

Tta-ra-rang MVP PRD

따라랑 - 특수학급 AI 체육 수업 플랫폼 PRD

문서 버전: 1.0

개발 버전: MVP

작성일: 2026년 2월 11일

제품명: 따라랑 "선생님 따라, 화면 따라"

개발 주체: 1인 창업가 (개발자)

1. 제품 개요 (Executive Summary)_(확정)

1.1 제품 정의

AI 카메라 기반 특수학급 체육 수업 인터랙티브 플랫폼

웹캠으로 특수학급 학생들(5-7명)의 동작을 실시간 추적하여 TV 화면에 1:1 매칭 캐릭터를 표시하고, AI가 자동으로 운동 횟수 카운팅 및 자세 피드백을 제공하는 PWA(Progressive Web App) 서비스

1.2 핵심 가치 제안

- **교사:** 일일이 카운팅/피드백 부담 감소, 수업 준비 시간 단축
- **학생:** 본인 캐릭터를 보며 수업 집중도 향상, 즉각적인 피드백으로 동기부여
- **학교:** 설치 불필요, 기존 장비(PC+TV) 활용, 낮은 도입 장벽

1.3 차별화 요소

- 국내 특수교육 체육 분야 카메라 기반 동작인식 서비스 최초 (블루오션)
- 설치 제로, 브라우저 URL 접속만으로 즉시 사용 가능
- 영상 미저장(로컬 처리)으로 개인정보보호 최소화

2. 문제 정의 (Problem Statement)_(확정)

2.1 현재 문제점

특수학급 체육 수업의 한계:

1. 단순 반복 동작("푸쉬업 20개") 위주 → 학생 흥미 저하
2. 교사 1명이 5-7명 학생 개별 피드백 어려움 → 수업 품질 저하
3. 학생별 수업 참여도 파악 곤란 → 객관적 평가 불가

2.2 기존 솔루션의 문제

- **일반 체육 앱:** 특수학생 대상 아님, 개별화 부족
- **보조공학기기:** 고가(수천만 원), 복잡한 설치, 유지보수 어려움
- **상용 피트니스 기기:** 1인용 설계, 특수교육 맥락 부적합

3. 타겟 시장 (Target Market)_(확정)

3.1 1차 타겟: 특수학교 체육교사

- **시장 규모:** 전국 특수학교 약 188개교, 특수교사 약 19,000명
- **페르소나:**
 - 연령: 30-50대
 - 고충: 학생별 맞춤 수업 시간 부족, 행정 업무 과다
 - 구매 권한: 교육 자료 선정 제안 가능, 최종 승인은 교장/교감

3.2 2차 타겟: 일반학교 특수학급

- 전국 초/중/고 특수학급 약 12,000개
- 일반 체육교사가 특수학생 지도 시 활용 가능

3.3 3차 확장: 장애인 복지시설, 재활센터

- 성인 발달장애인 대상 체육 프로그램
-

4. 핵심 기능 (Core Features)_(확정)

4.1 MVP (Minimum Viable Product) 기능

F1. 실시간 다중 인물 동작 추적

- **기능:** 웹캠으로 최대 6명 학생 동시 포즈 추정
- **기술:** MoveNet MultiPose Lightning (TensorFlow.js)
- **성능 목표:** 20-30 FPS @ 720p 입력
- **출력:** 17개 COCO 키포인트 좌표

F2. 캐릭터 1:1 매칭 및 시각 피드백

- **기능:** TV 화면에 학생 수만큼 캐릭터 표시
- **매칭 방식:** 초기 위치 기반 자동 할당 (왼쪽→오른쪽)
- **UI:** Canvas/WebGL 기반 애니메이션
- **캘리브레이션:** 수업 시작 시 학생이 손 들어 본인 캐릭터 확인

F3. 클래스 기반 순차 운동 카운팅

- **개념:** 개별 운동 선택 방식이 아닌, 사전 정의된 운동 시퀀스(Class)를 중단 없이 순차적으로 수행하고 카운팅하는 기능
- **MVP 구현 대상 (Class 1):**
 - 구성: 스쿼트 20회 → 푸쉬업 20회 → 버피 20회

- **동작:** 첫 번째 운동(스쿼트) 목표 달성 시, 자동으로 다음 운동(푸쉬업) 단계로 전환 및 카운팅 시작
- **핵심 알고리즘:**
 - 관절 각도 기반 상태 머신: 각 운동별(스쿼트, 푸쉬업, 버피) 고유 각도 데이터(예: 팔꿈치/무릎 각도)를 실시간 추적
 - 자동 전환 로직: 목표 횟수 도달 시 시퀀스 인덱스를 업데이트하여 다음 운동 알고리즘 활성화
- **노이즈 제거:** 이동 평균 필터(Moving Average Filter)를 적용하여 동작 인식 및 카운팅의 정확도 확보

F4. 기본 AI 피드백

- **실시간 피드백:** "자세가 좋아요!", "조금만 더 깊게!"
- **규칙 기반:** 관절 각도 임계값으로 자세 평가
- **음성/텍스트:** TTS 또는 화면 텍스트로 출력

F5. 교사 제어판

- **수업 설정:** 정의된 클래스(예: Class 1) 선택 및 수업 시작/종료 제어
- **실시간 모니터링:** 클래스 내 현재 진행 중인 운동 종류와 학생별 누적 달성도(%) 확인
- **화면 분리:** PC 모니터(교사 제어판) / TV(학생 디스플레이)

4.2 확장 기능 (Post-MVP)_(미정, MVP 구현 단계에서 고려하지 않음)

F6. 교사 대시보드

- 학생별 수업 기록 저장 (운동 횟수, 자세 점수)
- 주간/월간 통계 차트
- 클라우드 동기화 (Firebase/Supabase)

F7. 고급 AI 피드백 (LLM 기반)

- 수업 종료 후 상세 피드백 리포트 생성
- 개인 맞춤 추천 ("○○ 학생은 무릎 각도 개선 필요")

F8. 커스텀 운동 추가

- 교사가 새로운 운동 동작 등록 가능
- 간단한 설정 인터페이스 제공

F9. 게이미피케이션

- 학생별 포인트/배지 시스템
- 그룹 챌린지 모드

5. 디자인 시스템 (Design System)_(확정)

5.1 컬러 시스템 개요

본 컬러 시스템은 지적 장애(ID) 아동의 시각적 인지 특성과 신체 조절 능력 향상을 위한 연구 결과를 바탕으로 설계되었다. 복잡한 색조보다 명확한 원색 중심으로 구성하여 인지 부하를 최소화하고, 색상 일관성을 통해 별도 학습 없이도 인터페이스를 이해할 수 있도록 한다.

5.2 컬러 팔레트

구분	색상 명칭	Hex Code	주요 용도
Main	Energy Royal Blue	#005EB8	서비스 브랜딩, 메뉴 구조, 캐릭터 기본 테두리
Sub 1	Action Amber	#FFB81C	동작 대기 신호, 운동 카운팅 숫자, 진행 바
Sub 2	Primary Red	#D5281B	성공 피드백(제한적), 긴급 알림, 핵심 버튼
BG	Neutral Light Grey	#F3F3F3	전체 화면 배경 (시각적 소음 제거용)
Text	Dark Charcoal	#212B32	메인 텍스트, 가독성이 필요한 설명문

5.3 색상별 선택 근거 및 심리적 효과

Main: Energy Royal Blue (#005EB8)

- **선택 이유:** 지적 장애 아동은 복잡한 색조보다 명확한 기본 원색을 더 잘 인지한다. 파란색은 골격근을 진정시키면서도 신경 재생 기제를 자극하는 효과가 있다.
- **효과:** 체육 활동 중 높아진 심박수를 안정시키고, 학생이 자신의 동작을 스스로 통제(Control)하고 조정(Coordination)할 수 있도록 인지적 지지대 역할을 한다.

Sub 1: Action Amber (#FFB81C)

- **선택 이유:** 노란색/주황색 계열은 주의력을 환기하고 정보를 기억시키는 데 가장 효과적인 색상이다.
- **효과:** '동작 시작'이나 '운동 카운팅' 시 시지각적 민첩성을 높여주어, 인지 속도가 늦은 아동이 다음 동작을 더 빠르게 준비하도록 돕는다.

Sub 2: Primary Red (#D5281B)

- **선택 이유:** 연구에 따르면 다운증후군을 포함한 지적 장애 아동이 가장 높은 정확도로 식별할 수 있는 색상은 빨간색이다.
- **효과:** 에너지와 역동성을 상징하며, '최종 성공'이나 '매우 잘함'과 같은 강력한 긍정적 보상 경험을 직관적으로 전달한다.

5.4 사용 비율 가이드 (60-30-10 법칙)

인지 부하를 최소화하고 시각적 위계를 명확히 하기 위해 다음 비율을 준수한다.

- **60% (배경): Neutral Light Grey**
 - 순수 흰색(#FFFFFF)은 눈부심(Glare)을 유발하여 집중력을 저해하므로 사용하지 않는다. 연회색은 화면의 시각적 소음을 줄이는 캔버스 역할을 한다.
- **30% (구조): Energy Royal Blue**
 - 상단 바, 하단 메뉴, 캐릭터 슬롯 등 플랫폼의 구조적 요소를 정의하여 아동에게 예측 가능한 환경을 제공한다.
- **10% (강조): Action Amber & Red**

- AI 피드백, 카운팅 숫자, 상호작용 버튼 등 학생이 즉각적으로 주목해야 하는 요소에만 사용하여 시각적 과부하를 방지한다.

5.5 UI 기능별 컬러 적용 가이드

PRD 핵심 기능	적용 컬러	설계 전략 (CUD 원칙)
캐릭터 1:1 매칭	6종의 선명한 원색 부여	파스텔 톤보다는 채도가 높은 원색을 사용하여 본인 캐릭터에 대한 소속감과 위치 인식을 강화
AI 동작 인식 가이드	고대비 Yellow 관절 점	체육관 배경 영상과 보색 관계에 있는 밝은 노란색 점을 사용하여 동작 가이드의 시인성을 확보
성공 피드백	Red 또는 Green 팝업	색상만으로는 오인지 가능성이 있으므로, 반드시 **빨간색+별 모양+참 잘했어요!** 와 같이 다중 모드(Color+Shape+Text)로 구성
교사 제어판	구조화된 Blue/Grey	정보 밀도가 높은 교사용 UI는 차분한 블루와 그레이를 사용하여 교사의 인지적 피로도를 낮춤

5.6 접근성 및 안전 가이드 (Accessibility)

1. **WCAG 대비율 준수:** 텍스트와 배경의 대비는 최소 4.5:1 (AA 등급) 이상을 유지하여 가독성을 확보한다.
2. **모양 병행 원칙:** 지적 장애 아동은 색상 구분이 어려울 수 있으므로, 색상 정보는 반드시 ****아이콘(모양)****이나 텍스트와 함께 제공한다.
3. **일관성 유지:** 서비스 전체에서 "파란색은 정보, 노란색은 진행, 빨간색은 중요"라는 규칙을 엄격히 지켜 아동이 별도의 학습 없이도 인터페이스를 이해하게 만든다.

6. 기술 선택 근거 (Technology Rationale)_**(확정)**

6.1 왜 PWA(Progressive Web App)인가?

✅ 한국 학교 IT 환경에 최적화

- **설치 제로:** 브라우저 URL 접속만으로 즉시 사용 → 학교 PC의 관리자 권한 불필요
- **보안 소프트웨어 우회:** V3, XKeeper, PC-Keeper 등과 충돌 없음 (브라우저는 이미 승인된 소프트웨어)
- **시스템 복원 무관:** PC-Keeper의 재부팅 복원 기능에 영향받지 않음 (브라우저 캐시만 활용)

🚀 1인 개발자 최적의 배포 전략

- **자동 업데이트:** 서버에 코드 배포하면 전국 모든 학교가 다음 접속 시 최신 버전 자동 적용
- **원격 버그 수정:** 10개교를 관리하더라도 학교 방문 없이 즉시 수정 가능
- **배포 복잡도:** Electron 대비 1/10 수준 (EXE 패키징, 학교별 설치 과정 불필요)

📦 오프라인 작동 가능

- **Service Worker:** ML 모델 파일(3-12MB)을 브라우저에 캐싱
- **인터넷 불필요:** 초기 로딩 후 오프라인에서도 핵심 기능(동작 추적·카운팅) 작동
- **학교 네트워크 독립:** 교육청 방화벽, 느린 인터넷 환경에서도 안정적

🔒 개인정보보호 친화적

- **로컬 처리:** 모든 영상 처리가 브라우저 내에서 완료, 서버 전송 없음

- **영상 미저장:** 원본 영상은 포즈 추정 후 즉시 폐기
- **PIPA 규제 최소화:** 영상 데이터 서버 보관 불필요 → 법적 리스크 대폭 감소

비교: 왜 데스크톱 앱(Electron/Tauri)이 아닌가?

항목	PWA	Electron/Tauri
설치	URL 접속	관리자 권한 + EXE 설치
업데이트	자동 (서버 배포)	학교별 수동 설치
보안SW 충돌	없음	V3 플래그, 복원 위험
배포 난이도	★☆☆☆☆	★★★★☆

6.2 왜 MoveNet MultiPose Lightning인가?

✅ 5~7명 동시 추적 지원

- **최대 6명 고정 비용:** 인원이 늘어도 속도 저하 없음 (고정 연산량 아키텍처)
- **특수학급 맞춤:** 평균 5~6명 구성에 완벽히 부합
- **내장 트래킹:** 프레임 간 ID 일관성 자동 유지 → 캐릭터 매칭 간편

🚀 브라우저 네이티브 성능

- **TensorFlow.js 최적화:** 처음부터 웹 브라우저용으로 설계됨
- **CPU 20~30 FPS:** 학교 PC(Intel 내장 그래픽)에서 실시간 처리 가능
- **WebGL 가속:** GPU 없이도 부드러운 동작

🔧 1인 개발자 친화적

- **풍부한 생태계:** React + TensorFlow.js 예제 코드 다수 존재
- **AI 코딩 도구 지원:** Claude, Cursor 등이 MoveNet 코드를 잘 생성
- **Apache 2.0 라이선스:** 상업 사용 제한 없음

📊 충분한 정확도

- **17개 COCO 키포인트:** 푸쉬업·스쿼트·버피의 관절 각도 계산에 충분
- **관절 인식:** 코, 눈, 어깨, 팔꿈치, 손목, 엉덩이, 무릎, 발목 등

비교: 다른 포즈 추정 기술 대비 장점

기술	다중 인물	브라우저	CPU FPS	개발 난이도	선택 이유
MoveNet MultiPose	✅ 6명	✅	20~30	★★★★★	최적
MediaPipe BlazePose	❌ 1명만	✅	4~8	★★★★★	다중 불가
RTMPose (MMPose)	✅ 무제한	❌ Python	15~25	★★★★☆	브라우저 X
YOLOv8 Pose	✅ 무제한	❌	10~15	★★★★☆	AGPL 라이선스
OpenPose	✅ 무제한	❌	~1	★★☆☆☆	상업 \$25K/년

결론: MoveNet은 PWA 환경에서 5~7명을 실시간 추적할 수 있는 유일한 현실적 선택지

7. 기술 스택 (Technology Stack)_(확정, 보완 예정)

7.1 프론트엔드 (PWA)

계층	기술	선택 이유
프레임워크	React + TypeScript	AI 코딩 도구 지원 최고, 생태계 풍부
포즈 추정	TensorFlow.js + MoveNet MultiPose Lightning	브라우저 네이티브, 6명 동시 추적, CPU 20-30 FPS
카메라 입력	getUserMedia API	표준 웹 API, HTTPS 환경에서 작동
렌더링	Canvas API / WebGL	실시간 캐릭터 애니메이션
오프라인	Service Worker	ML 모델 캐싱, 네트워크 없이도 동작
UI 라이브러리	TailwindCSS	빠른 스타일링, 반응형 디자인

7.2 백엔드 (Optional, Post-MVP)

계층	기술	용도
호스팅	Vercel	무료~저비용, 자동 HTTPS, CDN
데이터베이스	Firebase	서버리스, 교사 대시보드 데이터
인증	Firebase Auth	교사 계정 관리

7.3 인프라

- 도메인: HTTPS 필수 (getUserMedia 권한)
- CDN: ML 모델 파일(3-12MB) 빠른 로딩
- 모니터링: Sentry (에러 트래킹)

8. 기술 사양 (Technical Specifications)_(확정, 보완 예정)

8.1 성능 요구사항

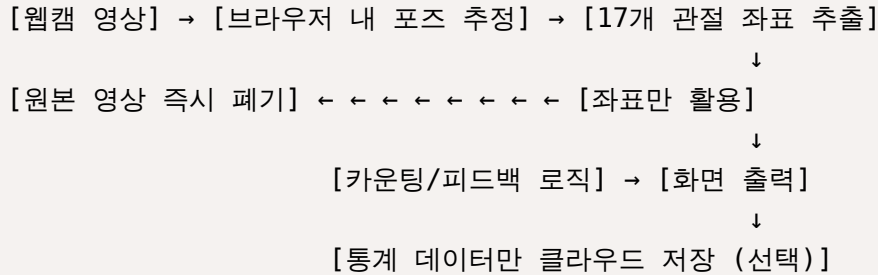
항목	목표	측정 방법
FPS	20-30 FPS	Chrome DevTools Performance
초기 로딩	< 5초	Lighthouse
ML 모델 크기	< 12MB	Network 탭
메모리 사용	< 500MB	Task Manager

8.2 지원 환경

- OS: Windows 10/11 (학교 PC 표준)
- 브라우저: Chrome 90+, Edge 90+
- 최소 사양: Intel i3 10세대, 8GB RAM, 내장 그래픽

- **카메라:** 720p 웹캠 (내장 또는 외장)
- **네트워크:** 초기 로딩만 필요, 이후 오프라인 가능

8.3 데이터 처리



- **원칙:** 영상은 절대 서버 전송/저장 안 함
- **저장 데이터:** 운동 횟수, 자세 점수 등 비식별 통계만

9. 사용자 플로우 (User Flow)_(확정)

9.1 수업 시작 플로우

1. 교사가 브라우저에서 URL 접속
↓
2. 카메라 권한 허용 (최초 1회)
↓
3. 수업 설정 (운동 종류, 목표 횟수)
↓
4. 학생들 카메라 앞 위치 배치 (왼쪽→오른쪽)
↓
5. "시작" 버튼 클릭
↓
6. TV에 캐릭터 6개 표시, 학생이 손 들어 본인 확인
↓
7. 운동 시작 → 실시간 카운팅/피드백
↓
8. 수업 종료 → 결과 요약 화면

9.2 화면 구성

- **PC 모니터 (교사용):**
 - 학생별 진행 상황 테이블
 - 제어 버튼 (시작/정지/리셋)
 - 카메라 프리뷰 (작게)
- **TV 화면 (학생용):**

- 6개 캐릭터 슬롯 (좌→우 배치)
- 학생별 운동 횟수 표시
- 큰 글씨 피드백 메시지

10. 개발 로드맵 (Development Roadmap)_(미정)

Phase 1: MVP 개발 (4-6주)

- **Week 1-2:** React 프로젝트 셋업, MoveNet 통합, 웹캠 입력
- **Week 3:** 스쿼트 카운팅 로직 구현
- **Week 4:** 6개 캐릭터 렌더링, 매칭 로직
- **Week 5:** 교사 제어판 UI
- **Week 6:** 테스트 및 버그 수정

산출물: 스쿼트만 지원하는 기본 동작 버전

Phase 2: 파일럿 버전 (2-3개월)

- 푸쉬업, 버피 추가
- 자세 피드백 규칙 고도화
- Service Worker 오프라인 모드
- 형님 학교에서 파일럿 테스트
- 사용자 피드백 수집

산출물: 3종 운동 지원, 실사용 가능 버전

Phase 3: 정식 출시 (4-6개월)

- 교사 대시보드 (클라우드 연동)
- 학생별 성과 기록/통계
- LLM 기반 상세 피드백
- S2B 등록 및 판매 시작

산출물: 상용 제품

11. 비즈니스 모델 (Business Model)_(확정, 보완 예정)

11.1 수익 모델

모델	가격	타겟
학교별 연간 구독	300-500만 원/교/년	특수학교 직접 판매
교육청 단위 계약	5,000-1억 원/교육청/년	B2G (리셀러 통해)
보조공학기기 대여	무료 (정부 지원)	특수교육지원센터 협력

11.2 판매 채널

1. S2B(학교장터) 등록 (필수)

- 2,000만 원 이하 구매 시 학교가 직접 조달

2. 에듀테크 리셀러 (확장)

- 테크빌교육, 체더스 등과 파트너십
- 교육청 단위 B2G 계약

3. 특수교육지원센터 (파일럿)

- 보조공학기기로 포지셔닝
- 무상 대여 프로그램 활용

11.3 초기 고객 확보 전략

- 형님 학교에서 파일럿 (무상)
- 효과성 데이터 수집 → 케이스 스터디 제작
- 국립특수교육원, 특수교육학회 발표
- 교사 커뮤니티(티처빌, 인디스쿨) 홍보

12. 리스크 및 완화 전략 (Risk Management)_ (미정)

12.1 기술 리스크

리스크	영향	완화 전략
6명 상한 제약	7명 학급에서 1명 누락	① 6명 이하 운영 권장 ② 7번째 학생 중앙 배치 ③ 2그룹 교대 운영
저사양 PC 성능	FPS 10 이하로 떨어짐	① 720p 입력 고정 ② WebGL 가속 활용 ③ 최소 사양 명시
카메라 각도/조명	포즈 추정 정확도 저하	① 설치 가이드 제공 ② 교사 교육 영상 ③ 실시간 신뢰도 표시
브라우저 호환성	구형 브라우저 미지원	① Chrome/Edge 90+ 명시 ② 진입 시 브라우저 체크

12.2 비즈니스 리스크

리스크	영향	완화 전략
학교 예산 부족	구매 결정 지연/취소	① 보조공학기기 예산 활용 ② 교육청 단위 계약 추진 ③ 무료 체험판 제공
경쟁 제품 출현	시장 점유율 감소	① 빠른 시장 진입 (First Mover) ② 특수교육 도메인 전문성 강화
개인정보 규제	서비스 중단	① 영상 미저장 원칙 준수 ② 개인정보영향평가 사전 준비

12.3 법률/규제 리스크

리스크	완화 전략
개인정보보호법(PIPA)	① 영상 로컬 처리만 ② 보호자 동의서 템플릿 제공 ③ 법률 자문 확보
초중등교육법 소프트웨어 기준	① 교육부 기준 사전 검토 ② S2B 등록 요건 충족

13. 성공 지표 (Success Metrics)_(미정)

13.1 제품 지표 (Product Metrics)

- 기술 성능: FPS 평균 25 이상 유지율 90%
- 사용성: 교사가 5분 내 수업 시작 가능 (첫 사용 기준)
- 안정성: 크리티컬 버그 월 2건 이하

13.2 비즈니스 지표 (Business Metrics)

- 파일럿 (3개월 후): 3개교 이상 무상 테스트, 만족도 4.5/5.0
- 출시 1년: 20개교 유료 계약, ARR 1억 원
- 출시 2년: 100개교 계약, 교육청 1곳 B2G, ARR 5억 원

13.3 사용자 지표 (User Metrics)

- 학생 참여도: 교사 설문 "수업 집중도 향상" 80% 이상
- 교사 만족도: NPS(추천 의향) 50 이상
- 재구매율: 연간 계약 갱신을 80% 이상

부록 (Appendix)

A. 참고 자료

- TensorFlow.js MoveNet 공식 문서: <https://github.com/tensorflow/tfjs-models/tree/master/pose-detection>
- S2B 학교장터: <https://www.s2b.kr>
- 국립특수교육원: <https://www.nise.go.kr>
- 개인정보보호 종합포털: <https://www.privacy.go.kr>

B. 용어 정리

- **PWA**: Progressive Web App, 웹 기술로 만든 앱
 - **FPS**: Frames Per Second, 초당 프레임 처리 속도
 - **COCO 키포인트**: 사람 포즈의 17개 주요 관절 좌표
 - **Service Worker**: 브라우저 백그라운드 스크립트, 오프라인 기능 제공
 - **S2B**: School-to-Business, 학교 전자조달 시스템
 - **PIPA**: Personal Information Protection Act, 개인정보보호법
 - **CUD**: Color Universal Design, 색각 이상자를 포함한 모든 사용자가 정보를 동등하게 인지할 수 있도록 하는 설계 원칙
 - **WCAG**: Web Content Accessibility Guidelines, 웹 콘텐츠 접근성 지침
-