

# Pose Estimation을 이용한 운동 자세 피드백 및 운동일 지 작성 서비스 제공 Android 애플리케이션 개발

Development an Android application  
that serves exercise posture feedback  
and exercise diary creation using the  
Pose Estimation

장민우(Minwoo Kang), 유형수(HyungSu  
Yoo), 이한준(HanJun Lee)

(05029) 서울특별시 광진구 능동로 120, 건  
국대학교 스마트ICT융합공학과  
cabookis@konkuk.ac.kr,

sis03017@konkuk.ac.kr,  
zhtkdzjtkd@konkuk.ac.kr

## 요약

언택트 시대를 거치면서 외부활동으로만 여겨졌던 것들이 집 내부에서 진행되는 상황이 증가되고 있다. 이에 따라 홈 트레이닝에 대한 수요도 증가하고 있는 가운데 운동 지식이 부족한 초보 운동자들에게 운동 자세 피드백 및 운동일지 관리 서비스를 제공하여 집에서도 손쉽게 건강관리를 할 수 있도록 Workfit 어플리케이션을 개발하였다. 사용자는 17가지 맨몸운동을 수행하고 이를 촬영한 영상을 통해 자세에 대한 코칭을 받을 수 있으며 일별로 수행한 운동 목록과 신체 변화 과정에 대한 데이터를 제공 받는다. Workfit 어플리케이션은 운동 자세에 대한 정확한 정보를 모르는 초보 운동자들이 자세를 개선하는데 기여하고 운동 일지 제공을 통해 사용자들의 동기 부여 및 의지 개선에 기여한다. 추후 영상 분석을 통한 코칭 뿐만 아니라 직접 트레이너와 사용자를 매칭하여 비대면 원격 채팅을 통해 피드백을 받는 기능을 추가하여 홈 트레이닝과 PT의 장점을 극대화 하는 기능을 확장할 예정이다.

**키워드** : 운동 자세 피드백, 운동 일지 관리, Android, Spring Framework, Pose Estimation

## Abstract

In Throughout the untact era, the situation in which things that were considered only external activities are being carried out inside the house is increasing. Accordingly, while the demand for home training is also increasing, a Workfit application was developed to provide exercise posture feedback and exercise diary management services to beginners who lack exercise

knowledge so that they can easily manage their health at home. Users can perform 17 bare-body exercises and receive coaching on posture through images taken, and are provided with a daily list of exercises and data on the process of body change. The Workfit application contributes to the improvement of posture by beginners who do not know the exact information about exercise posture, the improvement of motivation and will of users by providing exercise journals. In the future, not only coaching through video analysis, but also the function of matching trainers and users directly to receive feedback through non-face-to-face remote chat will be expanded to maximize the advantages of home training and PT.

**Keyword:** Exercise Posture Feedback, Exercise Diary Management, Android, Spring Framework, Pose Estimation

## 1. 서론

언택트 시대로의 전환 및 바쁜 일상으로 인해 외부 활동이 축소된 만큼 현대인들의 건강 관리에 많은 시간을 투자하기 힘들다. 또한 코로나 19로 인한 헬스장 등 외부 체육시설 이용 감소와 더불어, 온라인 매체를 통한 운동 관련 콘텐츠의 증가로 인해 운동 초보자들은 타인의 시선에 대한 부담 없이 건강 관리를 할 수 있어 홈 트레이닝에 대한 선호도가 증가하고 있다. 디지털 헬스케어 서비스 플랫폼의 선두주자 "펠로톤"은 2019년에 비해 2020년 매출이 2배가 되었고 주가는 434% 급성장하였다[1]. 이렇듯 향후 홈 트레이닝의 대한 수요는 지속적으로 증가할 것임을 시사한다.

하지만 모두가 운동을 통해 홈 트레이닝의 장점들을 모두 경험할 수는 없다. 숙련된 운동자가 아닌 초보 운동자는 운동 자세 및 방법에 대해 지식이 부족하다. 이러한 상태에서 운동을 하게 된다면 건강을 위한 운동이 오히려 몸에 해를 끼칠 수도 있다. 물론 소셜 네트워크의 발달로 운동 코칭 콘텐츠를 참고하여 따라하면서 차근차근 배워나갈 수도 있다. 하지만 이는 어느 정도 한계가 존재하고 PT를 받는 만큼 효과를 내지는 못한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 사용자의 운동 동영상을 Pose Estimation 기술을 통해 분석하여 자세에 대한 코칭을 제공할 수 있다면 홈 트레이닝 장점과 PT의 장점을 모두 누릴 수 있다. 또한 운동 코칭과 더불어 사용자의 운동 일지 작성 및 신체 상태 변화 기록 서비스 등을 제공한다면 사용자의 동기 부여 및 규칙적인 건강 관리를 이끌어 낼 수 있다. 본 프로젝트는 이러한 점을 착안하여 사용자의 운동 동영상을 이용한 자세 피드백 제공 및 운동 일지 서비스를 제공 기능을 개발한다. 본 논문에서는 Workfit 애플리케이션의 사용 방법 및 구조, 핵심 내용에 대해 설명할 것이다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 Pose Estimation

Human pose estimation & tracking은

semantic key points 들을 검출하고 key points 간의 관련성을 찾고 지속적으로 추적하는 컴퓨터 비전에서 유명한 과제 중 하나이다. 이미지나 비디오에서 사람의 관절 또는 부위를 예측하여 사람의 특정 행동 및 움직임들을 파악한다[2]. 딥러닝기반 2D Human Pose Estimation은 OpenPose, CPN, AlphaPose 등 와 같은 유명한 방식들을 만들어 내면서 엄청난 성능 향상을 거두었다. 이에 더해 신체 관절을 3차원 공간에서 추정하는 3D HumanPose Estimation 관련 연구도 계속 진행중에 있다. Pose Estimation은 OpenPose, HRNet, AlphaPose, PoseNet 등 오픈 소스 형태로 제공되고 있으며 이를 활용하여 많은 공익적 프로젝트에 기여되고 있다.



그림1. OpenPose를 활용한 Multi-person 2D Pose Estimation

AI Hub에서 제공하는 Pose Estimation 모델은 입력 비디오와 함께 관절 keypoint의 위치를 COCO 형식의 Bbox로 나타낸 데이터를 입력값으로 넣어주어야 하기 때문에 입력 비디오에 대한 관절 Keypoint JSON 파일이 필요하다. 그래서 Keypoint 추정 API인 Kakao pose API를 사용하여 입력비디오에 대한 Keypoint JSON파일을 생성해주고 입력 비디오와 함께 학습 모델에 넣어주어 운동 자세에 대한 피드백 결과를 제공한다. 100,000 Clip(전당 15초) 영상 이미지 학습 데이터를 통해 모델 학습을 진행해야하기 때문에 엄청난 연산 처리 시간이 든다. 그러므로 RT3080\*4를 통해 학습 진행을 하였다.

## 2.2 Android

스마트폰의 가장 대표적인 운영체제로는 Android가 존재한다. Android는 "Google"에서 개발한 OSS 이며 apache 라이선스로 공개하여 다양한 플러그인 라이브러리 등 많은 서비스를 제공받을 수 있다. 또한, Java 언어 기반으로 애플리케이션을 개발할 수 있어서 많은 자료와 높은 호환성을 자랑한다.

Android는 iOS와 비교하여 시장 점유율이 높으며 게시 프로세스가 간단하여 베타 테스트를 수행하기 쉽고 빠르다는 장점이 있다[3]. 또한, Android의 에디터인 Android Studio는 다양한 단축키와 서비스를 제공하는 "IntelliJ"를 기반으로 하고 있어서 접근성이 좋다. 위와 같은 장점들을 활용하기 위해 본 논문에서 진행한 개발에서는 Android를 사용한다.

## 2.3 Spring

WAS(Web Application Server)을 구축하는 프레임워크에는 대표적으로 Spring Framework

가 있다. Spring은 Java 언어 기반으로 애플리케이션을 객체 지향적으로 구현할 수 있으며 방대한 자료가 마련되어 있다. DI/IoC, AOP, MVC 등 개발 전략이 인터페이스로 구현되어 주요 로직에 집중하고 쉽게 테스트를 진행할 수 있다.

Spring은 Spring Security를 제공하여 보안적 측면을 강화할 수 있다. Oauth, JWT 등 사용자 보안을 지원하여 필터를 통해 빠른 인증, 인가 처리가 가능하다. 또한, 다양한 암호화 알고리즘을 지원하며 cors 설정을 통해 보안을 강화할 수 있다.

Spring은 Spring-Data-JPA, QueryDSL 등 ORM을 지원하여 데이터베이스에 접근할 수 있게 한다. ORM을 통해 데이터베이스 의존이 아닌 Java 코드에 의존하여 빠른 디버깅이 가능해지며 자체적인 쿼리 튜닝으로 실행 속도를 높일 수 있다. 위와 같은 장점들을 활용하기 위해 본 논문에서 진행한 개발에서는 Spring을 사용한 다.

## 3. 사용 방법

Android를 사용하는 사용자들은 애플리케이션 설치를 통해 Workfit을 사용할 수 있다. Workfit은 사용자의 운동 분석, 운동 플래너로 2가지 기능을 지원한다.

### 1. 운동분석

사용자는 운동하고 싶은 부위를 선택한 후 원하는 운동을 선택한다. 이후, 운동 영상을 참고하여 자신의 운동 영상을 카메라로 녹화한다. 녹화 중지버튼을 누르면 자신의 운동 영상을 분석하여 각 운동의 상태 정보의 정확도를 나타내준다.

### 2. 운동 플래너

사용자가 일일 시행한 운동을 플래너에 추가하고 싶으면 계획추가 버튼을 누른다. 이후, 입력창에 일별 시행한 운동, 반복회수, 현재 체중을 기입한 후 저장을 하게 되면 각 정보들을 저장한 데이터베이스에서 조회한 후 운동일지에 보여지게 된다. 추가적으로 현재 체중, 최고 체중, 최저 체중, 신장, BMI를 보여주게 되는데 BMI는 가장 최근에 저장한 몸무게를 기반으로 표시해준다.

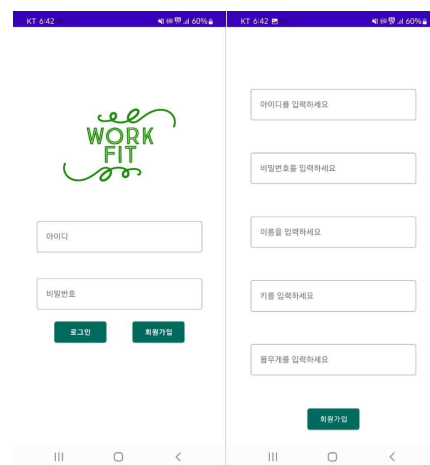


그림 2. 로그인 화면(좌), 회원가입 화면(우)

사용자가 원하는 부위를 선택한 후 운동을 선택하게 되면 그림 3의 운동 설명 화면에서 관련 영상이 표시된다. 관련 영상을 참고하여 운동자세를 확인 후 분석 버튼을 클릭하게 되면 사용자의 자세를 분석할 카메라 화면으로 넘어가게 된다.

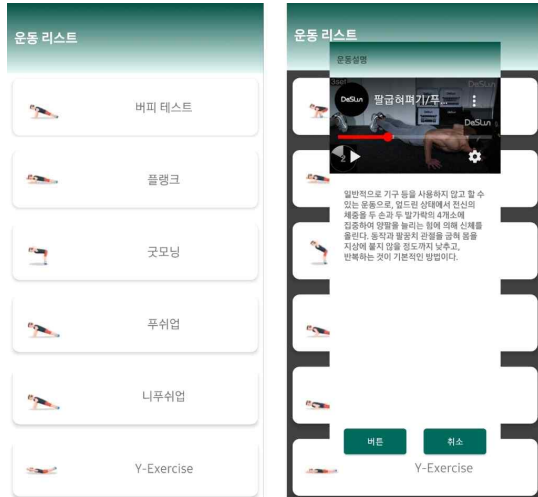


그림 3. 운동 리스트 화면(좌), 운동 설명 화면(우)

사용자가 일일 시행한 운동과 운동횟수, 체중을 일지에 작성하기를 원한다면 그림 5의 화면에서 계획을 추가한 후 저장을 하면 된다.

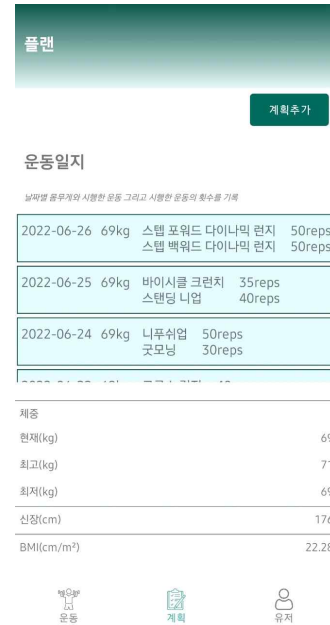


그림 5. 운동 일지 화면

이후, 사용자는 영상을 촬영하고, 시행한 운동의 자세 정보를 분석하여 그 결과를 보여준다.

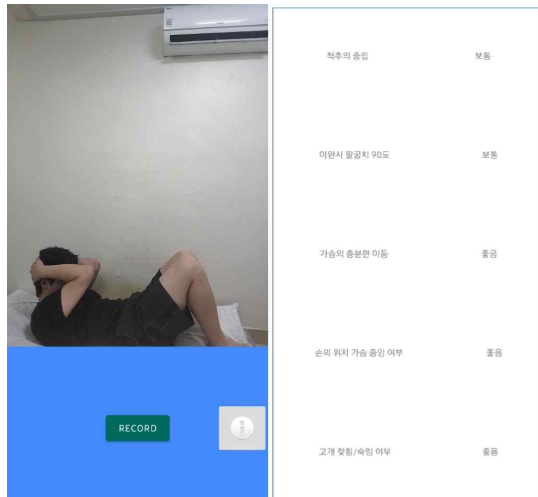


그림 4. 카메라 화면(좌), 운동 분석 화면(우)

## 4. 설계

본 장에서는 애플리케이션 제작을 진행하며, 구축된 전체적인 시스템 구조와 데이터의 출처와 같은 지식을 설명한다. Workfit의 전체적인 구조는 그림 6와 같으며, 크게 애플리케이션 내부와 데이터베이스, API 모듈로 나누어 볼 수 있다.

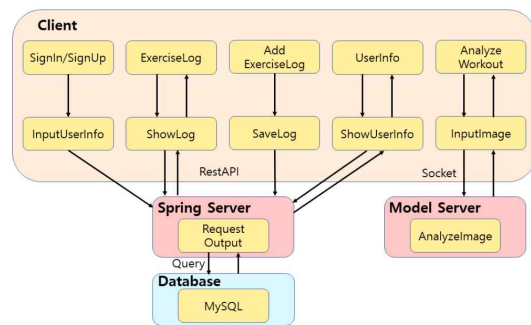


그림 6 WorkFit 시스템 구조

### 4.1 Pose Estimation Model

본 프로젝트에서 사용하고 있는 Model Server에서는 Pose Estimation이 2 Step 과정을 거쳐 진행된다. 첫 번째는 Android와 소켓 통신을 통해 영상 이미지를 수신한 후 Kakao Pose API

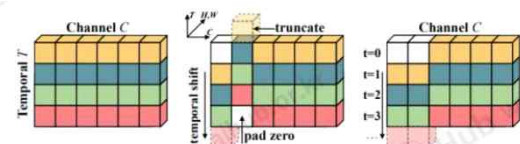
를 통해 17가지의 관절 Keypoint를 JSON으로 생성한다. 그 다음 영상 이미지와 keypoint 라벨링 JSON데이터를 미리 학습시킨 모델에 넣어 주고 결과값을 받아 Android에 송신해준다. 모델 같은 경우는 AI Hub에서 가져와 커스터마이징 한 후 사용하였다. 본래 24개의 관절 keypoint를 사용하였지만 Kakao API와의 연동을 위해 17개의 keypoint를 가지고 모델 학습을 진행하였다. 결과 값은 운동 종목에서 중요한 자세 부분과 각 자세 부분의 달성 정도를 확률로 표현하여 클라이언트에 전달한다.

#### ※ 결과 값(JSON) 예시 - ex) 크런치

```
{
  'Condition1': {'state': '허리 지면 고정',
    'value': '0.00484409'},
  'Condition2': {'state': '견갑골이 지면으로부터
    충분히 올라옴', 'value': '0.8493074'},
  'Condition3': {'state': '어깨반동 없음', 'value':
    '0.02250956'},
  'Condition4': {'state': '이완시 긴장 유지',
    'value': '0.97708535'}
}
```

위와 같은 결과 값은 수신한 클라이언트 측에서는 80% 이상은 좋음, 50%~80%은 보통, 50%미만은 나쁨으로 매핑하여 사용자에게 전달해준다. 이와 같이 기준을 정한 이유는 모델의 학습 및 검증과정에서 각 운동별 정확도가 평균 80%를 보였기 때문에 이와 같이 정하였다.

학습데이터는 17개의 맨몸 동작 영상과 각 영상에서 추출된 키포인트 및 운동상태 레이블링 정보파일을 가지고 학습하였다. 또한 다양한 방향에서 estimation이 가능하도록 360도(5개 View)에서 찍은 영상을 사용하였다. 레이블링 정보 파일에서의 키포인트는 COCO형식으로 좌표가 추출되어 Bbox가 만들어 질 수 있도록 하였다.



(a) The original tensor without shift. (b) Offline temporal shift (bi-direction). (c) Online temporal shift (uni-direction).

<그림 7>

모델이 입력 영상으로부터 사람의 자세와 행동을 정확히 분석하기 위해 각 프레임이 제공하는 Spatial Information과 Temporal Information을 활용하였다. 단일 이미지 분류 문제를 해결하는 ResNet을 활용하여 입력 영상의 Spatial Feature를 추출하고 그림7의 Temporal Shift

Module(TSM) 모듈을 사용하여 Temporal Feature를 추출 할 수 있도록 하였다[4].

## 4.2 Spring Server

본 프로젝트에서는 각 개체의 관계성을 표현하기 위해 RDBMS인 MySQL을 사용했다. 개체로 “Member”, “Plan”, “Role”, “Exercise”, “Category” 총 5가지를 이용했다. 각 개체는 권한, 운동 일지, 운동 종목, 운동 범주 관계로 연관되어 있다.

Spring Server에서 데이터베이스에 CRUD를 하기 위해 Spring-Data-JPA를 이용했다. Spring-Data-JPA는 데이터베이스 의존이 아닌 코드에 의존성을 강화하는 쿼리를 생성할 수 있으며 proxy를 이용한 데이터 처리 성능 향상의 장점을 가진다. 또한, 데이터베이스 도메인을 코드로 생성하여 프로젝트의 확장성을 고려하여 설계했다.

Spring Server는 RestAPI를 구현하여 Client와 통신한다. Spring의 Spring-MVC를 사용하여 주요 로직에 집중되고 확장을 고려하여 재사용성을 강화했다. 데이터는 application/json 타입으로 통신한다. 사용자의 입력 오류를 고려하여 validation 과정은 필수적으로 거치게 설계했다.

사용자의 정보 보안을 강화하기 위해 JWT(Json Web Token)을 사용했다. JWT로 사용자 정보는 암호화되어 Client에 안전하게 저장되며 서버의 메모리 사용량도 감소한다. 또한, 사용자가 증가하여 클러스터링 서비스를 만들 때 secretKey를 각 클러스터에 동일하게 부여하여 별도의 인 메모리 데이터베이스를 구현할 필요가 없다.

## 5. 결론 및 향후 연구

모델을 통한 Estimation과정에서 Kakao Pose API를 통해 입력 영상의 키포인트를 추출하고 이를 영상과 함께 학습 모델에 입력값으로 넣어 주어 결과값을 얻는 2 step 과정을 거쳤다. 이로 인해 Estimation과정에서 시간이 걸린다는 한계점이 존재한다. 그러므로 2 step과정을 1 step에서 수행될 수 있도록 2가지 기능을 병합한 모델을 만들게 된다면 estimation 지연시간이 단축될 수 있을 것이다. 향후 이와 같은 모델을 구축하기 위해 계속해서 연구 및 개발을 할 예정이다.

Android 애플리케이션은 디자인적으로 사용자의 흥미를 이끌 수 있도록 제작하였으며 사용자 경험을 고려하여 주요 기능을 가장 먼저 간편하게 사용할 수 있게 UI/UX를 구성하였다. 아직 iOS 애플리케이션은 제작하지 않은 상태로 비교적 게시 프로세스가 간단한 Android로 사용자를 유치한 뒤 피드백을 수용하여 제작할 것이다. 또한, 태블릿의 UI/UX를 반영한 태블릿 버전으로도 추후에 발전할 예정이다.

Spring Server는 JWT로 보안을 강화하였으며 데이터 안전성을 고려하여 api에 따라 필요 데이터만 응답하게 했다. 데이터 처리는 proxy를

이용하여 처리 속도를 향상했으며 확장성을 고려하여 재사용성을 극대화했다. 추후에 인 메모리 데이터베이스를 부여하여 조회 속도를 향상할 것이며 사용자가 증가할 경우 클러스터링 서비스로 확장할 예정이다.

본 프로젝트에서 개발한 어플리케이션은 초보 운동자의 개별적인 홈 트레이닝에 맞춰져있다. 하지만 추후 기능 확장을 통해 영상 분석을 통한 코칭 뿐만 아니라 직접 트레이너와 사용자를 매칭하여 비대면 원격 채팅을 통해 피드백을 받는 기능을 추가하여 홈 트레이닝과 Personal Training(PT)의 장점을 극대화 하는 기능을 확장할 예정이다.

### 참고 문헌

- [1] 조남호. (2021년09월17일). 코로나19로 급성장 중인 디지털 헬스 산업.  
samsungsds.  
[https://www.samsungsds.com/kr/insights/1258133\\_4627.html?referrer=https://www.google.com/](https://www.samsungsds.com/kr/insights/1258133_4627.html?referrer=https://www.google.com/)
- [2] Alexander Toshev, Christian Szegedy(2014). DeepPose : Human Pose Estimation via Deep Neural Networks. Comments : IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2014.  
doi:10.48550/arXiv.1312.4659
- [3] Shanal Aggarwal. (2019년01월18일). Android vs iOS: Which mobile platform is best for app development.  
<https://www.techaheadcorp.com/blog/android-vs-ios/>
- [4] AI Hub, 이대형(슬릭코퍼레이션), 피트니스 자세이미지.  
<https://aihub.or.kr/aidata/8051>