

# PoseCoach

AI 기반 운동 자세 코칭 시스템

YOLO Pose · DTW · Gemini AI · FastAPI · React

# 왜 자세 코칭이 필요한가?

## ✖ 자세 확인 불가

혼자 운동 시  
자세 피드백 없음  
→ 잘못된 습관 형성

## ✖ 부상 위험

잘못된 자세 반복  
→ 관절 과부하  
→ 만성 부상

## ✖ 동기 부족

성장이 보이지 않아  
운동 지속 어려움  
→ 포기

→ PoseCoach: 영상 하나로 AI가 자세 분석 · 점수 · 피드백 제공

## 시스템 전체 구조

# 기술 스택

## AI / ML

- YOLO v8 Pose
- fastdtw
- Cohen's d
- Gemini API
- scikit-learn
- OpenCV

## Backend

- Python 3.11
- FastAPI
- SQLite
- bcrypt
- pydantic
- uvicorn

## Frontend

- React 18
- TypeScript
- Vite
- Tailwind CSS
- React Router
- shadcn/ui

## Infra / Tools

- Git / GitHub
- Streamlit
- Plotly
- python-pptx
- reportlab
- SQLite WAL

# 영상 처리 파이프라인

## ① 영상 업로드

MP4/MOV/AVI/WEBM  
최대 1920×1080 해상도

## ② 프레임 추출

설정 FPS(1~30)로  
이미지 추출  
(default: 10fps)

## ③ 활성 구간 필터

ML + Rule-based  
하이브리드 필터  
운동 구간만 선택

## ④ YOLO 포즈 추정

17 keypoints  
+ 가상 3개  
= 총 20개

## ⑤ 키포인트 스무딩

window=3  
이동평균 필터  
떨림 제거

## ⑥ 정규화 좌표

[0,1] 범위 변환  
카메라 해상도  
무관

# 활성 구간 필터링 (운동 구간 감지)

문제: 전체 영상 분석 시 준비/휴식 구간 포함 → 낮은 점수, 왜곡된 분석 결과

## 해결 방법 – 하이브리드 필터

① ML 모델	② Rule-based	③ 하이브리드 양상블
(activity_filter.pkl) RF 분류기로 활성 확률 예측	모션 감지 프레임 간 차이 임계값 필터링	ML OR (rule AND prob) → 최종 활성 구간 선택

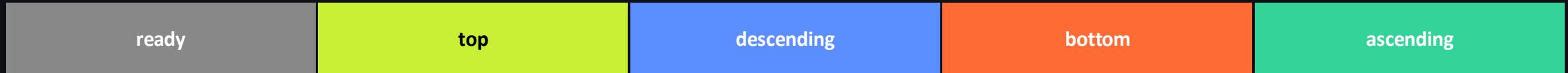
## 필터링 효과

- 전체 프레임: 100%
- 필터 후: ~35-60%
- 분석 속도: 2-3배 향상
- 점수 왜곡 제거

## 방법 비교

ML 방법:  $O(N)$  추론, 높은 정확도  
Rule 방법: 빠른 fallback  
Gap fill: 짧은 정지 구간 보완

# Phase 감지 & 운동 횟수 카운팅



## Phase 감지 알고리즘

- 팔꿈치 각도 + 각속도 기반 감지
- FPS 적응형 임계값 (fps 스케일링)
- Hysteresis: 노이즈 방지
- 속도 스무딩: jitter 제거

푸시업 기준:

top: 팔꿈치  $> 150^\circ$

bottom: 팔꿈치  $< 110^\circ$

풀업 기준:

bottom: 팔꿈치  $> 140^\circ$

top: 팔꿈치  $< 50^\circ$

## 횟수 카운팅 로직

- 활성화 조건 감지  
푸시업: 손목  $<$  어깨 높이  
풀업: 손목  $>$  어깨 높이
- Rep 완료 조건:  
필요 Phase 순서 완주  
 $\rightarrow \text{count} += 1$
- 비활성 타임아웃:  
FPS 기반 자동 리셋  
(2초 이상 정지 감지)

# 자세 평가 시스템 (점수 로직)

## ① Cohen's d 가중치

AI Hub 데이터 224개 분석  
효과크기 기반 중요도 산출

어깨외전: 0.32  
손 위치: 0.28  
고개 숙임: 0.24  
팔꿈치: 0.12  
등 직선: 0.04

## ② Soft Scoring

이진(0/1) → 연속(0~1)  
임계값 근방 선형 보간  
미세한 자세 차이 반영  
  
예: 팔꿈치 각도  
159° → 0.95점  
140° → 0.25점  
100° → 0.00점

## ③ DTW 유사도

레퍼런스 영상과 비교  
7개 각도 피쳐 사용  
fastdtw O(N) 알고리즘

Combined Score =  
avg × 0.7  
+ dtw × 0.3  
  
→ S/A/B/C 등급

# 백엔드 API (FastAPI)

## API 엔드포인트

POST /auth/register → 회원가입  
POST /auth/login → JWT 로그인  
POST /analyze → 영상 분석  
GET /history → 운동 기록  
POST /report/pdf → PDF 리포트  
POST /ai-feedback → Gemini 피드백

## 분석 API 흐름

영상 파일 수신 + 메타데이터



run\_video\_analysis() 실행



frame\_scores / error\_frames 반환



SQLite 저장 (선택)



JSON 응답

# 데이터베이스 설계 (SQLite)

users	workouts	workout_errors
<p>id (PK) username password_hash created_at</p>	<p>id (PK) user_id (FK) exercise_type exercise_count avg_score combined_score dtw_score grade duration created_at</p>	<p>id (PK) workout_id (FK) error_message count phase</p>

- WAL 모드로 동시 접근 지원
- bcrypt 해시 인증
- 유저별 통계 집계 (총 운동, 평균 점수, 선호 운동)

# 프론트엔드 UI (React + TypeScript)

## Home

히어로 섹션  
기능 소개 카드  
로그인/로그아웃  
CTA 버튼

## 운동 선택

푸시업 / 풀업  
그립 타입 선택  
(오버핸드/언더핸드  
/와이드)

## 영상 업로드

메인 영상  
레퍼런스 영상  
FPS 슬라이더  
분석 로딩 화면

## 결과 대시보드

등급 / 점수  
프레임별 뷰어  
Phase 차트  
AI 피드백

## 마이페이지

운동 기록  
성장 추이  
통계 요약

React 18

TypeScript

Tailwind CSS

shadcn/ui

React Router

Vite

# Gemini AI 종합 피드백

## 피드백 생성 프로세스

### 분석 결과 수집

avg\_score, phase별 점수, top 3 오류, DTW 점수



### 구조화된 프롬프트 생성

운동 종목, 횟수, 오류 빈도, Phase 약점



### Gemini API 호출

temperature=0.4, max\_tokens=800



### 마크다운 정리 후 표시

## 피드백 예시

총평: 전반적으로 B등급 수준의 자세를 보여주셨습니다.

주요 개선 사항:

- ① 팔꿈치 벌림 – 어깨 부상 위험
- ② 고개 숙임 – 경추 압박 주의

잘 된 부분:

- ✓ 등 직선 유지 양호
- ✓ 손 위치 일정

권장 드릴: 벽 푸시업으로...

# 기술적 도전과 해결 과정

카메라 위치에 따른 DTW 피처 왜곡



body\_sway: 절대 x좌표 → 목 대비 상대 좌표

이진 점수로 미세한 자세 차이 미반영



Soft scoring 도입: 임계값 근방 선형 보간

정지/준비 구간이 점수에 포함돼 왜곡



ML + Rule-based 하이브리드 활성 구간 필터

Phase 전환 시 노이즈(jitter) 발생



Hysteresis + 속도 스무딩으로 안정적 감지

# 분석 결과 화면 구성

## ✓ 종합 점수 & 등급

Combined Score = avg × 0.7 + DTW × 0.3  
S( $\geq$ 90%) / A( $\geq$ 70%) / B( $\geq$ 50%) / C(<50%)

## 📊 Phase 분석 차트

Phase별 평균 점수 바차트  
약점 Phase 시각적 확인  
프레임 분포 히스토그램

## ■ 프레임별 뷰어

Phase 필터링으로 구간별 확인  
오류 프레임 하이라이트  
스켈레톤 오버레이 표시

## 🤖 AI 피드백 & PDF

Gemini AI 종합 코멘트  
PDF 리포트 다운로드  
운동 기록 자동 저장

# 마무리

## 프로젝트에서 배운 것

- YOLO 포즈 추정 파이프라인 전체 구현
- DTW 알고리즘의 실전 적용
- 통계 기반 시스템 설계 (Cohen's d)
- FastAPI + React 풀스택 개발
- ML 모델과 규칙 기반의 하이브리드 설계
- 스포츠 과학 도메인 지식 습득
- Git 협업 워크플로우

## 향후 발전 방향

- 실시간 웹캠 분석 지원
- 스쿼트, 데드리프트 종목 확장
- 레퍼런스 영상 DB 구축
- 모바일 앱 지원 (React Native)
- 개인화 트레이닝 프로그램 추천
- 클라우드 배포 (AWS / GCP)

PoseCoach — 데이터로 만드는 더 나은 운동 | 28기 프로젝트