(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0078723
(43) 공개일자 2024년06월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*G06T 7/73* (2017.01) *A63B 24/00* (2006.01)
*G06N 20/00* (2019.01) *G06T 7/20* (2017.01)
*G06T 7/33* (2017.01)
(52) CPC특허분류
*G06T 7/73* (2017.01)
*A63B 24/0006* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0161151
(22) 출원일자 2022년11월28일
심사청구일자 2022년11월28일

(71) 출원인
**동서대학교 산학협력단**
부산광역시 사상구 주례로 47(주례동, 동서대학교)
(72) 발명자
**박승민**
부산 사상구 주례로 93
**서부원**
부산 수영구 망미번영로55번길 111-1
**안지현**
부산 사상구 가야대로344번길 78-3
(74) 대리인
**김종석**

전체 청구항 수 : 총 4 항

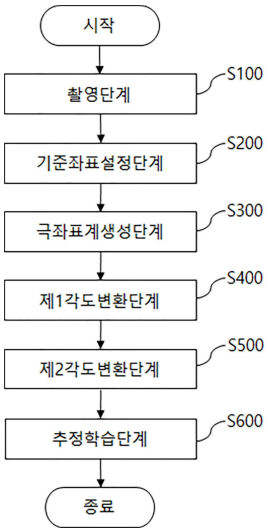
(54) 발명의 명칭 **홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법**

## (57) 요 약

본 발명은 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법에 관한 것으로서, 2D카메라를 통해 사용자의 동작을 촬영하는 촬영단계, 상기 촬영단계에서 촬영된 이미지로부터 기준 좌표계가 설정되도록 하는 기준좌표설정단계, 상기 기준좌표설정단계 이후, 상기 기준 좌표 간의 각도 차이가 산출되도록 하는 극좌표계생성단계, 상기 기준 좌표를 포함한 축을 중심으로 각 좌표마다 이어진 길이가 비교되도록 하는 제1각도변환단계 및, Roll Value에 따른 3D 좌표를 반환하여 3D 좌표가 추정될 수 있도록 하는 제2각도변환단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명에 따르면, 2D 카메라를 통해 촬영된 사용자의 동작으로부터 3D 좌표가 추정되도록 하여 사용자의 자세가 교정될 수 있도록 하는 효과가 있다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*G06N 20/00* (2021.08)
*G06T 7/20* (2013.01)
*G06T 7/33* (2017.01)

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

2D카메라를 통해 사용자의 동작을 촬영하는 촬영단계;

상기 촬영단계에서 촬영된 이미지로부터 기준 좌표계가 설정되도록 하는 기준좌표설정단계;

상기 기준좌표설정단계 이후, 상기 기준 좌표 간의 각도 차이가 산출되도록 하는 극좌표계생성단계:

상기 기준 좌표를 포함한 축을 중심으로 각 좌표마다 이어진 길이가 비교되도록 하는 제1각도변환단계; 및

Roll Value에 따른 3D 좌표를 반환하여 3D 좌표가 추정될 수 있도록 하는 제2각도변환단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 극좌표계생성단계는,

극좌표계와 하기 수학식1을 이용하여 상기 기준 좌표로부터 산출된 각도의 차이가 산출되도록 하는 것을 특징으로 하는 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법.

(수학식 1)

$$\theta_p = \begin{cases} arctan\frac{y}{x}, & x > 0 \; and \; y \geq 0 \\ arctan\frac{y}{x} + 2\pi, & x \geq 0 \; and \; y < 0 \\ arctan\frac{y}{x} + \pi, & x \geq 0 \\ \frac{\pi}{2}, & x \geq 0 \; and \; y > 0 \\ \frac{3}{2}\pi, & x \geq 0 \; and \; y < 0 \end{cases}$$

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1각도변환단계는,

사용자의 어깨가 앞뒤로 한 바퀴 회전된 기준으로, 하기 수학식2를 통해 극좌표계의 범위를 설정하는 것을 특징으로 하는 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법.

(수학식 2)

$$\theta_n = \begin{cases} 2\pi + \theta_r, & \theta_r < 0 \\ \theta_r - 2\pi, & \theta_r \geq 2\pi \end{cases}$$

### 청구항 4

제1항에 있어서,

ResNet-152로 마련되는 딥러닝모델을 통해 추정된 상기 3D 좌표가 학습될 수 있도록 하는 추정학습단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법.

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 2D 카메라에 의해 촬영된 사용자의 동작을 분석하여 특정 부위 별로 3D 좌표를 추정하는 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법에 관한 것임.

### 배 경 기 술

[0002] 최근 2년 동안 코로나19(COVID-19)로 집에서 혼자 운동하는 일명 홈트(홈트레이닝)족이 빠르게 증가하고 있으나, 본인의 신체 능력을 고려하지 않고 단순히 매체를 통해 노출된 영상의 동작을 따라하는 형태의 산업구조가 형성되어 유튜브나 인스타그램 라이브 등 소셜미디어를 통해 무료 피트니스 수업을 제공하기도 하고, 기존 회원가입 형태를 디지털 구독(Digital Subscription)으로 전환해 유료 서비스를 제공하기도 한다. 영국 레저산업 미디어 기업인 LMC의 설문조사 결과에 따르면, 영국의 록다운 이후 영국의 홈트족 비중은 이전보다 약 2배 증가한 53%로 나타났으며, 이는 헬스장 회원 비중(15.6%)보다 훨씬 높은 수치이고, 응답자의 63%는 코로나19 유행 이후가 그 어느때보다 운동이 중요시 되는 시점이라고 답변했으며 67%는 운동이 정신건강에 도움이 된다고 답변한 바가 있다. 그렇기 때문에 개인별로 차이가 있는 신체 능력이나 구조를 고려하지 않은 채, 제공되는 다양한 홈트 동작을 잘못된 자세나 과도한 운동량으로 무조건 따라하다가 근육통부터 어깨 탈구, 어깨 힘줄 손상 등의 원인에 의한 부상을 입기도 한다.

[0003] 이러한 문제점을 해결하기 위한 선행문헌으로, 대한민국등록특허 제10-2320960호를 살펴보면, 사용자 신체 맞춤형 홈트레이닝 동작 안내 및 교정 시스템에 대해 개시되어 있다.

[0004] 그러나 종래 기술에 따르면, 2D 카메라의 한계로 인해 정확한 동작 분석이 어렵다는 문제점이 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) (선행문헌 1)대한민국등록특허 제10-2320960호(2021.10.28.)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상술한 바와 같은 선행기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 2D카메라로부터 촬영된 영상을 통해 사용자의 신체 부위별 정확한 3D 좌표가 추정되도록 하는 데 그 목적이 있다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법에 있어서, 2D카메라를 통해 사용자의 동작을 촬영하는 촬영단계, 상기 촬영단계에서 촬영된 이미지로부터 기준 좌표계가 설정되도록 하는 기준좌표설정단계, 상기 기준좌표설정단계 이후, 상기 기준 좌표 간의 각도 차이가 산출되도록 하는 극좌표계생성단계, 상기 기준 좌표를 포함한 축을 중심으로 각 좌표마다 이어진 길이가 비교되도록 하는 제1각도변환단계 및, Roll Value에 따른 3D 좌표를 반환하여 3D 좌표가 추정될 수 있도록 하는 제2각도변환단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

[0008] 상기 과제의 해결 수단에 의해, 본 발명은, 2D 카메라를 통해 촬영된 사용자의 동작으로부터 3D 좌표가 추정되도록 하여 사용자의 자세가 교정될 수 있도록 하는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은, 본 발명에 따른 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법의 흐름도이다.

도 2는, 본 발명에 따른 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법의 모식도이다.

도 3은, 본 발명에 따른 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법의 구성도이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0010] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0011] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0012] 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.

[0013] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 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.

[0014] 본 발명에 대한 해결하고자 하는 과제, 과제의 해결 수단, 발명의 효과를 포함한 구체적인 사항들은 다음에 기재할 실시 예 및 도면들에 포함되어 있다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다.

[0015] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법에 대하여 상세히 설명하기로 한다.

[0016] 본 발명의 바람직한 제1실시예에 따른 홈트레이닝 자세교정을 위한 3D 좌표 추정 방법은, 도 1 내지 도 3을 참조하면, 2D카메라(11)를 통해 사용자의 동작을 촬영하는 촬영단계(S100), 상기 촬영단계(S100)에서 촬영된 이미지로부터 기준 좌표계가 설정되도록 하는 기준좌표설정단계(S200), 상기 기준좌표설정단계(S100) 이후, 상기 기준 좌표 간의 각도 차이가 산출되도록 하는 극좌표계생성단계(S300), 상기 기준 좌표를 포함한 축을 중심으로 각 좌표마다 이어진 길이가 비교되도록 하는 제1각도변환단계(S400), Roll Value에 따른 3D 좌표를 반환하여 3D 좌표가 추정될 수 있도록 하는 제2각도변환단계(S500) 및, ResNet-152로 마련되는 딥러닝모델을 통해 추정된 상기 3D 좌표가 학습될 수 있도록 하는 추정학습단계(S600)를 포함한다.

[0017] 보다 상세히, 상기 촬영단계(S100)는, 2D 영상 이미지를 통해 3D 좌표를 추정하기에 앞서 객체가 될 사용자의 이미지가 촬영되도록 한다. 이때, 상기 촬영단계(S100)에서는, Top-down 방식을 이용하여 사용자를 먼저 인식하고, 바운딩 박스 내에서 포즈를 추정하기 위해 영상 내 사용자의 이미지를 크롭하는 전처리 과정이 수행된다. 따라서, 상기 촬영단계(S100)는 영상 내 사용자의 이미지만 수집될 수 있도록 실시간으로 영상 이미지가 처리될 수 있도록 한다.

[0018] 다음으로, 상기 기준좌표설정단계(S200)는, 3D 좌표 추정을 위한 기준 좌표 및 각도가 설정될 수 있도록 한다. 먼저, 상기 2D 이미지로부터 사용자의 각 관절마다 2D 좌표가 설정되도록 하며 바운딩 박스가 그려질 수 있도록 한다.

[0019] 다음으로, 상기 극좌표계생성단계(S300)는, 추출할 좌표에 해당되는 2개의 각도와 기준이되는 좌표를 설정하여 2D 좌표가 3D 좌표로 변환될 수 있도록 극좌표계가 생성될 수 있도록 한다. 이때, 상기 기준 좌표로부터 각도를 산출하고 상기 각도의 차이를 계산한다(S300). 또한, 상기 극좌표계생성단계(S300)는, 극좌표계와 하기 수학식1을 이용하여 상기 기준 좌표로부터 산출된 각도의 차이가 산출되도록 한다.

[0020] (수학식 1)

$$\theta_p = \begin{cases} \arctan\frac{y}{x}, & x > 0 \text{ and } y \geq 0 \\ \arctan\frac{y}{x} + 2\pi, & x \geq 0 \text{ and } y < 0 \\ \arctan\frac{y}{x} + \pi, & x \geq 0 \\ \frac{\pi}{2}, & x \geq 0 \text{ and } y > 0 \\ \frac{3}{2}\pi, & x \geq 0 \text{ and } y < 0 \end{cases}$$

[0021]

[0023] 다음으로, 상기 제1각도변환단계(S400)는, 사용자의 어깨가 앞뒤로 한 바퀴 회전된 기준으로, 하기 수학식2를 통해 극좌표계의 범위를 설정한다.

[0024] (수학식 2)

$$\theta_n = \begin{cases} 2\pi + \theta_r, & \theta_r < 0 \\ \theta_r - 2\pi, & \theta_r \geq 2\pi \end{cases}$$

[0025]

[0026] 보다 상세히, 상기 기준 좌표를 가진 축을 중심으로 각 좌표마다 이어진 길이가 비교될 수 있도록 한다(S400). 그리고, 완전히 굽혀진 자세이거나 신체부위에 손상이 있지 않는 경우, 각 좌표 사이의 길이는 크게 변하지 않으므로 최댓값을 π로 적용한다(S400). 또한, 상기 극좌표계를 이용하여 기준 좌표로부터 각도 차이를 산출한 결과를 상기 (수학식2)에 적용하여 극좌표계의 범위가 설정되도록 한다.

[0027] 다음으로, 상기 제2각도변환단계(S500)는, 상기 사용자의 어깨 가동 범위에 따른 Roll Value에 따라 (x,y,z) 좌표를 반환하여 3D 좌표가 추정될 수 있도록 한다.

[0028] 다음으로, 상기 추정학습단계(S600)는, ResNet-152로 마련되는 딥러닝모델(12)을 통해 좌표 추정에 대한 데이터가 학습될 수 있도록 하여 좌표 추정의 정확도가 향상되도록 한다. 즉, 상기 제2각도변환단계(S500)로부터 추정된 3D 좌표에 대한 데이터가 상기 추정학습단계(S600)에 의해 처리되어 신뢰도 높은 3D 좌표 추정값이 생성될 수 있다.

[0029] 따라서, 본 발명에 따르면, 2D 카메라를 통해 촬영된 사용자의 동작으로부터 3D 좌표가 추정되도록 하여 사용자의 자세가 교정될 수 있도록 하는 효과가 있다.

[0030] 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 하고, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타나며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

## 부호의 설명

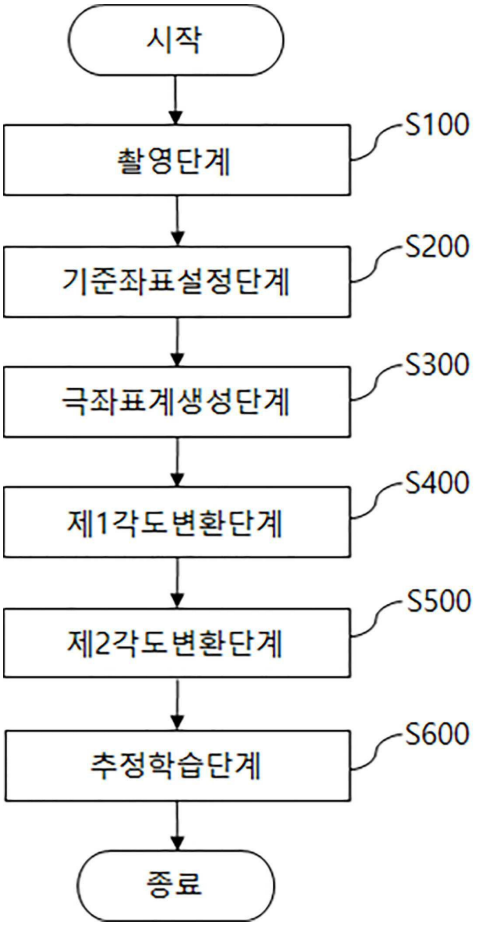
[0031] 10 : 3D 좌표 추정 시스템

11 : 2D카메라

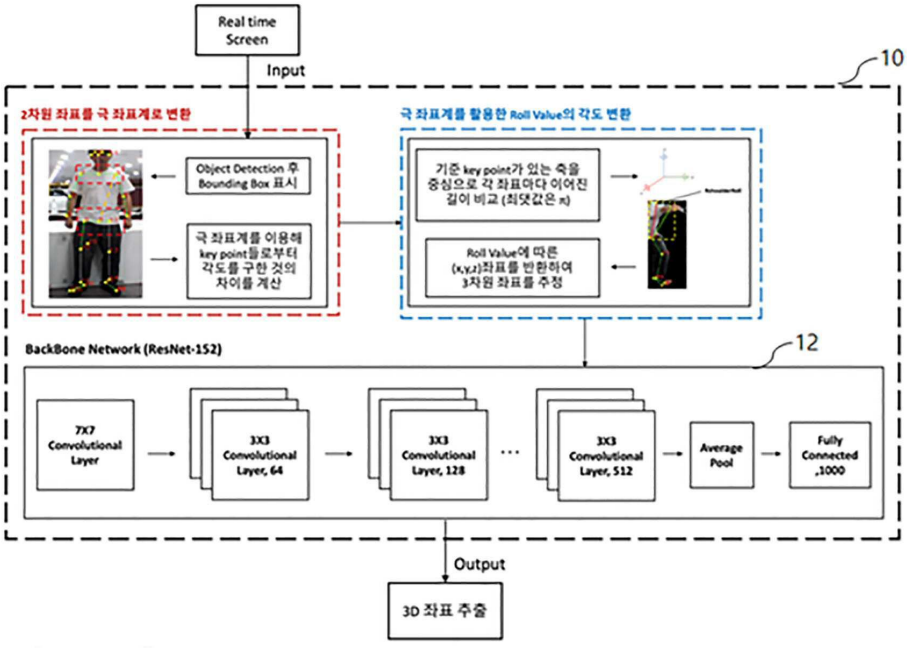
12 : 딥러닝모델

도면

도면1


시작
촬영단계
S100
기준좌표설정단계
S200
극좌표계생성단계
S300
제1각도변환단계
S400
제2각도변환단계
S500
추정학습단계
S600
종료

도면2


Real time Screen
Input
10
2차원 좌표를 극 좌표계로 변환
Object Detection 후 Bounding Box 표시
극 좌표계를 이용해 key point들로부터 각도를 구한 것의 차이를 계산
극 좌표계를 활용한 Roll Value의 각도 변환
기준 key point가 있는 축을 중심으로 각 좌표마다 이어진 길이 비교 (최댓값은 π)
Roll Value에 따른 (x,y,z)좌표를 반환하여 3차원 좌표를 추정
12
BackBone Network (ResNet-152)
7X7 Convolutional Layer
3X3 Convolutional Layer, 64
3X3 Convolutional Layer, 128
3X3 Convolutional Layer, 512
Average Pool
Fully Connected ,1000
Output
3D 좌표 추출

도면3

