

AI Personal Home Training System

Using Pose Estimation Technique



GAN 안쓰는 세얼GAN이

14기 김다현 / 14기 이다은 / 14기 문성민

[CONTENTS]

01

개요 및 필요성

코로나 시국에 맞는
홈 트레이닝 모델

03

Frank Mocap

3D mesh & keypoint 추출

05

결과 및 논의

확장성과 개선점

02

Pose Estimation Models

Open pose , Alpha Pose 등

04

Algorithm

런지(Lunge) 자세의
keypoint 주목 및 DEMO

1. 개요 및 필요성

코로나 시국에 맞는 홈 트레이닝 모델?

1. 개요 및 필요성 - 전반적 방향성 설정

코로나가 바꾼 새해 결심...홈트레이닝·홈스쿨링이 '대세'



LGU+ "홈트레이닝 서비스 '스마트홈트' 누적 가입자 12배 증가"

재택 근무 확산에 '홈트레이닝' 돕는 앱 인기

'이제 헬스장에 안 갈 것 같다'...코로나19로 바뀐 피트니스 산업



COVID-19 시국에 기여할 수 있는 이미지 프로젝트 !

1. 개요 및 필요성 - 전반적 방향성 설정



코로나가 바꾼 새해 결심...홈트레이닝·홈스쿨
라이프 '대세'

코로나 시대 '집콕'에 따라 홈 트레이닝 관심 증가



LGU+ "홈트레이닝 서비스 '스마트홈트' 누적 가입자 12배 증가"



재택 근무 확산에 '홈트레이닝' 앱 인기

AI가 잘못된 홈 트레이닝 자세를 실시간으로 인식하고
올바르게 교정한다면?



COVID-19 시국에 기여할 수 있는 이미지 프로젝트 !

1. 개요 및 필요성 - 기존 플랫폼 시장 분석



현재 **AI 홈트레이닝** 서비스와 어플들이 존재

BUT,

√ 현재 무료로 배포되고 있는 어플은 자세 Counting은 가능하지만,
현재 자세의 스켈레톤이나 개선점 등은 출력하지 않음

√ 아직 특정 고객을 대상으로 시현되고 있어 무료로 접근이 불가



무료로 가볍게 이용하며 현재 자세의 모습과 개선점을 실시간 출력해주는 서비스!

1. 개요 및 필요성 - 분석 목표

GOAL

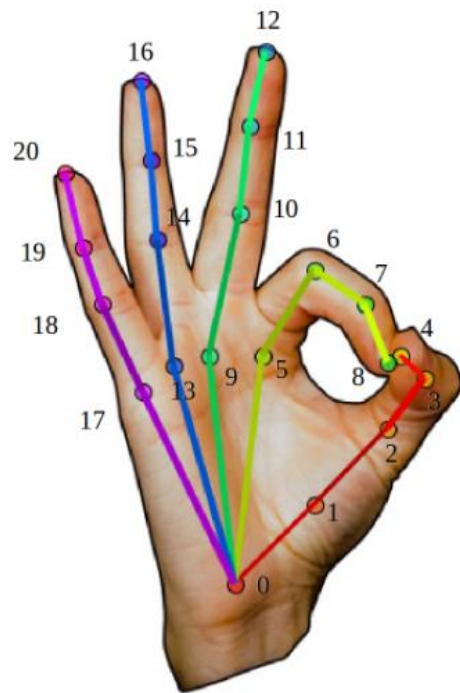


- ① 특정 운동 자세를 취하면
이를 Skeleton이나 3D mesh로 인식해 실시간 출력
- ② Ground truth와 각 Key point별 Angle 차이를 계산해
개선이 필요한 신체 부위를 실시간 도출
- ③ 한 사람의 트레이닝 코칭 뿐 아니라 다양한 운동과
Multi-person을 위한 범용성 고려

2. Pose Estimation Models

실시간 Skeleton or 3D mesh 출력

2. Pose Estimation Models - 정의



Frank mocap의
Hand keypoint



Pose estimation으로
추정된 skeleton

Pose Estimation

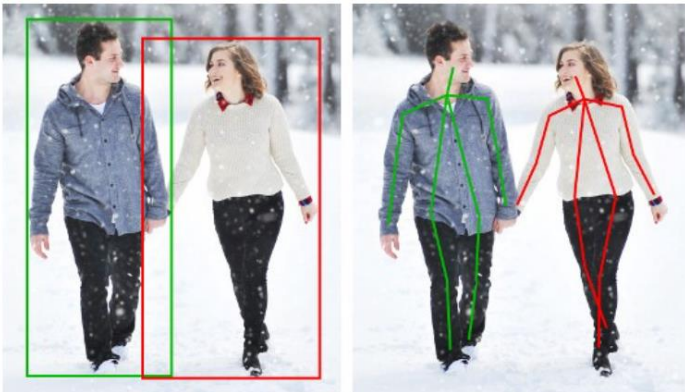
✓ 사람의 신체 관절인
키폰트(Keypoint)가
어떻게 구성되어 있는지
위치를 측정(Localization)하고
최종적으로 자세를
추정(Estimation)하는 기법

2. Pose Estimation Models - 방식

Top - Down 방식

영상의 사람을 Detection하고,
그 내부의 pose를 추정

→ Multi person일 경우
상대적으로 느림



Bottom - Up 방식

영상에 포함된 모든 사람의
Key point를 추정

→ Multi person & Realtime
태스크일 경우 유리함



2. Pose Estimation Models – 1. Open pose

1. Open pose

Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields(2017)



✓ Multi person으로의 확장을 위한 Bottom-up model 사용

2. Pose Estimation Models – 2. Fast pose

2. Fast pose

FastPose : A Fast And Small Human Pose Estimator(2019)



✓ Open pose 보다 빠르고 간단해 Real time 처리에 용이하다고 생각

2. Pose Estimation Models - 2D model의 한계

Input Frame



Output Frame

2D

Model



- ✓ 각 Key points 별 2D 좌표밖에 출력되지 않음
- ✓ Key points간 3차원 Angle 계산 불가

3D

Model



- ✓ 각 Key points 별 3D 좌표 출력 (3d mesh)
- ✓ Key points간 3차원 Angle 계산 가능

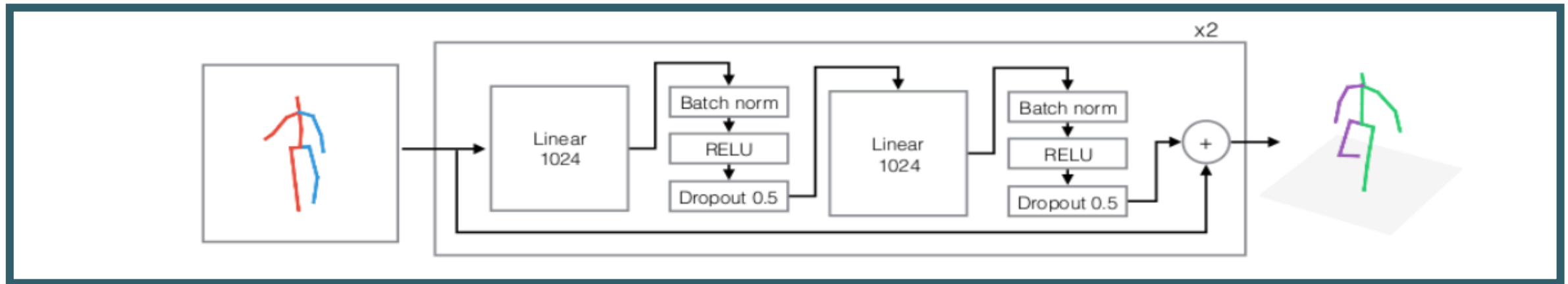
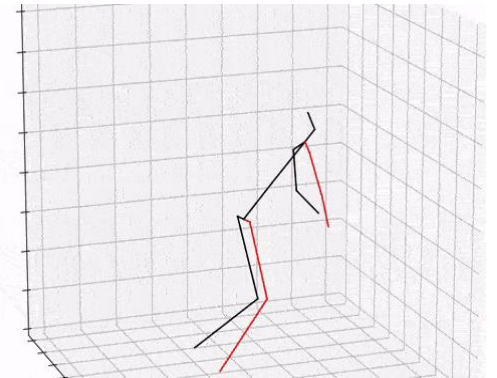
3. 3D Model : Frank Mocap

3D mesh & keypoint 추출

3. 3D Model : FrankMocap

3D Pose Estimation Model

- ① 2D pose를 추정한 뒤 3D pose로 재구성
- ② 2D pose를 추정한 뒤 3D pose를 직접 회귀



A simple yet effective baseline for 3d human pose estimation

3. 3D Model : FrankMocap

3D Deformation Model

✓ 최근 3D pose estimation 모델과

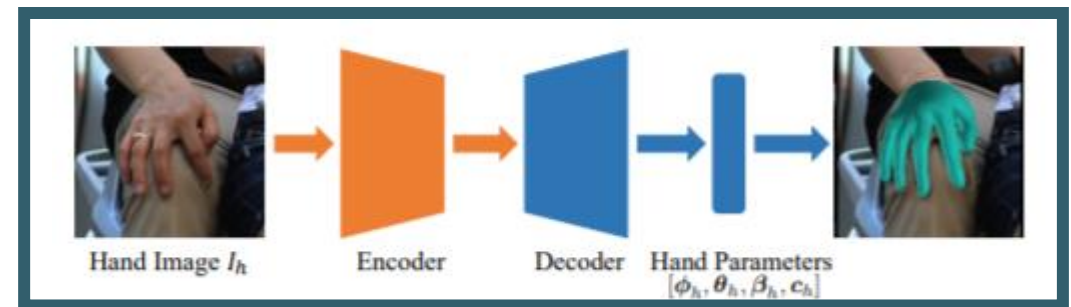
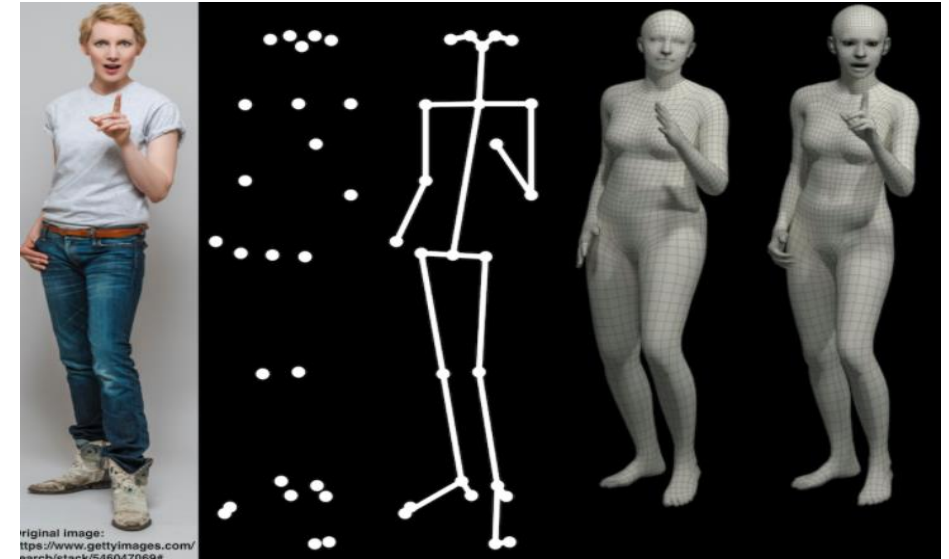
Deformation 모델의 매칭을 통해

인체를 유연하게 표현하는 기술 대두

Ex) SMPL

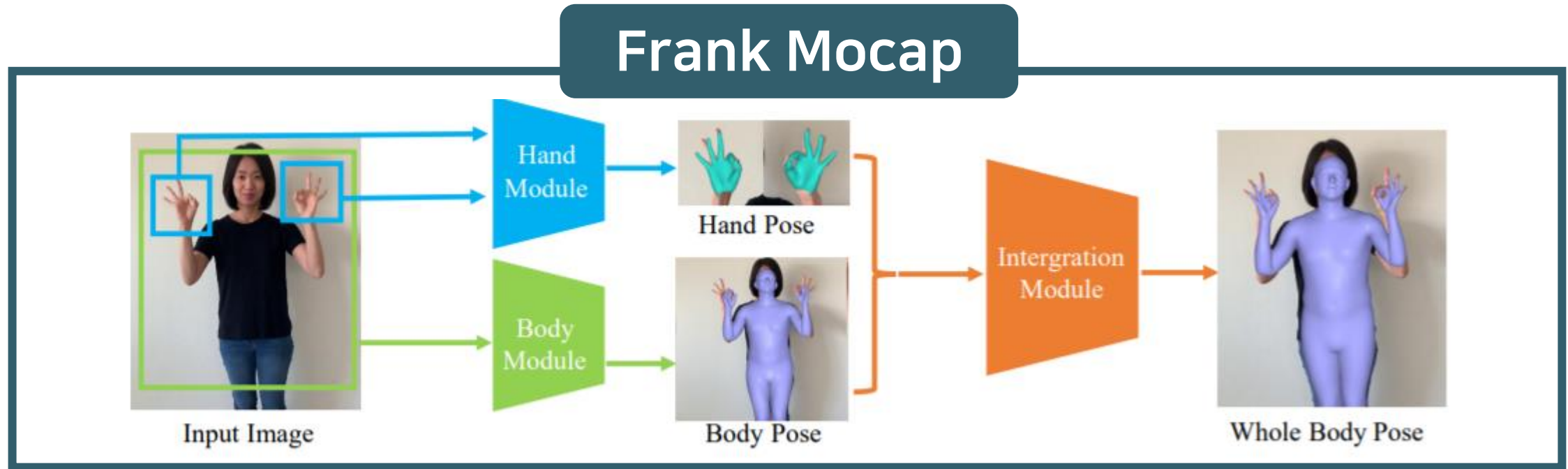
✓ 바디 형상 외 손이나 얼굴 표정에도 집중

Ex) SMPL-X



SMPL-X Model OverView

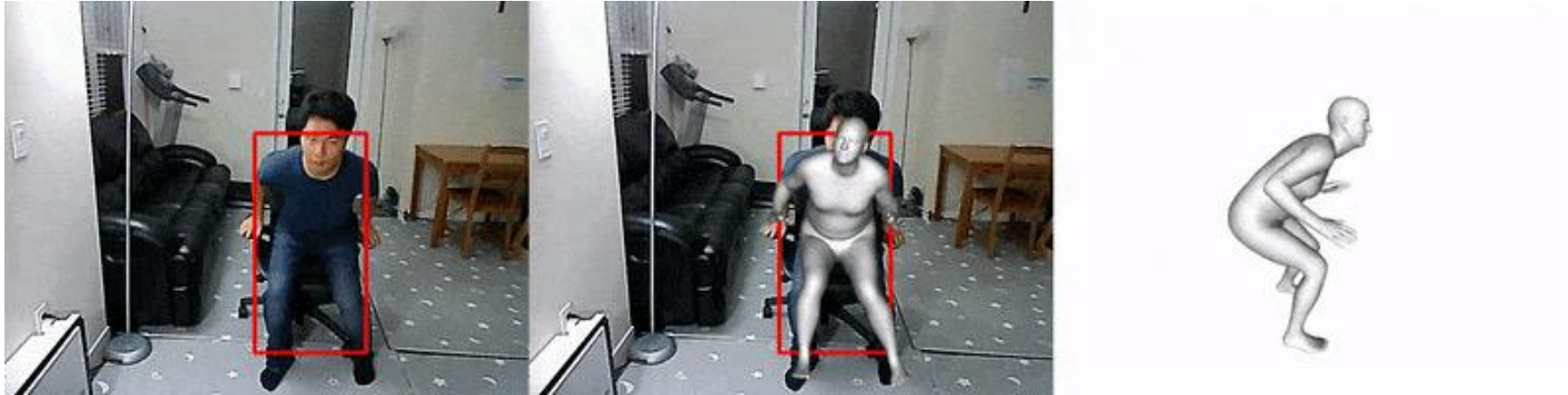
3. 3D Model : Frank Mocap



✓ Open pose로 2D key points를 얻고, SMPL-X 기반의 3D mesh를 출력하는 모델

✓ Hand Module과 Body Module의 Integration Module을 통한 결합

3. 3D Model : Frank Mocap

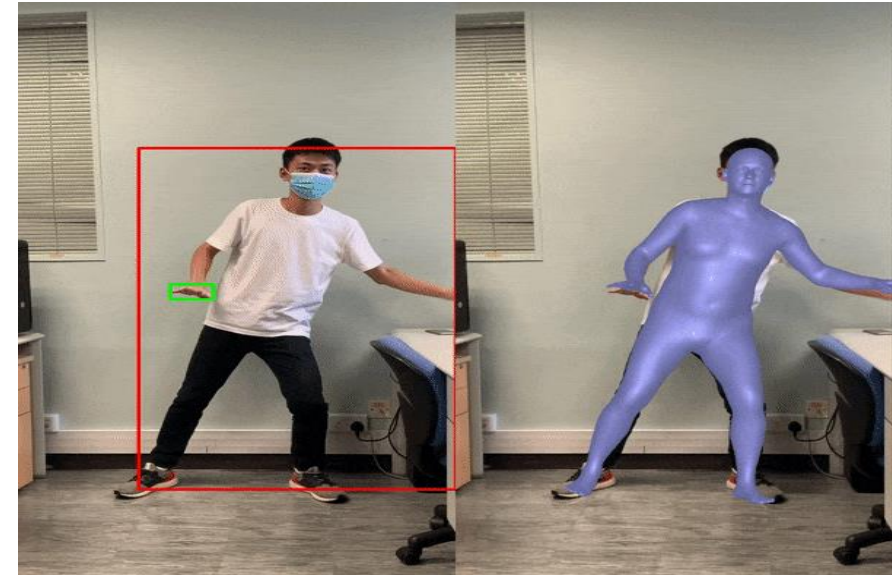
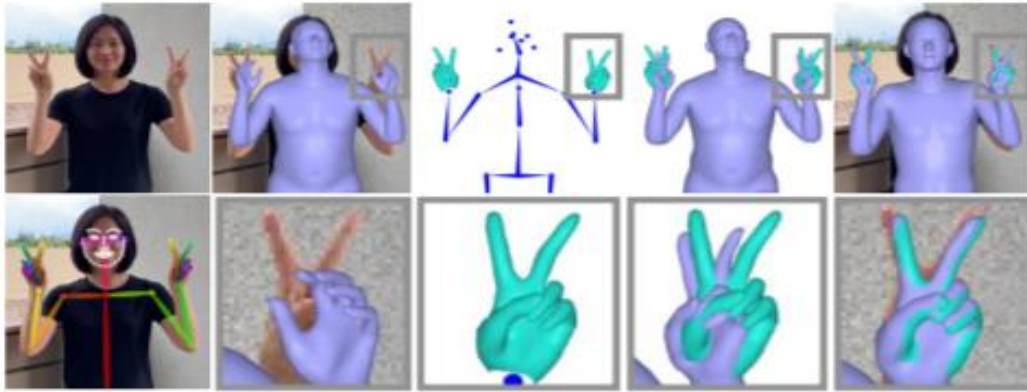


Pre-trained model

- ✓ 이 Pre-trained 모델은 HMR network architecture를 사용하여 EFT dataset으로 학습됨
- ✓ Pre-trained weight를 사용하여 각 동작의 부위별 각도를 계산
- ✓ 2020년 10월 기준 single-image based methods 중 SOTA 달성

3. 3D Model : Frank Mocap

Integration



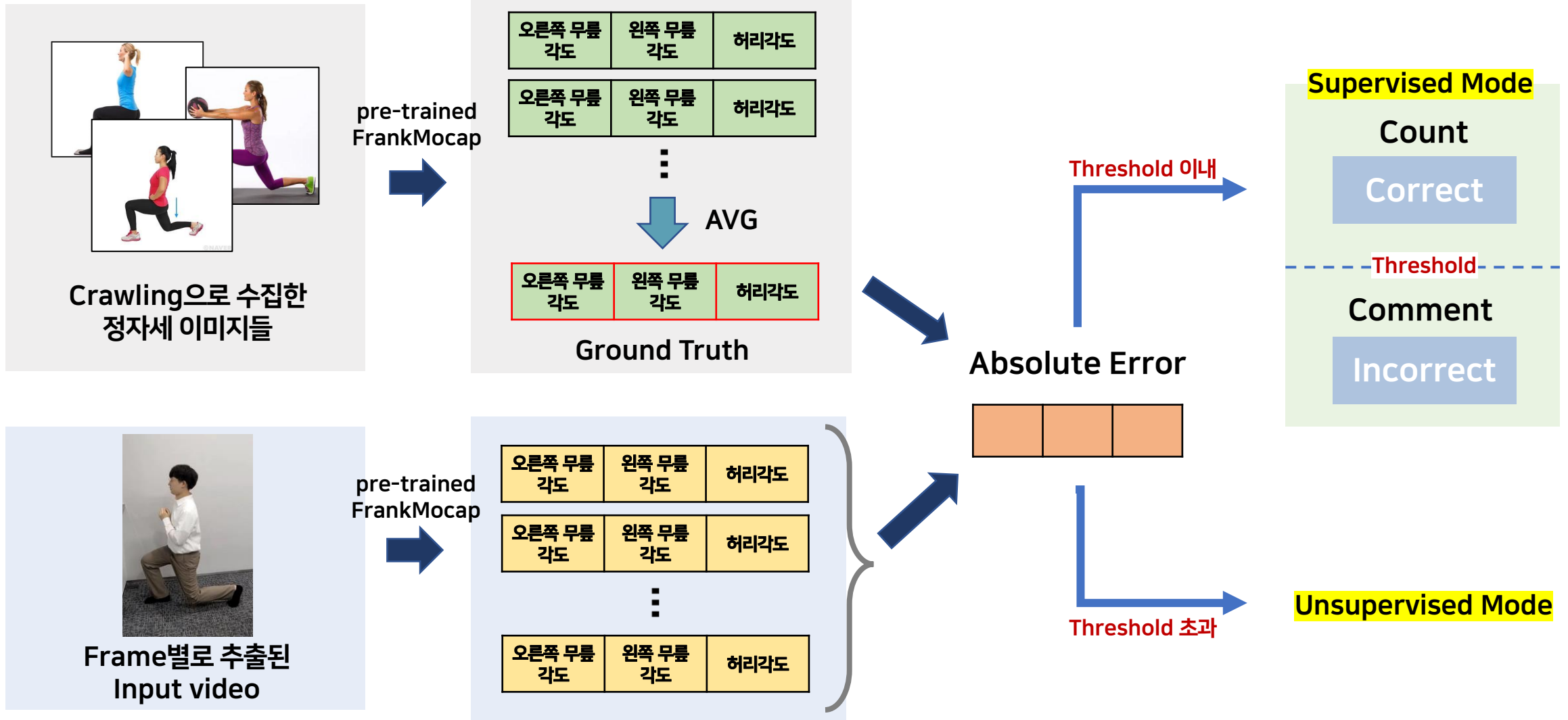
① Realtime에 가까운 빠른 속도 (9.5fps)
→ 실시간 자세와 개선점 출력에 적합

② 3D mesh를 통해 실제 인간의 움직임을 고려하고 손 동작까지 capture
→ 요가 등 손동작이 중요한 다른 운동으로의 확장성 고려

4. Algorithm

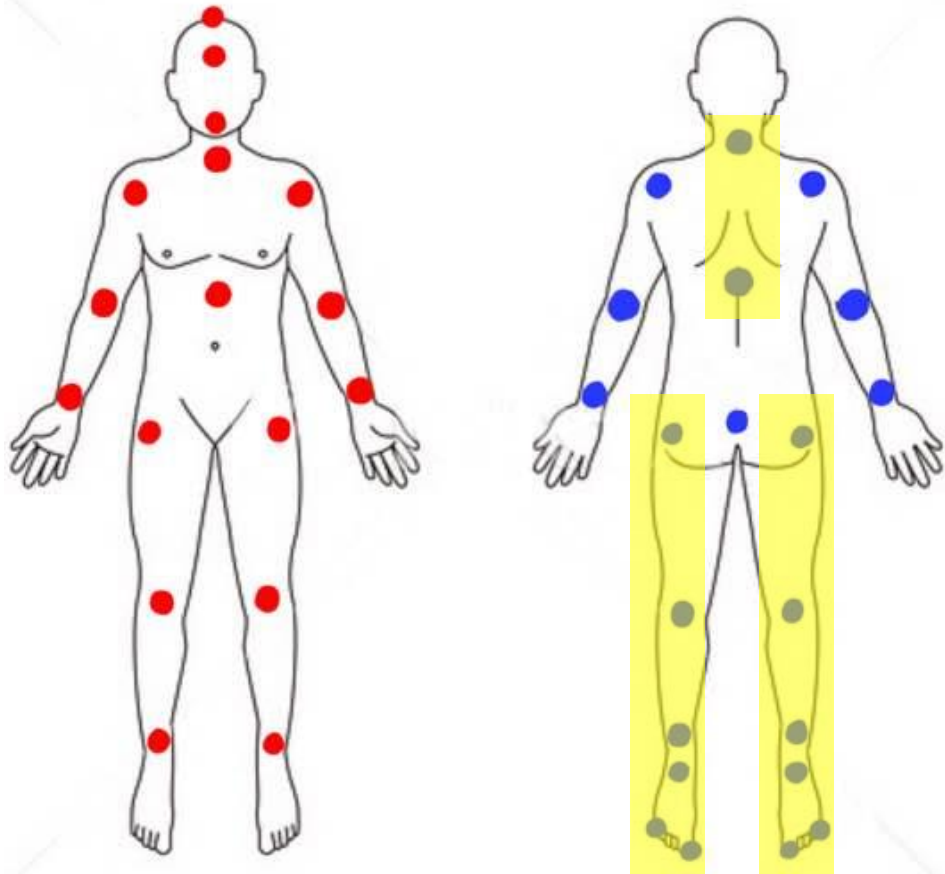
런지(Lunge) 자세의 Algorithm 구현

4. Algorithm - overview



4. Algorithm – Ground Truth

Frank Mocap의 전신 Keypoints



✓ 런지 자세에 중요한 양 다리와 척추의 Key points에 주목

✓ Key points별 Angle 계산

4. Algorithm – Ground Truth

Ground Truth 수집

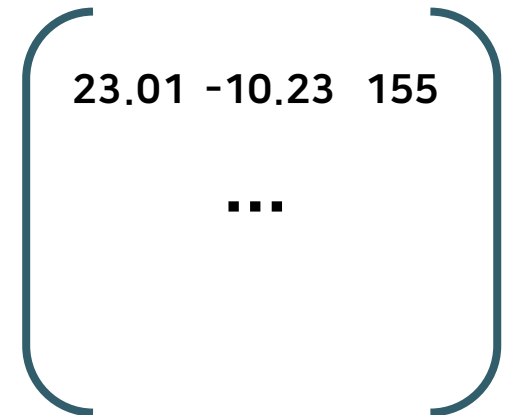
✓ 올바른 런지(Lunge) 자세의 key point를 수집하기 위해 약 200여장을 크롤링 후 선별



두 다리가 모두 수직에 가까움
특히 앞으로 나오는 다리는 수직이어야 함



조건에 부합하는 런지 사진
200여장 선별



각 사진별 Keypoints의
오일러 Angle 출력 후 평균

4. Algorithm – Ground Truth

최종 Ground Truth 정의

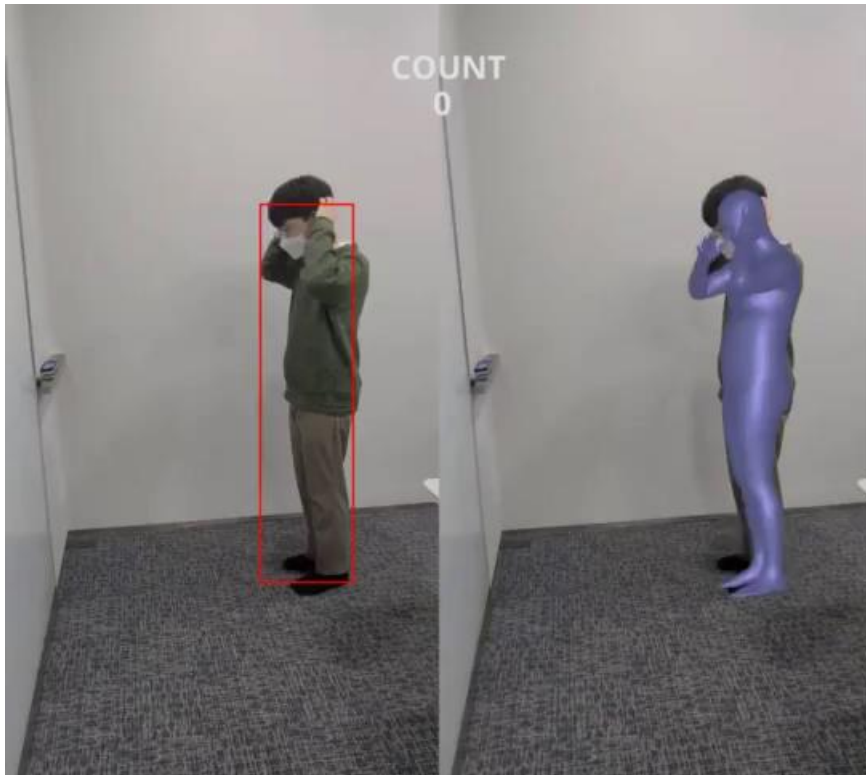
[왼쪽 무릎 각도, 오른쪽 무릎 각도, 허리 각도]

[79.9178, 91.1117, 162.260]



4. Algorithm – Input

Input with Frank Mocap



Angle vector

1 Frame	<div></div> <div></div> <div></div>
2 Frame	<div></div> <div></div> <div></div>
3 Frame	<div></div> <div></div> <div></div>
4 Frame	<div></div> <div></div> <div></div>
5 Frame	<div></div> <div></div> <div></div>
	⋮

✓ 영상을 Frank Mocap을 통해
각 프레임별 Angle 출력

4. Algorithm - Similarity



Similarity 계산

✓ Ground Truth의 angle vector와
User의 angle vector간 Absolute Error 계산

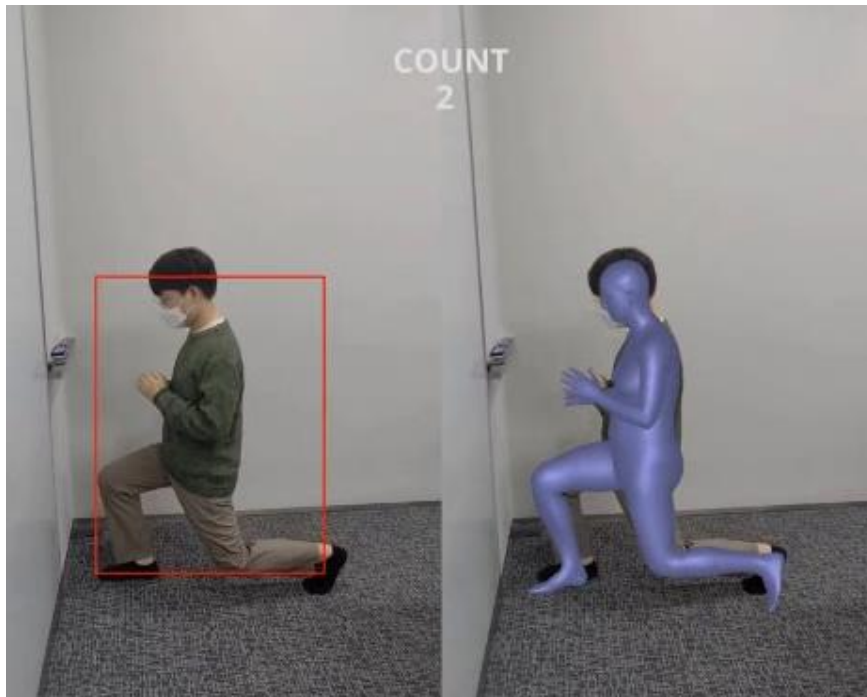
✓ Error가 정해 놓은 Threshold보다 높다면,
가장 각도가 유사하지 않은 부위와 개선 방향을 출력

ERROR

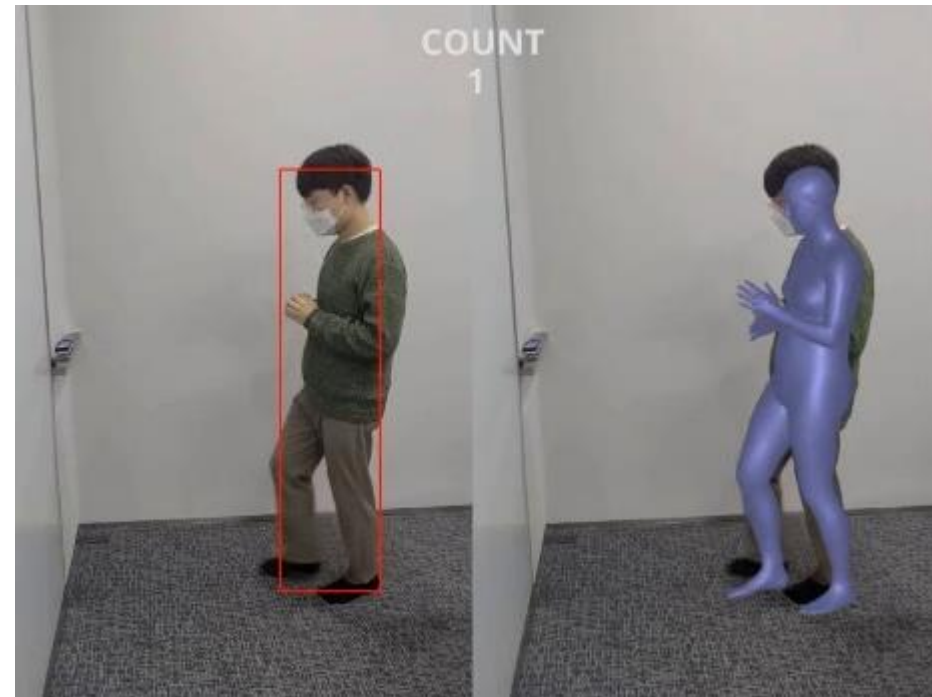
| [79.9178, 96.1117, 162.260] - [User의 Angle Vector] |

4. Algorithm - Algorithm 구현

✓ 자세를 취하지 않았을 때를 Unsupervised mode(stand),
자세를 취했을 때를 Supervised mode라고 정의



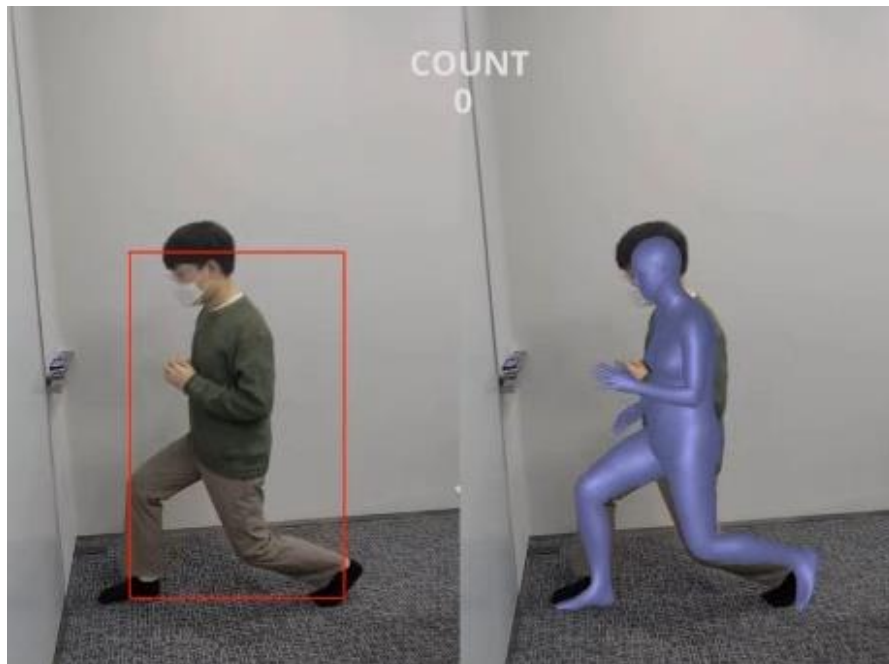
Supervised mode



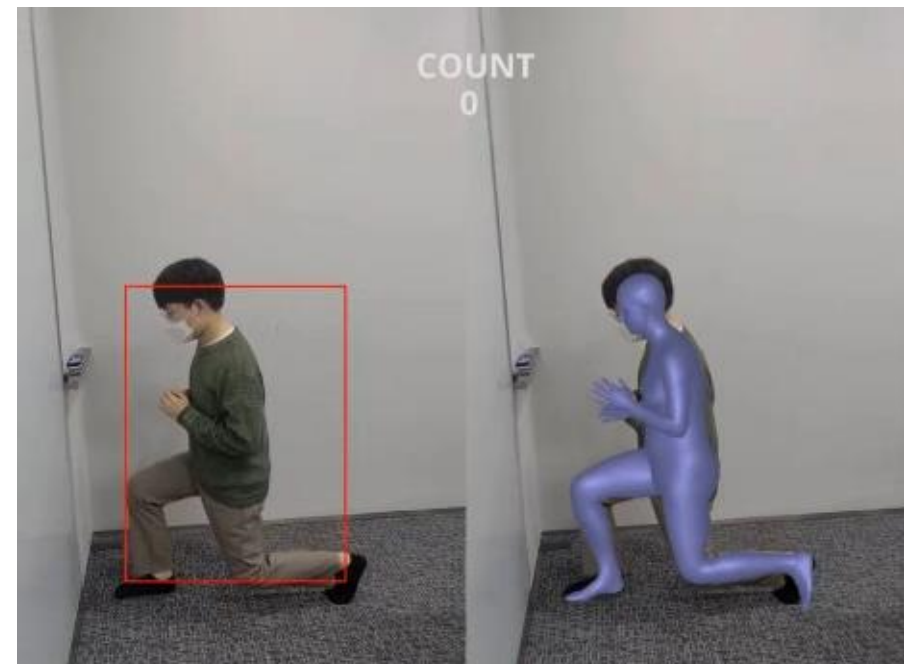
Unsupervised mode

4. Algorithm - Algorithm 구현

✓ Unsupervised mode에서 Error가 모두 20보다 낮아진 상태에서 5프레임을 유지하면, supervised mode에 돌입

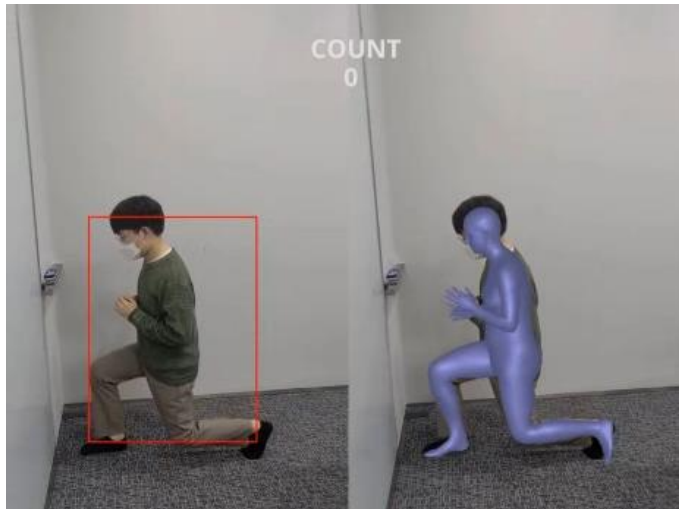


→ 5 프레임 유지 →

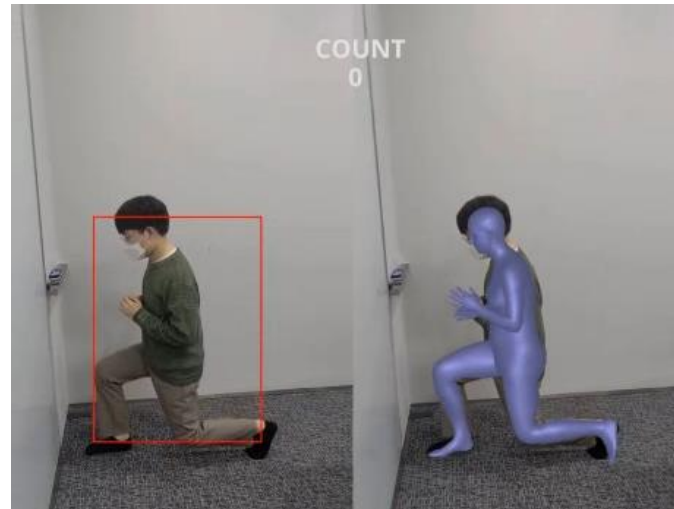


4. Algorithm - Algorithm 구현

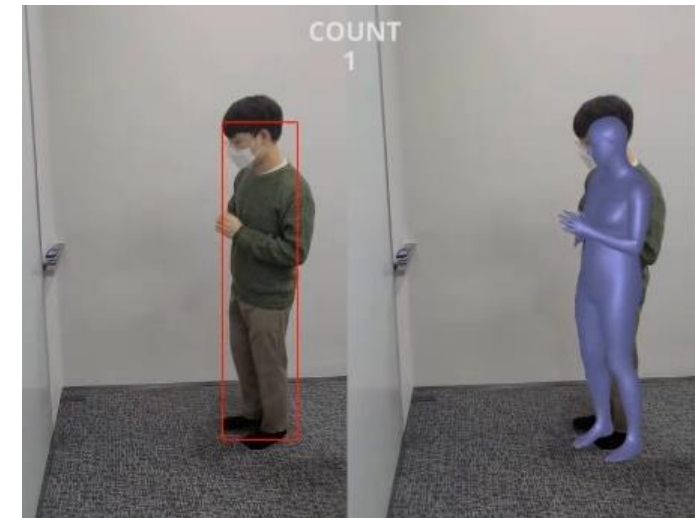
- ✓ Error가 10보다 낮아진 상태에서 5프레임간 유지되면 stand 상태가 될 때 count
- ✓ 만약 바르지 못한 자세를 취할 경우, Error가 가장 큰 부분에 대해 코칭



→
5
프
레
임
유
지
→

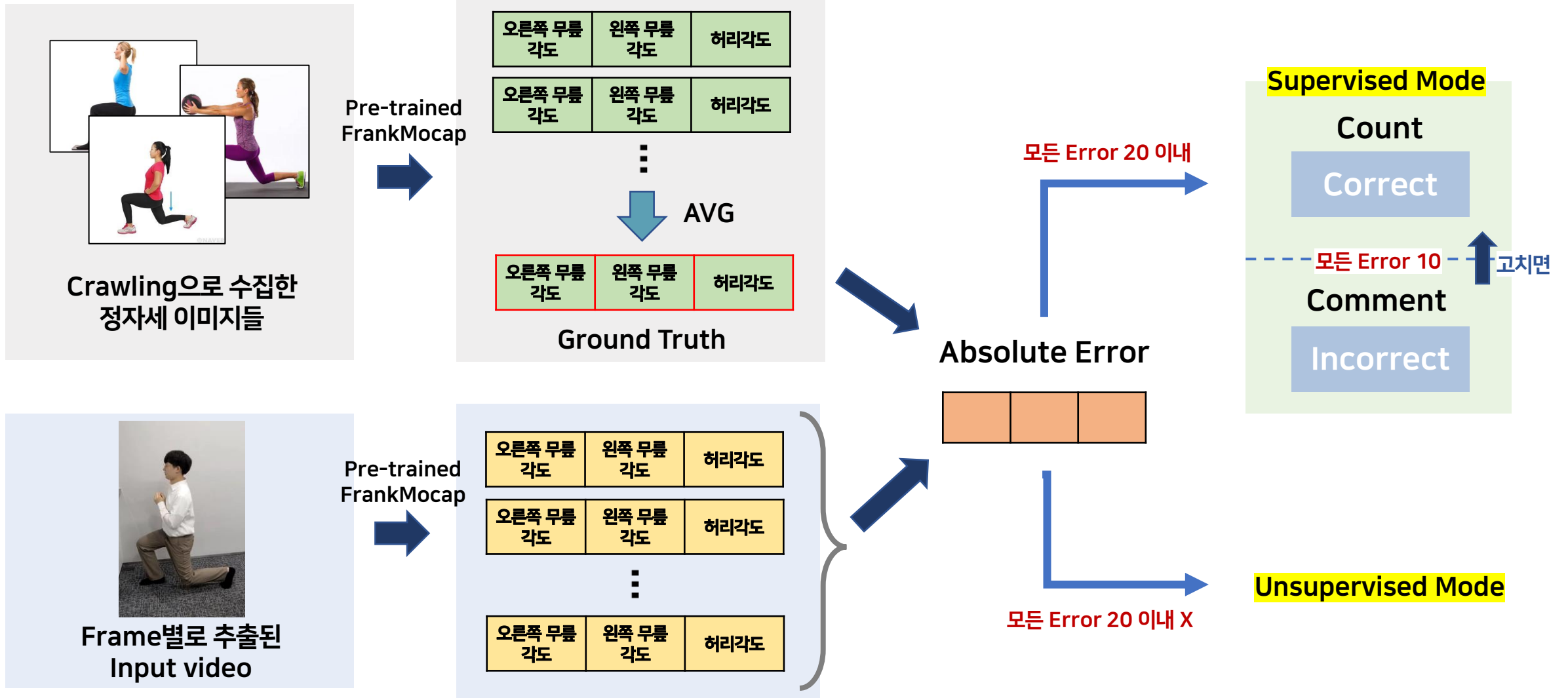


→
S
T
A
N
D
→

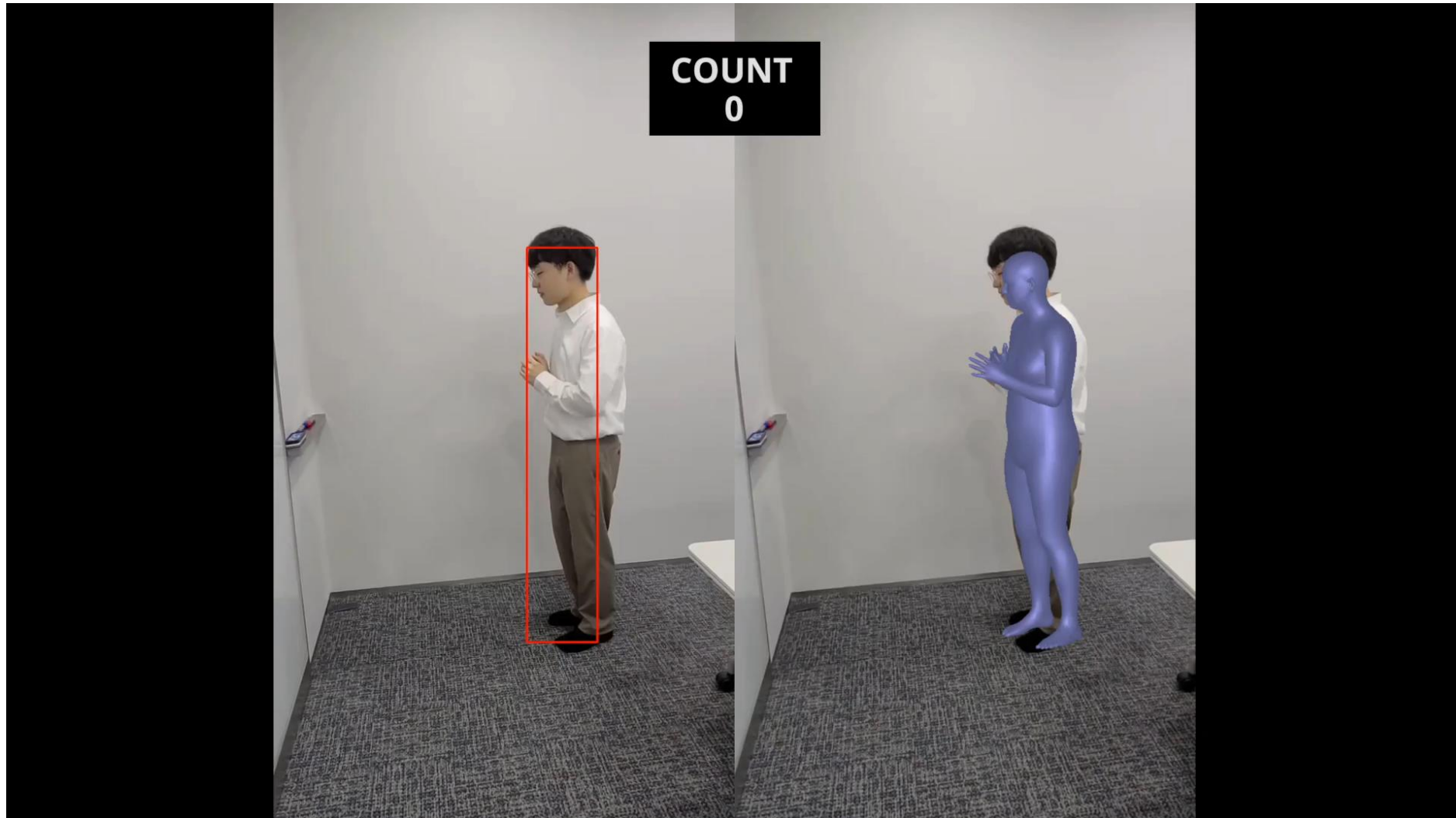


count

4. Algorithm - overview



Demo



삽입된 음성은 NAVER CLOVA VOICE API를 사용하였습니다.

5. 결과 및 논의

5. 결과 및 논의



의의



① SMPL기반의 Frank Mocap을 사용하여
한 사람의 트레이닝 코칭 뿐 아니라 다양한 자세, 운동과
Multi-person을 대상으로 적용 가능

② 음성으로 Count와 개선할 부위를 출력함으로써 실용성 강화

5. 결과 및 논의



개선점



① 로컬 머신 GPU의 부재로 리모트 서버의 GPU를 사용했기 때문에
Realtime 구현에 한계가 있었음
로컬 머신에 GPU가 있을 경우 Realtime으로 같은 Output 도출이 가능

CPU 환경의 Realtime 구현을 위해 Fast Pose를 이용해 시도했으나
FrankMocap과 다른 좌표계로 인해 아직 진행중

5. 결과 및 논의



개선점



② 런지 하나의 자세로 이루어진 모델을 구현했다는 점

But, Pre-trained 모델을 사용했으므로
얼마든지 우리의 method를 똑같이 활용한다면
다른 동작으로 쉽게 확장 가능

[논문]

- FrankMocap: A Fast Monocular 3D Hand and Body Motion Capture by Regression and Integration
- OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields
- FastPose: Towards Real-time Pose Estimation and Tracking via Scale-normalized Multi-task Networks
- SMPL: A Skinned Multi-Person Linear Model
- RMPE: Regional Multi-person Pose Estimation
- <https://github.com/facebookresearch/frankmocap>
- <https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose>
- <https://github.com/ZexinChen/FastPose>
- <https://github.com/MVIG-SJTU/AlphaPose>
- <https://kaiertech.blogspot.com/2019/09/realtime-multi-person-2d-pose.html>
- <https://blog.usejournal.com/3d-human-pose-estimation-ce1259979306>
- <https://eehoeskrap.tistory.com/329>

감사합니다

GAN 안쓰는 세얼 GAN이 