많은 수의 정적 세그먼트들은 더 양호한 상태 추정들을 도출하는 경향이 있다. 따라서, 몇몇 정적 세그먼트들이 프로세싱된 후 분산은 더 작아진다. 값들이 매우 작아지거나 제로에 가까워지는 것을 회피하기 위해, 본 발명의 실시예들에 의해 분산에 대한 하한이 생성될 수 있다. 몇몇 예들에서, 이것은 필수적일 수 있는데, 이는 측정들 및 추정된 파라미터들 모두 완전히 모델링되거나 컴퓨팅되는 것으로 가정될 수 없기 때문이다. 또한, 예측된 값들의 분산들이 작은 경우, 새로운 추정들은 더 작은 가중치들과 통합될 수 있다. 이것은 불리할 수 있는데, 이는, 새로운 추정들은 잠재적으로, 오프셋 및 스케일 팩터 에러들에서의 임의의 느린 변화들 또는 전이들을 허용할 수 있기 때문이다.

[0227] 분산은, 센서들 등에서 잡음 플로어, 양자화 및 분해능 에러들과 같은 팩터들에 기초하여 자연스러운 제한들을 가질 수 있다. 모델은 이러한 에러들을 명시적으로 설명하지 않기 때문에, 분산에 대한 인공적인 하한이 이용될 수 있다. 또한, 결과들이 외부 클라이언트에 공개되려 할 때, 본 발명의 실시예들은, 필요한 경우 이 값들을 스케일링함으로써 비현실적이거나 과도하게 낙관적인 분산들을 제공하는 것을 회피할 수 있다.

[0229] 상태 벡터 및 이들의 분산들의 적절한 초기화

[0230] 몇몇 구현들에서, 칼만 필터에 제공되는 초기 추정들은 가능한 한 정확하게 선택될 수 있고, 초기 오프세 및 스케일 팩터는 제로로 가정될 수 있다. 오프셋들에 대한 여러 분산들은 $(30\text{mg})^2$ 로 초기화될 수 있고, 스케일링 팩터들에 대해서는 $(3\%)^2$ 로 초기화될 수 있다. 몇몇 구현들에서, 초기화들은 또한 결과들을 추가로 개선하기 위해 센서 규격들로부터의 정보를 통합할 수 있다.

[0232] 검증을 위해 "양호한" 측정들의 저장

[0233] 상이한 배향들로부터 결정될 수 있는 몇몇 고정된 수들의 양호한 측정들은 추후의 이용을 위해 레지스터에 저장될 수 있다. 저장된 측정들의 이러한 세트는, 알고리즘에 견고성을 추가할 뿐만 아니라 비선형성을 감소시키기 위해 이용될 수 있다. 측정들은 순환 버퍼들에 저장될 수 있고, 레지스터에서 메모리(635) 이용가능도에 기초하여 윈도우 사이즈가 결정될 수 있다. 측정이 저장되어야 하는지 여부에 대한 판정은 다음의 기준에 기초할 수 있다.

[0235] 배향 주파수 빈들

[0236] 배향 주파수 빈들은 축 단위로 유지된다. 빈 폭은 30도로 설정될 수 있고, 0 내지 180도의 범위가 커버된다. 새로운 측정이 수신될 때마다 주파수 벡터가 업데이트된다. 일 구현에서, 각각의 축에 대한 다양한 측정들을 갖기 위해, 각각의 빈에서 고정된 수의 위치들이 누산될 수 있다. 몇몇 구현은 사이즈 10의 이동하는 윈도우의 형태일 수 있다.

[0238] 수직 또는 수평 가속도 위치들

[0239] 축들이 수평 또는 수직으로(중력에 대해 또는 중력 반대 방향으로) 정렬되는 경우, 측정들은 장래의 이용을 위해 메모리(635) 또는 임의의 다른 저장 영역에 저장될 수 있다. 이것은, 교정 데이터를 수렴할 때 도움이 되는 위치들이 저장되는 것을 보장할 수 있다. 또한, 사용자가 6개의 위치 수동 교정 테스트들을 수행하면 측정들은 자동으로 저장된다. 이상적으로, 소모되는 전력에 영향을 미치지 않고 버퍼링된 데이터가 프로세싱될 기회가 있을 때마다 버퍼링된 데이터는 프로세싱되어야 하고, 따라서 6개의 위치 테스트들 동안 컨버전스를 촉진한다.

[0241] 배향 엔트로피에서의 큰 변화

[0242] 임의의 축에 대한 배향 엔트로피 그래디언트(현재의 엔트로피 - 이전의 엔트로피)가 지금까지 직면된 최대 배향 엔트로피보다 크면, 측정은 레지스터에 저장될 수 있다. 상기 조건들 중 임의의 조건(즉, 배향이 고유인 경우, 또는 임의의 축이 중력에 대해 정렬되는 경우, 또는 이력에 비해 높은 엔트로피를 갖는 경우)이 충족되면, 측정들은 저장될 수 있고, 반복되지 않는다. 저장은 각각의 온도 범위에 대해 별개로 수행될 수 있다. 전력 소모에 최소 영향이 존재할 때마다 교정 알고리즘은 저장된 측정들을 프로세싱해야 한다. 예를 들어, 충전 중인 경우, 또는 폰이 높은 전력 모드에 있는 경우.

[0244] 계속적인 정상성 동안의 동작

[0246] 정적 데이터 또는 거의 정적인 데이터의 긴 기간들 동안, 측정들은 과도하고, 상태 추정 컨버전스에 크게 도움이 되지 않는다. 그러나, 공분산 행렬은 그렇지 않게 반영한다. 과도하게 낙관적인 공분산 추정치들의 문제는 앞서 논의되었다. 이러한 가능한 경우들 동안 알고리즘 동작이 아래에서 설명된다.

[0248] 긴 정적 기간들(충전)

[0249] 정상성이 검출되는 경우 가속도계 데이터 평균화가 시작할 수 있고, i) 정상성의 종료 또는 ii) 평균되는 샘플들의 수에 대한 최대 제한에 도달될 때까지 평균화가 계속될 수 있다. 데이터의 평균화는 모션의 검출 또는 온도에서의 변화 시에 다시 시작할 수 있다. 즉, 측정은 새로운 업데이트로 간주될 수 있고, 적절한 온도 빈에 대해 이용될 수 있다.

[0251] 관측가능하지 않은 축

[0252] 하나의 축에 대해 계속적으로 주기적인 모션이 존재하고(이 축의 예러들은 관측가능하지 않게 됨), 다른 2개의 축들에 대해 계속적인 모션이 존재할 수 있는 경우, 정적 검출은 관련된 모션을 캡쳐하지 못할 수 있다. 이것은, 추정된 공분산 행렬에서의 감소를 초래할 수 있고, 이것은 과도하게 낙관적인 P를 초래할 수 있다. 주파수 빈들을 모니터링함으로써 하나의 축이 동일한 빈에 계속적으로 속하고 있는 것이 검출될 수 있다. 어느 축들 상에서 이것이 발생하면, 측정은 상태 추정에서 이용될 수 있지만, P 행렬은 감소되지 않을 수 있다. 따라서,

과도한 위치들을 갖는 이점은 상태 추정(잡음 감소)에 통합될 수 있지만, P는 이를 반영하지 못할 수 있다.

[0254] 제 1 루프 폐쇄 동안 P 리셋

모델에서 비선형성의 효과들을 완화시키기 위해 피드백이 적용될 수 있다. 추정된 파라미터들이 착신 가속도계 데이터에 적용되는 경우, 비선형성이 상당히 감소되어 더 정확한 모델을 초래할 수 있다. 따라서, 루프 폐쇄 때까지, 모델에러 감소를 돋기 위해 상태 추정이 이용될 수 있다. 공분산 항들은 (폐쇄를 달성하기 위해 이미 프로세싱된 측정들에 기인하여) 이미 낮을 수 있고, 교정 프로세스의 새로운 시작을 반영하기 위해 높은 값들로 리셋될 필요가 있을 수 있다. P는 초기화 값으로 리셋될 수 있거나, 최초의 폐쇄 때까지 달성되는 배향 엔트로피에 기초하여 리셋될 수 있다. P가 매우 큰 초기 값으로 리셋되면, 획득된 추정들은 폐기될 수 있고, 이것은 교정을 새롭게 시작하는 것과 동등할 수 있다. 따라서, P는, 필터에 의해 얼마나 많은 고유의 위치들이 수신되었는지를 캡처하는 배향 엔트로피에 기초하여 리셋될 수 있다. 이것은, 매우 긴 교정 시간들을 방지할 수 있고, 필터 이력을 정확하게 캡처할 수 있다.

[0257] 불가능한 값들 동안 필터 리셋

몇몇 실시예들에서, 추정된 상태들은 모니터링될 수 있고, 개방 또는 폐쇄된 루프에서 오프셋들이 500 mg보다 크거나 스케일 팩터들이 40%보다 크면, 필터들은 초기 상태로 리셋될 수 있다. 실제 오프셋들 및 스케일 팩터들이 높으면, 비선형성에 기인하여 개방 루프 결과들이 큰 에러를 가질 수 있기 때문에, 높은 임계치들이 이용될 수 있다. 에러의 원인은 다양한 위치들의 부족 또는 여러 오류들로 인한 부정확한 칼만 필터 때문일 수 있다. 어느 경우이든, 필터는 리셋될 수 있다.

[0260] 배향 엔트로피에 대한 하한

다른 배향들에 비해 동일한 배향이 너무 자주 반복되면 배향 엔트로피는 작을 수 있다. 따라서, 폐쇄 시에 P 리셋 동안 엔트로피의 너무 낮은 값을 회피하기 위해 최소 배향 엔트로피 임계치가 이용된다.

[0263] 아웃라이어(outlier)들의 모니터링의 수

아웃라이어 측정은, 필터 나머지가 갑작스럽게 높게 되는 것을 초래하는 측정으로 정의될 수 있다. 이론적으로, 여러 나머지들은 제로 평균 및 작은 표준 편차를 갖는다. 실제로, 나머지들은 넌-제로 평균을 가질 수 있고, 초기에는 크다. 더 많은 측정들이 프로세싱됨에 따라 그리고 루프 폐쇄가 발생함에 따라 이 나머지들은 작게될 수 있다. 필터 성능에서 신뢰도를 달성한 후 (즉, 결과들의 제 1 세트가 판정 모니터에 의해 공개된 후), 나머지들에서의 증가는 필터 동작에서 문제들을 나타낼 수 있다. 최근의 과거에 몇몇 측정들이 k^* 에 러 공분산(3 시그마 테스트들)보다 큰 여러 나머지들을 초래하면, 이것은 다음 중 하나를 나타낼 수 있다.

[0265] 1. 잘못된 센서들 - 추정된 파라미터들에서의 드리프트, 데이터에서 스파이크 등 등

[0266] 2. 피드백 에러 - 부정확한 피드백에 기인하여 전파되는 에러들

[0267] 3. 필터 다이버전스 - 미지의 원인 또는 불안정성으로 인한, 추정된 파라미터 발산

결과들이 공개된 후 이러한 동작의 검출시에, 알고리즘은 필터 상태를 제 1 공개 동안 추정된 값을 리셋할 수 있다.

[0270] 루프 폐쇄 이전 및 이후의 나머지들

이동 평균 여러 나머지들은 루프 폐쇄 이전 및 이후 모니터링된다. 나머지 에러들이 폐쇄 이후 증가하면, 이것은 부정확한 피드백을 나타낼 수 있다. 그 다음, 필터는 루프 폐쇄 이전 상태로 재초기화되고, 알고리즘은 새로운 가속도계 데이터의 프로세싱을 재개한다.

도 13은, 컴퓨팅 디바이스(2000) 상에서 작업의 실행을 스케줄링하기 위한 본 발명의 실시예들에 의해 수행되는 비제한적인 방법을 예시하는 단순화된 흐름도이다. 프로세스(1300)는, 하드웨어(회로, 전용 로직 등), (범용 컴퓨팅 시스템 또는 전용 머신 상에서 실행되는 것과 같은) 소프트웨어, 펌웨어(임베딩된 소프트웨어) 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 프로세싱 로직에 의해 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 프로세스(1300)는, 도 20에서 설명되는 바와 같은 하나 또는 그 초과의 컴퓨팅 디바이스들(2000)에 의해 수행된다.

예시적인 도 13을 참조하면, 블록(1302)에서, 본 발명의 실시예들을 수행하는 디바이스의 컴포넌트들은 복수의 교정 측정들을 수신할 수 있다. 일 실시예에서, 상이한 배향들에서 복수의 교정 측정들이 캡처된 각도를 결정하는 것은, 복수의 교정 측정들 각각을 복수의 배향 빈들 중 적어도 하나의 배향 빈으로 비닝하는 것을 포함할

수 있다. 일 구현에서, 복수의 배향 빈들의 각각의 배향 빈은 미리 결정된 각도 증분(예를 들어, 5도 증분) 내에서 캡쳐된 배향 측정들에 대응한다. 다른 실시예에서, 각도를 결정하는 것은, 교정 측정이 캡쳐된 배향들의 범위 또는 분산을 나타내는 엔트로피를 계산하는 것을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 교정 데이터의 바이어시티를 계측하기 위해 배향 히스토그램들이 이용될 수 있다. 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들은 필터를 이용하여 업데이트될 수 있다. 일 구현에서, 필터는 칼만 필터일 수 있다.

[0274] 블록(1304)에서, 본 발명의 실시예들은, 복수의 교정 측정들이 상이한 배향들에서 캡쳐된 각도를 결정할 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 교정 측정들이 상이한 배향들에서 캡쳐된 각도를 결정하는 것은 복수의 측정들에 대한 배향 엔트로피 값을 계산하는 것을 포함할 수 있다. 그리고 블록(1306)에서, 본 발명의 실시예들은 각도에 기초하여, 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트할지 여부를 결정할 수 있다.

[0275] 일 구현에서, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치를 초과한다고 결정하는 것에 대한 응답으로, 본 발명의 실시예들은 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트하는 것으로 결정한다. 일 구현에서, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치 아래인 것으로 결정하는 것에 대한 응답으로, 본 발명의 실시예들은 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트함이 없이 캡쳐된 측정을 폐기한다. 다른 구현에서, 배향 엔트로피가 미리 결정된 임계치 아래인 것으로 결정하는 것에 대한 응답으로, 본 발명의 실시예들은 하나 또는 그 초과의 교정 파라미터들을 업데이트함이 없이 캡쳐된 측정들에서 잡음을 감소시키기 위해 캡쳐된 측정을 이용할 수 있다.

[0276] 도 13에 예시된 특정한 단계들은 본 발명의 실시예에 따라 동작 모드들 사이의 특정한 스위칭 방법을 제공함을 인식해야 한다. 대안적인 실시예들에 따라 단계들의 다른 시퀀스들이 또한 수행될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 대안적인 실시예들은 앞서 개략된 단계들을 상이한 순서로 수행할 수 있다. 예시를 위해, 사용자는, 제 3 동작 모드로부터 제 1 동작 모드로의 변경, 제 4 모드로부터 제 2 모드로의 변경, 또는 이들 사이의 임의의 조합을 선택할 수 있다. 아울러, 도 13에 예시된 개별적인 단계들은, 개별적인 단계에 적절하게 다른 시퀀스들로 수행될 수 있는 다수의 서브-단계들을 포함할 수 있다. 게다가, 특정한 애플리케이션들에 따라 추가적인 단계들이 추가되거나 제거될 수 있다. 이 분야의 당업자는 프로세스의 많은 변화들, 변형들 및 대안들을 인지 및 인식할 것이다.

[0277] 도 14a 내지 도 14c는 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따라 예시적인 교정 방법의 다양한 양상을 더 상세히 예시한다. 이 도면들에 예시된 예시적인 교정 방법의 다양한 부분들은 다음의 구절들에서 설명될 것이다. 본 명세서에서 추가적으로 상세히 논의되는 바와 같이, 도 14a 내지 도 14c에 예시된 방법의 단계들은 교정 모듈(410)에 의해 수행될 수 있고, 이 도면들의 식별된 엘리먼트들 각각은 교정 모듈 내의 서브-모듈 또는 엘리먼트로서 구현될 수 있다.

[0279] 정적 검출:

[0280] 이 모듈은, 샘플이 정적 기간의 일부인지 여부를 설정한다. 정상성을 결정하는데 이용되는 기준은 가속도계 데이터에만 기초할 수 있다. 정상성은, 가속도계 크기의 가속도계 놈(norm), 표준 편차 또는 벡터 그래디언트에 상한을 둘으로써 자동 교정 알고리즘의 일부로서 설정될 수 있다. 정보는 샘플 단위로 이용가능한 것이 바람직 한데, 이는, 본 발명의 실시예들이 고정 길이 정적 세그먼트들에 의존할 수 있고, 정적 기간의 종료까지 샘플들의 이동 합산을 유지하기 때문이다. 정상성을 설정하는데 이용되는 윈도우 사이즈에 따라 시그널링에 수반된 지연들이 존재할 수 있음을 이해한다. 따라서, 모션의 일부인 샘플들을 이용하는 것을 회피하기 위해, 상태가 정적으로부터 모션으로 변하는 때를 아는 것이 유리할 것이다. 알고리즘은, 상기 문제를 회피하기 위해, 정적 기간의 시작 및 종료로부터의 몇몇 샘플들을 소급적으로 폐기한다.

[0281] 또한, 자동 교정 알고리즘의 절대적 정상성은 필수적이 아닐 수 있다. 실제로, 몇몇 시나리오들에서, 절대적으로 정적인 세그먼트들을 이용하는 것은 알고리즘 컨버전스를 지연시킬 수 있다. 본 발명의 실시예들은, 폰 배향에 대한 지식없이 자동으로 교정하기 위해 폰의 '정규의 이용' 동안의 데이터에 의존한다. 예를 들어, 통화, 다이얼링 동안 폰을 잡고 있는 것, 디스플레이를 보고 있는 것, 앉아있거나 서있는 동안 주머니에 두는 것 등은 모두, 교정을 위해 이용될 수 있는 모션 타입들이다. 따라서, 정상성은, 본 명세서에서 논의되는 본 발명의 실시예들에 대한 실질적으로 정적인 위치들을 포함할 수 있고, 긴 교정 시간들을 회피하기 위해, '완화된' 관점에서 정상성이 이용될 수 있다.

[0283] II-B. 데이터 프로세싱 및 특징 생성

[0284] 입력 데이터를 특징들의 세트로 변환하는 것은 특징 추출로 지칭된다. 특징 추출은 알고리즘에 제시되는 데이터의 양을 감소시키기 위해 이용될 수 있다. 자동 교정의 경우, 특징 추출 방식은, 벡터 가속도의 평균 및 분

산, 스칼라 가속도, 스칼라 가속도와 중력에서의 차이로서의 측정, 및 마지막으로 벡터 가속도 분산의 함수로서의 측정 분산을 컴퓨팅하는 것을 포함할 수 있다.

[0286] 평균 & 분산 계산:

[0287] 착신 샘플들이 현재의 정적 세그먼트의 일부인 것으로 결정되면, 샘플은 세그먼트 평균 및 분산 계산으로 통합될 수 있다. 각각의 정적 세그먼트는 통상적으로 몇몇 샘플들로 이루어질 수 있다.

[0288] 정적 세그먼트가 n개의 샘플들을 갖는 것으로 가정되면, 데이터의 평균 및 평균 분산은 아래에 나타낸 바와 같이 계산될 수 있다:

$$a_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{x,i} \quad (1)$$

$$a_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{y,i} \quad (2)$$

$$a_z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{z,i} \quad (3)$$

[0289] 축들 각각에 대한 분산은,

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(a_{x,i} - a_x \right)^2 \quad (4)$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(a_{y,i} - a_y \right)^2 \quad (5)$$

$$\sigma_z^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(a_{z,i} - a_z \right)^2 \quad (6)$$

[0290] 로서 계산될 수 있다.

[0293] 평균 및 분산의 반복적 구현은 샘플들의 버퍼링을 회피하기 위해 이용될 수 있다. 동일한 정적 세그먼트에 속하는 샘플들의 수에 대한 최소 및 최대 제한이 이용될 수 있다. 샘플들의 수에 대한 최소 제한은 분산을 신뢰 가능하게 컴퓨팅하기 위해 바람직할 수 있다. 샘플들의 최대 수에 대한 제한은, 오버플로우들을 방지하기 위해 긴 기간들 동안 데이터의 합산을 회피하는데 이용될 수 있다.

[0295] 측정 계산

[0296] 측정은 평균 가속도의 크기와 중력 사이의 차로서 정의될 수 있다. 제곱 루트 연산을 회피하기 위해, 제곱된 크기 차가 이용될 수 있다. 측정은,

$$z = a_x^2 + a_y^2 + a_z^2 - g^2 \quad (7)$$

[0298] 으로 정의될 수 있다.

[0299] 여기서, a_x a_y 및 a_z 는 이전 섹션에서 나타낸 바와 같이 컴퓨팅되는 각각의 축 상에서 평균 가속도이다. 측정은 오프셋들 및 스케일 팩터들의 항들로

$$z = (x_0(1 + x_{SF}) + x_{OFF})^2 + (y_0(1 + y_{SF}) + y_{OFF})^2 + (z_0(1 + z_{SF}) + z_{OFF})^2 - g^2 \quad (8)$$

[0300] 로서 모델링될 수 있고, 여기서, x_0 은 실제 가속도이고, x_{SF} 는 x 가속도에서의 스케일 팩터 에러이다. x_{OFF} 는 x

가속도에서 오프셋 에러이다. y 및 z 축들에 대해 유사한 명명이 이용될 수 있다.

[0303] 측정 분산 계산

[0304] 측정 'z'의 평균의 분산은, 3개의 축들의 가속도들이 상관되지 않는 것으로 가정하면, 아래에 나타낸 바와 같이 모델링될 수 있다.

$$\begin{aligned}\text{var}(z) &= \text{var}(a_x^2 + a_y^2 + a_z^2 - g^2) \\ &= \text{var}(a_x^2) + \text{var}(a_y^2) + \text{var}(a_z^2)\end{aligned}$$

[0305] [0306] 불확실성 [R3]의 전파로부터, $\text{var}(a_x)$ 및 $\text{var}(a_x^2)$ 사이의 관계가 설정될 수 있다.

[0307] 실수의 랜덤 변수 A 를 고려하고, 표준 편차 σ_A 및 a , b 는 실수 값 상수들이다. 실수 변수의 분산의 항들에서 함수 $f = A^{+b}$ 의 분산은

$$\frac{\sigma_f}{f} = b \frac{\sigma_A}{A}$$

[0308] [0309] 로 주어질 수 있다.

[0310] 하나의 시나리오에서, $b=2$ 이고, 따라서 $f = a_x^2$ 이다. 따라서, $\text{var}(a_x^2) = 4 a_x^2 \sigma_x^2$ 이다. 유사하게, $\text{var}(a_y^2) = 4 a_y^2 \sigma_y^2$ 및 $\text{var}(a_z^2) = 4 a_z^2 \sigma_z^2$ 이다. 따라서, 컴포넌트 분산들의 항들에서 측정의 분산은,

$$\text{var}(z) = 4 a_x^2 \sigma_x^2 + 4 a_y^2 \sigma_y^2 + 4 a_z^2 \sigma_z^2 \quad (9)$$

[0311] [0312]로서 계산될 수 있다.

[0314] II-C. 칼만 필터 설계

[0315] 칼만 필터는, 백색 잡음에 의해 교란되는 선형 동적 시스템의 일시적 상태를 획득하기 위한 추정기일 수 있다. 이것은, 상태와 선형으로 관련되지만 백색 잡음에 의해 손상된 측정들을 행함으로써 수행될 수 있다. 칼만 필터는, 오프셋들 및 스케일 팩터들을 반복적으로 추정하는데 이용될 수 있다. 잠정적인 칼만 필터의 세부사항들 및 설계는 아래에서 주어진다.

[0317] 일반화된 시스템 모델

[0318] 상태-공간 모델에서, 이산적 시간 시스템은 종종 아래에 나타낸 방정식에 의해 표현된다.

$$x_k = a_k x_{k-1} + b u_k + w_{k-1}, \text{ 여기서, 다음의 용어가 사용될 수 있다.}$$

[0319] x_k 는 시스템 상태를 나타내고 벡터일 수 있고,

[0320] k 는 시간을 나타내고,

[0321] a_k 및 b 는 상수들이고,

[0322] u_k 는 제어 입력을 나타내고

[0323] w_k 는 프로세스 잡음을 나타낸다.

[0325] 프로세스 잡음은, 0 평균 및 Q의 공분산을 갖고 입력과 상관되지 않는 백색 잡음으로 가정될 수 있다.

$$p(w) = N(0, Q)$$

[0327] 이제, 하나의 시나리오에서, 관심있는 신호 x 를 직접 결정하는 것은 곤란할 수 있고, 측정된 값 z 는 아래에 나타낸 바와 같이 x 의 선형 함수이다.

$$z_k = Hx_k + v_k \quad (10)$$

[0329] 여기서, H 는 관측 행렬 또는 이득 행렬이고, v_k 는 측정 잡음이다. 잡음은 0 평균 및 공분산을 갖는 백색 잡음으로 가정될 수 있고, 입력 또는 프로세스 잡음과 상관되지 않을 수 있다.

$$p(v) = N(0, R)$$

[0331] 앞서 설명된 바와 같이 선형 시스템이 주어지면, 칼만 필터는, 잡음 w & v 의 효과들을 최소화하면서 x 를 추정하기 위해 z 를 필터링한다. 칼만 필터는 시스템 모델을 단순히 재생성하고, 추정들을 정정하기 위해 현재의 측정들과 (이전의 측정들에 기초한) 예측된 값 사이의 에러를 이용한다.

[0332] 도 15는, 본 개시의 하나 또는 그 초과의 예시적인 양상들에 따른 칼만 필터의 일례를 예시한다.

[0334] 자동 교정 알고리즘에 대한 단순화된 모델

[0335] 하나의 시나리오에서 다음의 가정들이 행해질 수 있다. $a_k = 1$, $u_k = 0$, $w_k = 0$. 따라서, 선형 시스템 모델은 다음의 방정식들로 감소될 수 있다.

$$x_k = x_{k-1} - 1 \quad \text{치수들 } 6 \times 1 \text{을 가짐}$$

$$z_k = Hx_k + v_k \quad \text{치수들 } 1 \times 1 \text{을 갖고, } H \text{는 치수들 } - 1 \times 6 \text{을 가짐}$$

$$p(v) = N(0, R_k)$$

[0339] z 는 방정식 (7)로부터 컴퓨팅된 측정임 (11)

[0340] 여기서, R_k 는 측정 z_k 의 분산이고, 방정식 (9)에 나타낸 바와 같이 컴퓨팅될 수 있다.

[0341] 단순한 항들에서, 마지막 상태의 추정은 현재의 상태이고, 이러한 시스템에서 어떠한 제어 입력 또는 프로세스 잡음도 존재하지 않을 수 있다. 추정된 파라미터들이 시간에 걸쳐 변하는 경우, 프로세스 잡음은 넌제로로 가정된다. 오프셋들 및 스케일 팩터들은 시간에 걸쳐 일정한 것으로 가정될 수 있고, 오직 온도에 기인하여 변할 수 있다. 온도 보상 방식은 칼만 필터 외부에 있도록 설계될 수 있고, 따라서 어떠한 프로세스 잡음도 없는 것으로 가정할 수 있다. 온도 보상에 대한 세부사항들은 아래에서 설명될 수 있다.

[0343] 상태 벡터

[0344] 상태 벡터는, 추정될 파라미터들, 즉, 모든 3개의 축들 상의 오프셋들 및 스케일 팩터들로 이루어진다.

$$x = \begin{bmatrix} x_{OFF} \\ y_{OFF} \\ z_{OFF} \\ x_{SF} \\ y_{SF} \\ z_{SF} \end{bmatrix} \quad (12)$$

[0345] 상태 벡터는, 일 수 있다.

[0347] 관측 행렬

[0348] 추정된 상태들과 측정 사이에서 선형 관계가 가정될 수 있다. H 는 전이 행렬일 수 있고, 추정된 상태에 대한 측정의 편미분들로 이루어질 수 있다. 이 경우 x 및 z 는 6×1 및 1×1 벡터들이기 때문에, H 행렬 치수들은

[6*1]이다. 방정식 (8)에 나타낸 바와 같이 모델링된 z를 이용하면, 편미분들은 아래에 나타낸 상태들에 대해 계산될 수 있다.

$$\partial z / \partial x_{OFF} = 2x_0(1 + x_{SF}) + x_{OFF} \sim 2a_x$$

$$\partial z / \partial y_{OFF} = 2y_0(1 + y_{SF}) + y_{OFF} \sim 2a_y$$

$$\partial z / \partial z_{OFF} = 2z_0(1 + z_{SF}) + z_{OFF} \sim 2a_z$$

$$\partial z / \partial x_{SF} = 2(x_0(1 + x_{SF}) + x_{OFF}).x_0 \sim 2a_x^2$$

$$\partial z / \partial y_{SF} = 2(y_0(1 + y_{SF}) + y_{OFF}).y_0 \sim 2a_y^2$$

$$\partial z / \partial z_{SF} = 2(z_0(1 + z_{SF}) + z_{OFF}).z_0 \sim 2a_z^2$$

[0349] $H = [2a_x \quad 2a_y \quad 2a_z \quad 2a_x^2 \quad 2a_y^2 \quad 2a_z^2] \quad (13)$

$$a_z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{z,i}$$

[0350] 여기서, a_x a_y a_z 는 방정식들에 나타낸 바와 같이 컴퓨팅될 수 있고, a_z 이다. x_0 은 실제 가속도이고, x_{SF} 는 x 가속도에서 스케일 팩터 예리이고, x_{OFF} 는 x 가속도에서 오프셋 예리임을 주목한다. y 및 z 축들에 대해 유사한 명명이 이용될 수 있다.

[0351] 현재의 상태와 측정 사이의 관계는 전이 행렬 H에 의해 관련될 수 있다. 3개의 오프셋 관련 항들이 3개의 축들에서 평균 가속도와 정비례할 수 있는데, 즉, 상태는 입력 가속도에 의해 직접 영향을 받거나 변형될 수 있는데, 이는, 오프셋들이 각각의 축 상의 가속도 크기에 정비례하기 때문이다. 한편, 스케일 팩터 항들(행렬에서 4번째 내지 6번째 항들)은 (대략적으로) 제곱된 가속도에 비례하여 변할 수 있다. 스케일은 가속도에 대한 곱셈 항이기 때문에, 측정(가속도의 제곱된 크기)에 비례하여 변할 수 있다.

[0352] 상태들은 측정에 대해 선형으로 변하지 않을 수 있고, 오프셋 및 스케일 팩터 예리들이 크면 모델은 부정확할 수 있다. 아래에서 더 상세히 논의되는 바와 같이, (피드백을 이용하여) 루프를 폐쇄함으로써 그리고 H 행렬을 정규화함으로써 비선형 예리들을 감소시키는 것이 바람직할 수 있다.

[0354] "R"의 컴퓨팅

[0355] 측정의 분산은 칼만 필터에서 잡음으로서 직접 이용될 수 있다. 대안적인 접근법에서, 컴퓨팅된 분산은 정적 기간에 샘플들의 수로 나눠질 수 있다. 잡음 크기에서의 감소는 세그먼트에서 매우 많은 수의 정적 샘플들의 수에 기인할 수 있다. 그러나, 이것은, 매우 낙관적인 결과들을 제공할 수 있는데, 이는, 평균화가 분해능에 기인한 예리들을 완화시키는 것을 돋지 않기 때문이다. 일반적으로, 세그먼트들에서의 잡음은 정상성 조건으로 인해 작을 수 있다. 따라서, 방정식 (9)에 나타낸 바와 같이 측정의 분산과 동일한 R이 이용될 수 있다.

[0357] 예측 및 정정 단계들

[0358] 칼만 필터는 2단계로 동작한다

[0359] 단계 1 - 시간 업데이트 또는 예측기 단계

[0361] 시간 업데이트 방정식들은 (시간에서) 순방향 현재 상태 및 예리 공분산의 투영을 담당한다. 초기 추정치들 ^

x_{k-1} 및 P_{k-1} 가 주어지면, 이 단계는 출력의 과거측정들에 기초하여 상태의 다음 추정치를 계산할 수 있다. 여기서, 선형적 공분산 행렬은 초기 상태의 분산으로 초기화될 수 있다.

[0362] 선형적 공분산은 또한 아래에 나타낸 바와 같이 계산될 수 있다.

$$\hat{x}_k^- = \hat{x}_{k-1} \quad (14)$$

$$\hat{P}_k^- = P_{k-1} \quad (15)$$

[0364] 단계 2 - 측정 업데이트 또는 정정 단계

[0365] 이 단계에서, 선형적 추정을 정정하기 위한 시도가 행해질 수 있다. 칼만 이득은, 귀납적 예러 공분산을 최소화하기 위한 목적의 블렌딩(blending) 팩터일 수 있고, 아래에 나타낸 바와 같이 '귀납적' 추정치들을 제공하는 선형적 추정치를 개선하는데 이용될 수 있다.

$$K_k = \frac{P_k^- H^T}{H P_k^- (H P_k^- H^T + R)} \quad (16)$$

[0366] $\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k (\hat{z}_k - H \hat{x}_k^-) \quad (17)$

[0367] 항 $\hat{z}_k - H \hat{x}_k^-$ 은 또한 측정 혁신 또는 나머지로 지칭되는데, 이는, 이 항이 예측된 측정과 실제 측정 사이의 불일치를 반영하기 때문이다. 귀납적 공분산은,

[0368] $P_k = (I - K_k H) P_k^- \quad (18)$

[0369]로서 컴퓨팅될 수 있다.

[0371] 칼만 이득의 중요성

[0372] 선형적 예러가 작으면, 이득 K는 작을 수 있어서, 적용된 정정을 작을 수 있다. 즉, 현재의 측정은 거의 무시될 수 있고, 오직 과거의 추정들이 새로운 추정을 형성한다. 이것은, 선형적 추정이 양호하고, 이를 정정할 필요성이 거의 없기 때문에 논리적이다.

[0373] 선형적 예러가 크면, 측정 잡음 항 R은 중요하지 않을 수 있고, 따라서 K = 1/H이다. 따라서, 선형적 추정은 폐기될 수 있고, 현재의 측정은 상태를 추정하는데 이용될 수 있다.

[0374] 측정 잡음 R이 크면, K는 작을 수 있어서, 현재의 측정을 무시될 수 있고, 추정은 과거의 추정들에 더 많이 의존할 수 있다.

[0376] II-D. 피드백 모니터

[0377] 피드백 모니터는, 피드백에서 추정된 파라미터들을 이용하기 전에 축 엔트로피 마다 공분산 행렬 및 나머지들을 모니터링하는 모듈이다. 피드백 모니터는, 상태 추정의 분산이 임계치 아래로 내려갈 때까지 귀납적 공분산 행렬(P)의 엘리먼트들을 체크한다. 모든 오프셋들 또는 모든 스케일 팩터들에 대한 조건이 체크될 수 있다. 따라서, 오프셋들 중 어느 것이 작은 예러 분산을 갖지 않으면, 오프셋 루프 폐쇄는 발생하지 않을 수도 있다. 유사하게, 스케일 팩터들 중 어느 것이 분산 요건들을 충족하지 않으면, 스케일 팩터 폐쇄는 성공하지 않을 수 있다.

[0378] 또한, 각각의 축이 충분히 다양한 모션들을 겪었음을 보장하기 위해, 개별 축의 배향 엔트로피(아래에서 정의됨)가 모니터링될 수 있다. 이것은, (아래에서 설명되는 바와 같이, P가 과도하게 낙관적이기 때문에) 교정 파라미터들의 너무 빠른 피드백을 회피하기 위해 행해지는 과도한 예방책일 수 있다. 일례로서, 폰이 Z-업 위치에 배치되고, 몇 주 동안 계속적으로 회전되면, 모든 3개의 축들에 대한 분산 항들은 피드백 임계치에 도달 할 것이다. 이것이 발생하면, 현재의 교정 추정은 착신 가속도계 데이터에 적용될 수 있다. 이것은, 피드백을 통해 예러의 전파를 초래할 수 있고, 교정하기 위해 더 긴 복원 시간을 초래할 수 있다. 어느 경우이든, 판정 모니터에서 이용되는 결합 또는 메트릭들에 기인하여 결과들을 공개되지 않을 수 있음을 주목한다.

[0379] 현재의 추정된 파라미터들을 적용하는 이유는, 측정과 추정된 KF 상태들(오프셋들 및 스케일 팩터들) 사이의 비선형 관계로 인한 추정에서의 큰 예러들을 회피하는 것이다.

[0381] 오프셋들을 추정하기 위한 독립적인 3-상태 KF의 이용

[0382] KF는, 연속적인 정적 세그먼트들의 크기들에서의 차를 이용하는 새로운 측정으로 설계되었다. 이 새로운 측정을 이용하면, 3-상태 KF는 현재의 방법과 별별로 실행될 수 있고, 오프셋들을 컴퓨팅하는데 이용될 수 있다. 스케일 팩터들 대신에 오프셋들을 컴퓨팅하는 것은 유리할 수 있는데, 이는, 스케일 팩터들이 관측가능하지 않기 때문이다. 이러한 접근법을 이용하는 이점은, 비선형에 기인한 예러들을 관측하지 않는다는 점이다. 따라서, 이러한 오프셋들은 6-상태 KF로부터 추정되는 오프셋들을 벤치마크하는데 이용될 수 있다. 다른 구현에서, 3-상태 KF는 오프셋들을 교정하기 위해 시작시에 활용되고, 그 후, 스케일 팩터들을 컴퓨팅하기 위해 6-상태 KF

가 후속한다.

[0384] 초기화를 위한 패시브 교정

[0385] 오프셋들 및 스케일 팩터들을 독립적으로 컴퓨팅하는 임의의 다른 방법이 교정 데이터의 비교를 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, 장기(long term) 최소값 및 최대값을 모니터링하는 것에 기초하여 오프셋들 및 스케일을 컴퓨팅하면, 2개의 알고리즘들로부터의 결과들은, 교정 데이터의 신뢰도를 이해하는데 이용될 수 있다.

[0387] "지능형 공개"를 제공함

[0388] 장기적으로, 사용자 동작이 교정 컨버전스에 기여하지 않으면 (즉, 사용자가 활성으로 폰을 사용하지 않으면, 본 발명의 방법은, 어떤 종류들의 모션들이 수행될지, 및 어느 측에 대해 컨버전스가 촉진될지에 대한 명령들을 제공할 수 있다. 이것은, 측의 배향 엔트로피에 기초할 수 있다.

[0390] 센서 오류 검출

[0391] 본 발명의 실시예들은 또한, 나머지 모니터링 및 폐쇄 루프 추정들을 이용하여 센서 오류 검출을 구현할 수 있다. 예를 들어, 교정 알고리즘이 계속적으로 리셋되면, 이것은 잘못된 센서들을 식별하는데 이용될 수 있다.

[0393] IV. 온도 보상 모듈

[0394] 컴퓨팅 디바이스(2000)에서, 칼만 필터(KF)와 같은 필터의 경우, 센서들의 교정을 위한 오프셋 및 스케일 팩터들은 주어진 온도 동안 시간에 걸쳐 상당히 일정하다. 그러나, 오프셋 및 스케일 팩터들은 전체 온도 범위에 걸쳐 온도 변화들에 따라 드리프트할 수 있어서, 컴퓨팅 디바이스(2000)와 연관된 실제 배향 및 모션으로부터 상당한 분산을 나타낼 수 있는 출력을 초래할 수 있다. 예를 들어, 5-10도 C의 주위 온도에서의 변화는 2.5 mg 내지 5 mg 범위의 에러들을 초래할 수 있다. 전체 온도 범위에 걸쳐 오프셋 및 스케일 팩터들을 교정하는 것은, 다양한 온도들에서 동작하는 센서들에 대한 정확도를 상당히 증가시킬 수 있다.

[0395] 본 발명의 실시예들은, 상이한 온도 범위들에 대응하는 교정 파라미터들을 저장하기 위한 루업 테이블을 생성하는 것을 제안한다. 루업 테이블은 컴퓨팅 디바이스(2000)의 저장 디바이스(2025)에 저장될 수 있다. 루업 테이블은 가속도계 오프셋들, 스케일 팩터들, 이들의 품질 추정치들 및 신뢰도 플래그를 저장할 수 있다. 예시적인 테이블은 아래에 나타난다.

저장됨 값 온도 범위 (degC)	오프셋들 (mg, 스칼라들)		스케일 팩터들 (%, 스칼라들)			에러 공분산 행렬 (6x6)	신뢰도 플래그 (1 또는 0)	KF 업데이트 들의 수
	x	y	z	x	y	z		
디폴트							1	
-20 내지 -10							0	
-10 내지 0							1	
0 내지 10							1	
10 내지 20							0	
...							0	

[0396]

[0397] 예시적인 온도 루업 테이블

[0398] 모션 센서의 동작 환경의 온도는 모션 센서의 인근의 전용 온도 센서 또는 모션 센서 인근의 다목적 온도 센서에 의해 획득될 수 있다. 더 양호한 정확도를 위해 5 Hz의 레이트 또는 그보다 빠른 레이트로 온도 데이터를 수집하는 온도 센서를 갖는 것이 바람직하다. 가속도계와 같은 모션 센서에 대한 동작 온도 범위는, 센서의 제조자에 의해 제공된 데이터 시트들로부터 획득되거나 실험을 통해 결정될 수 있다.

[0399] 테이블에서 온도 빈 사이즈들은 가속도계 오프셋 및 스케일 팩터들에 대한 온도 계수들에 기초할 수 있다. 테이블의 하나의 구현에서, 최악의 경우의 시나리오의 경우, 2개의 계수들 중 더 큰 것(즉, $\max(\text{offset_temp_coefficient}, \text{scale_factor_temp_coefficient})$)이 빈 사이즈로 선택될 수 있다. 5 도 C의 동일한 사이즈의 빈들이 몇몇 센서들에 대해 선택될 수 있다.

[0401] 단일 측정을 이용하여 다수의 칼만 필터 파라미터들을 업데이트함

[0402] 수신된 모든 각각의 센서 데이터 및 온도 쌍의 경우, 온도 모듈은 KF의 2개의 인스턴스들(각각의 온도 빈 중 하나)을 업데이트할 수 있다. 2개의 KF 빈들을 업데이트하는 것은 유리할 수 있는데, 이는, 이것이 교정 컨버전 스를 촉진하기 때문이다. 각각의 측정에 대해 2개의 빈들을 업데이트함으로써, 각각의 가능한 센서 측정은 적어도 주위 온도 결과들을 업데이트하는데 이용되고, 또한 센서의 현재의 동작 온도에서 더 빠른 결과들을 제공한다. 온도 $T \neq Tamb$ (여기서, Tamb는 주위 온도임)에서의 측정의 경우, 온도 T에서의 빈은 업데이트될 수 있다. 또한, Tamb에서의 빈은 동일한 측정을 이용하여 또한 업데이트될 수 있지만 높은 측정 잡음을 프로세싱될 수 있다. 측정 잡음을 측정과 연관시키는 것은, 온도 모듈이 칼만 필터에 대한 각각의 측정과 가중치를 연관시키도록 허용한다. 각각의 경우에, 측정 잡음은, 주위 온도의 빈 중심으로부터 현재 온도의 거리에 기초하여 계산되고, 다음의 공식에 의해 표현될 수 있다.

$$R_k = R_k + c * ((T - Tamb)^2 * tempCo)^2$$

[0403] [0404] 따라서, Tamb에서 디폴트 KF는 높은 측정 잡음을 갖는 새로운 측정으로 업데이트될 수 있는데, 이는, 이 측정이 T의 현재의 빈의 중심으로부터 더 멀리 있기 때문이다. T에 대한 KF 빈은 또한, 측정 T에 대한 온도와 온도 T에 대한 현재의 빈의 중심 사이의 거리에 기초하여 작은 측정 잡음을 가질 수 있다. 상기 방정식에 나타낸 바와 같이, 오프셋들 및 스케일 팩터들 모두로 인한 최악의 경우의 에러들을 설명하기 위해 상수가 곱해질 수 있다. 일 구현에서 상수는 4이다.

[0405] 비어있는 빈들에 대한 보간

[0406] [0407] 본 발명의 실시예들에서, 충분한 정확도로 교정이 행해지는 경우, 오프셋들 및 스케일 팩터들은, 앞서 설명된 대응하는 잡음 파라미터들과 함께 디폴트 온도 빈 및 현재의 온도 빈으로 카피될 수 있다. 일 양상에서, 업데이트시에 테이블의 셀이 이미 이전의 교정 결과들을 포함하면, 새로운 값들 및 오래된 값들은 가중되어 평균될 수 있다. 이상적으로, 이전의 교정 결과들을 오버라이트하는 것이 안전할 수 있지만, 잘못된 값이 리포팅되는 경우 결과들을 왜곡하는 것을 회피하기 위해, 값들은 평균화될 수 있다. 적절한 가중의 경우, 각각의 테이블 셀은 또한, 폰의 수명에 걸쳐 행해진 이 셀에 대한 KF 업데이트들의 수를 포함할 것이다. 그 다음, 현재의 KF 업데이트에 대한 가중치는 테이블 셀의 값을 평균화하기 전에 그에 따라 조절될 수 있다.

[0408] 루업 테이블의 엔트리들은 컴퓨팅 디바이스의 수명 전반에 걸쳐 동적으로 그리고 계속적으로 업데이트될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(2000)가 이용됨에 따라, 테이블은 패풀레이트되고, 테이블에 의해 표현되는 데이터의 정확도는 증가한다. 그러나, 컴퓨팅 디바이스가 처음 이용되는 경우, 루업 테이블은 드물게 패풀레이트될 수 있다. 현재의 폰 온도에 대한 테이블 셀이 비어있으면, 가속도계 오프셋 및 스케일 팩터는 근사화될 수 있다. 일 양상에서, 더 높고 더 낮은 셀들 모두가 이용가능하면, 더 높고 더 낮은 온도에서 가장 가까운 이용가능한 셀들로부터의 오프셋들 및 스케일 팩터들의 선형 보간이 이용될 수 있다. 대응하는 분산이 또한 그에 따라 보간될 수 있다. 보간을 위해 둘 또는 그 초과의 가장 가까운 셀들이 이용가능하지 않으면, 분산은 증가될 수 있다. 일 구현에서, 분산은 다음의 방정식에 따라 증가된다.

$$\text{var}(T) = \text{var}(T_1) + ((T_1 - T)^2 * \text{temp_coeff})^2$$

[0409] [0410] 이용가능한 온도 범위 외부의 외삽은 바람직하지 않은데, 이는, 온도에 대한 의존성이 선형일 수 있거나 선형이 아닐 수 있고, 비선형인 경우 외삽은 잘못된 결과들을 초래할 수 있기 때문이다. 교정 정확도는 테이블의 유한한 온도 빈 사이즈에 의해 제한된다. 빈 사이즈와 교정 시간 사이에 트레이드 오프가 존재할 수 있다. 빈들이 더 작으면(더 정확하면), 교정 시간은 더 길어지는데, 이는, 더 적은 측정들이 동일한 빈의 일부이기 때문이다.

[0411] 도 16은, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 온도 보상 모듈에 의해 수행되는 비제한적인 방법을 예시하는 단순화된 흐름도이다. 프로세스(1600)는, 하드웨어(회로, 전용 로직 등), (범용 컴퓨팅 시스템 또는 전용 머신 상에서 실행되는 것과 같은) 소프트웨어, 펌웨어(임베딩된 소프트웨어) 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 프로세싱 로직에 의해 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 프로세스(1600)는, 도 20에서 설명되는 바와 같은 하나 또는 그 초과의 컴퓨팅 디바이스들(2000)에 의해 수행된다.

[0412] 블록(1605)에서, 교정 모듈이 교정 오프셋 및 교정 스케일 팩터를 계산하고 신뢰도 플래그가 설정되면, 교정 데이터가 공개된다. 블록(1610)에서, 루업 테이블은 현재의 측정된 온도에 따라 업데이트된다. 테이블을 업데이트하는 프로세스는 도 15에서 더 상세히 논의되었다. 블록(1615)에서, 장래의 이용을 위해 교정 시간이 또한

업데이트된다.

[0413] 도 16에 예시된 특정한 단계들은 본 발명의 실시예에 따라 동작 모드들 사이의 특정한 스위칭 방법을 제공함을 인식해야 한다. 대안적인 실시예들에 따라 단계들의 다른 시퀀스들이 또한 수행될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 대안적인 실시예들은 앞서 개략된 단계들을 상이한 순서로 수행할 수 있다. 예시를 위해, 사용자는, 제 3 동작 모드로부터 제 1 동작 모드로의 변경, 제 4 모드로부터 제 2 모드로의 변경, 또는 이들 사이의 임의의 조합을 선택할 수 있다. 아울러, 도 16에 예시된 개별적인 단계들은, 개별적인 단계에 적절하게 다른 시퀀스들로 수행될 수 있는 다수의 서브-단계들을 포함할 수 있다. 게다가, 특정한 애플리케이션들에 따라 추가적인 단계들이 추가되거나 제거될 수 있다. 이 분야의 당업자는 프로세스의 많은 변화들, 변형들 및 대안들을 인지 및 인식할 것이다.

[0414] 도 17은, 센서 교정 정보로 온도 보상 루업 테이블을 업데이트하기 위해 컴퓨팅 디바이스(2000)의 온도 보상 모듈에 의해 수행되는 비제한적인 방법을 예시하는 단순화된 흐름도이다.

[0415] 도 16은, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 온도 보상 모듈에 의해 수행되는 비제한적인 방법을 예시하는 단순화된 흐름도이다. 프로세스(1600)는, 하드웨어(회로, 전용 로직 등), (범용 컴퓨팅 시스템 또는 전용 머신 상에서 실행되는 것과 같은) 소프트웨어, 펌웨어(임베딩된 소프트웨어) 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 프로세싱 로직에 의해 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 프로세스(1600)는, 도 20에서 설명되는 바와 같은 하나 또는 그 초과의 컴퓨팅 디바이스들(2000)에 의해 수행된다.

[0416] 도 17은, 가속도계로부터의 가속도 정보에 대한 루업 테이블을 설명하지만, 다른 센서들에 대해 또한 유사한 기술들이 이용될 수 있다. 블록(1605)에서, 교정 모듈이 교정 오프셋 및 교정 스케일 팩터를 계산하고 신뢰도 플래그가 설정되면, 교정 데이터가 공개된다. 블록(1610)에서, 루업 테이블은 현재의 측정된 온도에 따라 업데이트된다. 테이블을 업데이트하는 프로세스는 도 15에서 더 상세히 논의되었다. 블록(1615)에서, 장래의 이용을 위해 교정 시간이 또한 업데이트된다.

[0417] 블록(1702)에서, 새로운 가속도 데이터가 센서들로부터 수신된다. 교정 모듈은 센서들을 교정하기 위해 새로운 가속도를 이용할 수 있다. 일 구현에서, 판정 블록(1706)에서, 디폴트 신뢰도 플래그가 설정되면, 결과들은 공개될 수 있다(블록(1708)). 1704에서 초기 교정 단계가 완료되지 않으면, 현재의 온도가 감지될 수 있다(블록(1710)). 일 양상에서, 현재의 온도는, 가속도계의 인근에 있는 온도 센서를 이용하여 감지된다. 일 구현에서, 온도 센서는 더 양호한 정확도를 위해 5 Hz의 레이트 또는 그보다 빠른 레이트로 정보를 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 온도가 측정되면, 판정 블록들(1712[a, b, c, n])에서, 현재의 판독에 대한 측정된 온도는 상이한 온도 빈들에 대해 비교될 수 있다. 온도 빈이 (1712a 및 1714a에 도시된 바와 같이) 발견되면, P 및 X 값들이 로딩된다. 블록(1716)에서, 자동 교정이 실행되고, 교정은 (블록(1704)에서) 다시 체크된다. 블록(1718 및 1720)에서, 자동 교정이 실행된 후, 테이블은, 판정 블록(1712)에서 결정된 온도 빈들에 따라 새로운 P, X 및 RFLAG로 업데이트된다. 상기 단계들은 교정 데이터를 생성하기 위한 예시적인 단계들이고, 본 발명의 범위를 벗어남이 없이, 특정한 단계들이 변경되거나 완전히 제거 또는 대체될 수 있다.

[0418] 본 발명의 실시예들은 또한, 충전 또는 주위 온도 변경들 동안 온도 계수들을 컴퓨팅할 수 있고, 또한 판매자 데이터 시트들을 이용하여 온도 커브를 모델링하고, 앞서 논의된 모델에 통합할 수 있는 정교한 온도 교정 기술들을 수행할 수 있다.

[0419] 다른 실시예에서, 온도(또는 온도 빈)에 대한 교정 데이터를 바로 저장하는 것 대신에, 본 발명의 실시예들은 각각의 온도(또는 온도 빈)에서 다양한 배향들에 대한 교정 데이터를 저장할 수 있다. 그리고, 온도에 대한 교정 데이터는 각각의 온도에서 다양한 배향들과 연관된 교정 데이터를 이용하여 생성될 수 있다. 몇몇 예들에서, 주어진 온도에서 하나 또는 그 초과의 배향들에 대한 교정 데이터를 보간하는 것은 더 양호한 전반적 교정을 도출할 수 있다. 하나 또는 그 초과의 배향들에 대한 교정 데이터를 보간하는 것은, 그 온도에서 교정 데이터의 엔트로피를 증가시키고, 따라서 도 17에서 논의된 바와 같이, 주어진 온도에 대한 교정 데이터를 직접 보간하는 것보다 더 양호한 결과들을 도출할 수 있다.

[0420] 도 17에 예시된 특정한 단계들은 본 발명의 실시예에 따라 동작 모드들 사이의 특정한 스위칭 방법을 제공함을 인식해야 한다. 대안적인 실시예들에 따라 단계들의 다른 시퀀스들이 또한 수행될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 대안적인 실시예들은 앞서 개략된 단계들을 상이한 순서로 수행할 수 있다. 예시를 위해, 사용자는, 제 3 동작 모드로부터 제 1 동작 모드로의 변경, 제 4 모드로부터 제 2 모드로의 변경, 또는 이들 사이의 임의의 조합을 선택할 수 있다. 아울러, 도 17에 예시된 개별적인 단계들은, 개별적인 단계에 적절하게 다른 시퀀스들로

수행될 수 있는 다수의 서브-단계들을 포함할 수 있다. 게다가, 특정한 애플리케이션들에 따라 추가적인 단계들이 추가되거나 제거될 수 있다. 이 분야의 당업자는 프로세스의 많은 변화들, 변형들 및 대안들을 인지 및 인식할 것이다.

[0421] 도 18은, 온도에 대한 교정 데이터를 생성하기 위해 컴퓨팅 디바이스(2000)의 온도 보상 모듈에 의해 수행되는 비제한적인 방법을 예시하는 단순화된 흐름도이다. 도 16 및 도 17에 대해 논의된 양상들은 아래에서 도 18에 대해 논의되는 양상들을 포함하도록 결합 또는 변형될 수 있다. 프로세스(1800)는, 하드웨어(회로, 전용 로직 등), (범용 컴퓨팅 시스템 또는 전용 머신 상에서 실행되는 것과 같은) 소프트웨어, 펌웨어(임베딩된 소프트웨어) 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 프로세싱 로직에 의해 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 프로세스(1800)는, 도 20에서 설명되는 바와 같은 하나 또는 그 초과의 컴퓨팅 디바이스들(2000)에 의해 수행된다. 일 실시예에서, 센서들(2050)은 도 20에서 설명된 디바이스의 컴퓨팅 디바이스들에 의한 프로세싱 및 필터링에 의해 추가적인 프로세싱에 대한 센서 입력을 획득한다.

[0422] 블록(1802)에서, 온도 센서(2070)를 이용하는 본 발명의 실시예들은, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 커플링된 센서에 대한 동작 환경의 온도를 검출한다. 일 실시예에서 적어도 하나의 배향은, 검출된 온도에서 적어도 하나의 배향과 연관된 어떠한 센서 측정 데이터도 갖지 않을 수 있다. 센서(2050)는 관성 또는 모션 센서들, 이를테면, 가속도계들(2055), 자이로스코프들(2060) 또는 자력계들(2065)을 포함할 수 있다. 가속도계(2055)의 경우, 교정 데이터는 센서 오프셋 및/또는 감도를 포함할 수 있다.

[0423] 블록(1804)에서, 본 발명의 실시예들은, 검출된 온도에서 또는 그 근처에서, 저장된 센서 측정 데이터와 연관된 엔트로피를 결정한다. 일 실시예에서, 검출된 온도에서 또는 그 근처에서 센서 측정 데이터를 그룹화하기 위해 온도 빈이 이용될 수 있다. 온도 빈은, 온도들의 범위에 대한 하나 또는 그 초과의 배향들에 대해 교정 데이터를 결합하기 위해 식별되는 그 온도들의 범위일 수 있다. 온도가 블록(1802)에서 검출되면, 검출된 온도를 이용하여 센서에 대한 복수의 온도 빈들로부터 온도 빈이 식별될 수 있다. 프로세서(2010)는, 검출된 온도에서 하나 또는 그 초과의 배향 위치들과 연관된 센서 측정 데이터와 연관된 다이버시티를 계산할 수 있다. 일 실시예에서, 센서 측정 데이터의 다이버시티는 센서 측정 데이터와 연관된 엔트로피를 계산함으로써 계측될 수 있다. 다른 실시예에서, 데이터와 연관된 다이버시티를 결정하기 위해 배향 히스토그램이 이용될 수 있다. 그러나, 다른 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스는 더 빠른 액세스를 위해 각각의 온도 빈에 대한 미리 계산된 엔트로피를 메모리(2035)에 저장한다.

[0424] 블록(1806)에서, 본 발명의 실시예들은, 온도에 대한 저장된 센서 측정 데이터와 연관된 다이버시티가 임계치 아래인지 여부를 결정한다. 임계치는 미리 결정될 수 있고, 디바이스의 컴퓨팅 디바이스들에 의해 정적으로 또는 동적으로 설정될 수 있다. 다양한 배향들에 대한 교정 데이터와 연관된 엔트로피가 임계치보다 크면, 컴퓨팅 디바이스(2000)는 블록(1810)에서 온도 빈에 대한 교정 데이터를 생성할 수 있다.

[0425] 블록(1808)에서, 온도에 대한 저장된 교정 데이터와 연관된 엔트로피가 임계치 아래인 것으로 결정하는 것에 대한 응답으로, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 컴퓨팅 디바이스들은 검출된 온도에 대한 복수의 측정 데이터와 연관된 다이버시티를 증가시키기 위해, 다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용할 수 있다. 일 실시예에서 다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하는 것은, 온도 빈과 연관된 필터의 파라미터들을 조절함으로써 다른 온도 빈으로부터의 센서 측정 데이터와 연관된 가중치를 낮추는 것을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 다른 온도 빈으로부터의 센서 측정 데이터와 연관된 가중치를 낮추는 것은, 다른 온도 빈으로부터 차용된 센서 측정 데이터를 갖는 잡음을 이용하는 것을 포함할 수 있다.

[0426] 일 실시예에서, 다른 온도로부터의 센서 측정 데이터를 이용하는 것은, 검출된 온도에 대한 현재의 온도 빈보다 더 높은 및/또는 더 낮은 온도들을 갖는 온도 빈들로부터의 센서 측정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에 대한 온도 빈에서 적어도 하나의 배향에 대한 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하는 것을 포함할 수 있다. 센서 측정 데이터를 선형으로 보간하는 것은, 현재의 온도 빈보다 더 높은 및/또는 더 낮은 온도, 및 식별된 온도 빈에 대한 배향에 대해 센서 측정 데이터를 유도하기 위해 온도에서의 변경에 대한 센서 측정 데이터에서의 변경의 미리 결정된 기울기를 갖는 온도 빈들로부터의 센서 측정 데이터를 이용하는 것을 포함할 수 있다. 기울기 또는 온도 계수들은, 컴퓨팅 디바이스가 온도에서의 변경을 경험할 때 정적인 시간 인터벌들을 검출함으로써 결정될 수 있다. 일 실시예에서, 온도에서의 변경에 대해 센서 측정 데이터에서의 변경에 대한 센서 측정 데이터에서의 변경의 기울기의 결정은, 컴퓨팅 디바이스(2000)의 정규의 동작 동안, 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(2000), 이를테면, 폰이 충전중인 동안(6 내지 10 시간 동안 정적임) 발생할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(2000)의 배향은 변하지 않기 때문에, 센서 오프셋 및 온도 계수들은, 온도에서의 변경 당 센서 판독에서의 변경을 관측함으로써

온도 보상 모듈에 의해 컴퓨팅될 수 있다. 생성된 비율은 온도 계수로서 이용될 수 있다. 하나의 이점은, 이러한 온도 보상이 컴퓨팅 디바이스(2000)를 다양한 폰 배향들에서 웜업(warm-up)시키지 않을 수 있고, 디바이스가 일 위치에 있는 동안 단순히 온도에서의 변경으로 충분할 수 있다는 점이다. 온도 계수가 컴퓨팅되면, 인접한 온도 빈들을 이용하여 매우 정확한 보간이 수행될 수 있다. 넓은 범위의 온도들에 걸쳐 충분한 온도 계수들이 컴퓨팅되면, 몇몇 구현들에서, 현재 및 인근의 온도들에서의 교정 결과들이 동시에 획득될 수 있다.

[0427] 배향에 대한 센서 측정 데이터를 보간하는 것에 부가하여, 몇몇 실시예들에서, 하나 또는 그 초과의 프로세서들(2010)은, 보간된 또는 차용된 센서 측정 데이터를 이용하여, 메모리(2035)의 식별된 온도에서 센서 측정 데이터를 누락한 하나 또는 그 초과의 배향들을 업데이트할 수 있다.

[0428] 블록(1810)에서, 하나 또는 그 초과의 프로세서들(2010)을 이용하는 본 발명의 실시예들은, 검출된 온도 빈에 대한 적어도 차용된 또는 보간된 센서 측정 데이터를 이용하여, 검출된 온도에 대한 센서에 대한 교정 데이터를 생성한다. 일 실시예에서, 각각의 온도 빈은 각각의 필터와 연관될 수 있다. 일 구현에서, 하나 또는 그 초과의 프로세서들(2010)은, 적어도 하나의 배향과 연관된 차용된 또는 보간된 센서 측정 데이터를 이용하여 필터를 업데이트함으로써, 식별된 온도에 대한 교정 데이터를 생성할 수 있다. 적어도 하나의 배향과 연관된 차용된 또는 보간된 센서 측정 데이터는, 동일한 온도 빈으로부터의 다른 배향들로부터의 다른 센서 측정 데이터보다 그 차용된 또는 보간된 센서 측정 데이터에 대해 더 낮은 신뢰도를 나타내는 파라미터를 갖는 필터에 대한 입력일 수 있다. 이것은, 필터의 다른 센서 측정 데이터보다 그 차용된 또는 보간된 센서 측정 데이터를 더 낮게 가중하는 효과를 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 칼만 필터와 같은 조절가능한 필터가 본 발명의 실시예들에서 이용된다.

[0429] 도 18에 예시된 특정한 단계들은 본 발명의 실시예에 따라 동작 모드들 사이의 특정한 스위칭 방법을 제공함을 인식해야 한다. 대안적인 실시예들에 따라 단계들의 다른 시퀀스들이 또한 수행될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 대안적인 실시예들은 앞서 개략된 단계들을 상이한 순서로 수행할 수 있다. 예시를 위해, 사용자는, 제3 동작 모드로부터 제1 동작 모드로의 변경, 제4 모드로부터 제2 모드로의 변경, 또는 이들 사이의 임의의 조합을 선택할 수 있다. 아울러, 도 18에 예시된 개별적인 단계들은, 개별적인 단계에 적절하게 다른 시퀀스들로 수행될 수 있는 다수의 서브-단계들을 포함할 수 있다. 게다가, 특정한 애플리케이션들에 따라 추가적인 단계들이 추가되거나 제거될 수 있다. 이 분야의 당업자는 프로세스의 많은 변화들, 변형들 및 대안들을 인지 및 인식할 것이다.

교차-축 감도

[0432] 센서들에 대한 제조 프로세스에서, 센서들은 X, Y 및 Z 좌표축계에 대해 교정되고, 여기서 축들은 서로 상대적으로 수직이다. 그러나, 제조 결함들로 인해, 축들은 서로 항상 수직인 것은 아니다. 하나의 축에서의 임의의 분산은 좌표계의 모든 축들에서 교차-축 분산을 초래하는데, 이는, 계산들이, 3개의 축들이 서로 수직이라는 전제에 기초하기 때문이다. 센서 합성(fusion)에서의 기술들은 다수의 센서들에 걸친 측정들을 체크하고 센서 교정에서의 분산을 검출하는 것을 허용한다. 제조 결함들로 인한 센서 교정에서의 분산이 검출되면, 그 축들에 대한 분산은 장래의 계산들에서 보상될 수 있다. 도 19는, 제조 결함들로 인한 교차-축 감도를 보상하는 예시적인 방법을 예시한다. 블록(1905)에서, 컴퓨팅 디바이스(2000) 또는 컴퓨팅 디바이스의 모듈들은 다수의 센서들로부터의 센서 데이터를 이용하여 축에 대한 교차-분산을 검출한다. 블록(1910)에서, 모든 축들이 서로 수직이라는 가정 및 다수의 센서들로부터의 데이터를 이용하여 교차-분산 오프셋이 계산된다. 블록(1915)에서, 축의 교차-분산 오프셋을 보상하기 위해 교차-분산 오프셋이 모든 계산들 및 필터들에서 이용된다.

V. 예시적인 컴퓨팅 시스템

[0435] 가속도계 자동 교정의 다수의 양상들을 설명하면, 본 개시의 다양한 양상들이 구현될 수 있는 컴퓨팅 시스템의 일례가 이제 도 20에 대해 설명될 것이다. 하나 또는 그 초과의 양상들에 따르면, 도 20에 예시된 바와 같은 컴퓨터 시스템은, 본 명세서에서 설명된 특징들, 방법들 및/또는 방법 단계들 중 임의의 것 및/또는 전부를 구현, 수행 및/또는 실행할 수 있는 컴퓨팅 디바이스의 일부로서 통합될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 시스템(2000)은 핸드-헬드 디바이스의 컴퓨팅 디바이스의 일부로서 표현할 수 있다. 핸드-헬드 디바이스는, 카메라 및/또는 디스플레이 유닛과 같은 입력 센서 유닛을 갖는 임의의 컴퓨팅 디바이스일 수 있다. 핸드-헬드 디바이스의 예들은, 비디오 게임 콘솔들, 태블릿들, 스마트 폰들 및 모바일 디바이스들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다. 일 실시예에서, 시스템(2000)은, 도 1 및 도 2에 설명된 컴퓨팅 디바이스들을 구현하도록 구성된다. 도 20은, 본 명세서에서 설명되는 바와 같이, 다양한 다른 실시예들에 의해 제공되는 방법들을 수행할 수 있고, 호스트 컴퓨팅 시스템, 원격 키오스크/단말, 판매 시점 관리(point-of-sale) 디바이스, 모바일 디바이스, 셋톱 박

스 및/또는 컴퓨터 시스템으로 기능할 수 있는 컴퓨팅 디바이스(2000)의 일 실시예의 개략적인 예시를 제공한다. 도 20은, 다양한 컴포넌트들의 오직 일반화된 예시를 제공하도록 의도되며, 컴포넌트들의 임의의 것 및/또는 전부는 적절히 활용될 수 있다. 따라서, 도 20은, 개별적인 시스템 엘리먼트들이 비교적 분리된 또는 비교적 더 통합된 방식으로 어떻게 구현될 수 있는지를 개략적으로 예시한다.

[0436] 버스(2005)를 통해 전기 커플링될 수 있는 (또는 그렇지 않으면, 적절히 통신할 수 있는) 하드웨어 엘리먼트들을 포함하는 컴퓨터 시스템(2000)이 도시된다. 하드웨어 엘리먼트들은, 제한없이 하나 또는 그 초과의 범용 프로세서들 및/또는 (디지털 신호 프로세싱 칩들, 그래픽스 가속 프로세서들 등과 같은) 하나 또는 그 초과의 특수 목적 프로세서들을 포함하는 하나 또는 그 초과의 프로세서들(2010); 제한없이 카메라, 마우스, 키보드 등을 포함할 수 있는 하나 또는 그 초과의 입력 디바이스들(2015); 및 제한없이 디스플레이 유닛, 프린터 등을 포함할 수 있는 하나 또는 그 초과의 출력 디바이스들(2020)을 포함할 수 있다.

[0437] 또한, 컴퓨팅 디바이스(2000)는, 또한 도 2에 예시된 바와 같은 하나 또는 그 초과의 가속도계들(예를 들어, 가속도계(2055)), 하나 또는 그 초과의 자이로스코프들(예를 들어, 자이로스코프(2060)) 및/또는 하나 또는 그 초과의 자력계들(예를 들어, 자력계(2065))를 포함할 수 있는(그러나, 이에 제한되는 것은 아님) 복수의 센서들(2050)을 더 포함할 수 있다. 가속도계(2055)는, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 의해 경험되는 그리고/또는 그렇지 않으면 가속도계(2055)에 의해 감지되는 가속도에 대한 정보를 측정 및/또는 (예를 들어, 프로세서(2010)에) 제공할 수 있다. 자이로스코프(206)는 유사하게, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 의해 경험되는 그리고/또는 그렇지 않으면 자이로스코프(2060)에 의해 감지되는 자이로스코프 모션에 대한 정보(예를 들어, 배향에서의 변경들)를 측정 및/또는 (예를 들어, 프로세서(2010)에) 제공할 수 있다. 또한, 자력계(2065)는, 컴퓨팅 디바이스(2000)에 의해 경험되는 그리고/또는 그렇지 않으면 자력계(2065)에 의해 감지되는 자기장의 측정들 및/또는 자기장에서의 변경들에 관한 정보(예를 들어, 베어링에서의 변경들)을 측정 및/또는 (예를 들어, 프로세서(2010)에) 제공할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 필터들은, 앞서 논의된 바와 같이 센서들 중 하나 또는 그 초과에 구현될 수 있거나, 예를 들어, 운영 시스템(2040), 애플리케이션(2045), 또는 작동 메모리(2035) 또는 저장 디바이스(2025)의 다른 부분에 저장되는 것과 같이 별개의 하드웨어 또는 소프트웨어 컴포넌트들로서 구현될 수 있다.

[0438] 컴퓨터 시스템(2000)은, 제한없이 로컬 및/또는 네트워크 액세스 가능한 스토리지를 포함할 수 있고, 그리고/또는 제한없이 디스크 드라이브, 드라이브 어레이, 광학 저장 디바이스, 솔리드-스테이트 저장 디바이스, 이를테면 랜덤 액세스 메모리("RAM") 및/또는 판독 전용 메모리("ROM") (프로그래밍 가능하고 플래쉬-업데이트 가능할 수 있음) 등을 포함할 수 있는 하나 또는 그 초과의 비일시적 저장 디바이스들(2025)을 더 포함할 수 있다(그리고/또는 이들과 통신할 수 있다). 이러한 저장 디바이스들은, 제한없이 다양한 파일 시스템들, 데이터베이스 구조들 등을 포함하는 임의의 적절한 데이터 저장소들을 구현하도록 구성될 수 있다.

[0439] 컴퓨터 시스템(2000)은 또한, 제한없이 모뎀, 네트워크 카드(무선 또는 유선), 적외선 통신 디바이스, 무선 통신 디바이스 및/또는 (Bluetooth® 디바이스, 802.11 디바이스, WiFi 디바이스, WiMax 디바이스, 셀룰러 통신 페실리티들 등과 같은) 칩셋 등을 포함할 수 있는 통신 서브시스템(2030)을 포함할 수 있다. 통신 서브시스템(2030)은 (일례를 들면, 아래에서 설명되는 네트워크와 같은) 네트워크, 다른 컴퓨터 시스템들, 및/또는 본 명세서에서 설명된 임의의 다른 디바이스들과 데이터가 교환되도록 허용할 수 있다. 많은 실시예들에서, 컴퓨터 시스템(2000)은, 앞서 설명된 바와 같이, RAM 또는 ROM 디바이스를 포함할 수 있는 비일시적 작동 메모리(2035)를 더 포함할 것이다.

[0440] 컴퓨터 시스템(2000)은 또한, 운영 시스템(2040), 디바이스 구동기들, 실행 가능한 라이브러리들 및/또는 하나 또는 그 초과의 애플리케이션 프로그램들(2045)과 같은 다른 코드를 포함하는, 작동 메모리(2035) 내에 현재 위치된 것으로 도시된 소프트웨어 엘리먼트들을 포함할 수 있고, 하나 또는 그 초과의 애플리케이션 프로그램들(2045)은, 다양한 실시예들에 의해 제공되는 컴퓨터 프로그램들을 포함할 수 있고, 그리고/또는 방법들을 구현하도록 설계될 수 있고 그리고/또는 본 명세서에서 설명된 바와 같이, 다른 실시예들에 의해 제공되는 시스템들을 구성할 수 있다. 단지 예시의 방식으로, 예를 들어, 도 4 및 다른 도면들에 대해 설명된 바와 같이 앞서 논의된 방법(들)에 대해 설명된 하나 또는 그 초과의 모듈들(예를 들어, 스케줄링, 교정 및 온도 모듈들)은 컴퓨터(및/또는 컴퓨터 내의 프로세서)에 의해 실행 가능한 코드 및/또는 명령들로서 구현될 수 있고; 그 다음, 일상상에서, 이러한 코드 및/또는 명령들은, 설명된 방법들에 따른 하나 또는 그 초과의 동작들을 수행하기 위한 범용 컴퓨터(또는 다른 디바이스)를 구성 및/또는 적응시키는데 이용될 수 있다.

[0441] 앞서 언급된 바와 같이, 하나 또는 그 초과의 실시예들에서, 시스템(2000)은 이전에 논의된 도 1 및 도 2의 컴퓨팅 디바이스를 구현하도록 구성될 수 있다. 이 실시예들에서, 도 1 및 도 2에 대해 앞서 설명된 하드웨어 컴퓨팅 디바이스를 구현하도록 구성될 수 있다.

포넌트들은 시스템(2000)에 대해 여기에 설명된 유사한 컴포넌트들에 대응할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 시스템(2000)에 대해 여기에서 설명되지 않을 수 있는, 도 1 및 도 2에 대해 앞서 설명된 컴포넌트들은 (예를 들어, 이러한 컴포넌트들이 도 1 및 도 2에 포함될 수 있는 것과 유사한 방식으로) 시스템(2000)에 추가되거나 그리고/또는 그렇지 않으면 시스템(2000)에 통합될 수 있다.

[0442] 이러한 명령들 및/또는 코드의 세트는, 앞서 설명된 저장 디바이스(들)(2025)와 같은 컴퓨터 관독가능 저장 매체 상에 저장될 수 있다. 몇몇 경우들에서, 저장 매체는 컴퓨터 시스템(2000)과 같은 컴퓨터 시스템 내에서 통합될 수 있다. 다른 실시예들에서, 저장 매체는 컴퓨터 시스템으로부터 분리될 수 있고(예를 들어, 컴팩트 디스크와 같은 착탈식 매체) 그리고/또는 설치 패키지에서 제공될 수 있어서, 저장 매체는 그 위에 저장된 명령들/코드로 범용 컴퓨터를 프로그래밍, 구성 및/또는 적응시키는데 이용될 수 있다. 이 명령들은, 컴퓨터 시스템(2000)에 의해 실행될 수 있는 실행가능한 코드의 형태를 가질 수 있고, 그리고/또는 소스 및/또는 설치가능한 코드의 형태를 가질 수 있고, 이들은 컴퓨터 시스템(2000) 상에서 (예를 들어, 임의의 다양한 일반적으로 이용 가능한 컴파일러들, 설치 프로그램들, 압축/압축해제 유ти리티들 등을 이용하여) 컴파일 및/또는 설치 시에, 실행가능한 코드의 형태를 가질 수 있다.

[0443] 특정한 요건들에 따라 상당한 변화들이 행해질 수 있다. 예를 들어, 커스터마이징된 하드웨어가 또한 이용될 수 있고, 그리고/또는 특정한 엘리먼트들은 하드웨어, (애플릿들 등과 같은 포터블(portable) 소프트웨어를 포함하는) 소프트웨어 또는 둘 모두로 구현될 수 있다. 추가로, 네트워크 입력/출력 디바이스들과 같은 다른 컴퓨팅 디바이스들에 대한 접속부가 이용될 수 있다.

[0444] 몇몇 실시예들은 본 개시에 따른 방법들을 수행하기 위해 (컴퓨터 시스템(2000)과 같은) 컴퓨터 시스템을 이용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 방법들의 절차들 중 일부 또는 전부는, 프로세서(2010)가 작동 메모리(2035)에 포함된 (운영 시스템(2040) 및/또는 애플리케이션 프로그램(2045)과 같은 다른 코드에 통합될 수 있는) 하나 또는 그 초과의 명령들의 하나 또는 그 초과의 시퀀스들을 실행하는 것에 응답하여 컴퓨터 시스템(2000)에서 수행될 수 있다. 이러한 명령들은 저장 디바이스(들)(2025) 중 하나 또는 그 초과와 같은 다른 컴퓨터 관독가능 매체로부터 작동 메모리(2035)로 관독될 수 있다. 단지 예시의 방식으로, 작동 메모리(2035)에 포함된 명령들의 시퀀스들의 실행은 프로세서(들)(2010)로 하여금, 예를 들어, 도 4에 대해 설명된 모듈들과 연관된 방법과 같은 본 명세서에서 설명되는 방법들의 하나 또는 그 초과의 절차들을 수행하게 할 수 있다.

[0446] 본 명세서에서 사용되는 바와 같은 용어들 "머신 관독가능 매체" 및 "컴퓨터 관독가능 매체"는, 머신이 특정한 방식으로 동작하게 하는 데이터를 제공하는데 참여하는 임의의 매체를 지칭한다. 컴퓨터 시스템(2000)을 이용하여 구현된 실시예에서, 다양한 컴퓨터 관독가능 매체들은, 명령들/코드를 실행을 위해 프로세서(들)(2010)에 제공하는 것에 관련될 수 있고 그리고/또는 이러한 명령들/코드를 (예를 들어, 신호로서) 저장 및/또는 반송하는데 이용될 수 있다. 많은 구현들에서, 컴퓨터 관독가능 매체는 물리적 및/또는 유형의(tangible) 저장 매체이다. 이러한 매체는, 비휘발성 매체들, 휘발성 매체들 및 송신 매체들을 포함하는(그러나 이에 제한되는 것은 아님) 많은 형태들을 가질 수 있다. 비휘발성 매체들은, 예를 들어, 저장 디바이스(들)(2025)와 같은 광학 및/또는 자기 디스크들을 포함한다. 휘발성 매체들은, 제한없이, 작동 메모리(2035)와 같은 동적 메모리를 포함한다. 송신 매체들은, 제한없이, 통신 서브시스템(2030)의 다양한 컴포넌트들(및/또는 통신 서스시스템(2030)이 다른 디바이스들과 통신하게 하는 매체들) 뿐만 아니라 버스(2005)를 포함하는 와이어들을 포함하는, 동축 케이블들, 구리 와이어, 광섬유들을 포함한다. 따라서, 송신 매체들은 또한 과형들(제한없이, 라디오-과형 및 적외선 데이터 통신 동안 생성되는 것들과 같은 라디오, 음향 및/또는 광 과형들을 포함함)의 형태를 가질 수 있다.

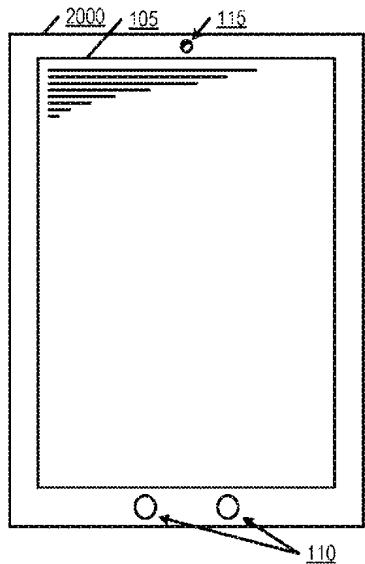
[0447] 물리적 및/또는 유형의 컴퓨터 관독가능 매체들의 통상적 형태들은, 예를 들어, 플로피 디스크, 플렉서블 디스크, 하드 디스크, 자기 테이프, 또는 임의의 다른 자기 매체, CD-ROM, 임의의 다른 광학 매체, 편치카드들, 페이퍼테이프, 구멍(hole)들의 패턴들을 갖는 임의의 다른 물리적 매체, RAM, PROM, EPROM, FLASH-EPROM, 임의의 다른 메모리 칩 또는 카트리지, 이후 설명되는 반송파, 또는 컴퓨터가 그로부터 명령들 및/또는 코드를 관독할 수 있는 임의의 다른 매체를 포함한다.

[0448] 컴퓨터 관독가능 매체들의 다양한 형태들은, 하나 또는 그 초과의 명령들의 하나 또는 그 초과의 시퀀스들을 실행을 위해 프로세서(들)(2010)에 반송하는 것에 관련될 수 있다. 단지 예시의 방식으로, 명령들은 초기에, 원격 컴퓨터의 자기 디스크 및/또는 광학 디스크 상에서 반송될 수 있다. 원격 컴퓨터는 명령들을 자신의 동적 메모리에 로딩할 수 있고, 명령들을 송신 매체를 통한 신호들로서 전송하여, 컴퓨터 시스템(2000)에 의해 수신 및/또는 실행되게 할 수 있다. 전자기 신호들, 음향 신호들, 광학 신호들 등의 형태일 수 있는 이 신호들은 모두, 본 발명의 다양한 실시예들에 따라, 명령들이 그 위에 인코딩될 수 있는 반송파들의 예들이다.

- [0449] 통신 서브시스템(2030)(및/또는 이의 컴포넌트들)은 일반적으로 신호들을 수신할 것이고, 그 다음, 버스(2005)는 신호들(및/또는 신호들에 의해 반송되는 데이터, 명령들 등)을 작동 메모리(2035)에 반송할 수 있고, 작동 메모리(2035)로부터 프로세서(들)(2010)가 명령들을 리트리브 및 실행한다. 선택적으로, 작동 메모리(2035)에 의해 수신된 명령들은 프로세서(들)(2010)에 의한 실행 이전 또는 이후에 비일시적 저장 디바이스(2025) 상에 저장될 수 있다.
- [0450] 앞서 논의된 방법들, 시스템들 및 디바이스들은 예시들이다. 다양한 실시예들은 다양한 절차들 또는 컴포넌트들을 적절히 생략, 대체 또는 추가할 수 있다. 예를 들어, 대안적인 구성들에서, 설명된 방법들은 설명된 것과는 상이한 순서로 수행될 수 있고, 그리고/또는 다양한 단계들이 추가, 생략 및/또는 결합될 수 있다. 또한, 특정한 실시예들에 대해 설명된 특징들은 다양한 다른 실시예들에서 결합될 수 있다. 실시예들의 상이한 양상들 및 엘리먼트들은 유사한 방식으로 결합될 수 있다. 또한, 기술은 진화하고, 따라서, 많은 엘리먼트들은, 본 개시의 범위를 이들 특정한 예들로 제한하지 않는 예시들이다.
- [0451] 실시예들의 철저한 이해를 제공하기 위해 특정한 세부사항들이 설명에서 주어진다. 그러나, 실시예들은 이를 특정한 세부사항들 없이 실시될 수 있다. 예를 들어, 실시예들을 모호하게 하는 것을 회피하기 위해, 주지의 회로들, 프로세스들, 알고리즘들, 구조들 및 기술들은 불필요한 세부사항없이 도시되었다. 이 설명은 오직 예시적인 실시예들을 제공하고, 본 발명의 범위, 적용가능성 또는 구성을 제한하려는 의도가 아니다. 오히려, 실시예들의 앞선 설명은, 본 발명의 실시예들을 구현하기 위한 인에이블링(enabling) 설명을 이 분야의 당업자들에게 제공할 것이다. 본 발명의 사상 및 범위를 벗어남이 없이 엘리먼트들의 기능 및 배열에서 다양한 변경들이 행해질 수 있다.
- [0452] 또한, 몇몇 실시예들은 흐름도들 또는 블록도들로서 도시되는 프로세스들로서 설명되었다. 각각은 동작들을 순차적인 프로세스로서 설명할 수 있지만, 많은 동작들은 병렬로 또는 동시에 수행될 수 있다. 또한, 동작들의 순서는 재배열될 수 있다. 프로세스는 도면에 포함되지 않은 추가적인 단계들을 가질 수 있다. 게다가, 방법들의 실시예들은, 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어, 마이크로코드, 하드웨어 디스크립션 언어들 또는 이들의 임의의 조합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어 또는 마이크로코드로 구현되는 경우, 연관된 작업들을 수행하기 위한 프로그램 코드 또는 코드 세그먼트들은 저장 매체와 같은 컴퓨터 판독가능 매체에 저장될 수 있다. 프로세서들은 연관된 작업들을 수행할 수 있다.
- [0453] 몇몇 실시예들, 다양한 변형들, 대안적 구성들 및 균등물들을 설명하는 것은 본 개시의 사상을 벗어남이 없이 이용될 수 있다. 예를 들어, 상기 엘리먼트들은 단지 더 큰 시스템의 컴포넌트일 수 있고, 여기서 다른 규칙들이 본 발명의 애플리케이션에 대해 우선순위를 갖거나 그렇지 않으면 이를 변형할 수 있다. 또한, 상기 엘리먼트들이 고려되기 이전에, 그 동안에 또는 그 이후에 다수의 단계들이 착수될 수 있다. 따라서, 상기 설명은 본 개시의 범위를 제한하지 않는다.

도면

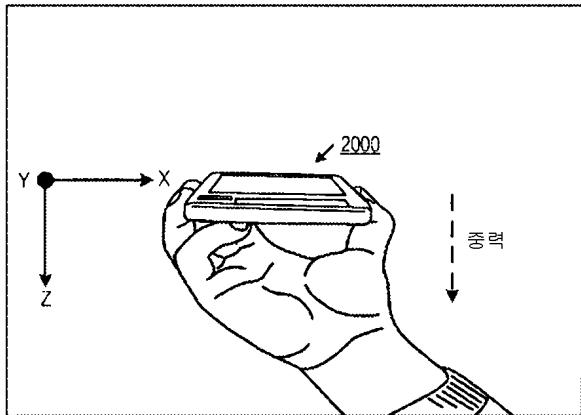
도면1



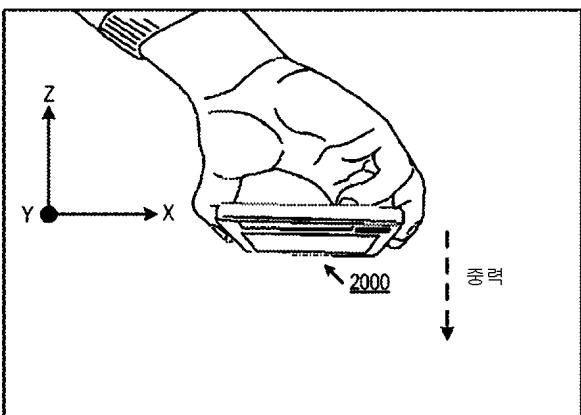
도면2



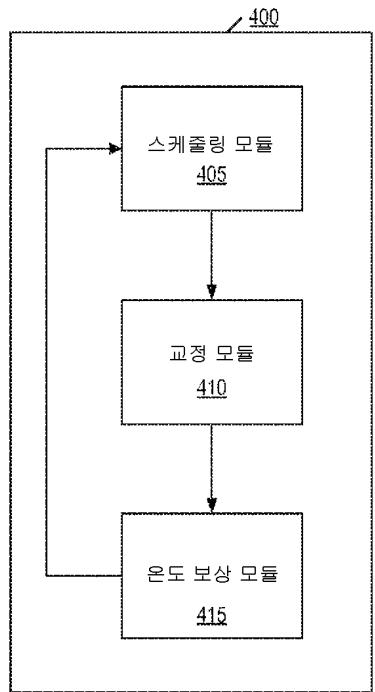
도면3a



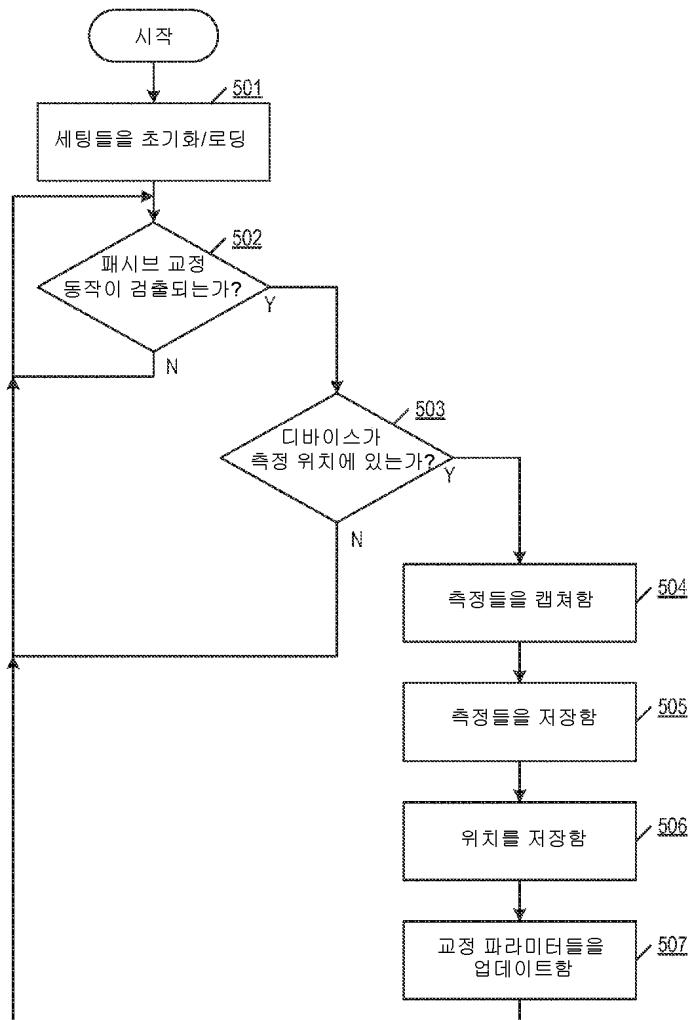
도면3b



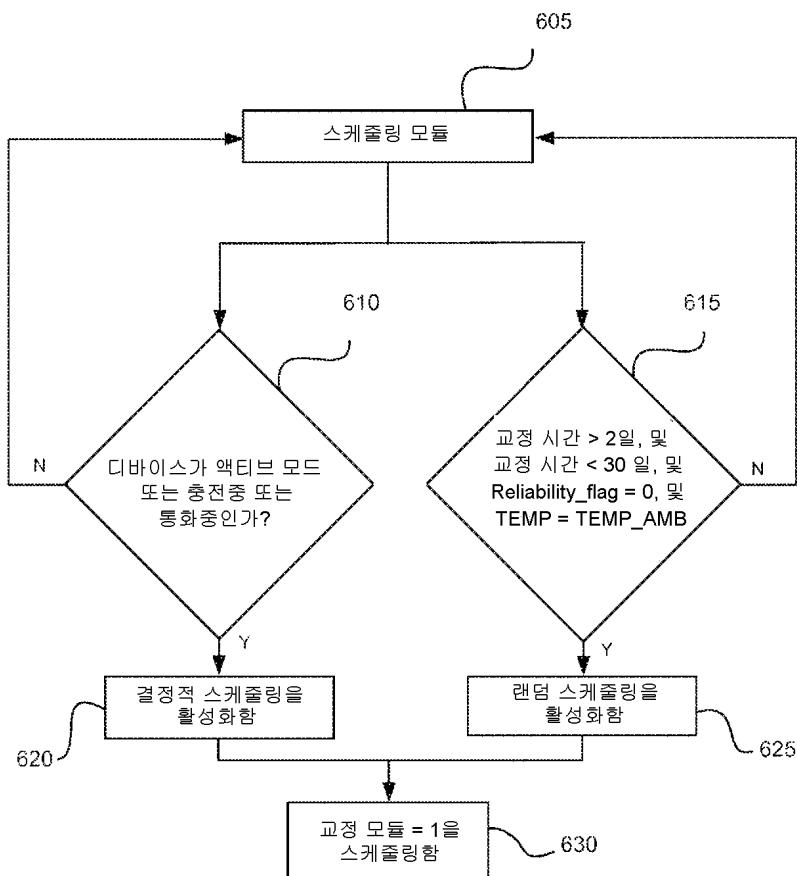
도면4



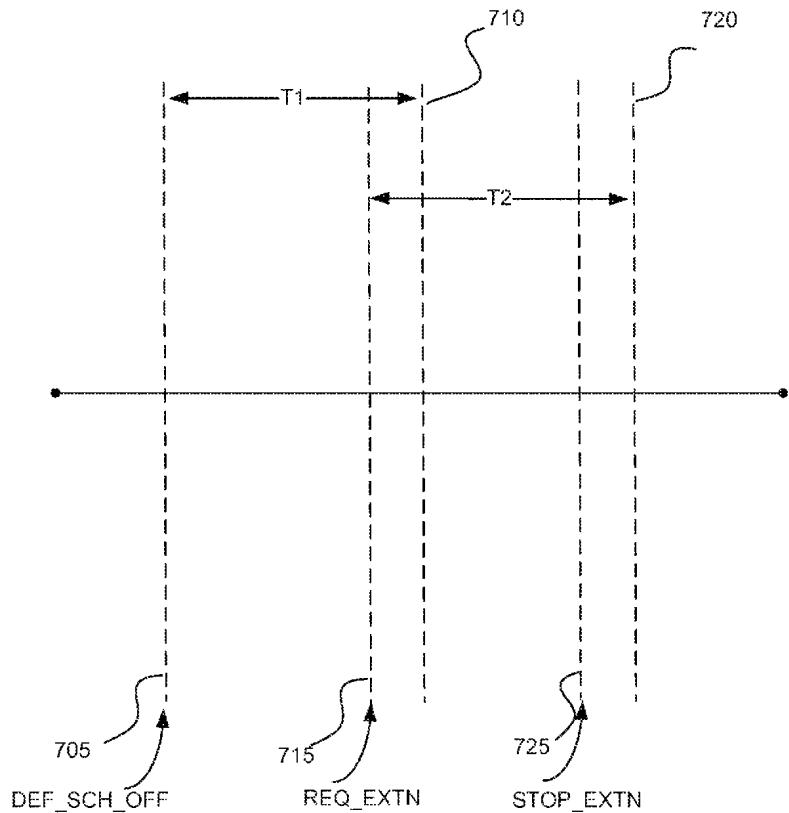
도면5



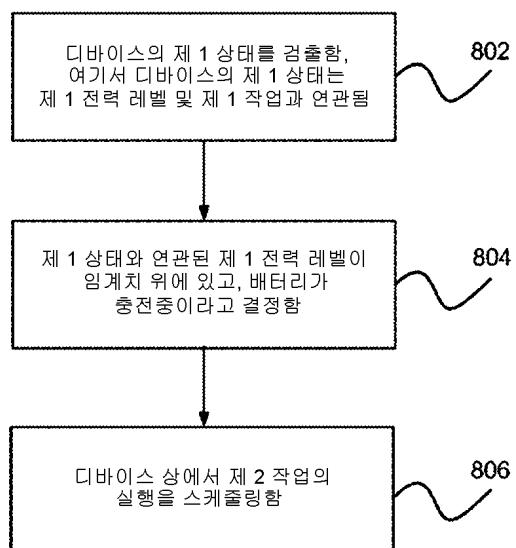
도면6



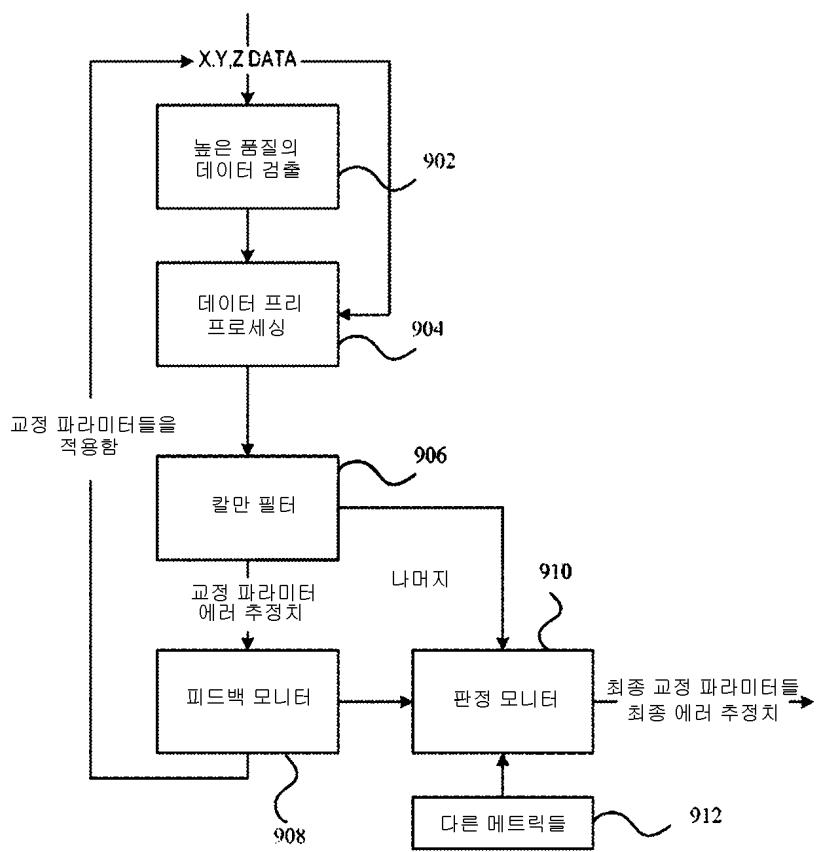
도면7



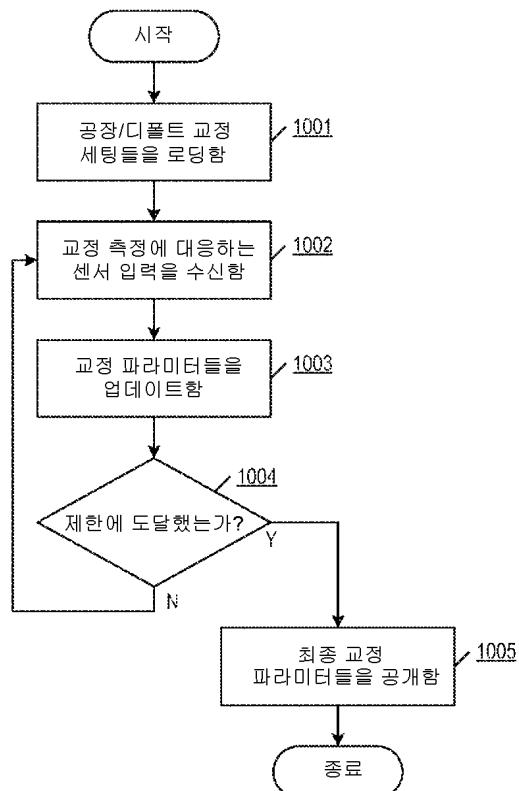
도면8



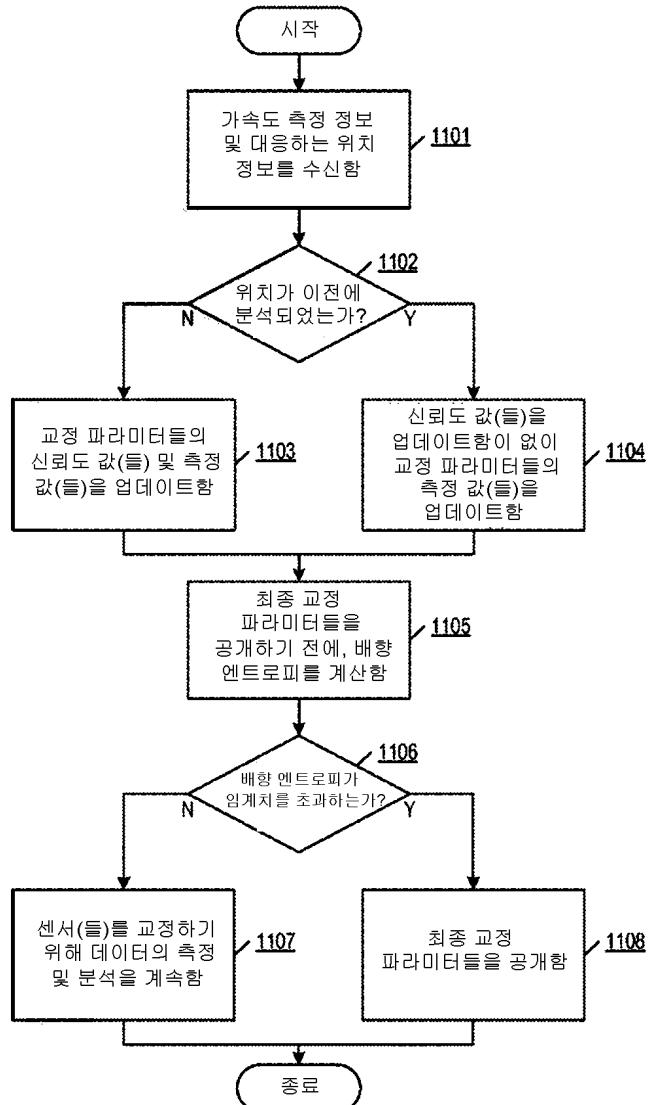
도면9



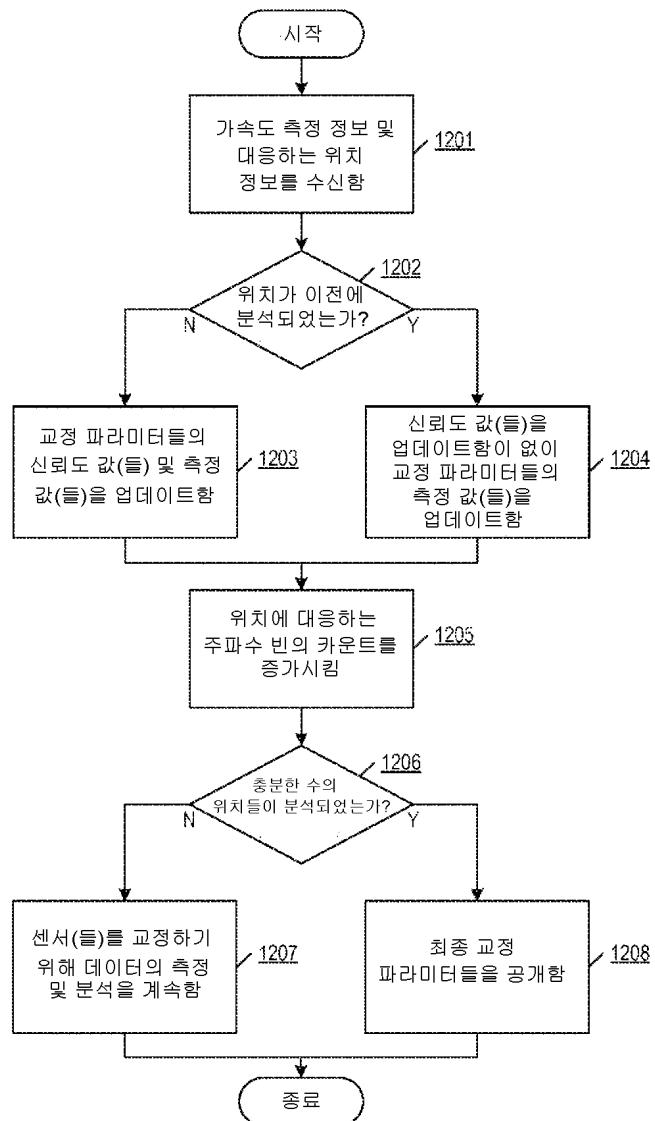
도면10



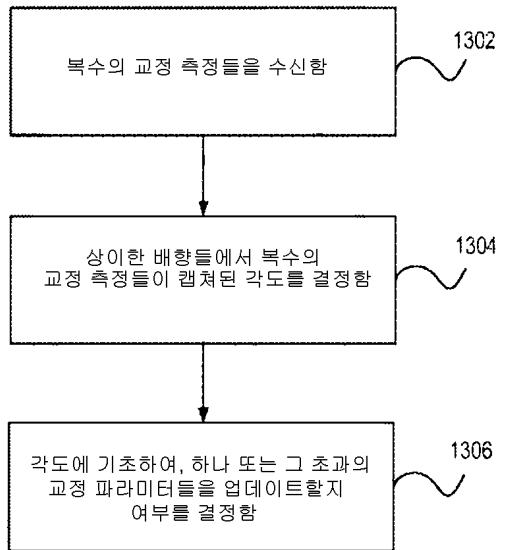
도면11



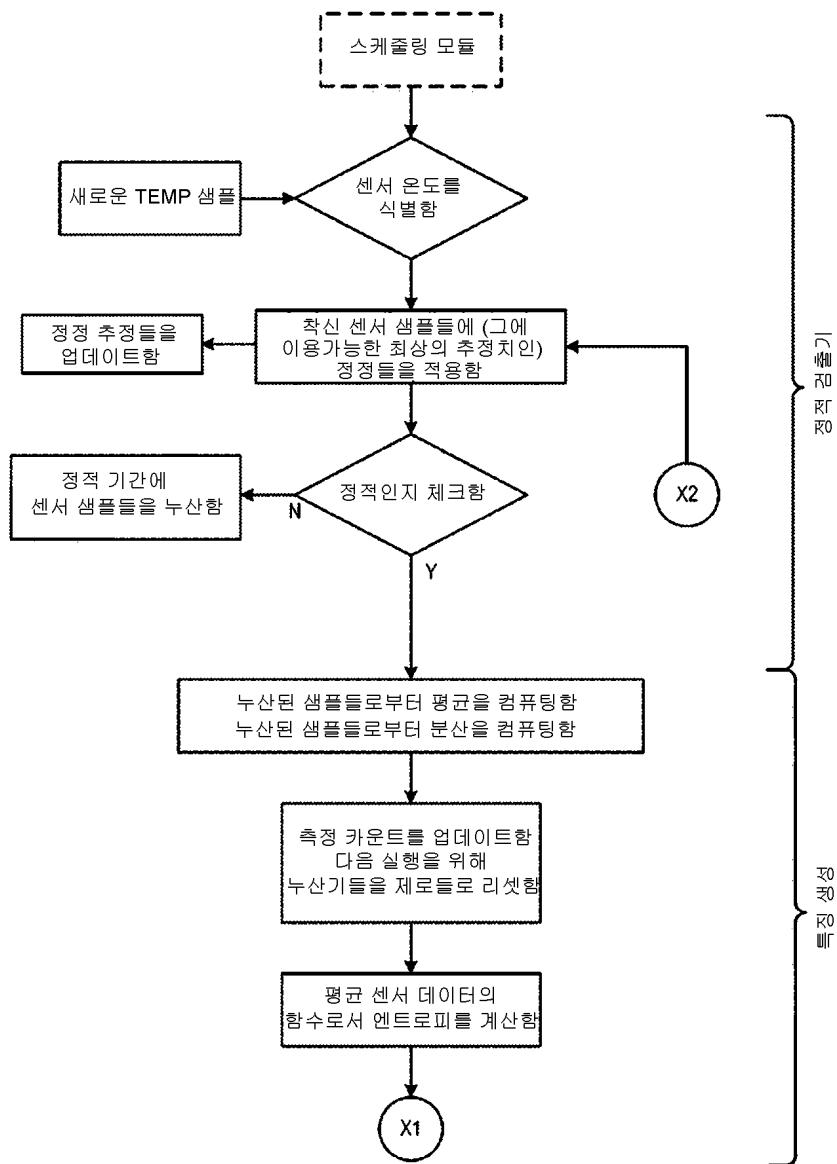
도면12



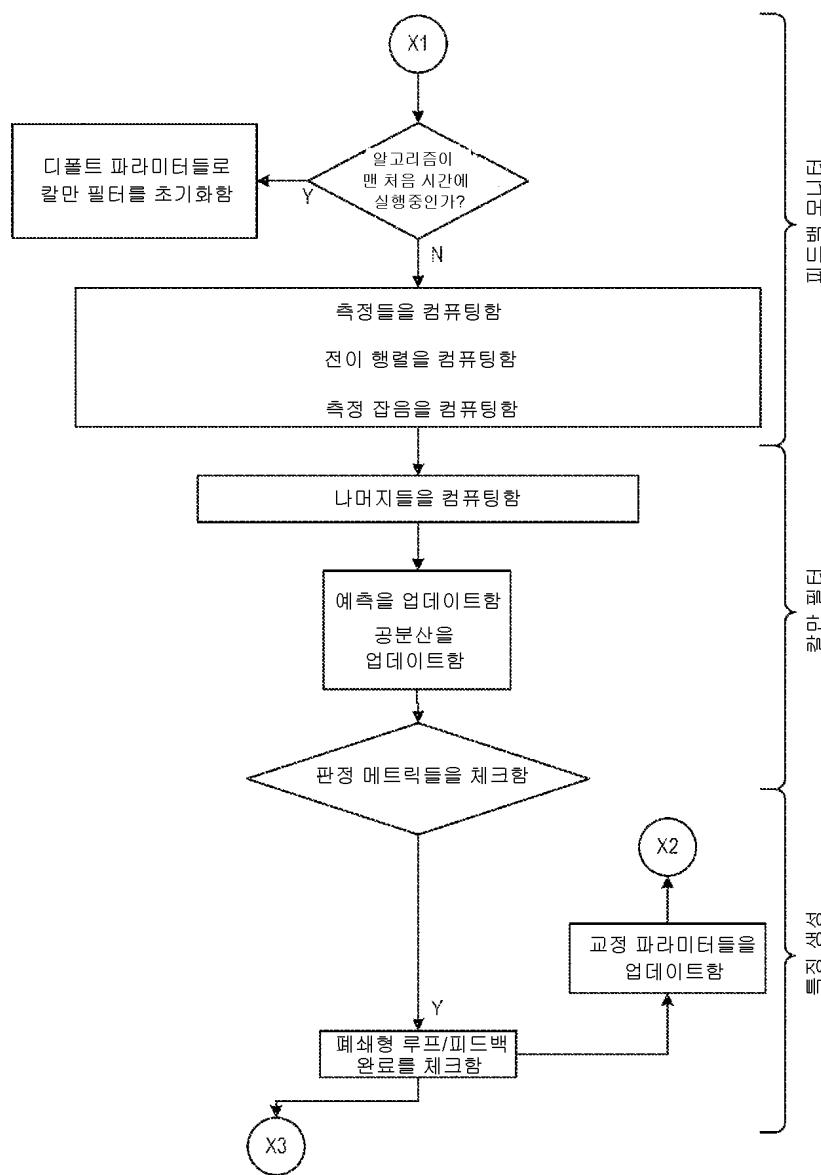
도면13



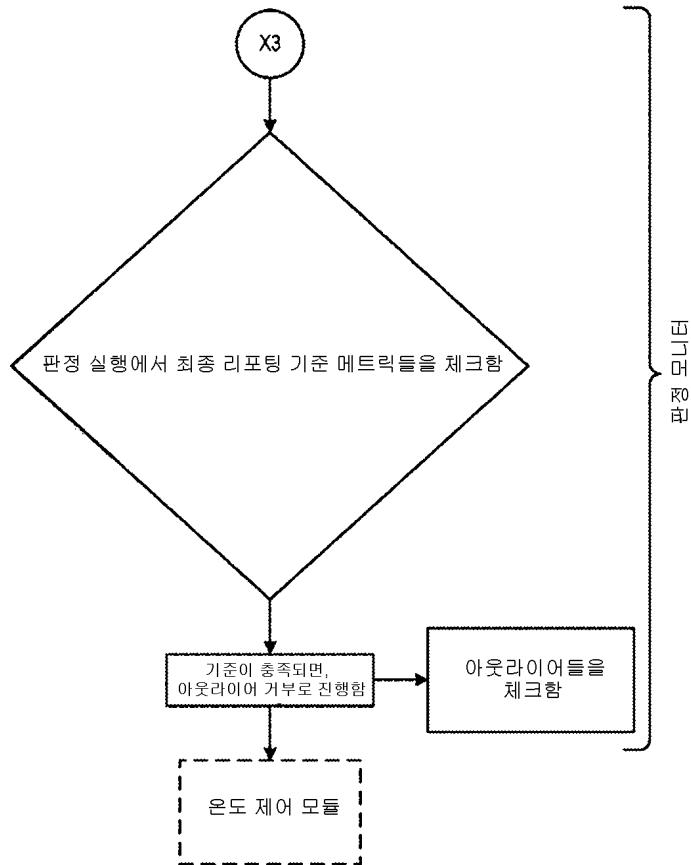
도면14a



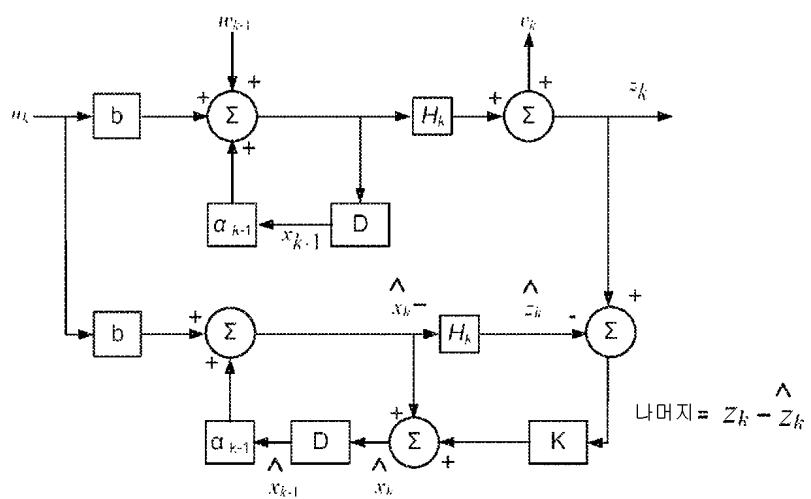
도면14b



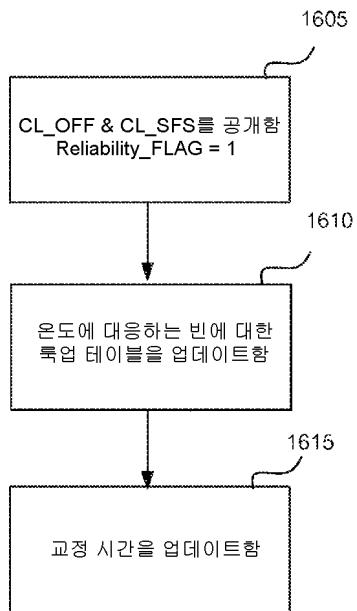
도면14c



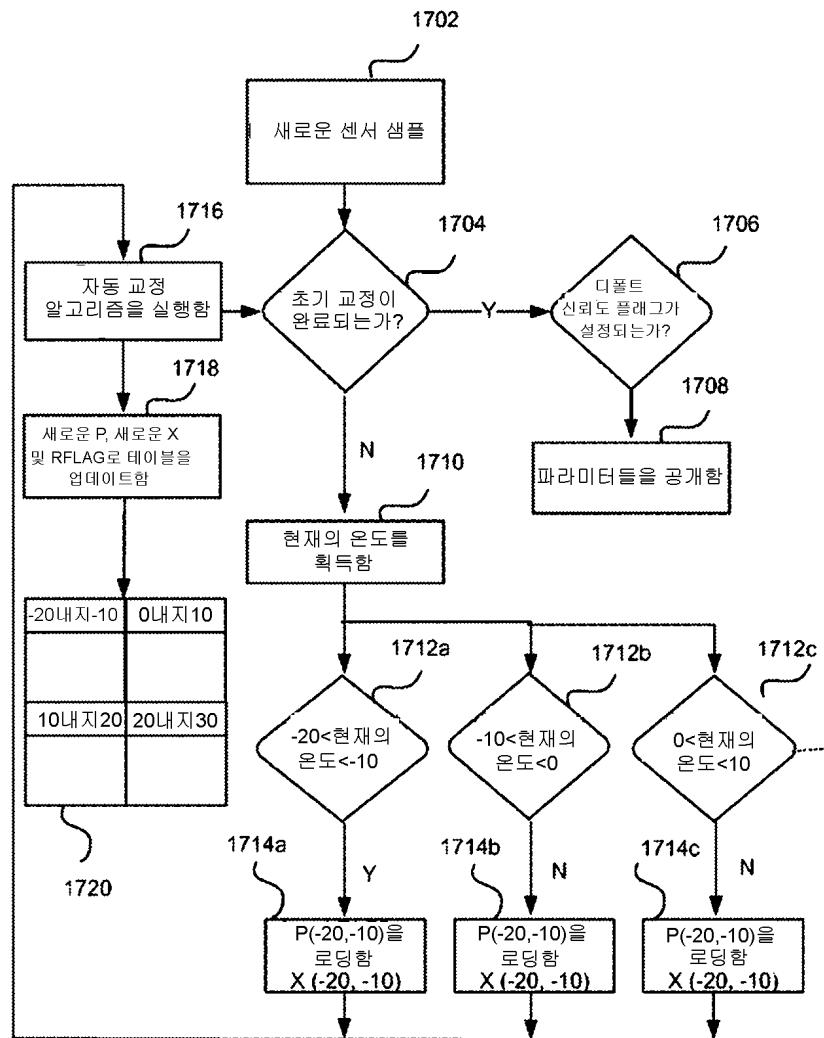
도면15



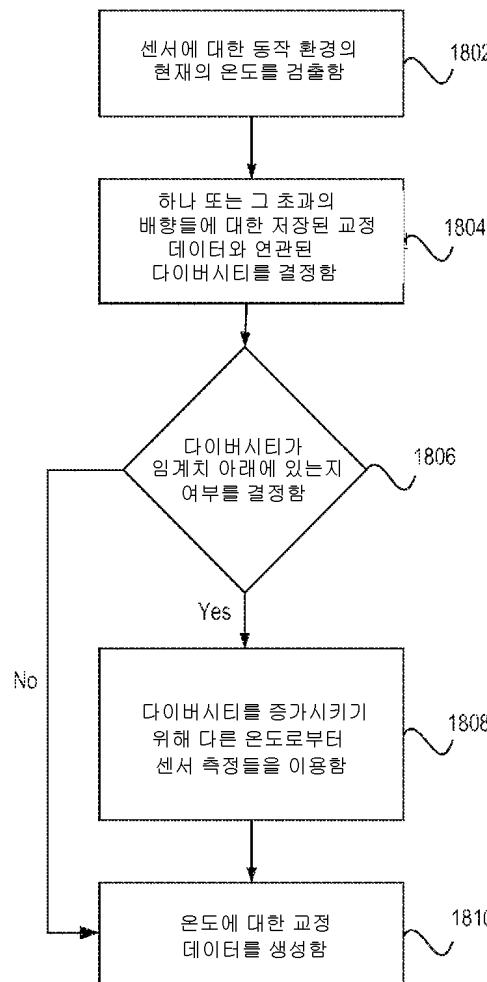
도면16



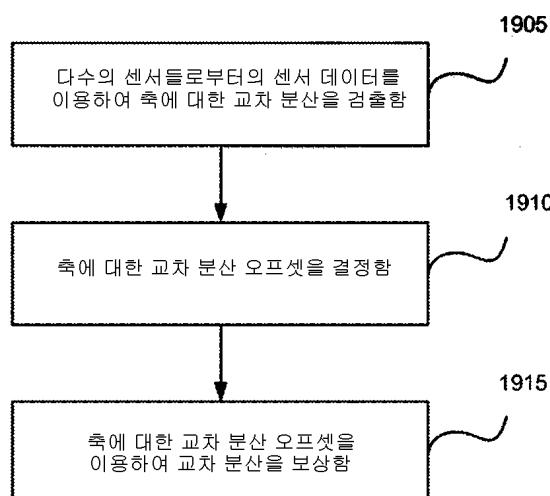
도면17



도면18



도면19



도면20

