



온 디바이스 인공지능을 활용한 움직임 교정 애플리케이션 개발

DEVELOPMENT OF MOTION CORRECTION APPLICATION BY USING ON-DEVICE AI

지도교수 : 이영주

20180340 EE 김재진
20180625 EE 박지원
20180590 EE 장준수

1. 연구 동기 및 목적

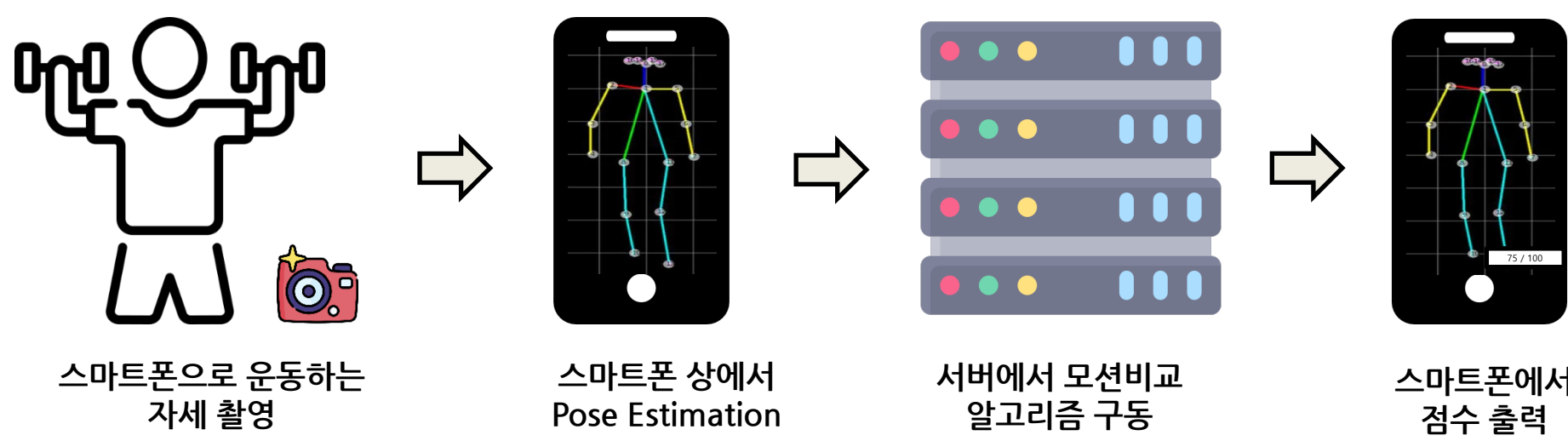
연구 동기

운동할 때 부정확한 자세로 운동하여 부상을 당하는 경우가 많다. 이를 막기 위해 혼자서도 안전하게 운동할 수 있는 움직임 교정 솔루션을 개발한다.

연구 목적

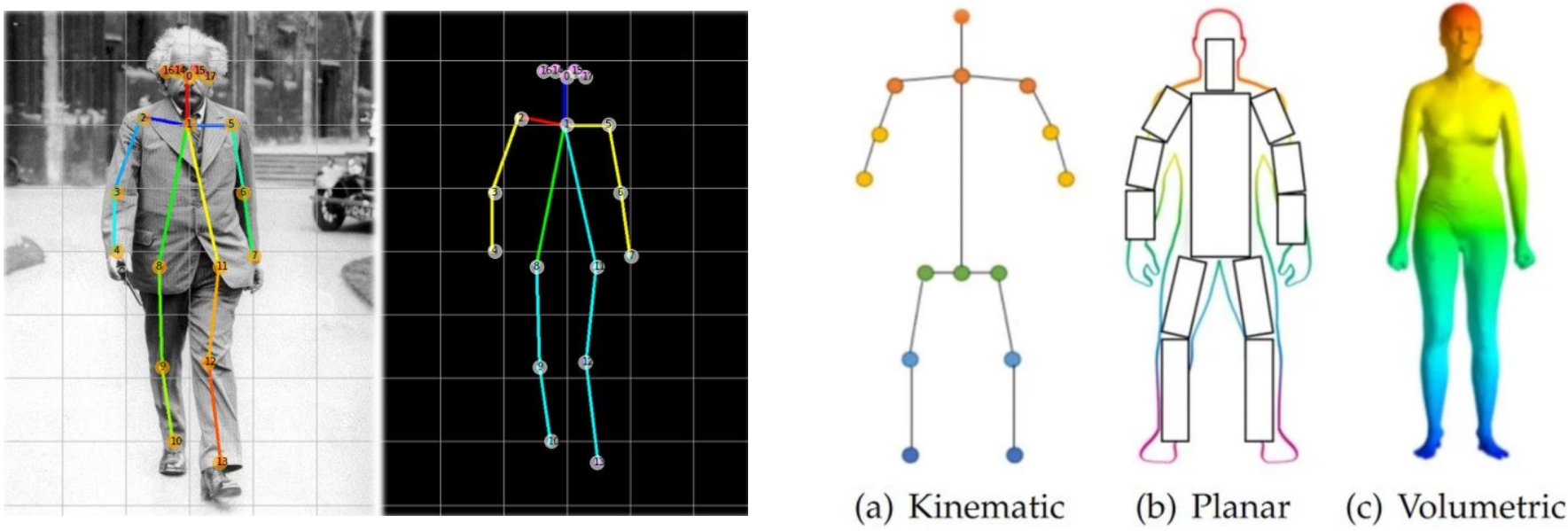
1. 사용자의 운동자세를 정확하게 교정하여 부상의 위험을 방지한다.
2. 운동 자세를 평가하는 지표를 통해 본인의 자세가 잘못되었는지 알 수 있다.

2. 작품 개요



3. 이론적 배경

Pose Estimation



1. 사람의 이미지로부터 관절이나 특정 부위를 Keypoints로 지정하여 사람의 자세를 예측
2. Kinematic, Planar, Volumetric Mesh의 형태로 사람 객체를 렌더링하여 운동 자세 교정, 애니메이션, VR에 폭넓게 사용된다.

모션 비교 알고리즘

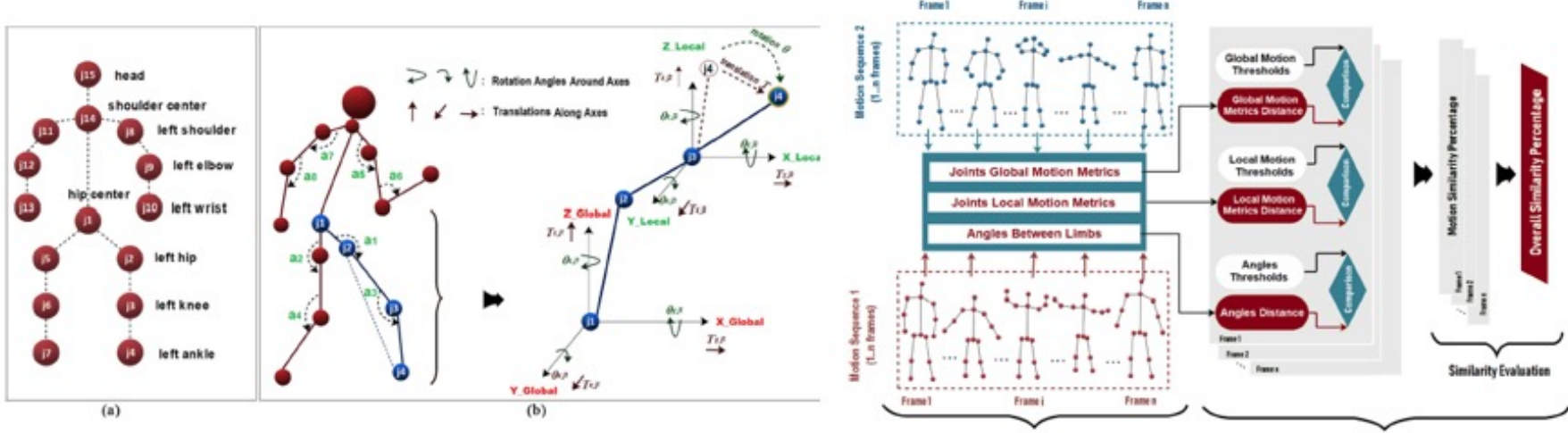


그림 1. 논문의 모션비교 알고리즘 로직

1. 두 사람의 keypoints 좌표 데이터가 포함된 프레임들을 통해 xy 좌표 및 각도, 선후 프레임간의 차이를 고려하여 모션의 유사도를 측정
2. “Efficient Body Motion Quantification and Similarity Evaluation Using 3-D Joints Skeleton Coordinates” (IEEE, 2021) 논문의 알고리즘 참조

4. Pose Estimation 모델 선정 및 컨버팅

모델 리서치 및 테스트

	MoveNet	SimpleBaseline	VIBE
Dimension	2D	2D	3D
Approach	Bottom-Up	Top-Down	-
AP	66.7	74.3	63.4
FPS	87	-	30
Dataset Type	Image	Image	Video

1. 3D 모델을 통해 관절의 회전, 3차원 좌표 정보를 얻어 모션비교 알고리즘 성능을 높이기 위해 3D VIBE 모델 선정

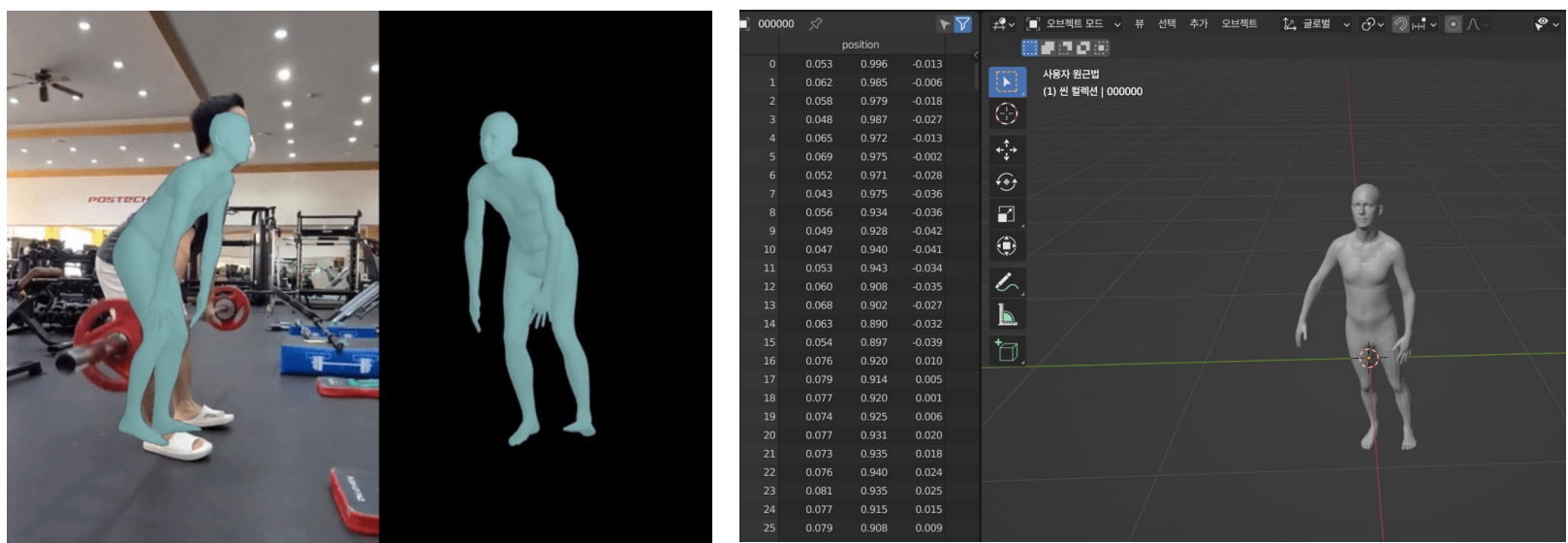


그림 2. PC 환경에서 3D VIBE 모델 데모

2. PC 환경에서 3D VIBE 모델 데모 및 3차원 keypoints 데이터 프레임 추출
3. 온디바이스 환경에서의 추론을 위해 3D VIBE Pytorch 모델을 Pytorch -> ONNX -> Tensorflow -> TFLite 로의 모델 변환 시도했으나 버전 호환 문제로 인해 실패. 따라서 우선 2D MoveNet TFLite 모델을 적용

5. 모션비교 알고리즘 개발

1. 이론적 배경의 “Efficient Body Motion Quantification and Similarity Evaluation Using 3-D Joints Skeleton Coordinates” (IEEE, 2021) 논문 알고리즘을 Python으로 구현
2. 앱 개발 환경인 Dart 언어에서 행렬 연산 지원도가 낮아, Python 모션 비교 알고리즘을 수행하는 API 서버 구축
3. 스마트폰에서 Inference하여 얻은 관절 데이터 프레임들을 API 서버로 보내 모션 비교 알고리즘을 수행하고 유사도를 반환

6. 앱 개발 및 On-Device 기기 연동

1. Flutter 기반 앱 개발 (Android / iOS)
2. float16 타입으로 경량화된 TFLite 모델을 통해 온디바이스 AI 추론
3. App Flow: 상체/하체/전신 운동의 특정 운동을 선택 -> 스마트폰 카메라로 유저의 운동 한 세트를 촬영하여 Pose Estimation 추론 -> 미리 저장된 전문가의 동일한 운동 영상과 모션 비교 알고리즘 수행 -> 유사도 점수를 통해 Scoring

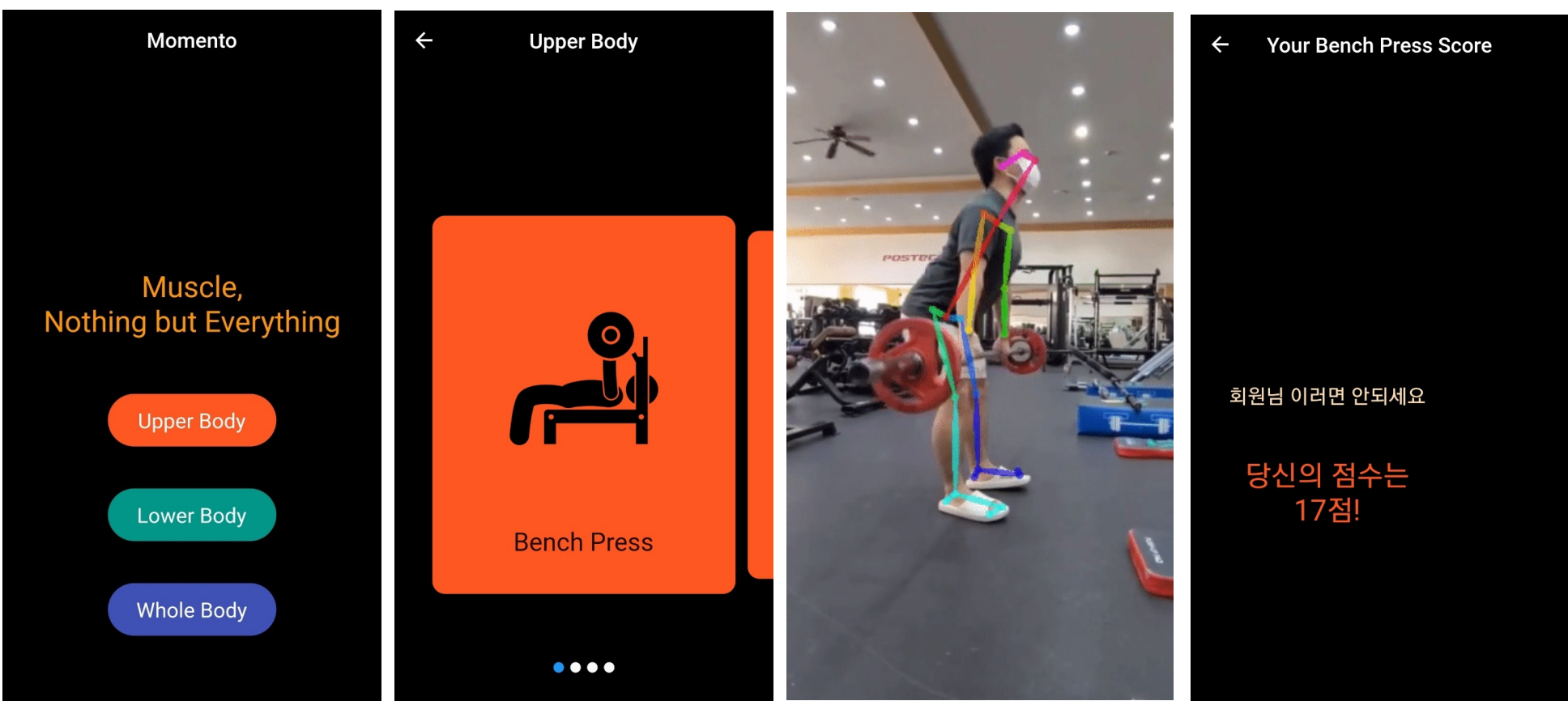


그림 3. 제작한 앱의 모습

7. 연구 결과 및 기대 효과

연구 결과

1. 온 디바이스 환경에서 실시간 Pose Estimation 추론을 수행하여 운동 자세의 Key Points 좌표값 추출
2. 레퍼런스 논문의 모션 비교 알고리즘을 구현하여 전문가의 운동 자세와 비교 및 스코어링
3. 범용성 높은 스마트폰 애플리케이션으로 서비스 구현 (Android / iOS)

기대 효과

1. 운동 자세 교정 및 스코어링
 - 자세 점수를 통해 본인의 자세를 평가하여 부상의 위험을 줄일 수 있다.
 - 이후 자세 개선 가이드라인 기능을 추가하면 PT 없이 스스로도 운동의 효율을 늘일 수 있다.
2. 온디바이스 Pose Estimation, 모션 비교 알고리즘 결합을 활용한 앱
 - 개발한 위 기술들을 라즈베리파이 등의 컴퓨팅 디바이스에 적용 가능하다.
 - Data Privacy를 보존하는 탈중앙화 인체 감지 CCTV, 움직임 기반 패스워드, 춤 스코어링 등의 앱으로 다양하게 활용 가능하다.