



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년08월06일
(11) 등록번호 10-2842830
(24) 등록일자 2025년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/30 (2006.01) G06T 5/60 (2024.01)
G06T 7/33 (2017.01) G06T 7/50 (2017.01)
G06T 7/73 (2017.01) G06V 10/762 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G06T 5/30 (2013.01)
G06T 5/60 (2024.01)
(21) 출원번호 10-2023-0182962
(22) 출원일자 2023년12월15일
심사청구일자 2023년12월15일
(65) 공개번호 10-2025-0092613
(43) 공개일자 2025년06월24일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020220085678 A
KR1020220082594 A

(73) 특허권자
한양대학교 에리카산학협력단
경기도 안산시 상록구 한양대학로 55
광운대학교 산학협력단
서울특별시 노원구 광운로1길 60(월계동, 광운대
학교누리관)
(72) 발명자
남해운
경기도 수원시 영통구 매여울로10번길 42, 401호
(매탄동)
윤재혁
경기도 안산시 상록구 오목로1길 8, 103호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김준석, 박민욱

전체 청구항 수 : 총 19 항

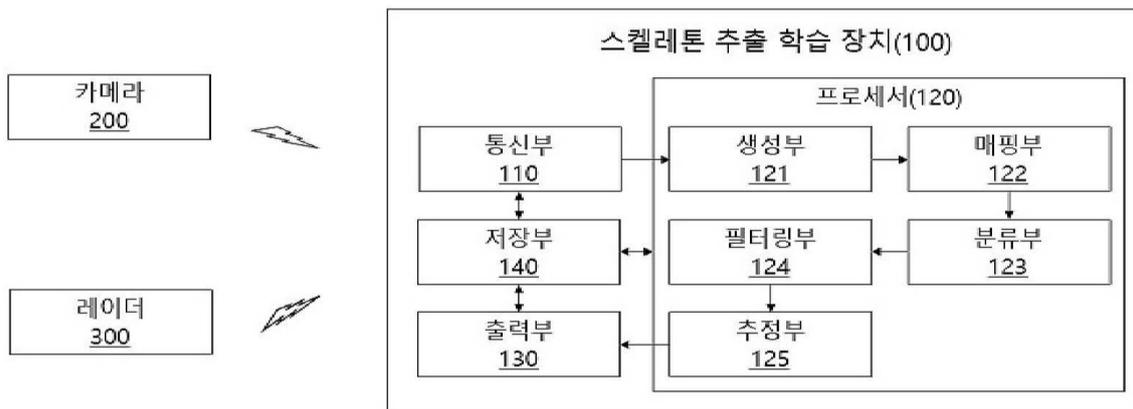
심사관 : 김광식

(54) 발명의 명칭 스켈레톤 추출 학습 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 스켈레톤 추출 학습 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 기 생성된 스켈레톤 데이터를 이용하여 복수의 조인트 포인트를 기준으로 클러스터를 생성하는 단계; 기 수신된 포인트 클라우드 및 상기 스켈레톤 데이터를 매핑하여 매핑 데이터를 생성하는 단계; 상기 포인트 클라우드를 기초로 바디 파트를 분류하는 단계; 상기 복수의 조인트 포인트 중에서 상기 바디 파트에 대응하는 조인트 포인트를 선택하는 단계; 상기 매핑 데이터를 기초로 상기 선택된 조인트 포인트에 대응하는 상기 클러스터의 밀도를 산출하여 학습 데이터를 선택하는 단계; 및 상기 학습 데이터를 이용하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 단계;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

- G06T 7/33 (2017.01)
- G06T 7/50 (2017.01)
- G06T 7/73 (2017.01)
- G06V 10/762 (2023.08)
- G06T 2207/20044 (2013.01)
- G06T 2207/20081 (2013.01)
- G06T 2207/20084 (2013.01)
- G06T 2207/30196 (2013.01)

정석현

경기도 안산시 상록구 학사5길 2, 401호

김진영

서울특별시 노원구 광운로 20, 광운대학교 409호

(72) 발명자

박기완

경기도 안산시 상록구 향호2길 50-8, 204호

정재연

경기도 용인시 수지구 죽전로 267, 902동 1501호

이시호

경기도 안산시 상록구 네고지2길 50, 203호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711198880
과제번호	00258639
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	초공간 과업지향통신 기술에 관한 연구
기 여 율	100/100
과제수행기관명	광운대학교산학협력단
연구기간	2023.07.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

생성부에 의해, 기 생성된 스켈레톤 데이터를 이용하여 복수의 조인트 포인트를 기준으로 클러스터를 생성하는 단계;

매핑부에 의해, 기 수신된 포인트 클라우드 및 상기 스켈레톤 데이터를 매핑하여 매핑 데이터를 생성하는 단계;

분류부에 의해, 상기 포인트 클라우드를 기초로 바디 파트를 분류하는 단계;

필터링부에 의해, 상기 복수의 조인트 포인트 중에서 상기 바디 파트에 대응하는 조인트 포인트를 선택하는 단계;

필터링부에 의해, 상기 매핑 데이터를 기초로 상기 선택된 조인트 포인트에 대응하는 상기 클러스터의 밀도를 산출하여 학습 데이터를 선택하는 단계; 및

추정부에 의해, 상기 학습 데이터를 이용하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 단계;를 포함하는 스켈레톤 추출 학습 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

사람의 움직임에 대한 포인트 클라우드, Raw 이미지 및 Depth 이미지를 수신하는 단계; 및

상기 Raw 이미지 및 상기 Depth 이미지를 이용하여 스켈레톤 데이터를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 매핑 데이터를 생성하는 단계는,

상기 포인트 클라우드와 상기 스켈레톤 데이터의 정면을 일치시키는 단계; 및

상기 포인트 클라우드의 좌표 및 상기 스켈레톤 데이터의 좌표를 매핑하여 매핑 데이터를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 바디 파트는,

오른쪽 팔, 왼쪽 팔, 오른쪽 다리, 왼쪽 다리, 머리, 몸통 중에서 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 조인트 포인트는,

왼쪽 어깨, 오른쪽 어깨, 왼쪽 팔꿈치, 오른쪽 팔꿈치, 왼쪽 손목, 오른쪽 손목, 왼손, 오른손, 왼쪽 골반, 오른쪽 골반, 왼쪽 무릎, 오른쪽 무릎, 왼쪽 발, 오른쪽 발 중에서 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 학습 데이터를 선택하는 단계는,

상기 클러스터의 밀도가 제1 임계값 이상인지 여부를 판단하는 단계; 및

상기 클러스터의 밀도가 제1 임계값 이상인 경우, 상기 클러스터를 학습 데이터로 선택하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 단계는,

상기 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 이상인지 여부를 판단하는 단계;

상기 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 이상인 경우, 상기 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드 중에서 하나의 랜덤 포인트를 선택하는 단계;

상기 하나의 랜덤 포인트로부터 가장 먼 위치에 있는 포인트를 순차적으로 선택하여 제2 임계값과 동일한 수의 포인트를 샘플링하여 샘플링 포인트를 추출하는 단계; 및

상기 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 미만인 경우, 부족한 수만큼의 상기 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수를 선택하고, 상기 제2 임계값과 동일하도록 주변 포인트를 더 선택하여 샘플링하여 샘플링 포인트를 추출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 단계는,

상기 샘플링 포인트를 스켈레톤 예측 모델에 입력하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하도록 상기 스켈레톤 예측 모델을 학습하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 단계는,

복수의 스켈레톤 예측 모델 중에서 상기 바디 파트에 대응되는 스켈레톤 예측 모델을 선택하는 단계; 및

상기 바디 파트를 상기 선택된 스켈레톤 예측 모델에 입력하여 상기 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 방법.

청구항 10

기 생성된 스켈레톤 데이터를 이용하여 복수의 조인트 포인트를 기준으로 클러스터를 생성하는 생성부;

기 수신된 포인트 클라우드 및 상기 스켈레톤 데이터를 매핑하여 매핑 데이터를 생성하는 매핑부;

상기 포인트 클라우드를 기초로 바디 파트를 분류하는 분류부;

상기 복수의 조인트 포인트 중에서 상기 바디 파트에 대응하는 조인트 포인트를 선택하고, 상기 매핑 데이터를 기초로 상기 선택된 조인트 포인트에 대응하는 상기 클러스터의 밀도를 산출하여 학습 데이터를 선택하는 필터링부; 및

상기 학습 데이터를 이용하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 추정부;를 포함하는 스켈레톤 추출 학습 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

사람의 움직임에 대한 포인트 클라우드, Raw 이미지 및 Depth 이미지를 수신하는 통신부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 생성부는,

상기 Raw 이미지 및 상기 Depth 이미지를 이용하여 스켈레톤 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 매핑부는,

상기 포인트 클라우드와 상기 스켈레톤 데이터의 정면을 일치시키고, 상기 포인트 클라우드의 좌표 및 상기 스켈레톤 데이터의 좌표를 매핑하여 매핑 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 장치.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 바디 파트는,

오른쪽 팔, 왼쪽 팔, 오른쪽 다리, 왼쪽 다리, 머리, 몸통 중에서 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 장치.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 조인트 포인트는,

왼쪽 어깨, 오른쪽 어깨, 왼쪽 팔꿈치, 오른쪽 팔꿈치, 왼쪽 손목, 오른쪽 손목, 왼손, 오른손, 왼쪽 골반, 오른쪽 골반, 왼쪽 무릎, 오른쪽 무릎, 왼쪽 발, 오른쪽 발 중에서 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 장치.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 필터링부는,

상기 클러스터의 밀도가 제1 임계값 이상인지 여부를 판단하고, 상기 클러스터의 밀도가 제1 임계값 이상인 경우, 상기 클러스터를 학습 데이터로 선택하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 추정부는,

상기 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 이상인지 여부를 판단하고, 상기 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 이상인 경우, 상기 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드 중에서 하나의 랜덤 포인트를 선택하며, 상기 하나의 랜덤 포인트로부터 가장 먼 위치에 있는 포인트를 순차적으로 선택하여 제2 임계값과 동일한 수의 포인트를 샘플링하여 샘플링 포인트를 추출하거나, 상기 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 미만인 경우, 부족한 수만큼의 상기 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수를 선택하고, 상기 제2 임계값과 동일

하도록 주변 포인트를 더 선택하여 샘플링하여 샘플링 포인트를 추출하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 추정부는,

상기 샘플링 포인트를 스켈레톤 예측 모델에 입력하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하도록 상기 스켈레톤 예측 모델을 학습하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 장치.

청구항 19

제10항에 있어서,

상기 추정부는,

복수의 스켈레톤 예측 모델 중에서 상기 바디 파트에 대응되는 스켈레톤 예측 모델을 선택하고,

상기 바디 파트를 상기 선택된 스켈레톤 예측 모델에 입력하여 상기 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 것을 특징으로 하는 스켈레톤 추출 학습 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스켈레톤 추출 학습 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 딥러닝(Deep Learning)은 다층 인공신경망을 이용하며, 유용한 특징들을 데이터로부터 직접 학습하는 방식을 취하는 것으로, 컴퓨터 비전의 여러 분야에서 눈부신 성능 향상을 보이고 있다.

[0003] 딥러닝 학습 기반의 방법은 사람이 미처 인지하지 못하는 유용한 특징들을 데이터를 통해 직접 찾아낼 수 있다는 장점이 있고, 동작 분석 분야에서도 딥러닝을 활용한 연구가 활발히 진행 중이고 문제 해결에 큰 성과를 거두고 있다.

[0004] 종래의 사용자의 동작을 분석하는 방법은 RGB-D 카메라를 통해 사용자의 움직임을 추적하여 스켈레톤 정보를 추출하고, 각 관절의 각도를 사용하거나 관절의 상대좌표를 기반으로 스켈레톤 정보를 분석하여 동작을 인식하는 것이다.

[0005] 동작 인식이 점점 정확해지면서 그 응용 분야도 스포츠 분석, 재활 프로그램, 모션 캡처, 가상 현실 환경 등으로 확대되고 있다. 최근에는 2차원 동작을 넘어서 3차원 동작에서도 많은 연구가 진행 중이다.

[0006] 이와 같은 방법들은 사용자의 동작을 추적하여 쌓이는 대용량 데이터를 처리해야 하는 동시에 인식의 정확성을 위한 복잡한 데이터 연산을 수행해야 하기 때문에 처리 속도가 느려지거나 많은 자원을 사용해야 하는 문제점을 가진다.

[0007] 또한, 종래의 카메라를 통한 동작 분석은 개인 정보 침해의 위험성이 있다는 문제가 있다.

[0008] 또한, 사람마다 키나 체형이 다양하기 때문에 사람의 동작을 인식하는데 체형의 다양성을 고려할 수 있어야 한다. 따라서, 사용자에게 특정되지 않고 일반적인 사람들의 동작을 인식하여 컴퓨터 등과 상호작용할 수 있는 동작 인식 방법을 통해 자연스러운 인터페이스가 구현되어야 할 필요성이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1521025호("승마자의 3차원 모션분석기반 실시간 코칭시스템", 공

고일자: 2015.05.19)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 카메라 및 레이더를 이용하여 사람의 움직임에 대한 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하도록 스켈레톤 예측 모델을 학습하는 스켈레톤 추출 학습 장치를 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상술한 과제를 해결하기 위하여 스켈레톤 추출 학습 장치 및 그 방법이 제공된다.
- [0012] 스켈레톤 추출 학습 방법은 기 생성된 스켈레톤 데이터를 이용하여 복수의 조인트 포인트를 기준으로 클러스터를 생성하는 단계; 기 수신된 포인트 클라우드 및 상기 스켈레톤 데이터를 매핑하여 매핑 데이터를 생성하는 단계; 상기 포인트 클라우드를 기초로 바디 파트를 분류하는 단계; 상기 복수의 조인트 포인트 중에서 상기 바디 파트에 대응하는 조인트 포인트를 선택하는 단계; 상기 매핑 데이터를 기초로 상기 선택된 조인트 포인트에 대응하는 상기 클러스터의 밀도를 산출하여 학습 데이터를 선택하는 단계; 및 상기 학습 데이터를 이용하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 단계;를 포함한다.
- [0013] 일 실시예에서, 사람의 움직임에 대한 포인트 클라우드, Raw 이미지 및 Depth 이미지를 수신하는 단계; 및 상기 Raw 이미지 및 상기 Depth 이미지를 이용하여 스켈레톤 데이터를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 매핑 데이터를 생성하는 단계는, 상기 포인트 클라우드와 상기 스켈레톤 데이터의 정면을 일치시키는 단계; 및 상기 포인트 클라우드의 좌표 및 상기 스켈레톤 데이터의 좌표를 매핑하여 매핑 데이터를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0015] 일 실시예에서, 상기 바디 파트는, 오른쪽 팔, 왼쪽 팔, 오른쪽 다리, 왼쪽 다리, 머리, 몸통 중에서 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 조인트 포인트는, 왼쪽 어깨, 오른쪽 어깨, 왼쪽 팔꿈치, 오른쪽 팔꿈치, 왼쪽 손목, 오른쪽 손목, 왼손, 오른손, 왼쪽 골반, 오른쪽 골반, 왼쪽 무릎, 오른쪽 무릎, 왼쪽 발, 오른쪽 발 중에서 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0017] 일 실시예에서, 상기 학습 데이터를 선택하는 단계는, 상기 클러스터의 밀도가 제1 임계값 이상인지 여부를 판단하는 단계; 및 상기 클러스터의 밀도가 제1 임계값 이상인 경우, 상기 클러스터를 학습 데이터로 선택하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0018] 일 실시예에서, 상기 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 단계는, 상기 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 이상인지 여부를 판단하는 단계; 상기 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 이상인 경우, 상기 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드 중에서 하나의 랜덤 포인트를 선택하는 단계; 상기 하나의 랜덤 포인트로부터 가장 먼 위치에 있는 포인트를 순차적으로 선택하여 제2 임계값과 동일한 수의 포인트를 샘플링하여 샘플링 포인트를 추출하는 단계; 및 상기 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 미만인 경우, 부족한 수만큼의 상기 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수를 선택하고, 상기 제2 임계값과 동일하도록 주변 포인트를 더 선택하여 샘플링하여 샘플링 포인트를 추출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0019] 일 실시예에서, 상기 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 단계는, 상기 샘플링 포인트를 스켈레톤 예측 모델에 입력하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하도록 상기 스켈레톤 예측 모델을 학습하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0020] 일 실시예에서, 상기 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 단계는, 복수의 스켈레톤 예측 모델 중에서 상기 바디 파트에 대응되는 스켈레톤 예측 모델을 선택하는 단계; 및 상기 바디 파트를 상기 선택된 스켈레톤 예측 모델에 입력하여 상기 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0021] 스켈레톤 추출 학습 장치는 기 생성된 스켈레톤 데이터를 이용하여 복수의 조인트 포인트를 기준으로 클러스터

를 생성하는 생성부; 기 수신된 포인트 클라우드 및 상기 스켈레톤 데이터를 매핑하여 매핑 데이터를 생성하는 매핑부; 상기 포인트 클라우드를 기초로 바디 파트를 분류하는 분류부; 상기 복수의 조인트 포인트 중에서 상기 바디 파트에 대응하는 조인트 포인트를 선택하고, 상기 매핑 데이터를 기초로 상기 선택된 조인트 포인트에 대응하는 상기 클러스터의 밀도를 산출하여 학습 데이터를 선택하는 필터링부; 및 상기 학습 데이터를 이용하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 추정부;를 포함한다.

- [0022] 일 실시예에서, 사람의 움직임에 대한 포인트 클라우드, Raw 이미지 및 Depth 이미지를 수신하는 통신부;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0023] 일 실시예에서, 상기 생성부는, 상기 Raw 이미지 및 상기 Depth 이미지를 이용하여 스켈레톤 데이터를 생성하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에서, 상기 매핑부는, 상기 포인트 클라우드와 상기 스켈레톤 데이터의 정면을 일치시키고, 상기 포인트 클라우드의 좌표 및 상기 스켈레톤 데이터의 좌표를 매핑하여 매핑 데이터를 생성하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0025] 일 실시예에서, 상기 바디 파트는, 오른쪽 팔, 왼쪽 팔, 오른쪽 다리, 왼쪽 다리, 머리, 몸통 중에서 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0026] 일 실시예에서, 상기 조인트 포인트는, 왼쪽 어깨, 오른쪽 어깨, 왼쪽 팔꿈치, 오른쪽 팔꿈치, 왼쪽 손목, 오른쪽 손목, 왼손, 오른손, 왼쪽 골반, 오른쪽 골반, 왼쪽 무릎, 오른쪽 무릎, 왼쪽 발, 오른쪽 발 중에서 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0027] 일 실시예에서, 상기 필터링부는, 상기 클러스터의 밀도가 제1 임계값 이상인지 여부를 판단하고, 상기 클러스터의 밀도가 제1 임계값 이상인 경우, 상기 클러스터를 학습 데이터로 선택하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0028] 일 실시예에서, 상기 추정부는, 상기 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 이상인지 여부를 판단하고, 상기 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 이상인 경우, 상기 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드 중에서 하나의 랜덤 포인트를 선택하며, 상기 하나의 랜덤 포인트로부터 가장 먼 위치에 있는 포인트를 순차적으로 선택하여 제2 임계값과 동일한 수의 포인트를 샘플링하여 샘플링 포인트를 추출하거나, 상기 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 미만인 경우, 부족한 수만큼의 상기 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수를 선택하고, 상기 제2 임계값과 동일하도록 주변 포인트를 더 선택하여 샘플링하여 샘플링 포인트를 추출하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0029] 일 실시예에서, 상기 추정부는, 상기 샘플링 포인트를 스켈레톤 예측 모델에 입력하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하도록 상기 스켈레톤 예측 모델을 학습하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0030] 일 실시예에서, 상기 추정부는, 복수의 스켈레톤 예측 모델 중에서 상기 바디 파트에 대응되는 스켈레톤 예측 모델을 선택하고, 상기 바디 파트를 상기 선택된 스켈레톤 예측 모델에 입력하여 상기 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

- [0031] 상술한 스켈레톤 추출 학습 장치 및 그 방법에 의하면, 레이더와 RGB-D 카메라의 데이터를 통합하여 움직임 분석에 대한 정확도를 향상시킬 수 있고, 레이더를 사용함으로써 개인 정보 침해의 위험이 적어 보안성이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스켈레톤 추출 학습 장치의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터셋을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 스켈레톤 데이터를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 매핑 데이터를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 바디 파트를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 데이터 및 샘플링 포인트를 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 스켈레톤 추출 학습 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 스켈레톤 추출 학습 장치를 이용한 테스트 과정을 설명하기 위한 순서도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 스켈레톤 예측 모델을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0034] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0035] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0036] 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 있음을 의미한다. 또한, 명세서에서 사용되는 "부", "모듈", "유닛" 등의 용어는 적어도 하나의 기능 또는 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소, 또는 소프트웨어와 하드웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 그렇지만 "부", "모듈", "유닛" 등의 용어가 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. "부", "모듈", "유닛" 등은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 "'부", "모듈", "유닛" 등의 용어는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 데스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다.
- [0037] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략한다.
- [0038] "제1", "제2" 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성 요소들은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는" 이라는 용어는 복수의 관련된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 항목들 중의 어느 하나의 항목을 포함한다.
- [0040] 이하, 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 스켈레톤 추출 학습 장치를 설명하도록 한다.
- [0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스켈레톤 추출 학습 장치의 구성을 설명하기 위한 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터셋을 설명하기 위한 도면이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 스켈레톤 데이터를 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 매핑 데이터를 설명하기 위한 도면이다.
- [0042] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 바디 파트를 설명하기 위한 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 데이터 및 샘플링 포인트를 설명하기 위한 도면이다.
- [0043] 도 1에서 도시한 바와 같이, 스켈레톤 추출 학습 장치(100)는 통신부(110), 프로세서(120), 출력부(130), 저장부(140)를 포함한다.
- [0044] 스켈레톤 추출 학습 장치(100)는 카메라(200)와 레이더(300)와 네트워크 연결될 수 있다.

- [0045] 여기서, 카메라(200)는 RGB-D 카메라일 수 있다.
- [0046] 스켈레톤 추출 학습 장치(100)는 카메라(200)로부터 촬영된 Raw 이미지(Image) 및 Depth 이미지와, 레이더(300)로부터 생성된 포인트 클라우드(Point cloud)를 이용하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추출하도록 스켈레톤 예측 모델을 학습할 수 있다.
- [0047] 출력부(130)는 학습 데이터를 이용하여 스켈레톤 예측 모델로부터 추정된 조인트 포인트를 출력할 수 있다.
- [0048] 출력부(130)는 예를 들어, 디스플레이, 프린터 장치, 스피커 장치, 영상 출력 단자, 데이터 입출력 단자 또는 통신 모듈 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0049] 필요에 따라 출력부(130)는 통신부(110)와 일체형으로 마련되는 것도 가능하다.
- [0050] 저장부(140)는 카메라(200)로부터 전송된 Raw 이미지 및 Depth 이미지를 저장할 수 있다.
- [0051] 저장부(140)는 레이더(300)로부터 전송된 포인트 클라우드를 저장할 수 있다.
- [0052] 저장부(140)는 프로세서(120)에서 생성된 클러스터 및 매핑 데이터를 저장하고, 프로세서(120)에서 추출된 바이트 코드, 학습 데이터를 저장할 수 있다.
- [0053] 저장부(140)는 주기억장치 및 보조기억장치 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 주기억장치는 예를 들어, 롬(ROM) 및/또는 램(RAM)과 같은 반도체 저장 매체를 이용하여 구현된 것일 수 있고, 보조기억장치는, 플래시 메모리 장치(솔리드 스테이트 드라이브(SSD, Solid State Drive) 등), SD(Secure Digital) 카드, 하드 디스크 드라이브(HDD, Hard Disc Drive), 콤팩트 디스크, 디브이디(DVD) 또는 레이저 디스크 등과 같이 데이터를 영구적 또는 반영구적으로 저장 가능한 장치를 기반으로 구현될 수 있다.
- [0054] 통신부(110)는 카메라(200)와 레이더(300)와 네트워크로 연결되어 데이터를 송수신할 수 있도록 한다.
- [0055] 통신부(110)는 프로세서(120), 출력부(130), 저장부(140)가 네트워크를 통해 서로 데이터를 송수신할 수 있도록 한다.
- [0056] 통신부(110)는 유무선 통신망을 모두 포함한다. 가령 통신부(110)로서 유무선 인터넷망이 이용되거나 연동될 수 있다. 여기서 유선망은 케이블망이나 공중 전화망(PSTN)과 같은 인터넷망을 포함하는 것이고, 무선 통신망은 CDMA, WCDMA, GSM, EPC(Evolved Packet Core), LTE(Long Term Evolution), 와이브로(Wibro) 망, 5G 통신망 등을 포함하는 의미이다. 물론 본 발명의 실시예에 따른 통신부(110)는 이에 한정되는 것이 아니며, 향후 구현될 차세대 이동통신 시스템의 접속망으로서 가령 클라우드 컴퓨팅 환경하의 클라우드 컴퓨팅망, 5G망 등에 사용될 수 있다. 가령, 통신망이 유선 통신망인 경우 통신망 내의 액세스포인트는 전화국의 교환국 등에 접속할 수 있지만, 무선 통신망인 경우에는 통신사에서 운용하는 SGSN 또는 GGSN(Gateway GPRS Support Node)에 접속하여 데이터를 처리하거나, BTS(Base Station Transmission), NodeB, e-NodeB 등의 다양한 중계기에 접속하여 데이터를 처리할 수 있다.
- [0057] 통신부(110)는 카메라(200)로부터 촬영된 Raw 이미지 및 Depth 이미지와, 레이더(300)로부터 생성된 포인트 클라우드를 수신한다.
- [0058] 통신부(110)는 사람 움직임에 대한 Raw 이미지, Depth 이미지 및 포인트 클라우드를 수신할 수 있다.
- [0059] 도 2에서 도시한 바와 같이, 레이더(200) 및 카메라(300)는 각각 생성된 포인트 클라우드와, 100 프레임 단위로 생성된 Raw 이미지 및 Depth 이미지를 Ros Publisher Nodes로 전송할 수 있다.
- [0060] 그리고, ROS Publisher Nodes는 포인트 클라우드, Raw 이미지 및 Depth 이미지를 Message Filter를 거쳐 Subscriber Node로 전송할 수 있다.
- [0061] Message Filter는 포인트 클라우드, Raw 이미지 및 Depth 이미지를 시간에 따라 동기화할 수 있다.
- [0062] 이와 같이, 통신부(110)는 카메라(200) 및 레이더(300)로부터 Raw 이미지, Depth 이미지 및 포인트 클라우드를 포함하는 데이터셋(Dataset)을 수신할 수 있다.
- [0063] 프로세서(120)는 생성부(121), 매핑부(122), 분류부(123), 필터링부(124) 및 추정부(125)를 포함할 수 있다.
- [0064] 생성부(121)는 기 생성된 스켈레톤 데이터를 이용하여 복수의 조인트 포인트를 기준으로 클러스터를 생성한다.
- [0065] 여기서, 복수의 조인트 포인트는 사람의 각 관절들을 나타낸다.

- [0066] 더욱 자세하게는, 생성부(121)는 카메라(200)로부터 수신된 Raw 이미지 및 Depth 이미지를 이용하여 스켈레톤 데이터를 생성할 수 있다.
- [0067] 생성부(121)는 Mediapipe를 이용하여 스켈레톤 데이터를 생성할 수 있다.
- [0068] 도 3에서 도시한 바와 같이, 생성부(121)는 1 프레임 단위의 Raw 이미지를 Mediapipe를 입력하고, Mediapipe를 통해 출력된 이미지와 1 프레임 단위의 Depth 이미지를 결합하여 스켈레톤 데이터를 생성할 수 있다.
- [0069] 생성부(121)는 스켈레톤 데이터를 기초로 복수의 조인트 포인트 각각에 대해 클러스터를 생성할 수 있다.
- [0070] 여기서, 조인트 포인트는 왼쪽 어깨, 오른쪽 어깨, 왼쪽 팔꿈치, 오른쪽 팔꿈치, 왼쪽 손목, 오른쪽 손목, 왼손, 오른손, 왼쪽 골반, 오른쪽 골반, 왼쪽 무릎, 오른쪽 무릎, 왼쪽 발, 오른쪽 발 중에서 적어도 하나를 포함한다.
- [0071] 즉, 생성부(121)는 스켈레톤 데이터에서 복수의 조인트 포인트를 기준으로 일정 크기의 원을 형성하여 2차원의 클러스터를 생성할 수 있다.
- [0072] 여기서, 발 부분은 다른 부분에 비해 작으므로, 원의 반지름이 1/5 짧게 형성하여 클러스터를 생성할 수 있다.
- [0073] 매핑부(122)는 기 수신된 포인트 클라우드 및 클러스터를 포함하는 스켈레톤 데이터를 매핑하여 매핑 데이터를 생성한다.
- [0074] 여기서, 포인트 클라우드는 1 프레임과 100 프레임 단위로 데이터셋을 구성할 수 있다.
- [0075] 더욱 구체적으로, 도 4에서 도시한 바와 같이, 매핑부(122)는 1 프레임 단위의 포인트 클라우드의 정면(Front view)과 스켈레톤 데이터의 정면(Front view)을 일치시킬 수 있다.
- [0076] 매핑부(122)는 복수의 조인트 포인트 각각에 대한 클러스터가 포함된 스켈레톤 데이터와 포인트 클라우드를 매핑하여 매핑 데이터를 생성할 수 있다.
- [0077] 매핑부(122)는 정면을 기준으로 포인트 클라우드의 좌표와 스켈레톤 데이터의 X(넓이), Y(높이) 좌표를 매핑하여 매핑 데이터를 생성할 수 있다.
- [0078] 즉, 매핑부(122)는 포인트 클라우드의 정면의 좌표를 스켈레톤 데이터의 X(넓이), Y(높이) 좌표에 맞춰 리사이즈(resize)할 수 있다.
- [0079] 분류부(123)는 포인트 클라우드를 기초로 바디 파트(Body Part)를 분류한다.
- [0080] 분류부(123)는 100 프레임 단위의 포인트 클라우드를 기초로 주로 사용하는 바디 파트를 분류할 수 있다.
- [0081] 여기서, 바디 파트는 오른팔, 왼팔, 오른쪽 다리, 왼쪽 다리, 머리, 몸통 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0082] 도 5에서 도시한 바와 같이, 분류부(123)는 기 학습된 Multi-Channel 3D CNN(Convolutional Neural Network) 신경망 모델을 backbone 네트워크로서 이용할 수 있다.
- [0083] 분류부(123)는 포인트 클라우드를 복셀화(Voxelization)하고, 복셀화된 데이터를 기 학습된 3D CNN에 입력하여 주로 사용하는 바디 파트를 분류할 수 있다.
- [0084] 분류부(123)는 Multi-Channel 3D CNN 신경망 모델의 마지막 Layer에서 바디 파트에 상응하는 출력값을 출력할 수 있다.
- [0085] 여기서, 분류부(123)는 각각의 클래스에 대한 개별적인 이진 분류를 수행하기 위한 sigmoid activation function을 적용할 수 있고, Sigmoid activation function은 입력값에 대응하여 0과 1 사이의 값으로 출력하는 함수를 나타낸다.
- [0086] 분류부(123)는 Sigmoid activation function를 이용하여 출력값이 0.5 이상의 값인 경우에 해당 라벨이 존재하는 것으로 인식하여 1을 분류하고, 0.5 미만의 값인 경우에 해당 라벨이 존재하지 않는 것으로 판단하여 0을 분류할 수 있다.
- [0087] 예를 들어, 100 프레임의 동작이 양 팔의 움직임이 주요한 동작인 경우, 분류부(123)는 오른팔, 왼팔에 대해 1로 분류하고, 나머지 오른발, 왼발, 머리, 몸통에 대해 0로 분류하여 [1 1 0 0 0] 형태의 one-shot encoding 방식으로 출력할 수 있다.

- [0088] 즉, 분류부(123)는 Multi-Label Classification를 수행하여 움직임이 많은 바디 파트를 1로, 움직임이 적은 바디 파트는 0으로 출력하여 주요하게 사용되는 바디 파트를 분류할 수 있다.
- [0089] 필터링부(124)는 복수의 조인트 포인트 중에서 바디 파트에 대응하는 조인트 포인트를 선택한다.
- [0090] 필터링부(124)는 분류된 바디 파트와 관련있는 조인트 포인트를 선택할 수 있다.
- [0091] 예를 들어, 도 6에서 도시한 바와 같이, 필터링부(124)는 1로 분류된 바디 파트인 오른팔(Right arm) 및 왼팔(Left arm)에 대응되는 조인트 포인트를 선택할 수 있다.
- [0092] 필터링부(124)는 오른팔(Right arm) 및 왼팔(Left arm)을 포함하는 바디 파트와 관련 있는 왼쪽 어깨(LEFT_SHOULDER), 오른쪽 어깨(RIGHT_SHOULDER), 왼쪽 팔꿈치(LEFT_ELBOW), 왼쪽 손목(LEFT_WRIST), 왼쪽 새끼손가락(LEFT_PINKY), 왼쪽 검지(LEFT_INDEX), 오른쪽 팔꿈치(RIGHT_ELBOW), 오른쪽 손목(RIGHT_WRIST), 오른쪽 새끼손가락(RIGHT_PINKY), 오른쪽 검지(RIGHT_INDEX)를 조인트 포인트로 선택할 수 있다.
- [0093] 여기서, 바디 파트에 대응되는 조인트 포인트는 라벨로 지정될 수 있다.
- [0094] 필터링부(124)는 맵핑 데이터를 기초로 선택된 조인트 포인트에 대응하는 클러스터의 밀도(Density)를 산출하여 학습 데이터를 선택할 수 있다.
- [0095] 더욱 자세하게는, 기 생성된 맵핑 데이터는 조인트 포인트를 기준으로 형성된 클러스터를 포함하는 스켈레톤 데이터와 포인트 클라우드를 포함하므로, 필터링부(124)는 선택된 조인트 포인트의 클러스터에 포함된 포인트 클라우드를 이용하여 클러스터의 밀도를 산출할 수 있다.
- [0096] 여기서, 필터링부(124)는 클러스터의 면적과 선택된 조인트 포인트의 클러스터에 포함된 포인트 클라우드를 이용하여 클러스터의 밀도를 산출할 수 있다.
- [0097] 필터링부(124)는 클러스터의 밀도가 제1 임계값 이상인지 여부를 판단할 수 있다.
- [0098] 도 6과 같이, 본 발명의 일 실시예에서는 제1 임계값을 0.2로 설정하였으나, 제1 임계값은 데이터의 특징에 따라 실험을 통해 설정된 것으로, 사용자에게 의해 미리 설정될 수 있다.
- [0099] 필터링부(124)는 클러스터의 밀도가 제1 임계값 이상인 경우에 해당 클러스터를 학습 데이터로 선택할 수 있다.
- [0100] 또한, 필터링부(124)는 클러스터의 밀도가 제1 임계값 미만인 경우에 해당 클러스터를 학습 데이터로 선택하지 않을 수 있다.
- [0101] 추정부(125)는 학습 데이터를 이용하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정할 수 있다.
- [0102] 추정부(125)는 학습 데이터를 스켈레톤 예측 모델에 입력하여 추정된 스켈레톤 조인트 포인트를 출력하도록 스켈레톤 예측 모델을 학습할 수 있다.
- [0103] 더욱 자세하게는, 추정부(125)는 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 이상인지 여부를 판단할 수 있다.
- [0104] 여기서, 학습 데이터는 조인트 포인트의 클러스터이므로, 각 조인트 포인트의 클러스터는 포인트 클라우드를 포함한다.
- [0105] 도 6과 같이, 본 발명의 일 실시예에서는 제2 임계값을 1024개로 설정하였으나, 제2 임계값은 학습에 필요한 포인트의 개수를 나타내는 것으로, 각 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 포인트 개수의 평균값으로 설정할 수 있으며, 사용자에게 의해 미리 설정될 수도 있다.
- [0106] 추정부(125)는 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 이상인 경우에 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드 중에서 하나의 랜덤 포인트를 선택할 수 있다.
- [0107] 추정부(125)는 하나의 랜덤 포인트로부터 가장 먼 위치에 있는 포인트를 순차적으로 선택하여 제2 임계값과 동일한 수의 포인트를 샘플링하여 샘플링 포인트를 추출할 수 있다.
- [0108] 여기서, 추정부(125)는 Farthest Point Sampling을 적용하여 샘플링 포인트를 추출할 수 있다.
- [0109] 추정부(125)는 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 미만인 경우에 부족한 수만큼의 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수를 선택하고, 제2 임계값과 동일하도록 주변 포인트를 더 선택하여 샘플링 포인트를 추출할 수 있다.

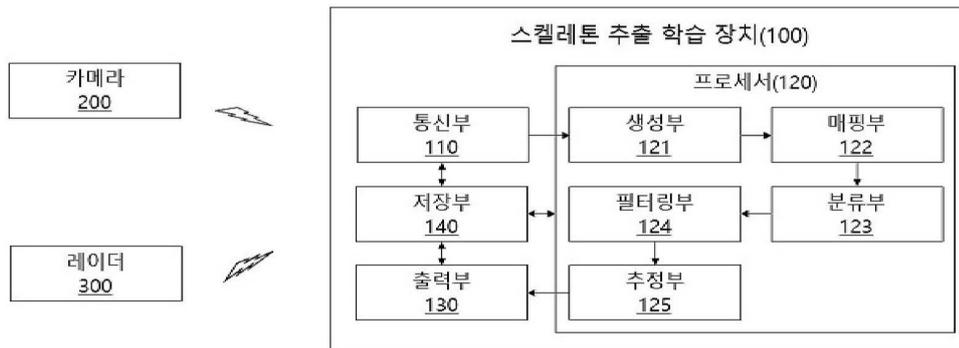
- [0110] 구체적으로, 추정부(125)는 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수를 부족한 수만큼 랜덤으로 선택하고, 선택한 포인트 주변에 빈 공간 중 한 지점을 랜덤으로 선택하여 해당 좌표에 새 포인트를 추가할 수 있다.
- [0111] 예를 들어, 제2 임계값이 1024이고, 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 700개인 경우, 추정부(125)는 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드에서 랜덤으로 부족한 수인 324개의 포인트를 선택하고, 선택된 포인트의 가장 가까운 좌표 중 포인트가 존재하지 않은 한 지점을 랜덤으로 선택하여 해당 지점의 좌표에 새 포인트를 추가할 수 있다.
- [0112] 여기서, 선택된 포인트는 랜덤으로 부족한 수만큼 선택된 포인트 중 하나일 수 있다.
- [0113] 추정부(125)는 1번부터 n번까지의 포인트를 하나씩 차례로 선택하여 샘플링 포인트를 추출할 수 있고, 이로 인해, 샘플링된 포인트가 중복되지 않게 추출할 수 있다.
- [0114] 여기서, 추정부(125)는 neighbor augmentation을 적용하여 샘플링 포인트를 추출할 수 있다.
- [0115] 추정부(125)는 샘플링 포인트를 스켈레톤 예측 모델에 입력하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하도록 스켈레톤 예측 모델을 학습할 수 있다.
- [0116] 여기서, 스켈레톤 예측 모델은 Point CNN 신경망 알고리즘을 기반으로 학습될 수 있고, 복수개의 모델로 구성될 수 있다.
- [0117] 복수의 스켈레톤 예측 모델 각각은 각 바디 파트에 따라 스켈레톤 조인트 포인트가 출력되도록 학습될 수 있다.
- [0118] 여기서, 출력되는 스켈레톤 조인트 포인트는 X, Y, Z 좌표 값일 수 있다.
- [0119] 예를 들어, 추정부(125)는 도 5와 같이, 분류된 오른팔, 왼팔의 바디 파트를 기초로 샘플링된 샘플링 포인트를 스켈레톤 예측 모델에 입력하여 분류된 바디 파트에 대응하는 왼쪽 어깨(LEFT_SHOULDER), 오른쪽 어깨(RIGHT_SHOULDER), 왼쪽 팔꿈치(LEFT_ELBOW), 왼쪽 손목(LEFT_WRIST), 왼쪽 새끼손가락(LEFT_PINKY), 왼쪽 검지(LEFT_INDEX), 오른쪽 팔꿈치(RIGHT_ELBOW), 오른쪽 손목(RIGHT_WRIST), 오른쪽 새끼손가락(RIGHT_PINKY), 오른쪽 검지(RIGHT_INDEX)를 포함하는 조인트 포인트를 추정하도록 스켈레톤 예측 모델을 학습할 수 있다.
- [0120] 또한, 공을 차는 동작에서, 바디 파트가 오른발, 왼발로 분류되면, 추정부(125)는 오른발, 왼발의 바디 파트를 기초로 샘플링된 샘플링 포인트를 스켈레톤 예측 모델에 입력하여 분류된 바디 파트에 대응하는 왼쪽 무릎(LEFT_KNEE), 왼쪽 발목(LEFT_ANKLE), 왼쪽 발뒷꿈치(LEFT_HEEL), 왼쪽 발 검지(LEFT_FOOT_INDEX), 오른쪽 무릎(RIGHT_KNEE), 오른쪽 발목(RIGHT_ANKLE), 오른쪽 발뒷꿈치(RIGHT_ANKEL), 오른쪽 발 검지(RIGHT_FOOT_INDEX)를 포함하는 조인트 포인트를 추정하도록 스켈레톤 예측 모델을 학습할 수 있다.
- [0121] 여기서, 각각의 조인트 포인트는 라벨로서 출력될 수 있다.
- [0122] 즉, 추정부(125)는 각 바디 파트에 따라 스켈레톤 조인트 포인트가 추출되는 복수의 스켈레톤 예측 모델 각각을 학습할 수 있다.
- [0123] 프로세서(120)는 예를 들어, 중앙 처리 장치(CPU: Central Processing Unit), 그래픽 처리 장치(GPU: Graphic Processing Unit), 마이크로 컨트롤러 유닛(MCU: Micro Controller Unit), 애플리케이션 프로세서(AP: Application Processor), 전자 제어 유닛(ECU: Electronic Controlling Unit) 및/또는 이외 각종 연산 및 제어 처리를 수행할 수 있는 적어도 하나의 전자 장치 등을 포함할 수 있다. 이들 장치는, 예를 들어, 하나 또는 둘 이상의 반도체 칩, 회로 또는 관련 부품 등을 단독으로 이용하거나 조합하여 구현된 것일 수도 있다.
- [0125] 이하, 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 스켈레톤 추출 학습 방법을 설명하도록 한다.
- [0126] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 스켈레톤 추출 학습 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0127] 통신부(110)는 사람 움직임에 대한 포인트 클라우드, Raw 이미지 및 Depth 이미지를 수신한다(S110).
- [0128] 통신부(110)는 레이더(200)로부터 생성된 포인트 클라우드와, 카메라(300)로부터 생성된 Raw 이미지 및 Depth 이미지를 수신할 수 있다.
- [0129] S110 단계는 도 1 및 도 2에서 이미 설명하였으므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [0130] 생성부(121)는 Raw 이미지 및 Depth 이미지를 이용하여 스켈레톤 데이터를 생성한다(S120).

- [0131] 여기서, 생성부(121)는 Mediapipe를 이용하여 스켈레톤 데이터를 생성할 수 있다.
- [0132] S120 단계는 도 1 및 도 3에서 이미 설명하였으므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [0133] 생성부(121)는 스켈레톤 데이터를 이용하여 복수의 조인트 포인트를 기준으로 클러스터를 생성한다(S130).
- [0134] 생성부(121)는 스켈레톤 데이터에서 복수의 조인트 포인트를 기준으로 일정 크기의 원을 형성하여 2차원의 클러스터를 생성할 수 있다.
- [0135] S130 단계는 도 1, 도3 및 도 4에서 이미 설명하였으므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [0136] 매핑부(122)는 포인트 클라우드 및 스켈레톤 데이터를 매핑하여 매핑 데이터를 생성한다(S140).
- [0137] 매핑부(122)는 포인트 클라우드의 정면과 스켈레톤 데이터의 정면을 일치시킬 수 있다.
- [0138] 매핑부(122)는 복수의 조인트 포인트를 기준으로 형성된 클러스터를 포함하는 스켈레톤 데이터와 포인트 클라우드를 매핑하여 매핑 데이터를 생성할 수 있다.
- [0139] 여기서, 매핑부(122)는 정면을 기준으로 포인트 클라우드의 좌표와 스켈레톤 데이터의 X(넓이), Y(높이) 좌표를 매핑하여 매핑 데이터를 생성할 수 있다.
- [0140] S140 단계는 도 1 및 도 4에서 이미 설명하였으므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [0141] 분류부(123)는 포인트 클라우드를 기초로 바디 파트를 분류한다(S150).
- [0142] 여기서, 분류부(123)는 Multi-Channel 3D CNN(Convolutional Neural Network) 신경망 모델을 이용하여 포인트 클라우드로부터 바디 파트를 분류할 수 있다.
- [0143] 분류부(123)는 포인트 클라우드를 기초로 주로 사용하는 바디 파트를 분류할 수 있다.
- [0144] S150 단계는 도 1 및 도 5에서 이미 설명하였으므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [0145] 필터링부(124)는 복수의 조인트 포인트 중에서 바디 파트에 대응하는 조인트 포인트를 선택한다(S160).
- [0146] 필터링부(124)는 자주 사용하는 바디 파트와 관련된 적어도 하나를 포함하는 조인트 포인트를 선택할 수 있다.
- [0147] 필터링부(124)는 매핑 데이터를 기초로 선택된 조인트 포인트에 대응하는 클러스터의 밀도를 산출하여 학습 데이터를 선택한다(S170).
- [0148] 필터링부(124)는 매핑 데이터에 포함된 조인트 포인트에 대한 클러스터를 이용하여 S160 단계에서 선택된 조인트 포인트에 대한 클러스터의 밀도를 산출할 수 있다.
- [0149] 필터링부(124)는 클러스터의 면적 및 각 조인트 포인트에 형성된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드를 이용하여 클러스터의 밀도를 산출할 수 있다.
- [0150] 필터링부(124)는 클러스터의 밀도가 제1 임계값 이상인지 여부를 판단할 수 있다.
- [0151] 필터링부(124)는 클러스터의 밀도가 제1 임계값 이상인 경우에 해당 클러스터를 학습 데이터로 선택할 수 있다.
- [0152] 추정부(125)는 학습 데이터를 이용하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정한다(S180).
- [0153] 추정부(125)는 학습 데이터를 스켈레톤 예측 모델에 적용하여 스켈레톤 조인트 포인트를 추정하도록 학습할 수 있다.
- [0154] 더욱 자세하게는, 추정부(125)는 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 이상인지 여부를 판단할 수 있다.
- [0155] 추정부(125)는 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 이상인 경우에 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드 중에서 하나의 랜덤 포인트를 선택할 수 있다.
- [0156] 추정부(125)는 하나의 랜덤 포인트로부터 가장 먼 위치에 있는 포인트를 순차적으로 선택하여 제2 임계값과 동일한 수의 포인트를 샘플링하여 샘플링 포인트를 추출할 수 있다.
- [0157] 또한, 추정부(125)는 학습 데이터에 포함된 포인트 클라우드의 개수가 제2 임계값 미만인 경우에 부족한 수만큼의 학습 데이터로 선택된 클러스터에 포함된 포인트 클라우드의 개수를 선택하고, 제2 임계값과 동일한 수가 되

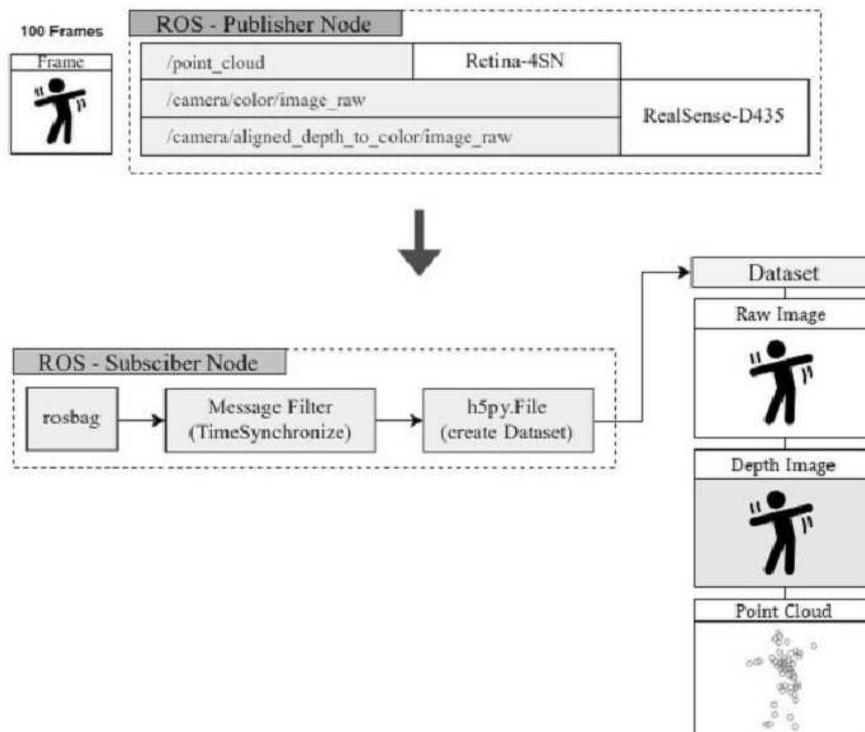
- 123: 분류부
- 124: 필터링부
- 125: 추정부
- 130: 출력부
- 140: 저장부
- 200: 카메라
- 300: 레이더

도면

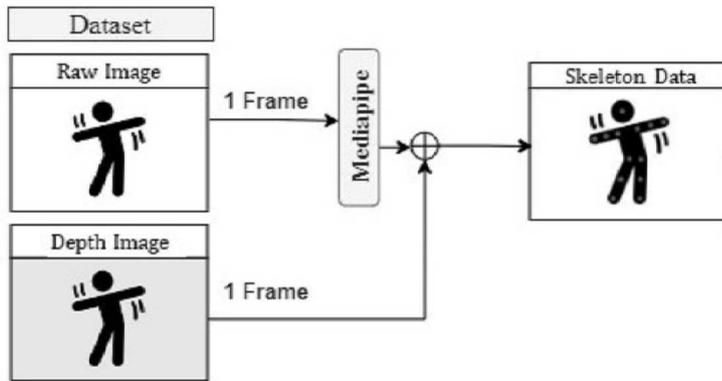
도면1



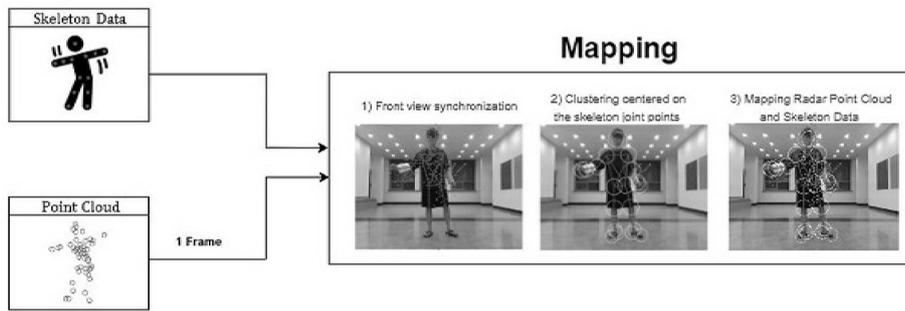
도면2



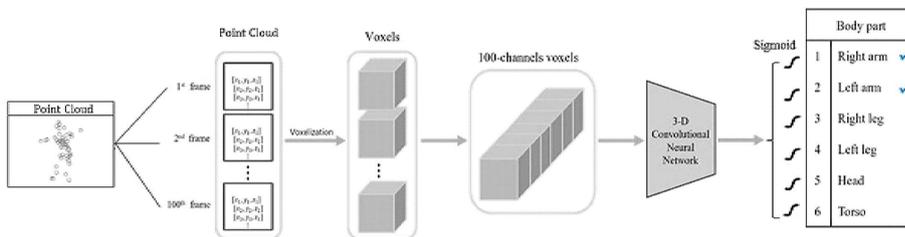
도면3



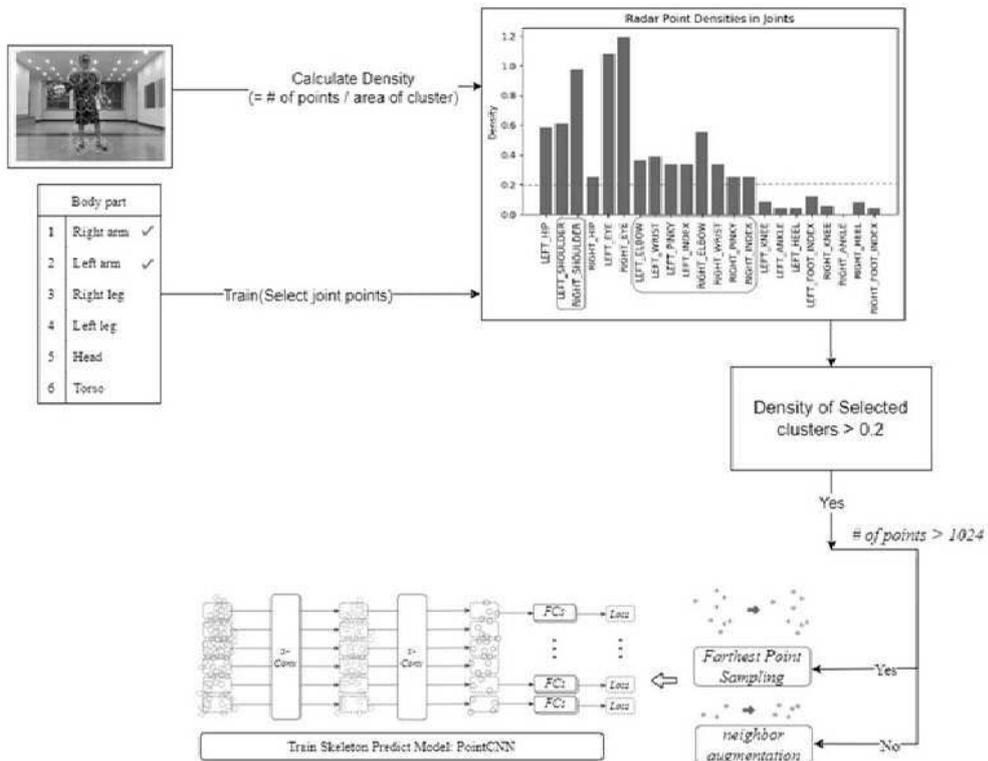
도면4



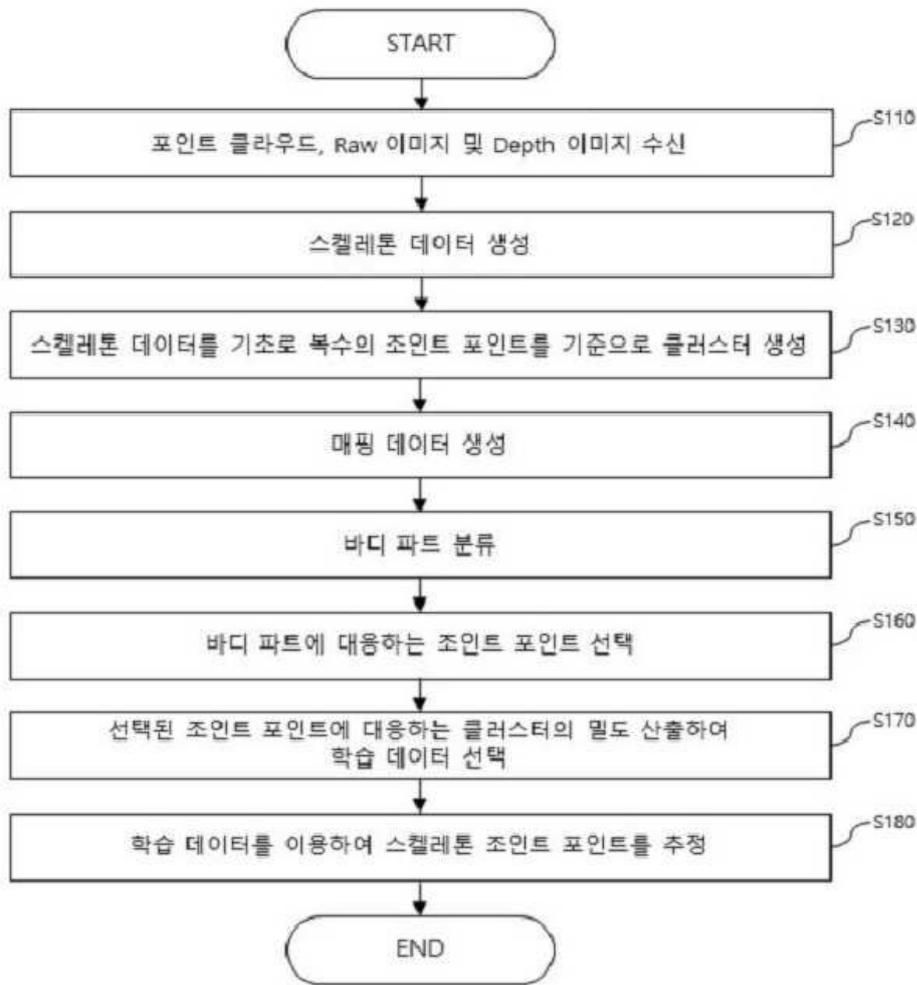
도면5



도면6



도면7



도면8



도면9

