



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0108004
(43) 공개일자 2019년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/01 (2006.01) G02B 27/00 (2006.01)
G06F 3/01 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 27/0179 (2013.01)
G02B 27/0093 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0029426
(22) 출원일자 2018년03월13일
심사청구일자 2018년03월13일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
강석주
서울특별시 마포구 상암산로1길 57, 614동 402호
(상암동, 상암월드컵파크 6단지)
서민우
경기도 고양시 일산서구 강성로 270, 302동 702호
(대화동, 성저마을3단지아파트)
(74) 대리인
유미특허법인

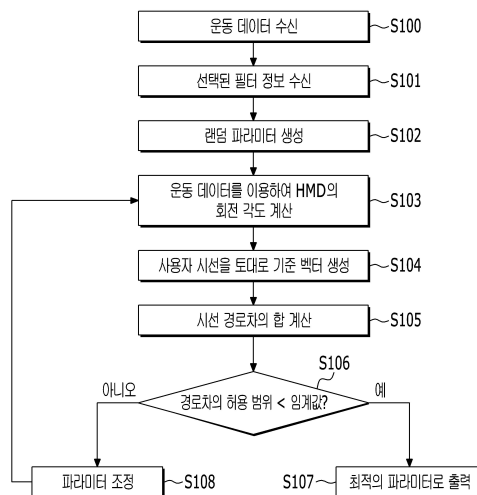
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 헤드 마운티드 디스플레이의 자기 보정 장치 및 방법

(57) 요약

헤드 마운티드 디스플레이가 자신의 위치를 추정하기 위한 파라미터를 보정하는 방법으로서, 헤드 마운티드 디스플레이를 착용한 사용자가 가이드 된 움직임 정보를 토대로 움직이면, 사용자의 움직임에 따라 헤드 마운티드 디스플레이에 삽입된 센서들이 헤드 마운티드 디스플레이에 대한 운동 데이터를 수집한다. 헤드 마운티드 디스플레이의 위치를 추정하기 위하여 선택된 필터의 파라미터를 랜덤하게 생성하고, 운동 데이터와 랜덤하게 생성된 파라미터를 이용하여 사용자의 시선 움직임을 계산한 시선 변화의 합이 미리 설정한 임계값보다 작은지 확인한다. 시선 변화의 합이 임계값보다 작아질 때까지 생성된 파라미터를 조정하고, 시선 변화의 합이 임계값보다 작으면 조정된 파라미터를 선택된 필터에 대한 파라미터로 설정한다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

G06F 3/013 (2013.01)

G02B 2027/0187 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20161210200560

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 스마트그리드핵심기술

연구과제명 전력계통 분석 및 안정화를 위한 전기차 충전수요 모니터링, 충전수요 예측 및 충전수요
분산 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 한양대학교 산학협력단

연구기간 2016.12.01~2019.09.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 17CTAP-C114672-02

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구사업

연구과제명 자율주행차량 운전주행모드 자동 전환용 인식률 90% 이상의 다중 센서 기반 운전자 상태
인식 및 상황 인식 원천 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.24 ~ 2018.06.23

명세서

청구범위

청구항 1

헤드 마운티드 디스플레이가 자신의 위치를 추정하기 위한 파라미터를 보정하는 방법으로서,

상기 헤드 마운티드 디스플레이를 착용한 사용자가 가이드 된 움직임 정보를 토대로 움직이면, 상기 사용자의 움직임에 따라 상기 헤드 마운티드 디스플레이에 삽입된 센서들이 상기 헤드 마운티드 디스플레이에 대한 운동 데이터를 수집하는 단계,

상기 헤드 마운티드 디스플레이의 위치를 추정하기 위하여 선택된 필터의 파라미터를 랜덤하게 생성하는 단계,

상기 운동 데이터와 랜덤하게 생성된 파라미터를 이용하여, 상기 사용자의 시선 움직임을 계산한 시선 변화의 합이 미리 설정한 임계값보다 작은지 확인하는 단계, 그리고

상기 시선 변화의 합이 임계값보다 작아질 때까지 상기 생성된 파라미터를 조정하고, 상기 시선 변화의 합이 상기 임계값보다 작으면 조정한 파라미터를 상기 선택된 필터에 대한 파라미터로 설정하는 단계

를 포함하는 자기 보정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 임계값보다 작은지 확인하는 단계는,

상기 운동 데이터와 랜덤 파라미터를 이용하여 상기 헤드 마운티드 디스플레이의 회전 각을 계산하는 단계

를 포함하고,

상기 운동 데이터는 상기 헤드 마운티드 디스플레이의 가속도, 지자기, 각속도 정보를 포함하는 자기 보정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 회전 각을 계산하는 단계 이후에,

상기 사용자의 시선에 의해 생성된 시점을 기준 벡터로 설정하는 단계

를 더 포함하는 자기 보정 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 기준 벡터는 상기 사용자가 상기 헤드 마운티드 디스플레이를 착용한 직후 정면을 바라보고 있을 때의 시점의 벡터를 기준 벡터로 생성하는 자기 보정 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 임계값보다 작은지 확인하는 단계 이후에,

상기 시선 변화의 합이 상기 임계값보다 크면, 랜덤하게 생성한 파라미터를 조정하는 단계

를 더 포함하는 자기 보정 방법.

청구항 6

헤드 마운티드 디스플레이에 삽입되어 헤드 마운티드 디스플레이의 위치를 추정하기 위한 파라미터를 보정하는 장치로서,

미리 가이드된 움직임 정보를 토대로 상기 헤드 마운티드 디스플레이를 착용한 사용자가 움직이면, 사용자의 움직임에 따른 상기 헤드 마운티드 디스플레이의 운동 데이터를 수집하는 운동 데이터 수집 모듈,

상기 헤드 마운티드 디스플레이의 위치를 추정하기 위하여 외부에서 선택된 필터에 대한 정보를 수신하면, 선택된 필터에 대한 파라미터를 랜덤하게 생성하는 파라미터 입력 모듈, 그리고

상기 운동 데이터 수집 모듈이 수집한 운동 데이터와 상기 파라미터 입력 모듈이 랜덤하게 생성한 파라미터를 토대로, 상기 사용자의 시선 움직임을 계산한 시선 변화의 합이 미리 설정한 임계값보다 작을 때 까지 파라미터를 조정하고, 상기 시선 변화의 합이 상기 임계값보다 작으면 조정된 파라미터를 상기 선택된 필터에 대한 파라미터로 설정하는 파라미터 조정 모듈

을 포함하는 자기 보정 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 파라미터 조정 모듈은,

상기 운동 데이터와 랜덤 파라미터를 이용하여 상기 헤드 마운티드 디스플레이의 회전 각을 계산하는 자기 보정 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 파라미터 조정 모듈은,

상기 사용자가 상기 헤드 마운티드 디스플레이를 착용한 직후 정면을 바라보고 있을 때의 시점에서 변환된 벡터를 기준 벡터로 설정하는 자기 보정 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 파라미터 조정 모듈은,

상기 시선 변화의 합이 상기 임계값보다 크면, 랜덤하게 생성한 파라미터를 조정하는 자기 보정 장치.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 운동 데이터는 상기 사용자의 움직임에 따라 움직인 헤드 마운티드 디스플레이의 가속도, 지자기, 각속도 정보를 포함하는 자기 보정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 헤드 마운티드 디스플레이의 자기 보정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 헤드 마운티드 디스플레이(Head Mounted Display)(이하, 'HMD'라 지칭함)는 현재 자세 추정을 위해, HMD 내부에 탑재된 관성 측정 장치(IMU: Inertial Measurement Unit)와 외부 움직임 추적기(positional tracker)를 이용하여 원시 센서 데이터(raw sensor data)를 측정한다. 관성 측정 장치에 포함되는 자이로스코프, 가속도계, 지자계는 자세(orientation)를 계산한다.

[0003] 각각의 센서를 사용하여 HMD 사용자 자세를 추정할 수 있지만, 이는 정밀성이 낮기 때문에 센서 퓨전(sensor

fusion)을 사용해야 한다. 센서 퓨전은 여러 원시 센서 데이터를 융합하여 센서의 특징과 단점을 보완하고, 정밀한 현재 자세 추정을 가능하게 한다.

- [0004] 그런데 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 형태로 구성된 관성 측정 장치에서 출력되는 데이터는 다양한 요인으로 오차가 발생한다. 이러한 문제점을 보완하기 위해서 다양한 센서 보정(sensor calibration)이 존재하며, 두 가지로 구분할 수 있다.
- [0005] 먼저, 신뢰도가 높은 외부 장치를 이용하여 사용하는 관성 측정 장치의 센서를 보정하는 방법이 있다. 다른 하나는 외부 장치 없이 수학적, 기구학적 관계를 이용하여 자기 보정을 하는 방법이 있다.
- [0006] 전자는 관성 측정 장치의 성능을 극대화시킬 수 있지만, 신뢰성이 높은 장치는 비용과 무게로 인하여 쉽게 사용하지 못한다. 따라서 IoT 기기나 모바일 기반의 HMD의 경우 사용하는 환경과 장비가 상이하기 때문에, 항상 센서 보정을 할 수 없는 문제가 있다. 따라서 자기 보정을 통한 자세 추정 향상 기법을 이용하여, 온라인(online) 상에서도 정밀성이 높은 자세를 출력하게 할 수 있다.
- [0007] 기존 자기 보정 기법들은 자이로스코프의 편류(drift)를 제거하기 위해 바이어스를 구하는 방법, 가속도계의 각 축 간의 스케일링(scaling)을 맞추는 방법, 지자계의 외부 왜곡을 제거하는 방법, 카메라를 이용한 자기 보정 등이 있다. 이를 통하여 센서 퓨전에 입력될 기본 자세의 성능이 향상되며 센서 퓨전 이후에 출력되는 추정 자세의 정밀도 또한 증가한다.
- [0008] 따라서 대부분의 자기 보정 방법들이 원시 센서 데이터의 정밀도를 향상 시키는데 집중이 되어 있다. 하지만 최종 자세 추정에 있어 센서 퓨전의 비중도 중요한데, 지금까지는 자기 보정 방법을 이용한 센서 퓨전 성능 향상 기법이 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 따라서, 본 발명은 외부 기준 좌표계 없이 내부 파라미터의 조정이 가능한 헤드 마운티드 디스플레이의 자기 보정 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 본 발명의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 하나의 특징인 헤드 마운티드 디스플레이가 자신의 위치를 추정하기 위한 파라미터를 보정하는 방법으로서,
- [0011] 상기 헤드 마운티드 디스플레이를 착용한 사용자가 가이드 된 움직임 정보를 토대로 움직이면, 상기 사용자의 움직임에 따라 상기 헤드 마운티드 디스플레이에 삽입된 센서들이 상기 헤드 마운티드 디스플레이에 대한 운동 데이터를 수집하는 단계, 상기 헤드 마운티드 디스플레이의 위치를 추정하기 위하여 선택된 필터의 파라미터를 랜덤하게 생성하는 단계, 상기 운동 데이터와 랜덤하게 생성된 파라미터를 이용하여, 상기 사용자의 시선 움직임을 계산한 시선 변화의 합이 미리 설정한 임계값보다 작은지 확인하는 단계, 그리고 상기 시선 변화의 합이 임계값보다 작아질 때까지 상기 생성된 파라미터를 조정하고, 상기 시선 변화의 합이 상기 임계값보다 작으면 조정된 파라미터를 상기 선택된 필터에 대한 파라미터로 설정하는 단계를 포함한다.
- [0012] 상기 임계값보다 작은지 확인하는 단계는, 상기 운동 데이터와 랜덤 파라미터를 이용하여 상기 헤드 마운티드 디스플레이의 회전 각을 계산하는 단계를 포함하고, 상기 운동 데이터는 상기 헤드 마운티드 디스플레이의 가속도, 지자기, 각속도 정보를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 회전 각을 계산하는 단계 이후에, 상기 사용자의 시선에 의해 생성된 시점을 기준 벡터로 설정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 기준 벡터는 상기 사용자가 상기 헤드 마운티드 디스플레이를 착용한 직후 정면을 바라보고 있을 때의 시점의 벡터를 기준 벡터로 생성할 수 있다.
- [0015] 상기 임계값보다 작은지 확인하는 단계 이후에, 상기 시선 변화의 합이 상기 임계값보다 크면, 랜덤하게 생성한 파라미터를 조정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 본 발명의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 특징인 헤드 마운티드 디스플레이에 삽입되어 헤드 마운티드 디스플레이의 위치를 추정하기 위한 파라미터를 보정하는 장치로서,

- [0017] 미리 가이드된 움직임 정보를 토대로 상기 헤드 마운티드 디스플레이를 착용한 사용자가 움직이면, 사용자의 움직임에 따른 상기 헤드 마운티드 디스플레이의 운동 데이터를 수집하는 운동 데이터 수집 모듈, 상기 헤드 마운티드 디스플레이의 위치를 추정하기 위하여 외부에서 선택된 필터에 대한 정보를 수신하면, 선택된 필터에 대한 파라미터를 랜덤하게 생성하는 파라미터 입력 모듈, 그리고 상기 운동 데이터 수집 모듈이 수집한 운동 데이터와 상기 파라미터 입력 모듈이 랜덤하게 생성한 파라미터를 토대로, 상기 사용자의 시선 움직임을 계산한 시선 변화의 합이 미리 설정한 임계값보다 작을 때 까지 파라미터를 조정하고, 상기 시선 변화의 합이 상기 임계값보다 작으면 조정된 파라미터를 상기 선택된 필터에 대한 파라미터로 설정하는 파라미터 조정 모듈을 포함한다.
- [0018] 상기 파라미터 조정 모듈은, 상기 운동 데이터와 랜덤 파라미터를 이용하여 상기 헤드 마운티드 디스플레이의 회전 각을 계산할 수 있다.
- [0019] 상기 파라미터 조정 모듈은, 상기 사용자가 상기 헤드 마운티드 디스플레이를 착용한 직후 정면을 바라보고 있을 때의 시점에서 변환된 벡터를 기준 벡터로 설정할 수 있다.
- [0020] 상기 파라미터 조정 모듈은, 상기 시선 변화의 합이 상기 임계값보다 크면, 랜덤하게 생성한 파라미터를 조정할 수 있다.
- [0021] 상기 운동 데이터는 상기 사용자의 움직임에 따라 움직인 헤드 마운티드 디스플레이의 가속도, 지자기, 각속도 정보를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명에 따르면 외부 기준 좌표계 없이도 내부 파라미터의 조정이 가능하며, 관성 측정 장치의 신호 분석 없이 내부 파라미터 선정 가이드를 제공할 수 있다.
- [0023] 또한, 기존 센서 보정에 비해 간단하게 센서를 보정할 수 있으며, 다양한 센서 퓨전 방법에 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 일반적인 헤드 마운티드 디스플레이의 예시도이다.
- 도 2는 일반적인 내부 파라미터 변화에 따른 동적 실효값을 나타낸 예시도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 헤드 마운티드 디스플레이의 자기 보정 장치의 구조도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 사용자 시선에 대한 예시도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 사용자 시선에 따라 회전한 운동 시선의 예시도이다.
- 도 6는 본 발명의 실시예에 따른 최단 거리를 통한 연산의 예시도이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 내부 파라미터 조정 방법에 대한 흐름도이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 가이드된 운동 데이터의 입력 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0026] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0027] 이하 도면을 참조로 본 발명의 실시예에 따른 헤드 마운티드 디스플레이의 자기 보정 장치 및 방법에 대해 설명한다. 본 발명의 실시예에 대해 설명하기 앞서, 일반적인 헤드 마운티드 디스플레이와 내부 파라미터 변화에 따른 동적 실효값(RMS: Root Mean Square)에 대해 도 1 및 도 2를 참조로 먼저 설명한다.
- [0028] 도 1은 일반적인 헤드 마운티드 디스플레이의 예시도이고, 도 2는 일반적인 내부 파라미터 변화에 따른 동적 실효

효값을 나타낸 예시도이다.

- [0029] 먼저, 도 1에 도시된 바와 같이 현재 HMD를 착용한 사용자의 자세를 추정하기 위해, 사용자가 착용한 HMD 내부에 탑재된 관성 측정 장치(10)와 외부 움직임 추적기(20)를 이용하여 원시 센서 데이터를 측정한다. 관성 측정 장치(10)에는 자이로스코프, 가속도계, 지자계 등의 센서가 포함되어 있으며, 이들 센서가 자세를 계산한다.
- [0030] 각각의 센서를 사용하면 HMD를 착용한 사용자의 자세를 추정할 수 있지만 정밀성이 낮기 때문에, 센서 퓨전(30)을 사용하여 원시 센서 데이터를 융합, 센서의 특징과 단점을 보완하고, 정밀한 현재 사용자의 자세를 추정하여야 한다.
- [0031] 센서 퓨전(30)은 HMD(10)에 포함된 각각의 센서에서 발생하는 오차를 보완하여, 정밀하게 사용자 자세를 추정하는 역할을 한다. 따라서 센서 퓨전(30)에는 원시 센서 데이터를 보정하는 기능이 포함되어 있는 것으로 볼 수 있다.
- [0032] 그러나 사용자의 최종적인 자세는 센서 퓨전(30)의 결과이기 때문에, 센서 퓨전(30)의 정밀도 향상 또한 매우 중요한 주제이다. 센서 퓨전(30)에는 다양한 특징을 가진 여러 필터(30-1~30-4)가 존재한다. 그리고 다양한 센서 퓨전 방식에도 성능을 결정하는 파라미터가 항상 존재한다.
- [0033] 예를 들어 상보 필터(30-1)의 경우 자이로스코프와 가속도계의 갱신 비율을 결정하는 α 가 있다. 그리고, 칼만 필터(30-2)의 경우 예측과 측정에 대한 공분산 값이 필요하다. 또한, 매쉬워(Madgwick) 필터(30-4)에는 이득 값인 β 가 존재한다.
- [0034] 이들 각각의 필터에 존재하는 센서 퓨전 파라미터의 중요성에 대해 도 2를 참조로 설명한다. 도 2에는 외부 기준 좌표계와 센서 퓨전 결과를 RMS(Root Mean Square)로 나타낸 결과를 나타낸 것이다.
- [0035] 보통 사용자의 자세 비교는 일정 정지 상태의 각도를 비교한 정적 RMS(Rate Monotonic Scheduling)와 일정 시간 동안 회전 운동을 비교하는 동적 RMS로 나뉜다. 정적 RMS와 동적 RMS를 나타내는 단위는 각도나 라디안(radian)으로 표시한다.
- [0036] 도 2에 나타낸 결과의 기준 좌표계는 회전 플랫폼(rotary platform)의 광학식 엔코더이며, 비교 대상에 사용한 관성 측정 장치(10)는 Oculus DK2에 사용되는 MPU-6500이다. 이 관성 측정 장치에서 출력되는 원시 센서 데이터를 상보 필터(30-1)와 매쉬워 필터(30-4)로 입력하였으며, 이때 설정한 내부 파라미터 값 α , β 를 임의로 입력시킨 결과이다.
- [0037] 도 2에 도시한 결과와 같이, 파라미터의 결정에 따라 센서 퓨전 정밀도가 확연히 달라지는 것을 볼 수 있다. 따라서 도 2에 도시한 결과는, 센서 퓨전(30)에서 파라미터 선정이 얼마나 중요한지를 보여준다.
- [0038] 센서 퓨전(30)에서 내부 파라미터를 결정하는 일반적인 방법은, 외부 정밀 기준계와 비교하는 방법이 있다. 외부 정밀 기준계와 추정 값과의 차로 오차 함수를 설정하여, 파라미터를 오차 함수의 최적의 해로 구하여 센서 퓨전 파라미터로 설정한다. 이 방법을 이용하여 내부 파라미터를 결정하기 위해서는 정밀한 기준 좌표계가 있어야 하며, HMD와 함께 측정할 수 있는 형태여야 하기 때문에 제약이 많다.
- [0039] 또 다른 방법으로 각 파라미터를 설정하는 가이드가 존재한다. 상보 필터(30-1)의 α 는 차단 주파수(cut-off frequency)이며, 칼만 필터(30-2)는 관성 측정 장치(10)에서 측정할 때의 데이터들의 공분산과 예측 할 때 데이터들의 공분산을 의미한다. 또한 매쉬워 필터(30-4)의 β 는 경사 하강(gradient-decent) 방법의 반영 비율이다.
- [0040] 이들 방법은 직접 각 관성 측정 장치(10)에 포함된 센서로부터 원시 센서 데이터를 취득하여 신호 분석과 계산 과정이 필요하다. 또한 파라미터의 선정 기준이 정밀하게 공식화되지 않았다. 따라서 사용자나 개발자는 데이터의 경향성을 파악하여 경험적으로 결정해야 한다.
- [0041] 그리고 운동의 경향성에 따라서 최적의 파라미터는 변화하기 때문에, 외부 기준 없이는 파라미터 선정이 쉽지 않다. 특히 HMD나 IoT 기기 같은 운동 환경이 다양한 기기일수록, 센서 퓨전(30)의 파라미터를 설정하기 어렵다. 따라서 동일한 관성 측정 장치(10)를 사용한 사례 중 공개된 파라미터를 차용하는 경우가 많다. 이 또한 같은 센서라도 다른 환경에서의 작동한다면 자세 추정에 악영향을 줄 수도 있다.
- [0042] 따라서, 본 발명의 실시예에서는 기존의 자기 보정 기법과 같이 센서 퓨전 파라미터 설정에 가이드를 줄 수 있는 자기 보정 장치 및 이를 이용한 자기 보정 방법을 제안한다. 본 발명의 실시예에서는 설명의 편의를 위하여 HMD(10) 내에 자기 보정 장치(100)가 포함되어 있고, 자기 보정 장치(100)가 운동 데이터를 수집하는 방법이나 센서 퓨전(30)의 처리 방법에 대한 설명은 생략한다.

- [0043] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 헤드 마운티드 디스플레이의 자기 보정 장치의 구조도이다.
- [0044] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 자기 보정 장치(100)는 적어도 하나의 프로세서에 의해 제어되며, 운동 데이터 수집 모듈(110), 파라미터 입력 모듈(120) 그리고 파라미터 조정 모듈(130)을 포함한다.
- [0045] 운동 데이터 수집 모듈(110)은 사용자가 착용하는 HMD에 포함되어 복수의 센서들이 포함된 관성 측정 장치(10)가 수집한 운동 데이터를 수신한다. 여기서, 운동 데이터는 사용자가 착용한 HMD를 통해 제공되는 가이드 정보를 기초로 움직일 때, 관성 측정 장치(10)가 획득한 회전 정보로, 3축의 가속도, 지자기, 각속도 정보가 포함되어 있다.
- [0046] 여기서, 운동 데이터 수집 모듈(110)이 수신한 운동 데이터와 관련된 내용에 대해 도 4 및 도 5를 참조로 먼저 설명한다.
- [0047] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 사용자 시선에 대한 예시도이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 사용자 시선에 따라 회전한 운동 시선의 예시도이다.
- [0048] 일반적으로 기존의 자기 보정 기법은 사용자의 물리적 위치 관계나 사용자가 착용한 기구적 위치를 고려하여 오류 함수를 설정한다. 그리고 이를 통해 각 센서의 보정 계수를 최적화(optimization) 한다. 이를 착안하여, 본 발명의 실시예에서는 외부 기준 좌표계 없이 센서 퓨전(30)의 파라미터를 최적화 할 수 있는 새로운 오류 함수를 도입하고자 한다.
- [0049] 센서 퓨전(30)에 사용되는 필터는 다양하며 필터의 종류에 따라 내부 파라미터 차원 또한 상이하다. 예를 들어 상보 필터(30-1)의 경우 3축에 대한 α 을 대입할 수 있기 때문에 파라미터는 3차원이다. 반면에 칼만 필터(30-3) 중 준수한 성능을 갖는 확장 칼만 필터의 경우, 두개의 공분산 행렬이 파라미터이며 총 6차원이다.
- [0050] 마지막으로 매쉬워 필터(30-4)는 β 만 존재하며, 경우에 따라서 2차원으로 구분된다. 이렇게 각기 다른 퓨전 방식과 파라미터의 차원 때문에 내부의 규칙으로 자기 보정의 오류 함수를 선정하기 힘들다. 따라서 본 발명의 실시예에서는 관성 측정 장치(10)가 외부 움직임을 가이드하여 추정하는 방향이 움직임의 경향성을 따라가도록 하는 방법을 제안한다.
- [0051] 도 4의 (a)에는 사용자가 착용한 HMD가 가상의 구(①) 안에 있다고 가정했을 때의 사용자의 시선에 대한 모형을 도시하였다. 도 4의 (a) 도시된 바와 같이, 사용자를 기준으로 가상의 구와 점선 화살표(②)가 만나는 지점(③)을 사용자 시선의 자취라고 가정한다.
- [0052] 그러면, 도 4의 (b)에 도시한 바와 같이, 복수의 점(④)들은 실제 사용자가 움직이면서 가상 구에 남긴 시점의 자취가 된다. 사용하는 콘텐츠에 따라 사용자가 착용한 HMD의 물리적인 움직임이 다르기 때문에, 가상 구(①)에 남겨져 생기는 자취의 분포 또한 상이하다.
- [0053] 그리고 사용자가 정면을 보고 있다고 가정하고 사용자가 의도적으로 제1 방향인 z축 방향(yaw 방향)으로만 회전한다면, 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이 수평 방향 시선의 자취(⑤)가 생성된다. 또한 사용자가 제2 방향인 y축 방향(pitch 방향)으로만 회전한다면, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이 수직 방향 시선의 자취(⑥)가 생성된다.
- [0054] 또한 사용자가 이동 방향에 대한 평행한 수평면에 있는 축을 기준으로 제3 방향(roll 방향)으로만 회전한다면, 도 5의 (c)에 도시된 바와 같이 시선이 한 점(이하, '시점'이라고도 지칭함)에 고정되어 고정된 자취(⑦)가 생성된다. 이때, 가상의 구에 생성되는 자취는 이상적인 경우로, 사용자가 아무리 가이드 정보를 기초로 이동한다 하더라도 도 5의 (a) 내지 (c)에 도시된 바와 같이 직선을 그리는 형태로 생성되기는 어렵다.
- [0055] 하지만, HMD를 착용한 사용자가 가이드 운동을 한다면 세 방향의 운동 모두 시선의 자취들의 이동 거리가 최단 거리라는 의미를 갖는다. 이러한 의미를 이용하여 내부 파라미터 최적화에 사용할 오류 함수를 설정하고자 한다.
- [0056] 한편, 도 3의 파라미터 입력 모듈(120)은 외부로부터 입력된 선택된 필터 정보에 대응하는 파라미터를 랜덤으로 생성한다. 여기서, 파라미터를 랜덤하게 생성하는 방법이나 생성된 파라미터의 형태를 어느 하나로 한정하지 않는다.
- [0057] 파라미터 조정 모듈(130)은 운동 데이터 수집 모듈(110)로부터 수신한 운동 데이터를 이용하여 HMD의 회전 각도를 계산한다. 이를 통해 파라미터 조정 모듈(130)은 HMD가 얼마나 회전하였는지 알 수 있다. 여기서, 파라미터 조정 모듈(130)이 운동 데이터에서 HMD의 회전 각을 계산하는 방법은 다양한 방법으로 수행할 수 있으므로, 본

발명의 실시예에서는 상세한 설명을 생략한다.

- [0058] 파라미터 조정 모듈(130)은 HMD의 회전 각도를 계산한 후, 사용자의 시선의 시점을 이용하여 기준 벡터를 생성한다. 기준 벡터는 상기 도 4의 (a)에 나타난 바와 같이 사용자가 처음 HMD를 착용하고 정면을 바라보고 있을 때, 사용자의 시선이 가상의 3차원 공간 상에 나타난 시점을 토대로 생성한 벡터를 의미한다.
- [0059] 파라미터 조정 모듈(130)은 기준 벡터를 생성한 후, 사용자의 시선의 움직임을 계산한다. 파라미터 조정 모듈(130)은 계산한 사용자의 시선의 움직임을 토대로 시선 변화를 측정하고, 시선 변화(function tolerance)의 합이 미리 설정한 임계값 보다 작을 때까지 파라미터를 조정한다. 그리고 시선 변화의 합이 임계값 보다 작아졌을 때, HMD의 회전 각도를 파악하는데 사용한 필터의 파라미터를 최적화된 파라미터로 출력한다.
- [0060] 이때, 파라미터 조정 모듈(130)이 시선 변화의 합을 계산하기 위해 최단 거리를 통한 연산을 수행하는 예에 대해 도 6을 참조로 설명한다.
- [0061] 도 6는 본 발명의 실시예에 따른 최단 거리를 통한 연산의 예시도이다.
- [0062] 도 6에 도시된 바와 같이, 가상 공간은 물리적 운동을 충실히 반영해야 하기 때문에 가이드된 운동이 나타내는 자취 합은 또한 최단 거리를 그리게 된다.
- [0063] 도 6의 (b)에 나타난 원(①)은 가상의 구를 의미하며 각 검은 색 점(⑧)들은 샘플링 시간 마다의 시선의 자취를 의미한다. 즉, 가이드된 운동을 기초로 사용자가 움직이면, 움직임에 대한 데이터인 원시 센서 데이터가 입력되고, 센서 퓨전 된 자세는 가상 공간에서 상기 도 5와 같은 자취를 그려야 한다.
- [0064] 도 6에 나타난 X_n 은 임의의 n 번째 시선의 자취의 공간 좌표이다. 가상의 구는 원점으로부터 거리가 1인 단위 구이다. 따라서 기준 시점인 원점을 (1, 0, 0)으로 고정한 뒤, n 번째 추정된 자세를 다음 수학식 1을 통해 계산할 수 있다.

수학식 1

$$R = R_z(\phi) R_x(\theta) R_y(\psi)$$

$$= \begin{bmatrix} \cos\theta\cos\psi & \cos\theta\sin\psi & -\sin\theta \\ \cos\phi\sin\psi - \sin\phi\sin\theta\cos\psi & \sin\phi\sin\theta\sin\psi + \cos\phi\cos\psi & -\sin\phi\cos\theta \\ \sin\phi\sin\psi + \cos\phi\sin\theta\cos\psi & \cos\phi\sin\theta\sin\psi - \sin\phi\cos\psi & \cos\phi\cos\theta \end{bmatrix}$$

- [0065]
- [0066] 따라서 l_n 은 X_n 과 X_{n+1} 의 물리적 거리를 의미하며, 이들의 합은 가이드된 운동에서 시선 변화의 합을 의미한다. 여기서, R 은 HMD가 (ψ , θ , ϕ) 순서로 회전하였을 때를 나타내는 회전 행렬이다. 이 값에 각 위치 좌표를 곱하면, 회전 이후에 좌표계가 표현된다.
- [0067] 이 값이 오류 함수의 역할을 하며, 이를 통하여 파라미터 최적화를 진행할 수 있다. 최적화는 경사 하강법 (gradient descent)을 이용하는 것을 예로 하여 설명하나, 반드시 이와 같이 한정되는 것은 아니다. 다음 수학식 2는 최적화를 위한 수식이다.

수학식 2

$$f(P_k) = l_{sum},$$

$$P_{k+1} = P_k - \alpha_k \nabla f(P_k),$$

$$\alpha_k = \underset{\alpha \geq 0}{\operatorname{argmin}} f(P_k - \alpha \nabla f(P_k)),$$

$$|f(P_{k+1}) - f(P_k)| < \varepsilon$$

- [0068]
- [0069] 여기서, P_k 는 사용할 센서 퓨전의 파라미터를 의미한다. 파라미터는 사용되는 필터에 따라서 차원이 상이하며,

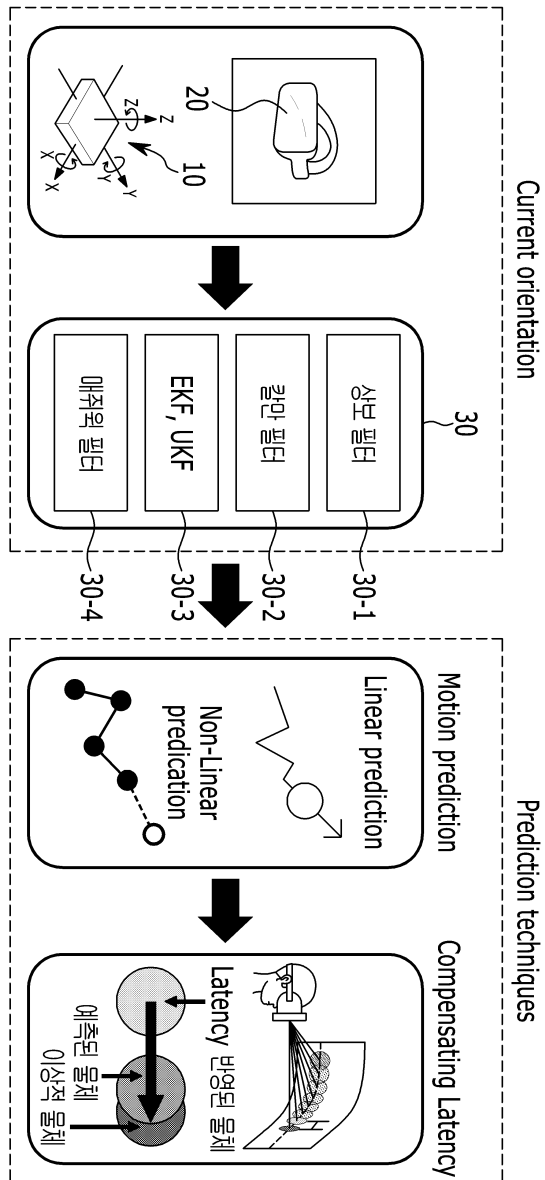
최초에는 파라미터 입력 모듈(120)이 외부로부터 수신한 선택된 필터 정보에 따라 랜덤하게 생성된다.

- [0070] $f(P_k)$ 는 가이드된 운동 데이터를 이용하여 파라미터를 입력 받아 계산한 시선 변화의 합을 의미한다. 그리고 α_k 는 경사도의 반영 비율을, ε 는 반복의 임계값을 의미한다. 이를 이용하여 파라미터의 최적화를 진행한다.
- [0071] 여기서 반복의 임계값이라 함은 파라미터를 최적화하기 위해 선택된 방법에 따라 서로 상이한 값으로 설정된다. 본 발명의 실시예에서는 파라미터 최적화 방법으로 경사 하강법(gradient descent)을 사용하는 것을 예로 하여 설명하므로, 반복의 임계값으로 0.001을 설정하여 사용하는 것을 예로 하여 설명한다.
- [0072] 다음은 상기에서 설명한 자기 보정 장치(100)를 이용하여 선택된 필터의 파라미터를 조정하는 방법에 대해 도 7 및 도 8을 참조로 설명한다.
- [0073] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 내부 파라미터 조정 방법에 대한 흐름도이다. 그리고 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 가이드된 운동 데이터의 입력 예시도이다.
- [0074] 도 7에 도시된 바와 같이, 자기 보정 장치(100)는 HMD에 미리 저장되어 있는 가이드 헤드 모션을 토대로 사용자가 회전하거나 움직이면, 움직인 HMD에 대한 운동 데이터를 수신한다(S100). 수신한 운동 데이터는 가속도, 지자기, 각속도 정보를 포함하고 있다.
- [0075] 그리고 본 발명의 실시예에서는 가이드 헤드 모션이 8~10초 동안 일정한 움직임을 나타내도록 제공되는 것을 예로 하여 설명한다. 가이드 헤드 모션은 HMD에 미리 저장되어 있으며, 도 8과 같은 형태이다. 가이드 헤드 모션에 대해 도 8을 참조로 먼저 설명한다.
- [0076] 도 8에 도시된 바와 같이, 운동 데이터를 생성할 때 이상적으로는 HMD가 각 축에 수직, 수평하게 회전하는 것이 바람직하다. 하지만 HMD가 회전하는 것은 HMD를 착용한 사람이 회전하는 것이고, 이에 따라 정밀하지 않을 수 있다.
- [0077] 따라서, 본 발명의 실시예에서는 HMD를 사용자가 착용하지 않고 외부의 물리적인 힘에 의해 회전시키는 것을 예로 하여 설명한다. 그리고 HMD의 회전에 의해 운동 데이터를 생성할 때, yaw 방향으로 3바퀴를 회전하고, pitch 방향으로 3바퀴를 회전, roll 방향으로 3바퀴를 회전시켜서 데이터를 생성한다. 방향의 순서는 무관하나 언급한 것과 같이 사용자가 물리적 회전에 정밀성을 고려해야 한다.
- [0078] 한편 상기 도 7을 이어 설명하면, 자기 보정 장치(100)는 사용할 센서 퓨전 방법의 선택된 필터에 대한 정보를 외부로부터 수신하면, 필터에 대응하는 파라미터를 랜덤으로 생성한다(S101, S102). 자기 보정 장치(100)가 필터에 대응하는 파라미터를 랜덤하게 생성하는 방법은 다양하게 실행될 수 있으므로, 본 발명의 실시예에서는 어느 하나의 방법으로 한정하지 않는다.
- [0079] 그리고 S102 단계에서 생성한 랜덤 파라미터를 이용하여, HMD를 착용한 사용자의 시선에 대한 시선 변화의 합을 계산한다. 시선 변화의 합을 계산하는 과정은 다음과 같다.
- [0080] 먼저, 자기 보정 장치(100)는 S100 단계에서 수신한 운동 데이터와, S102 단계에서 생성된 랜덤 파라미터를 이용하여 HMD가 얼마나 회전되었는지 나타내는 회전 각도를 계산한다(S103). 자기 보정 장치(100)는 3차원 공간 상에 HMD를 착용한 사용자의 시선에 의한 시점을 벡터로 설정한다(S104). 본 발명의 실시예에서는 상기 도 4의 (a)에 나타낸 바와 같이 사용자가 정면을 바라보고 있을 때의 벡터를 기준 벡터로 설정하는 것을 예로 하여 설명하나, 반드시 이와 같이 한정되는 것은 아니다.
- [0081] S104 단계를 통해 기준 벡터가 생성되면, 자기 보정 장치(100)는 사용자의 시선의 움직임을 계산하여 시선 변화의 합을 계산한다(S105). 그리고, 자기 보정 장치(100)는 계산한 시선 변화의 합이 미리 설정한 임계값보다 작은지 확인한다(S106).
- [0082] 만약 계산한 시선 변화의 합이 임계값보다 크면 자기 보정 장치(100)는 파라미터를 조정한 후(S108), S103 단계 이후의 절차를 수행한다. 그러나 시선 변화의 합이 임계값보다 작으면, 시선 변화의 합을 최소로 만든 파라미터를 선택된 필터에 최적화된 파라미터로 출력된다(S107).
- [0083] 다시 말해, 자기 보정 장치(100)는 시선 변화의 합이 작아지도록 파라미터를 조정하면서, 시선 변화의 합이 더 이상 변화하지 않을 때 최적화된 파라미터를 출력하게 된다. 이를 통해, 고가의 레퍼런스 없이 최적화된 파라미터로 HMD의 위치 추정 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0084] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고

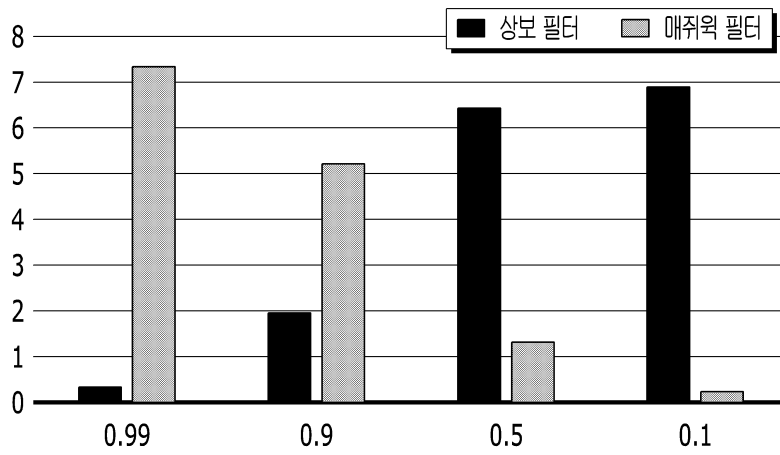
다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

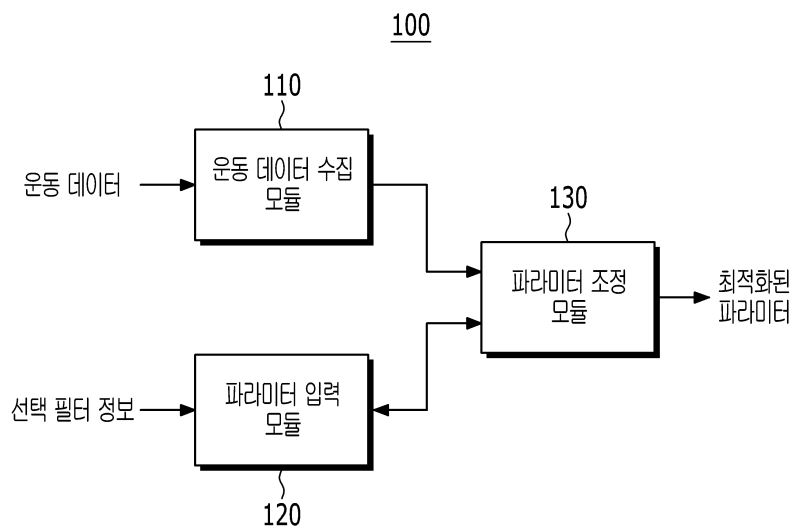
도면1



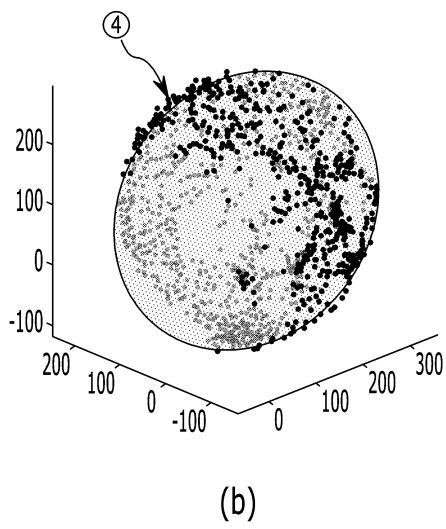
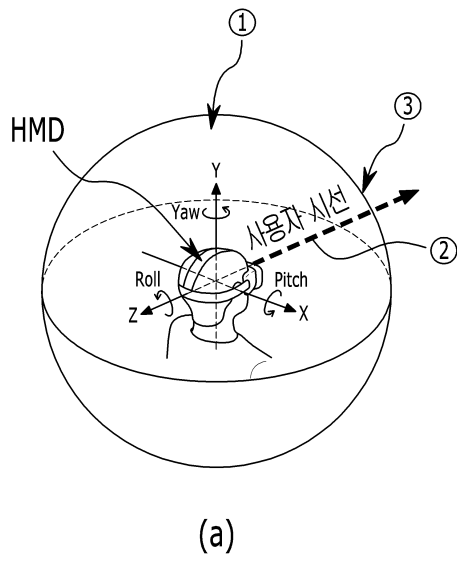
도면2



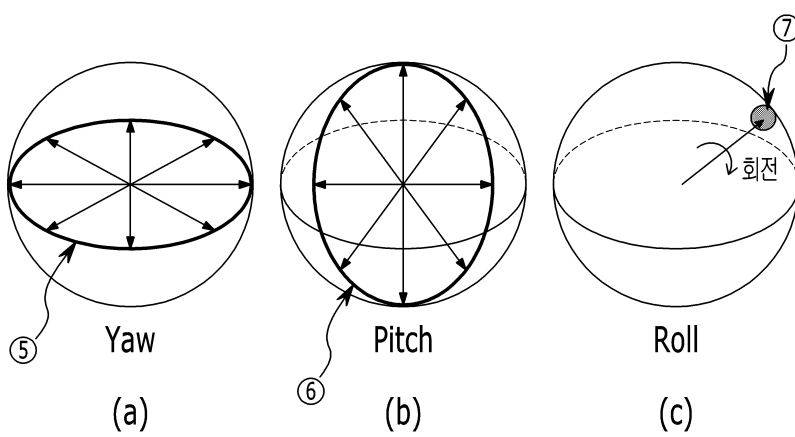
도면3



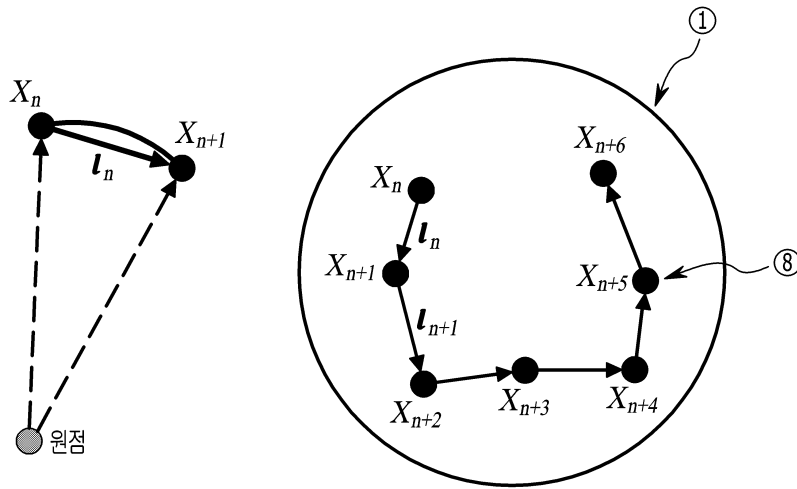
도면4



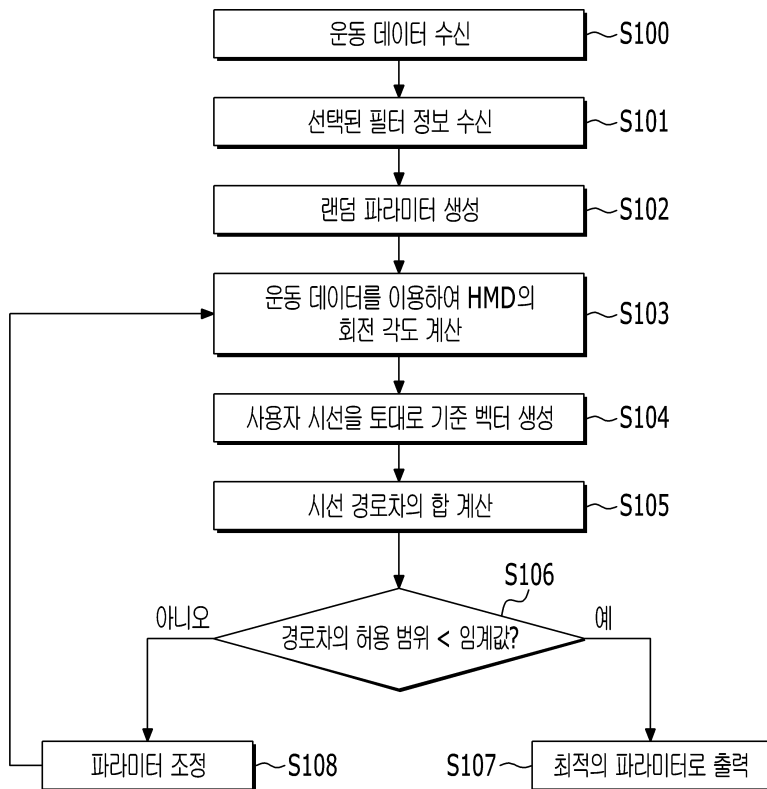
도면5



도면6



도면7



도면8

