

1. 주제

피트니스 코치 기술 개발 분석
(가)분반, 3팀, 20221727, 정유경

2. 요약

본 프로젝트의 궁극적인 목표는 웰니스를 추구하는 건강한 삶의 실현입니다. 최근 전문 트레이너 없이 운동하는 피트니스 초보자와 홈트레이닝 수요가 증가했습니다. 이에 따라 사용자 스스로 정확한 운동을 할 수 있게 보조 시스템의 니즈도 증가했습니다. 이를 위해 오픈소스 기반의 추적기술을 활용해 사용자의 운동 자세를 분석하고, 정확한 자세에만 카운트 하는 것을 핵심 목표로 설정했습니다.

시스템의 핵심은 자세 추정(Pose Estimation)입니다. 사용자의 주요 관절을 추적하고, 추적된 관절 데이터로 관절 간 거리 및 각도 변화를 분석합니다. 운동 동작이 완료된 것을 자동으로 인식하고 수행될 때마다 횟수를 카운트합니다. 그리고 자세에 대한 간단한 피드백을 제공합니다.

사용자는 별도의 센서나 트레이너 없이 운동 횟수와 자세를 정확하게 모니터링할 수 있습니다. 이는 사용자의 건강 및 체력 관리를 증진시킵니다. 나아가 AI 헬스케어 및 홈트레이닝 플랫폼으로의 확장 가능성을 기대해 볼 수 있습니다.

3. 대표 그림

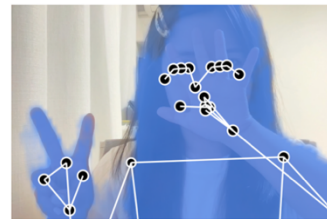
- 개발 배경: 건강에 대한 관심 증가 및 홈트레이닝 강의 수요 증가

- 예상 결과: 정확한 운동 자세 학습 및 부상 방지 가능



Inference time (ms): 53.8

그림 1. mediapipe studio에서 테스트해본 Pose Landmark Detection (스쿼트)



Inference time (ms): 101.2

그림 2. mediapipe studio에서 테스트해본 Pose Landmark Detection (웹캠 동영상)

4. 서론

- 배경 설명

최근 건강 및 체력 관리에 대한 관심이 증가함에 따라, 운동 인구와 홈트레이닝 수요가 증가했습니다. 하지만, 일명 '홈트레이닝족'은 정확한 자세와 횟수를 판단하는데 어려움을 겪고 있습니다. 이로 인해 운동 효율이 저하되고, 부상 위험도 커지고 있습니다. 따라서, Pose Net, Mediapipe Pose, Open Pose 등 Pose Estimation API를 활용한 정확한 실시간 운동 분석 시스템을 제안하고자 합니다.

- 사례 분석

기존의 피트니스 프로젝트는 주로 운동 루틴을 구성해주거나, 사용자가 직접 운동 횟수를 입력

하는 형식으로 서비스 되고 있습니다. 사용자의 허리나 어깨 각도를 인식하여 올바른 자세 여부를 판단하는 시스템은 존재합니다. 하지만, 운동 동작처럼 반복적인 움직임을 감지하고 정확한 횟수를 세는 기능은 스마트 밴드나 센서 등의 별도의 장비가 필요합니다.

- 문제 정의

현재 피트니스 시스템은 아래와 같은 문제를 가지고 있습니다.

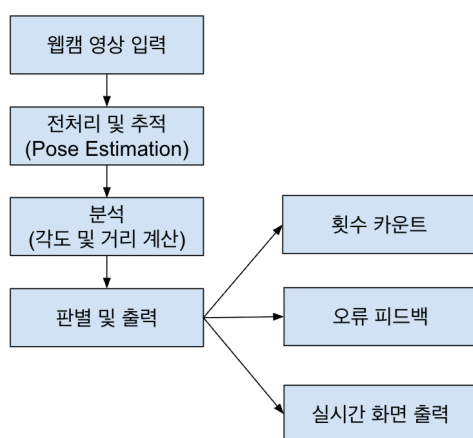
- 반복 동작 인식 한계
단순한 포즈만 인식할 수 있습니다. 운동의 시작과 종료 시점을 구분하기 어렵습니다.
- 피드백 부족
자세 판별은 가능하나, 실제 운동 횟수나 동작 완성도를 측정하기 어렵습니다.
- 센서 의존성 문제 및 접근성
외부 장비에 의존하거나 많은 비용이 필요하기 때문에 일반 유저들은 사용이 어렵습니다.

- 극복 방안

본 프로젝트에서는 위 문제들을 해결하기 위해 카메라 입력만으로 작동하는 실시간 운동 자세 분석&카운팅 시스템을 제안하고자 합니다. Pose Estimation API 활용해 사용자의 어깨, 팔꿈치, 무릎 등 주요 관절을 실시간으로 추적합니다. 그리고 관절 간의 각도 변화를 계산해 동작의 운동 패턴을 감지할 것입니다. 이렇게 분석된 운동 패턴을 이용하여 횟수를 카운트합니다. 자세가 올바르지 않을 때는 카운트 횟수에서 자동 차감되며, 사용자가 알 수 있도록 화면에 피드백을 즉각적으로 출력할 예정입니다. 사용자는 별도의 센서 없이 자신의 운동을 정확하게 분석하고 기록할 수 있게 됩니다. 또한 별도의 장비도 필요하지 않으므로 접근성과 실용성을 높일 수 있습니다.

5. 본론

- 시스템 개요



① 입력

웹캠을 통해 실시간 영상 프레임을 수집합니다.

② 전처리 및 추적

Pose Estimation API를 이용해 영상 속 유저의 주요 관절 좌표를 추출합니다.

③ 분석

추출된 관절 좌표를 기반으로 관절사이의 각도 및 거리 변화를 계산합니다.

④ 판별 및 출력

동작 완료 기준 각도를 충족하면 횟수를 증가시키고, 기준을 벗어나면 오류 피드백을 생성합니다. 이를 바탕으로 화면에 운동 횟수와

실시간 자세 피드백을 출력합니다.

- 필요한 기술 요소 설명

- OpenCV: 웹캠 영상 입력 스트림 처리와 프레임 단위의 데이터 핸들링을 위해 사용한다. 또한 최종 결과 시각화를 위해 필요한 기술입니다.
- Mediapipe Pose: Google에서 개발한 고성능 라이브러리로, 영상 속 인체 관절의 3D 좌표를 실시간으로 추출할 것입니다.
- NumPy (python): Mediapipe가 추출한 관절 좌표(x, y, z)를 이용해 관절 간의 벡터 및 각도를 계산할 때 필요합니다.

- 구현 방법

- 카운트 로직 구현

특정 운동의 정확한 자세 기준을 몸의 관절이 이루는 각도를 기준으로 판단합니다.

운동 자세를 시작, 하강, 정점, 상승으로 나눕니다. 각 상태 변화는 관절 각도의 특정 범위 진입 및 이탈을 통해 감지되며, 가장 깊은 지점에서 준비 자세로 복귀되면 1회로 카운트합니다.

- 자세 오류 판별 로직 설계

운동 중 주요 관절이 안전 범위 각도 이탈을 감지하는 함수를 구현합니다. 이는 카운트 로직과 독립적으로 작동하며, 유저에게 실시간 피드백을 제공하도록 설계합니다.

- 개발 방향

단일 운동 종목을 대상으로 FSM 기반의 정확한 횟수 카운팅과 기본적인 오류 감지 기능을 구현해 핵심 기술을 검증할 것입니다. 이후 다종목 지원과 오류 부위를 명시하는 피드백 고도화 등 확장 가능성을 분석할 예정입니다.

6. 결론

본 프로젝트는 초보 사용자의 운동 횟수 및 자세 판단 어려움을 해결합니다. 이는 실시간 운동 카운트 및 피드백 시스템 개발을 목표로 합니다. 따라서, 개발 내용을 아래와 같이 단계별로 진행하려 합니다.

(1) 핵심 기능 구현 및 로직 정의

오픈소스 분석: 시스템 구현에 필요한 오픈소스 내용 및 운동 자세 각도 계산 로직 분석 및 정의

알고리즘 구현: 웹캠 연동, 실시간 객체 추적 및 카운팅 알고리즘, 운동 자세 피드백 기능 구현

(2) 기능 고도화 및 검증

점검 및 수정: 1차로 구현된 시스템 점검 및 기능 고도화 작업

(3) 최종 완성 및 활용 방안 제시

최종적으로 시스템의 완성도 검토 및 시스템의 확장 가능성 분석 및 향후 활용 방안 제시

7. 출처

[1] Ultralytics, "포즈 추정 - 모델," Ultralytics YOLO 문서, [Online], Available: <https://docs.ultralytics.com/ko/tasks/pose/#models>, Accessed on: 2025년 10월 16일.

[2] Google, "자세 랜드마크 인식 가이드," Google AI Edge | Google AI for Developers, [Online], Available: https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/vision/pose_landmarker, Accessed on: 2025년 10월 16일.