



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0165467
(43) 공개일자 2022년12월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/00 (2022.01) G06T 5/00 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G06V 40/10 (2022.01)
G06T 5/002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0074130
(22) 출원일자 2021년06월08일
심사청구일자 2021년06월08일

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
권오설
경상남도 창원시 의창구 중동로 78, 411동 2702호
(중동, 유니시티4단지)
손다현
경상남도 창원시 의창구 중동로 34, 108동 1502호
(중동, 유니시티1단지)
안재성
경상남도 함안군 가야읍 가야18길 22, 102동 140
3호 (태완노블리안아파트)
(74) 대리인
김종선, 이형석

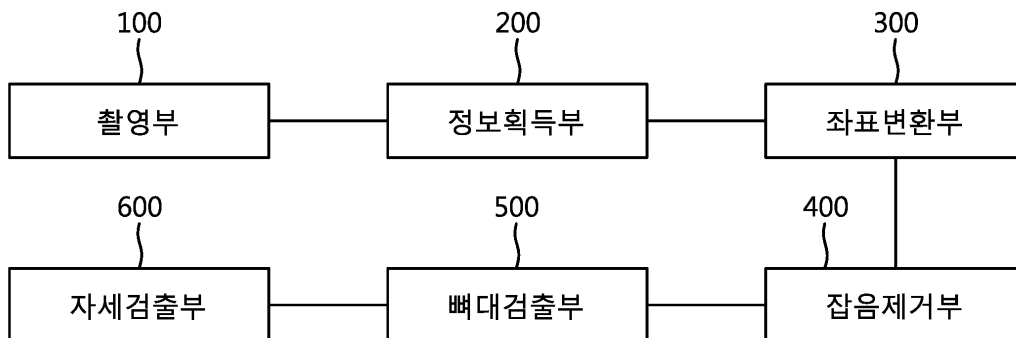
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 3D 뼈대 검출 장치 및 검출 방법

(57) 요약

본 발명은 3D 뼈대 검출 장치 및 검출 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 RGB 영상 및 깊이 정보를 제공하는 카메라를 이용하여 사용자의 영상을 촬영하는 촬영부, 상기 영상 내의 RGB 및 깊이 정보를 획득하는 정보획득부, 상기 RGB 및 깊이 정보를 3차원 좌표 형태로 변환하는 좌표변환부, 랜덤 무향 칼만 필터(Random Unsecented Kalman Filter, RUKF)를 이용하여 상기 좌표의 비선형적인 잡음을 제거하는 잡음제거부 및 상기 잡음이 제거된 좌표에서 뼈대 정보를 검출하는 뼈대검출부를 포함하며, 측정 데이터 내에 포함되어 있는 비선형 특성의 잡음을 제거할 수 있어 3D 뼈대 검출을 정확하게 수행함으로써 3D 자세를 정확하게 측정할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 2207/10028 (2013.01)

G06T 2207/30008 (2013.01)

G06V 2201/033 (2022.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711108301
과제번호	2019R1F1A1058489
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	마이크로 LED 디스플레이의 칼라 신호 처리 기술에 관한 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	창원대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345332609
과제번호	LINCPLUS-2021-54
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	산학연협력고도화지원(R&D)
연구과제명	사회맞춤형산학협력선도대학(LINC+)육성(0.5)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	창원대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

RGB 영상 및 깊이 정보를 제공하는 카메라를 이용하여 사용자의 영상을 촬영하는 촬영부;
 상기 영상 내의 RGB 및 깊이 정보를 획득하는 정보획득부;
 상기 RGB 및 깊이 정보를 3차원 좌표 형태로 변환하는 좌표변환부;
 랜덤 무향 칼만 필터(Random Unscented Kalman Filter, RUKF)를 이용하여 상기 좌표의 비선형적인 잡음을 제거하는 잡음제거부; 및
 상기 잡음이 제거된 좌표에서 뼈대 정보를 검출하는 뼈대검출부;
 를 포함하는 3D 뼈대 검출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 카메라는 키넥트(kinect) 카메라인 것을 특징으로 하는 3D 뼈대 검출 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 뼈대검출부에서 검출한 상기 뼈대 정보를 기반으로 상기 사용자의 자세를 검출하는 3차원 자세검출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3D 뼈대 검출 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 잡음제거부는,
 상기 좌표를 속도와 방향으로 변환하는 변환부;
 상기 속도와 방향에 상기 랜덤 무향 칼만 필터를 적용하는 필터링부;
 상기 필터링부를 통해 잡음이 제거된 정보를 이용하여 상기 좌표를 수정하는 수정부; 및
 상기 수정부에서 상기 수정된 좌표를 기반으로 최종 좌표를 생성하는 좌표생성부;
 를 포함하는 3D 뼈대 검출 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 랜덤 무향 칼만 필터는 확률적 통합 규칙을 기반으로 동작을 수행하며,
 상기 좌표를 기반으로 칼만 이득을 계산하여 상태 추정치 및 상태 공분산을 업데이트하는 측정 업데이트부;
 업데이트된 상기 상태 공분산 업데이트 값을 기반으로 상태 공분산 업데이트 함수를 정의하는 상태 공분산 업데이트 함수 정의부;
 상기 상태 추정치 및 측정 추정치를 예측하고, 예측된 값을 기반으로 측정 공분산 업데이트 함수를 정의하여 측정 추정치를 예측하는 시간 업데이트부; 및
 예측된 상기 측정 추정치를 기반으로 교차 공분산 업데이트 함수를 정의하는 교차 공분산 업데이트 함수 정의부;

를 포함하는 3D 뼈대 검출 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 측정 업데이트부는 상기 상기 교차 공분산 업데이트 함수를 함께 이용하는 것을 특징으로 하는 3D 뼈대 검출 장치.

청구항 7

촬영부에서 RGB 영상 및 깊이 정보를 제공하는 카메라를 이용하여 사용자의 영상을 촬영하는 단계;

정보획득부에서 상기 영상 내의 RGB 및 깊이 정보를 획득하는 단계;

좌표변환부에서 상기 영상 내의 RGB 및 깊이 정보를 3차원의 좌표 형태로 변환하는 단계;

잡음제거부에서 랜덤 무향 칼만 필터(Random Unsecnted Kalman Filter, RUKF)를 이용하여 상기 좌표의 비선형적인 잡음을 제거하는 단계; 및

뼈대검출부에서 상기 잡음이 제거된 좌표에서 뼈대 정보를 검출하는 단계;

를 포함하는 3D 뼈대 검출 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 카메라는 키넥트(kenect) 카메라인 것을 특징으로 하는 3D 뼈대 검출 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 뼈대 정보를 검출하는 단계는,

검출한 상기 뼈대 정보를 기반으로 상기 사용자의 자세를 검출하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3D 뼈대 검출 방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 잡음을 제거하는 단계는,

변환부에서 상기 좌표를 속도와 방향으로 변환하는 단계;

필터링부에서 상기 속도와 방향에 상기 랜덤 무향 칼만 필터를 적용하여 필터링을 수행하는 단계;

수정부에서 상기 필터링 결과로 잡음이 제거된 정보를 이용하여 상기 좌표를 수정하는 단계; 및

좌표생성부에서 상기 수정된 좌표를 기반으로 최종 좌표를 생성하는 단계;

를 포함하는 3D 뼈대 검출 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 랜덤 무향 칼만 필터는 확률적 통합 규칙을 기반으로 동작을 수행하며,

A. 상기 속도와 방향을 기반으로 칼만 이득을 계산하여 상태 추정치 및 상태 공분산을 업데이트하는 단계;

B. 업데이트된 상기 상태 공분산 업데이트 값을 기반으로 상태 공분산 업데이트 함수를 정의하는 단계;

C. 상기 상태 추정치 및 측정 추정치를 예측하고, 예측된 값을 기반으로 측정 공분산 업데이트 함수를 정의하여

측정 추정치를 예측하는 단계; 및

D. 예측된 상기 측정 추정치를 기반으로 교차 공분산 업데이트 함수를 정의하는 단계;

를 포함하는 3D 뼈대 검출 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 A. 단계는 상기 D. 단계의 상기 교차 공분산 업데이트 함수를 함께 이용하는 것을 특징으로 하는 3D 뼈대 검출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 키넥트 카메라만을 이용한 뼈대 검출 및 포즈 인식 방법에 관한 것으로, 구체적으로는 키넥트 카메라로 촬영한 RGB 및 깊이 영상을 기반으로 뼈대 정보를 검출하여 포즈를 추정하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 의료영상 분야에서 인체 내 정보를 획득하기 위해서는 X-ray, CT, MRI 등의 장비를 사용하고 있다. 이러한 장비들은 정확성은 우수하나 고가이면서 특히 병원과 같은 특정한 장소에서만 사용이 가능하다는 큰 문제가 있다.

[0003] 마이크로소프트사에서는 RGB 값과 깊이(Depth)정보를 함께 획득할 수 있는 저가형의 키넥트(Kinect) 카메라를 제공하고 있으며, 키넥트 카메라를 이용하여 뼈대 및 관절 정보를 검출하는 인터페이스가 개발되어 있다. 이러한 인터페이스를 활용하면 사용자의 32개의 관절을 실시간으로 추적할 수 있기 때문에 의료분야뿐만 아니라 증강현실 및 HCI(Human Computer Interaction) 분야에서도 다양한 응용이 가능하다.

[0004] 뿐만 아니라, 제공된 인터페이스 기반의 뼈대 검출을 통해 자세 인식을 포함한 체형 유지와 건강 증진 등으로 활용할 수 있는 장점이 있다. 그러나, 마이크로소프트사에서 제공된 RGB 값과 깊이 정보 기반의 키넥트 카메라는 저가형으로써 센서의 특성이 기존 의료제품에 비해 정확도가 떨어지는 단점이 있으며, 특히 뼈와 관련된 데이터는 잡음이 많이 포함되어 있기 때문에 보정 단계가 필요하다.

[0005] 관찰자의 움직임이 없는 경우에도 센서의 변동성이 심한 경우에는 오차가 많이 발생하여 자세 인식 등의 응용에서 성능이 떨어지는 원인이 된다.

[0006] 종래의 기술에서는 이러한 잡음을 제거하고자 칼만 필터(Kalman Filter)를 이용하였으며, 구체적으로 칼만 필터를 이용하여 특정 시점에서의 상태가 이전 시점의 상태와 선형적인 관계를 가지고 있는 특성을 이용하여 오차를 최소화하고자 하였다. 그러나, 이러한 방법을 통해서도 뼈대 정보와 같이 센서의 잡음이 비선형적 특성을 포함하고 있는 경우에는 잡음이 제거되지 않아 오차를 감소시키는데 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기 기술적 과제에 대한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 키넥트 카메라로 획득한 데이터의 잡음 제거를 통해 물리적 일관성 및 정확성을 향상하여 실시간으로 뼈대 정보를 검출하는 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0008] 또한, 실시간으로 획득한 뼈대 정보를 바탕으로 객체의 3차원 포즈를 추정하는 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 장치는 RGB 영상 및 깊이 정보를 제공하는 카메라를 이용하여 사용자의 영상을 촬영하는 촬영부; 상기 영상 내의 RGB 및 깊이 정보를 획득하는 정보획득부; 상기 RGB 및 깊이 정보를 3차원 좌표 형태로 변환하는 좌표변환부; 랜덤 무향 칼만 필터(Random

Unsecnted Kalman Filter, RUKF)를 이용하여 상기 좌표의 비선형적인 잡음을 제거하는 잡음제거부; 및 상기 잡음이 제거된 좌표에서 뼈대 정보를 검출하는 뼈대검출부;로 구성될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 전처리부는 상기 시뮬레이션 수행을 위한 상기 파라미터 정보를 상기 기계학습 모델에서 사용 가능하도록 이상치 및 중복되는 상기 파라미터를 제거하는 정렬부, 상기 복수의 파라미터를 정규화하는 정규화부, 상기 시뮬레이션의 이전 실행 기록들의 평균 런타임으로 상기 시뮬레이션의 런타임을 변경하는 런타임 변환부를 포함하여 구성될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 카메라는 키넥트(kinect) 카메라일 수 있다.

[0012] 또한, 상기 뼈대검출부에서 검출한 상기 뼈대 정보를 기반으로 상기 사용자의 자세를 검출하는 3차원 자세검출부를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 잡음제거부는 상기 좌표를 속도와 방향으로 변환하는 변환부; 상기 속도와 방향에 상기 랜덤 무향 칼만 필터를 적용하는 필터링부; 상기 필터링부를 통해 잡음이 제거된 정보를 이용하여 상기 좌표를 수정하는 수정부; 및 상기 수정부에서 상기 수정된 좌표를 기반으로 최종 좌표를 생성하는 좌표생성부를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 랜덤 무향 칼만 필터는 확률적 통합 규칙을 기반으로 동작을 수행하며, 상기 좌표를 기반으로 칼만 이득을 계산하여 상태 추정치 및 상태 공분산을 업데이트하는 측정 업데이트부; 업데이트된 상기 상태 공분산 업데이트 값을 기반으로 상태 공분산 업데이트 함수를 정의하는 상태 공분산 업데이트 함수 정의부; 상기 상태 추정치 및 측정 추정치를 예측하고, 예측된 값을 기반으로 측정 공분산 업데이트 함수를 정의하여 측정 추정치를 예측하는 시간 업데이트부; 및 예측된 상기 측정 추정치를 기반으로 교차 공분산 업데이트 함수를 정의하는 교차 공분산 업데이트 함수 정의부를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 측정 업데이트부는 상기 상기 교차 공분산 업데이트 함수를 함께 이용할 수 있다.

[0016] 또 다른 측면에서 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 방법은 촬영부에서 RGB 영상 및 깊이 정보를 제공하는 카메라를 이용하여 사용자의 영상을 촬영하는 단계; 정보획득부에서 상기 영상 내의 RGB 및 깊이 정보를 획득하는 단계; 좌표변환부에서 상기 영상 내의 RGB 및 깊이 정보를 3차원의 좌표 형태로 변환하는 단계; 잡음제거부에서 랜덤 무향 칼만 필터(Random Unsecnted Kalman Filter, RUKF)를 이용하여 상기 좌표의 비선형적인 잡음을 제거하는 단계; 및 뼈대검출부에서 상기 잡음이 제거된 좌표에서 뼈대 정보를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 카메라는 키넥트(kinect) 카메라일 수 있다.

[0018] 또한, 상기 뼈대 정보를 검출하는 단계는, 검출한 상기 뼈대 정보를 기반으로 상기 사용자의 자세를 검출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 잡음을 제거하는 단계는, 변환부에서 상기 좌표를 속도와 방향으로 변환하는 단계; 필터링부에서 상기 속도와 방향에 상기 랜덤 무향 칼만 필터를 적용하여 필터링을 수행하는 단계; 수정부에서 상기 필터링 결과로 잡음이 제거된 정보를 이용하여 상기 좌표를 수정하는 단계; 및 좌표생성부에서 상기 수정된 좌표를 기반으로 최종 좌표를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 랜덤 무향 칼만 필터는 확률적 통합 규칙을 기반으로 동작을 수행하며, A. 상기 좌표를 기반으로 칼만 이득을 계산하여 상태 추정치 및 상태 공분산을 업데이트하는 단계; B. 업데이트된 상기 상태 공분산 업데이트 값을 기반으로 상태 공분산 업데이트 함수를 정의하는 단계; C. 상기 상태 추정치 및 측정 추정치를 예측하고, 예측된 값을 기반으로 측정 공분산 업데이트 함수를 정의하여 측정 추정치를 예측하는 단계; 및 D. 예측된 상기 측정 추정치를 기반으로 교차 공분산 업데이트 함수를 정의하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 A. 단계는 상기 D. 단계의 상기 교차 공분산 업데이트 함수를 함께 이용할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 상기한 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 장치 및 검출 방법은 측정 데이터 내의 잡음을 제거함으로써 정확한 3D 뼈대를 검출할 수 있다.

[0023] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 장치 및 검출 방법은 무향 칼만 필터를 이용하여 비선형적인 오차를 제거함으로써 자세인식 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 장치의 블록 다이어그램이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 장치의 잡음제거부를 구체화한 블록 다이어그램이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 장치의 필터링부(무향 칼만 필터)를 나타내는 블록 다이어그램이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 장치의 데이터 처리 과정을 나타내는 블록 다이어그램이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 방법의 순서도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 방법의 잡음 제거 방법을 구체화한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.
- [0026] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0027] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0028] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0029] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시 예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 장치의 블록 다이어그램이다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 장치는 촬영부(100), 정보획득부(200), 좌표변환부(300), 잡음제거부(400), 뼈대검출부(500) 및 자세검출부(600)를 포함할 수 있다.
- [0032] 촬영부(100)는 일반적으로 카메라일 수 있으며, 특히 키넥트일 수 있다. 상기 키넥트는 마이크로소프트사에서 출시한 동작인식 카메라로서 '키넥트 센서'는 사용자의 위치 및 움직임을 감지하여 3차원 데이터를 제공하는데 특징이 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에서는 키넥트 카메라를 이용하여 동작하는 구성으로 설명을 하고 있으나, 하나 이상의 RGB 카메라와 하나 이상의 깊이 카메라 쌍을 기반으로 영상 정보 및 깊이 정보를 획득할 수 있다면 각각 독립적인 카메라의 조합으로도 동작할 수 있다.
- [0034] 정보획득부(200)는 촬영부(100)에서 촬영한 영상 정보를 획득할 수 있다.
- [0035] 정보획득부(200)는 RGB 영상의 정보 및 깊이 정보일 수 있으며, 복수의 카메라일 경우, 복수의 RGB 영상 정보를 하나로 결합하는 한편, 복수의 깊이 정보를 하나의 깊이 정보로 결합할 수 있다.
- [0036] 좌표변환부(300)는 정보획득부(200)의 정보를 3차원 좌표계 형태로 변환할 수 있다.
- [0037] 구체적으로 좌표변환부(300)는 RGB 영상에 대해 깊이 정보를 투영하여 3차원 영상으로 변환하고, 3차원 영상 내에서 사용자의 위치를 추적하여 사용자의 관절 포인트를 X, Y, Z 좌표계로 변환을 수행할 수 있다. 또는 관절

포인트 이외에도 관절과 관절 사이 하나 이상의 지점에 대하여 X , Y , Z 좌표계로 변환을 수행하여 보다 구체적인 사용자의 형태를 측정할 수 있다.

- [0038] 잡음제거부(400)는 X , Y , Z 좌표계로 변환된 좌표 정보 내의 잡음을 제거할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 상기 잡음이란 대표적으로 비선형적인 좌표에 대한 오류를 의미하는 것이나 이에 한정하지 않고 좌표계로 변환하는 과정에서 오류로 발생한 사용자 신체 외부의 좌표 정보, 선형 특성 오차 등의 실제 사용자의 위치 좌표 이외의 모든 좌표를 의미할 수 있다.
- [0039] 잡음제거부(400)는 랜덤 무향 칼만 필터(Randomized Unscented Kalman Filter, RUKF)를 이용하여 동작할 수 있으며, 이에 대해 자세한 동작 방법은 하기의 도 2 내지 도 4를 통해 설명하고자 한다.
- [0040] 뼈대검출부(500)는 잡음제거부(400)에서 잡음이 제거된 좌표들을 서로 연결하여 사용자의 뼈대(skeleton) 정보를 검출할 수 있다.
- [0041] 자세검출부(600)는 뼈대검출부(500)에서 획득한 뼈대 정보를 기반으로 사용자의 자세 또는 행동을 확인할 수 있다.
- [0042] 자세검출부(600)는 하나의 프레임 내의 뼈대 정보를 기반으로 사용자의 포즈를 추정할 수도 있으나, 복수의 프레임 정보를 결합하여 사용자의 움직임의 방향, 각도, 회전 등의 3차원 움직임 정보를 검출할 수도 있다.
- [0043] 뼈대검출부(500) 및 자세검출부(600)는 수학적 계산 및 프로그램 등을 이용하여 수행될 수 있으며, 또 다른 방법으로는 컨볼루션 신경망, 회귀신경망, 인공신경망 등의 신경망을 이용하는 방법, 딥러닝(Deep Learning), 머신 러닝(Machine Learning), SVM(Support Vector Machine) 등의 학습 모델을 이용하는 방법 등의 분석 방법을 이용하여 수행될 수도 있다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예에서 검출하는 뼈대 정보는 사용자 전신을 의미할 수 있으며, 또는 손의 움직임, 팔의 움직임, 다리의 움직임, 손가락의 움직임 등 신체 일부의 움직임 정보일 수도 있다. 또한, 사용자는 사람을 의미할 수도 있으나, 사람이 지정한 특정 객체(예, 관절 인형 등)의 움직임을 의미할 수도 있다.
- [0045] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 장치의 잡음제거부(400)를 구체화한 블록 다이어그램이다.
- [0046] 잡음제거부(400)는 변환부(410), 필터링부(420), 수정부(430) 및 좌표생성부(440)로 구성될 수 있다.
- [0047] 변환부(410)는 두 개 이상의 이미지에 대해 좌표변환부(300)에서 획득한 좌표(X , Y , Z) 좌표 정보 및 촬영 시간(프레임) 정보 및 좌표의 위치 변환 정보를 이용하여 사용자의 속도와 방향 정보를 획득할 수 있다.
- [0048] 필터링부(420)는 사용자의 속도와 방향 정보를 기반으로 좌표 정보 내의 잡음을 제거할 수 있으며, 상기 잡음은 비선형적인 특성을 가지는 오차를 의미할 수 있으나, 선형적 특성 오차 및 측정 오류, 환경 등에 의해 발생한 오차 또한 포함될 수 있다.
- [0049] 필터링부(420)는 무향 칼만 필터(Randomized Unscented Kalman Filter, RUKF)일 수 있으며, 무향 칼만 필터는 상태 천이와 관찰 모델이 비선형일 경우 성능이 급격하게 저하되는 칼만 필터를 대체하기 위한 것으로 평균 주변에 (시그마 점(sigma point)으로 불리는) 샘플 포인트의 최소 집합을 얻기 위해, 무향 변환으로 알려져 있는 결정론적인 샘플링 기술을 사용하며, 이 시그마 점들은 비선형 함수를 통해 전달되어 평균과 공분산을 구하는 형태로 동작할 수 있다.
- [0050] 수정부(430)는 필터링부(420)에서 잡음이 필터링된 사용자의 속도 및 방향 정보를 기반으로 사용자의 속도 및 방향 정보를 수정할 수 있다. 구체적으로, 수정부(430)는 필터링부(420)에서 사용자의 속도 및 방향 정보를 바탕으로 좌표 정보 중 일부에 대한 필터링을 실시하고, 실시 결과를 바탕으로 좌표 정보, 속도 및 방향 정보를 수정하여 잡음이 제거된 사용자의 뼈대 움직임 정보 및 위치 정보를 생성할 수 있다.
- [0051] 좌표생성부(440)는 상기 잡음이 제거된 사용자의 뼈대 움직임 정보 및 위치 정보를 바탕으로 최종 뼈대 정보의 좌표(X' , Y' , Z')를 생성할 수 있다.
- [0052] 최종 뼈대 정보의 좌표(X' , Y' , Z')는 좌표변환부(300)에서 획득한 좌표(X , Y , Z) 좌표 정보를 필터링하여 그 중 일부 좌표를 최종 뼈대 정보의 좌표로 설정하거나, 상태에 따라 좌표 정보 중 일부를 차용하여 위치 변환을 통해 새로운 좌표로 이동하여 생성할 수 있다.
- [0053] 예를 들어, 복수의 좌표 중 잡음으로 판단된 좌표를 제거한 뒤에 남은 좌표를 최종 좌표로 설정하는 방법을 활용하거나, 잡음으로 판단된 좌표를 제거한 뒤에 남은 좌표들에 대한 공분산을 계산하여 좌표의 위치를 변환하

여 최종 좌표로 설정할 수 있다.

- [0054] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 장치의 필터링부(420)를 나타내는 블록 다이어그램이다.
- [0055] 필터링부(420)은 무향 칼만 필터(Randomized Unscented Kalman Filter, RUKF)를 기반으로 하고 있으며, 무향 칼만 필터는 하기의 수학적식을 만족하며, 최종적으로 “추정된 상태변수와 오차 공분산”을 줄이는 것을 특징으로 하는 RGB 카메라와 깊이 카메라 센서로부터 실시간 뼈대 검출 잡음 제거 시스템이다.
- [0056] 무향 칼만 필터는 시간 업데이트, 예상 단계 및 측정 업데이트의 과정으로 이루어질 수 있으며, 본 발명의 일 실시예에서는 확률적 통합 규칙(Stochastic Integration Rule, SIR)을 기반으로 동작을 수행할 수 있다.
- [0057] 최대 반복 단계 횟수(N_{max})의 결과 시그마 포인트 세트 확산과 회전이 있는 무향 변환(Unscented Transform, UT)를 사용한 확률적 통합 규칙은 랜덤 무향 변환(Random Unscented Transform, RUT)를 나타낼 수 있다.
- [0058] 이와 같은 무향 칼만 필터는 각 시간 단계에서 상태 공분산 함수를 업데이트하고, 초기 매개 변수($k=1$), 초기 평균값, 초기 공분산, 최대 반복 단계 횟수, 처리 잡음 공분산, 상태 추정치 및 공분산과 같은 초기 파라미터를 상태 변환 함수를 통해 잡음을 제거하는데 그 목적이 있다.
- [0059] 필터링부(420)는 공분산 업데이트 함수 정의부(421), 시간 업데이트부(422), 교차 공분산 업데이트 함수 정의부(423) 측정 업데이트부(421)를 포함할 수 있다.
- [0060] 상태 공분산 업데이트 함수 정의부(421)는 초기 매개 변수($k=1$), 초기 평균값 및 초기공분산 정보를 최초 값으로 가지고 있으며, 이후 측정 업데이트부(424)의 동작에 의해 매개 변수가 증가($k=k+1$)하게 되며 순차적 업데이트를 실시할 수 있다.
- [0061] 시간 업데이트부(422)는 상태 공분산 업데이트 함수 정의부(421)의 상태 공분산 업데이트 함수를 받아 상태 예측, 측정 추정치 예측, 측정 공분산 업데이트 함수 정의 및 측정 추정치 예측 단계의 순서로 시간을 업데이트할 수 있다.
- [0062] 상기 순서에서 상태 예측은 하기의 수학적식 1을 기반으로 상태 추정치 및 상태 추정치 공분산 정보를 계산할 수 있다.

수학적식 1

$$\hat{x}_k^- = SIalg(\hat{x}_{k-1}, P_{k-1}, f(x), N_{max})$$

$$P_k^- = SIalg(\hat{x}_{k-1}, P_{k-1}, f(x), N_{max}) + Q_k$$

- [0063]
- [0064]
- [0065] 상기 수학적식 1에서 $\hat{x}_k^-$ 는 상태 추정치고, $SIalg$ 는 확률 통합 알고리즘(SI algorithm)이고, $\hat{x}_{k-1}$ 는 이전 매개변수(k)의 평균값이고, P_{k-1} 는 이전 매개변수(k)의 공분산 정보고, $f(x)$ 는 상태 추정치 $\hat{x}_k^-$ 에 대한 상태 전이함수이고, N_{max} 는 최대 반복 단계 횟수이고, P_k^- 는 상태 추정치 공분산 정보며, Q_k 는 처리 잡음 공분산 정보일 수 있다.
- [0066] 또한, 상기 수학적식 1에서 특히 초기 매개 변수(k)가 1일 경우에는 평균값 $\hat{x}_{k-1}$ 이 $\hat{x}_0$ 로써 초기 평균값을 나타내고, 공분산 정보 P_{k-1} 은 P_0 로써 초기 공분산 정보를 의미할 수 있다.
- [0067] 상기 수학적식 1을 통해 상태 예측이 완료되면 측정 추정치는 관측함수 및 확률 통합 알고리즘에 수학적식 2와 같이 계산될 수 있다.

수학식 2

$$\hat{z}_k^- = SIalg(\hat{x}_k^-, P_k^-, h(x), N_{max})$$

[0068]

상기 수학식 2에서 $\hat{z}_k^-$ 는 측정 추정치이고, $SIalg$ 는 확률 통합 알고리즘(SI algorism)이고, $\hat{x}_k^-$ 는 상태 추정치이고, P_k^- 는 상태 예측 공분산 정보고, $h(x)$ 는 관측함수이며, N_{max} 는 최대 반복 단계 횟수일 수 있다.

[0069]

상기 수학식 2를 통해 측정 추정치를 계산하면 측정 공분산 업데이트 함수를 하기의 수학식 3과 같이 관측 함수와 관측 예상치를 이용하여 계산할 수 있다.

[0070]

수학식 3

$$a(x) = (h(x) - \hat{z}_k^-)(h(x) - \hat{z}_k^-)^T$$

[0071]

상기 수학식 3에서 $a(x)$ 는 측정 공분산 업데이트 함수이고, $h(x)$ 는 관측함수이며, $\hat{z}_k^-$ 는 측정 추정치일 수 있다.

[0072]

상기 수학식 3을 통해 측정 공분산 업데이트 함수가 정의되면 측정 공분산 함수를 기반으로 하기의 수학식 4를 이용하여 측정 공분산 추정치를 획득할 수 있다.

[0073]

수학식 4

$$P_{k+1} = SIalg(\hat{x}_k^-, P_k^-, a(x), N_{max}) + R_k$$

[0074]

상기 수학식 4에서 P_{k+1} 는 측정 공분산 추정치이고, $SIalg$ 는 확률 통합 알고리즘(SI algorism)이고, $\hat{x}_k^-$ 는 상태 추정치이고, P_k^- 는 상태 추정치 공분산 정보고, $a(x)$ 는 측정 공분산 업데이트 함수이고, N_{max} 는 최대 반복 단계 횟수이며, R_k 는 측정 잡음 공분산 정보 일 수 있다.

[0075]

상기 수학식 4를 통해 측정 공분산 추정치를 획득하여 시간 업데이트부(422)의 동작이 완료되면 시간 업데이트부(422)의 추정 결과들을 기반으로 교차 공분산 업데이트 함수 정의부(423)에서 교차 공분산 업데이트 함수를 하기의 수학식 5와 같이 형성할 수 있다.

[0076]

수학식 5

$$b(x) = (x - \hat{x}_k^-)(h(x) - \hat{z}_k^-)^T$$

[0077]

상기 수학식 5에서 $b(x)$ 는 교차 공분산 업데이트 함수이고, x 는 초기상태이고, $\hat{x}_k^-$ 는 상태 추정치이고, $h(x)$ 는 관측함수이며, $\hat{z}_k^-$ 는 측정 추정치일 수 있다.

[0078]

교차 공분산 업데이트 함수 정의부(423)에서 교차 공분산 업데이트 함수가 정의되면 교차 공분산 정보를 계산하기 위하여 교차 공분산 함수와 감지부에서 감지한 사용자의 속도와 방향 정보가 함께 측정 업데이트부(424)에

[0079]

인가될 수 있다.

[0080] 측정 업데이트부(424)는 교차 공분산 함수와 사용자의 속도와 방향 정보를 받아 교차 공분산 정보를 계산한 뒤에 칼만 이득을 계산하고, 상태 추정치 업데이트 및 상태 공분산 업데이트를 수행하여 잡음을 계산하며, 이후 매개 변수(k)의 값을 1 증가시켜 다음 상태 공분산을 계산하기 위하여 상태 공분산 업데이트 함수 정의부(421)의 상태 공분산 함수를 업데이트 할 수 있다.

[0081] 구체적으로, 상기 수학식 5의 교차 공분산 업데이트 함수를 이용하여 교차 공분산 정보를 하기의 수학식 6과 같이 계산하고, 사용자의 속도와 방향 및 교차 공분산 정보를 기반으로 칼만 이득을 하기의 수학식 7을 통해 획득 할 수 있다.

수학식 6

$$P_{x_k^*} = \text{SAlg}(\hat{x}_k^-, P_k^-, b(x), N_{\max})$$

[0083] 상기 수학식 6에서 $P_{x_k^*}$ 는 교차 공분산 정보이고, $\hat{x}_k^-$ 는 상태 추정치이고, P_k^- 는 상태 추정치 공분산 정보이고, $b(x)$ 는 교차 공분산 업데이트 함수이며, $N_{\max}$ 는 최대 반복 단계 횟수일 수 있다.

수학식 7

$$K_k = P_{x_k^*} P_{x_k^*}^{-1}$$

[0085] 상기 수학식 7에서 K_k 는 칼만 이득이고, $P_{x_k^*}$ 는 교차 공분산 정보이며, $P_{x_k^*}^{-1}$ 는 역 교차분산이다.

[0086] 칼만 이득이 계산되면 칼만 이득에 대하여 상태 추정치 및 상태 공분산을 계산하여 초기 평균값과 초기 공분산 정보를 대체하는 한편, 매개변수(k)를 1 증가시켜 상태 공분산 업데이트 함수 정의부(421)에 인가할 수 있다.

[0087] 초기 평균값을 대체하는 상태 추정치 평균값은 하기의 수학식 8에 의해 계산될 수 있으며, 초기 공분산 정보를 대체하는 상태 공분산 정보는 하기의 수학식 9에 의해 계산될 수 있다.

수학식 8

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k (z_k - \hat{z}_k^-)$$

[0089] 상기 수학식 8에서 $\hat{x}_k$ 는 상태 추정치 평균 이고, $\hat{x}_k^-$ 는 상태 추정치이고, K_k 는 칼만 이득이고, z_k 는 센서의 측정값이며, $\hat{z}_k^-$ 는 관측 예상치이다.

수학식 9

$$P_k = P_k^- - K_k P_{x_k^*} K_k^T$$

[0091] 상기 수학식 9에서 P_k 는 상태 공분산 정보이고, P_k^- 는 상태 추정치 공분산 정보이고, K_k 는 칼만 이득이고, $P_{x_k^*}$ 는 측정 공분산 추정치이며, K_k^T 는 측정공분산 추정치의 전치(Transpose) 형태이다.

[0092] 상기과 같은 동작의 수행을 통하여 상태 공분산 업데이트 함수 정의부(421)의 상태 공분산 업데이트 함수는 하기의 수학식 10과 같이 형성되어 최대 반복 단계 횟수만큼 동작하며 비선형적 특성을 갖는 잡음을 제거할 수 있

다.

수학식 10

$$g(x) = (f(x) - \hat{x}_{k-1})(f(x) - \hat{x}_{k-1})^T$$

[0093]

[0094] 상기 수학식 10에서 $g(x)$ 는 상태 공분산 업데이트 함수이고, $f(x)$ 는 상대 추정치이며, $\hat{x}_{k-1}$ 는 이전 매개변수(k)의 평균값이다..

[0095] 상기와 같은 동작을 통하여 필터링부(420)의 랜덤 무향 칼만 필터는 다양한 자세의 뼈대에 대한 운동학적 동작을 예측, 업데이트 필터링을 수행하며 반복적으로 전파를 통해 상태 및 관찰 전환 모델에서 비선형 추정에 대한 시간 잡음을 제거하여 정확한 자세를 추정하는데 도움을 줄 수 있다.

[0096] 도 4는 상기 도 1 내지 도 3에서 설명한 내용을 병합하여 단순화한 도면으로서 데이터 입출입부(1000)는 영상 촬영부(1100), 정보 획득부(1200), 뼈대 검출부(1300), 포즈 추정부(1400)를 포함하고, 데이터 처리부(2000)는 과거 상태 초기화부(2100), 전파 프로세스부(2200), 다음 상태 획득부(2300), 업데이트 프로세스부(2400) 및 상태 예측부(2500)를 포함할 수 있다.

[0097] 입출입부(1000)는 데이터의 입력 및 출력을 담당하며, 영상 촬영부(1100)에서 RGB 카메라와 깊이 카메라를 이용하여 영상을 촬영하면, 정보 획득부(1200)에서 RGB 영상과 깊이 카메라의 영상을 받아 영상 내 사용자의 뼈대의 좌표를 획득할 수 있으며, 뼈대의 좌표 정보를 기반으로 사용자의 속도 및 방향을 계산할 수 있다.

[0098] 뼈대의 좌표 정보는 데이터 처리부(2000)에 입력되어 비선형적 특성을 가지는 잡음이 제거된 좌표로 변환되어 출력되며, 잡음이 제거된 좌표를 기반으로 뼈대 검출부(1300)에서 뼈대의 위치를 계산할 수 있다.

[0099] 포즈 추정부(1400)은 뼈대 검출부(1300)에서 검출된 뼈대 정보를 기반으로 3차원의 뼈대 포즈를 추정할 수 있으며, 추정된 뼈대 포즈를 기반으로 사용자의 움직임을 관찰 및 추적할 수 있다.

[0100] 데이터 처리부(2000)는 정보 획득부(1200)에서 측정된 사용자의 속도 및 방향 정보 및 뼈대의 좌표 정보를 입력 받아 랜덤 무향 칼만 필터를 기반으로 비선형적 특성을 갖는 잡음을 제거할 수 있다.

[0101] 데이터 처리부(2000)는 크게 시간 업데이트, 예측, 측정 업데이트의 3단계로 구성될 수 있으며, 최초 동작시에는 입력된 데이터가 없으므로 과거의 상태를 기반으로 데이터 처리부를 초기화하여 과거 상태 초기화부(2100)에서 기설정된 값을 제공할 수 있다.

[0102] 전파 프로세스부(2200)는 과거 상태 초기화부(2100)의 데이터를 받아 설정 포인트(좌표), 평균 및 공분산 전파를 계산하여 상태 공분산 정보를 계산할 수 있다.

[0103] 전파 프로세스부(2200)의 자세한 동작은 상기 도 3의 시간 업데이트부(422)의 동작과 동일하므로 자세한 설명은 생략하도록 한다.

[0104] 다음 상태 획득부(2300)는 정보 획득부(1200)로부터 사용자의 속도와 방향 및 좌표 정보를 획득하여 전파 프로세스부(2200)의 상태 공분산 정보와 함께 업데이트 프로세스부(2400)에 제공할 수 있다.

[0105] 업데이트 프로세스부(2400)는 전파 프로세스부(2200)의 상태 공분산 정보 및 다음 상태 획득부(2300)의 사용자의 속도와 방향 및 좌표 정보를 이용하여 사용자의 상태 추정치 평균 및 상태 공분산 정보를 업데이트할 수 있다.

[0106] 업데이트 프로세스부(2400)의 자세한 동작은 상기 도 3의 측정 업데이트부(424)의 동작과 동일하므로 자세한 설명은 생략하도록 한다.

[0107] 상태 예측부(2500)은 업데이트 프로세스부(2400)에서 계산된 상태 추정치 평균 및 상태 공분산 정보를 받아 교차 공분산 정보 및 상태 공분산 정보를 업데이트하여 비선형 특성에 의한 잡음을 판단할 수 있다.

[0108] 상태 예측부(2500)의 자세한 동작은 상기 도 3의 상태 공분산 업데이트 함수 정의부(421)와 교차 공분산 업데이트 함수 정의부(423)의 동작과 동일하므로 자세한 설명은 생략하도록 한다.

[0109] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 방법의 순서도이다.

- [0110] 사용자가 카메라 앞에 위치하면 RGB 카메라와 깊이 카메라를 이용하여 사용자의 영상을 촬영할 수 있다(S100).
- [0111] 상기 RGB 카메라와 깊이 카메라는 키넥트 카메라일 수 있으며, 이에 한정하지 않고 RGB 영상 및 깊이 영상을 촬영할 수 있다면 모든 카메라를 사용할 수 있다.
- [0112] 촬영된 RGB 영상과 깊이 영상 정보를 획득할 수 있다(S200).
- [0113] 획득한 RGB 영상과 깊이 영상을 분석하여 영상 정보를 3차원 좌표계(X, Y, Z)의 형태로 변환할 수 있다(S300).
- [0114] 랜덤 무향 칼만 필터를 이용하여 3차원 좌표계 내의 비선형특성에 의한 잡음을 제거할 수 있다(S400).
- [0115] 잡음이 제거된 데이터를 이용하여 최종 뼈대 정보 좌표(X', Y', Z')를 형성하고, 최종 뼈대 정보 좌표를 기반으로 뼈대의 정보를 검출할 수 있다(S500).
- [0116] 뼈대 정보를 이용하여 사용자의 자세를 검출할 수 있다(S600).
- [0117] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 뼈대 검출 방법 중 상기 S400단계의 잡음 제거 방법을 구체화한 순서도이다.
- [0118] 상기 S300단계에서 3차원 좌표계의 형태로 변환된 사용자의 영상 정보를 사용자의 이동 속도와 이동 방향으로 변환할 수 있다(S410).
- [0119] 상기 이동 속도와 이동 방향 정보를 랜덤 무향 칼만 필터에 적용하여 비선형적 특성의 잡음을 제거할 수 있다(S420).
- [0120] 상기 S420 단계에서 랜덤 무향 칼만 필터는 확률적 통합 규칙을 기반으로 동작을 수행하며, 상기 속도와 방향을 기반으로 칼만 이득을 계산하여 상태 추정치 및 상태 공분산을 업데이트하고, 업데이트된 상기 상태 공분산 업데이트 값을 기반으로 상태 공분산 업데이트 함수를 정의하며, 상기 상태 추정치 및 측정 추정치를 예측하고, 예측된 값을 기반으로 측정 공분산 업데이트 함수를 정의하여 측정 추정치를 예측할 수 있다. 또한, 예측된 상기 측정 추정치를 기반으로 교차 공분산 업데이트 함수를 정의한 뒤에 다시 교차 공분산 업데이트 함수를 업데이트하여 기설정된 횟수만큼 반복 동작을 수행하며 잡음을 판단하여 잡음의 제거를 실시할 수 있다.
- [0121] 잡음이 제거되면 잡음이 제거된 정보를 기반으로 3차원 좌표계의 형태로 변환된 사용자의 영상 정보를 수정할 수 있다(S430).
- [0122] 수정된 좌표를 최종 좌표로 선택하고, 선택된 최종 좌표에 대하여 좌표계에 설정하여 상기 S500단계에 제공할 수 있다(S440).
- [0123] 이상에서 본 발명에 따른 바람직한 실시예의 3D 뼈대 검출 장치 및 검출 방법은 측정 데이터 내의 잡음을 제거함으로써 정확한 3D 뼈대를 검출할 수 있다.
- [0124] 또한, 무향 칼만 필터를 이용하여 비선형적인 오차를 제거함으로써 자세인식 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0125] 상술한 실시 예에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시 예에 포함되며, 반드시 하나의 실시 예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시 예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시가능하다.
- [0126] 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다. 또한, 이상에서 실시 예들을 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시 예들에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부한 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0127] 100: 촬영부
200: 정보획득부
300: 좌표변환부

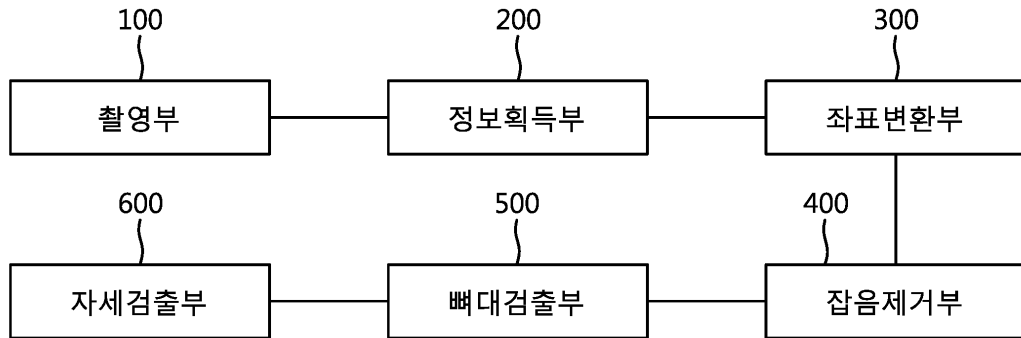
400: 잡음제거부

500: 뼈대검출부

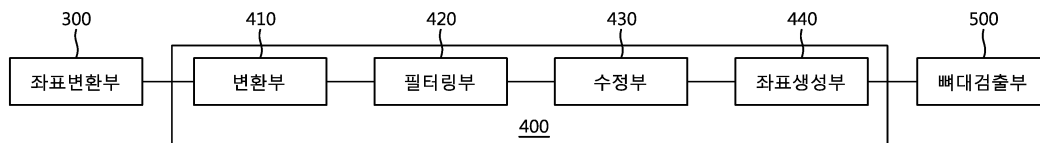
600: 자세검출부

도면

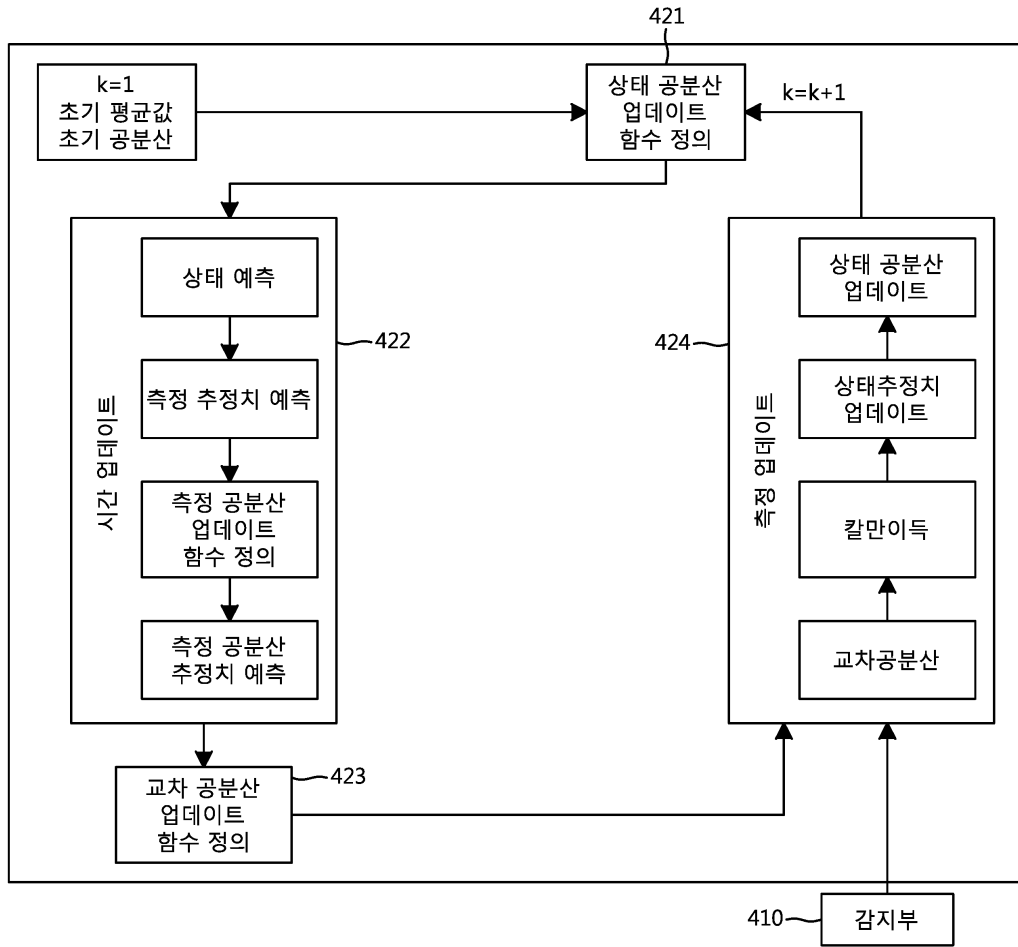
도면1



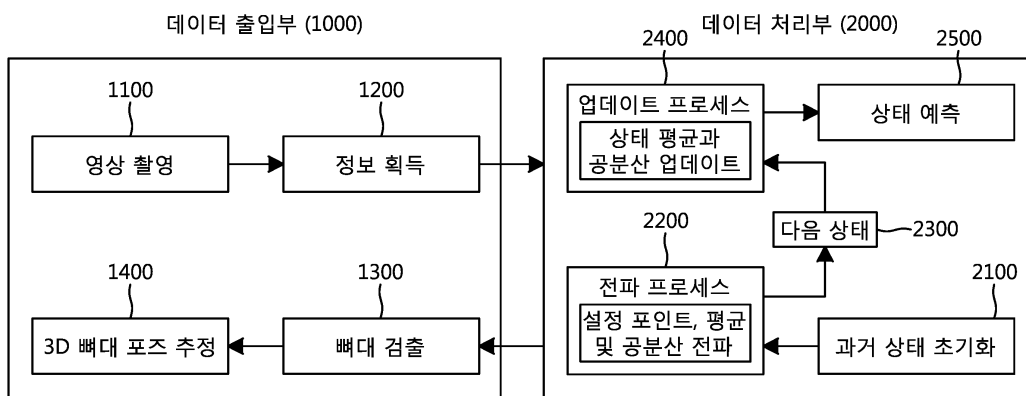
도면2



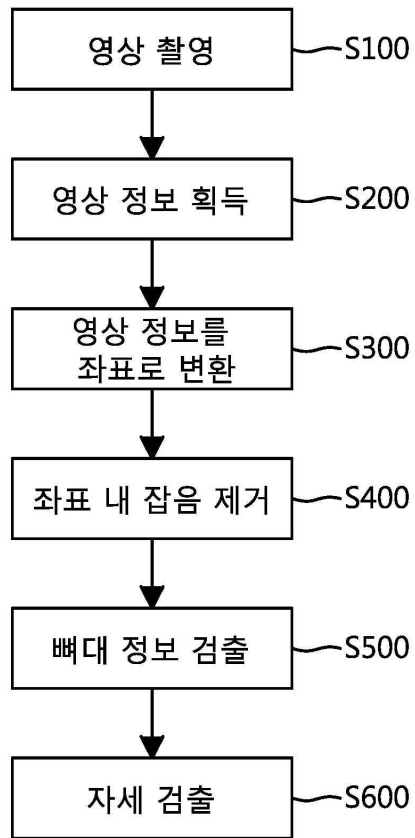
도면3



도면4



도면5



도면6

