

AI *Deadlift* Coach

全方位即時硬舉姿勢分析與訓練系統

Cloud Computing Final Project



議程 (Agenda)



專案演進: MVP 與 最終成品的差異



核心問題: 為什麼我們需要這個系統?



系統架構: 混合式 AI 引擎設計



核心技術: 醫學級演算法與機器學習



功能展示: 訓練追蹤與遊戲化



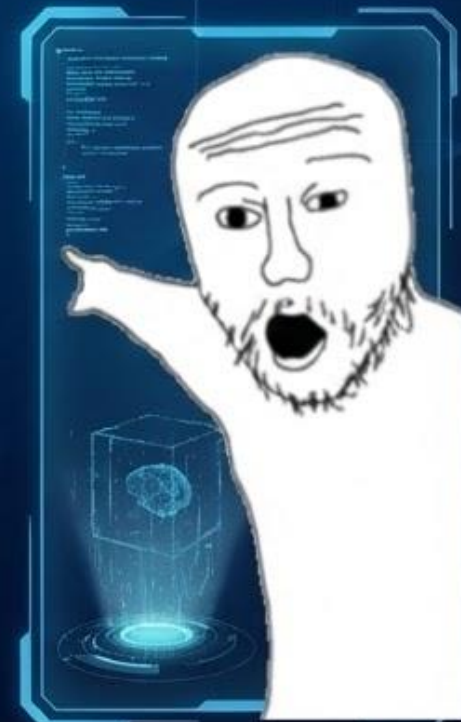
Live Demo: 系統實際操作



雲端部署: Render 與 Docker 架構



未來展望: 下一步計畫



專案演進：從 MVP 到完整產品

產品迭代與功能升級

期中 MVP (Midterm)

Draft / Prototype

 **分析核心：**基礎規則 (Rule-based)

 **分析模式：**單一即時模式

 **互動回饋：**簡單 Canvas 繪圖

 **功能深度：**單次動作分析

 **部署環境：**本地 Docker Compose



期末完整版 (Final)

Final Product / Advanced

 **分析核心：**混合智能 (規則 + ML Random Forest)

 **分析模式：**3 種模式 (即時 / AI / 混合)

 **互動回饋：**語音教練、音效、多層級視覺警告

 **功能深度：**訓練歷史、組數追蹤、遊戲化成就

 **部署環境：**Render 雲端自動化部署 CI/CD



100%

核心問題與動機



高風險傷害

硬舉動作若出現圓背或過早伸髖，極易造成不可逆的脊椎傷害。自我訓練難以察覺細微錯誤。



缺乏即時性

傳統錄影回放無法提供「當下」的修正建議。我們需要毫秒級的延遲回饋。



專案目標

打造低成本、醫學級精準度的 AI 私人教練。

“Why should we hire you?”
me :



系統架構: 混合式 AI 引擎

數據流: Webcam →  → Frontend (MediaPipe) →  → JSON Landmarks →  → Backend (ML Inference) →  → Frontend (Feedback)



Frontend (React 19)

- 負責即時影像擷取、MediaPipe 骨架追蹤、規則運算 (Rule Engine) 與使用介面渲染。



Backend (FastAPI)

- 處理複雜運算、ML 模型推論 (Random Forest)、以及 Session 狀態管理。



Deployment

- Docker 容器化架構，部署於 Render PaaS，實現自動化 CI/CD 流程。



創新功能: 三種分析模式



1. 即時模式 (Real-time)

純前端計算，零 API 延遲。
利用幾何規則引擎進行脊椎
曲率與角度分析。適合網路
不穩環境。



2. AI 模式 (ML)

純後端計算。將 30 幀動作序
列送入 Random Forest 模
型，識別 9 種複雜錯誤標籤
(如：槓鈴離身太遠)。



3. 混合模式 (Hybrid Mode) - 推薦

結合兩者優勢：以即時規則
引擎為優先回饋，後端 ML
模型進行輔助確認，達到速
度與精準度的完美平衡。

技術細節：醫學級演算法

1. 脊椎曲率計算 (Spine Curvature)



- 不同於傳統的肩臀連線，我們計算上下段脊椎向量的夾角：

```
curvature = arccos(dot(upper_spine, lower_spine))
```

- 有效區分「正確的髖紋鏈前傾」與「危險的圓背」。



2. Random Forest ML 模型



特徵提取：30 幀滑動視窗（Sliding Window），包含角度、向量與統計特徵。



實作方式：集成多棵決策樹學習硬舉動作中不同錯誤姿勢的非線性關係



識別標籤：圓背、髖提早上升、鎖膝過早等 9 種錯誤。



使用者體驗：訓練追蹤與遊戲化



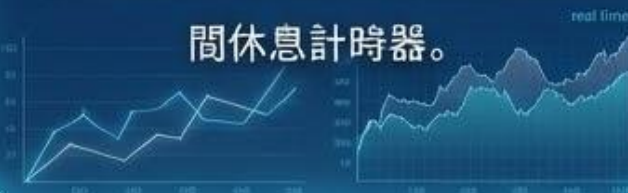
語音教練

使用 Web Speech API 進行即時中文語音提示：「注意背部打直」、「膝蓋不要內夾」，減少使用者看螢幕的負擔。



量化數據

即時計算 Reps、組數 (Sets)、以及每次動作的 0-100 分評分。提供組間休息計時器。



成就系統

透過 LocalStorage 記錄生涯數據，解鎖「初學者」、「訓練狂人」等徽章，提升訓練黏著度。



資料流程 (Data Flow)



1. Capture

Webcam 擷取影像，每 33ms 進行一次前端運算。



2. Process

前端計算脊椎角度；同時每 30 幀打包數據送往後端。



3. Inference

後端 RF 模型分析序列特徵，回傳 9 種姿勢標籤。



4. Feedback

UI 融合兩者結果，觸發視覺警告與語音提示。



```
class DeadliftFeatureExtractor:
    def __init__(self):
        self.pose = np.zeros((1, 3))
        self.static_img_mode = False
        self.model_complexity = 2
        self.min_detection_confidence = 0.3
        self.min_tracking_confidence = 0.1

    # 計算三點角度
    def dist(self, a, b):
        return np.sqrt((a[0]-b[0])**2 + (a[1]-b[1])**2)

    # 計算三點角度
    def calculate_angle(self, a, b, c):
        a, b, c = np.array(a), np.array(b), np.array(c)
        ba, bc = a - b, c - b
        cos_angle = np.dot(ba, bc) / ((np.linalg.norm(ba) * np.linalg.norm(bc)) + 1e-7)
        return np.degrees(np.arccos(np.clip(cos_angle, -1.0, 1.0)))

    def get_landmarks(self, results):
        if not results.pose_landmarks:
            return None
        lm = results.pose_landmarks.landmark
        return {
            'left_ear': [lm[7].x, lm[7].y],
            'left_shoulder': [lm[11].x, lm[11].y],
            'right_shoulder': [lm[12].x, lm[12].y],
            'left_hip': [lm[23].x, lm[23].y],
            'right_hip': [lm[24].x, lm[24].y],
            'left_knee': [lm[25].x, lm[25].y],
            'right_knee': [lm[26].x, lm[26].y],
            'left_ankle': [lm[27].x, lm[27].y],
            'right_ankle': [lm[28].x, lm[28].y],
            'left_wrist': [lm[15].x, lm[15].y],
            'right_wrist': [lm[16].x, lm[16].y]
        }
```

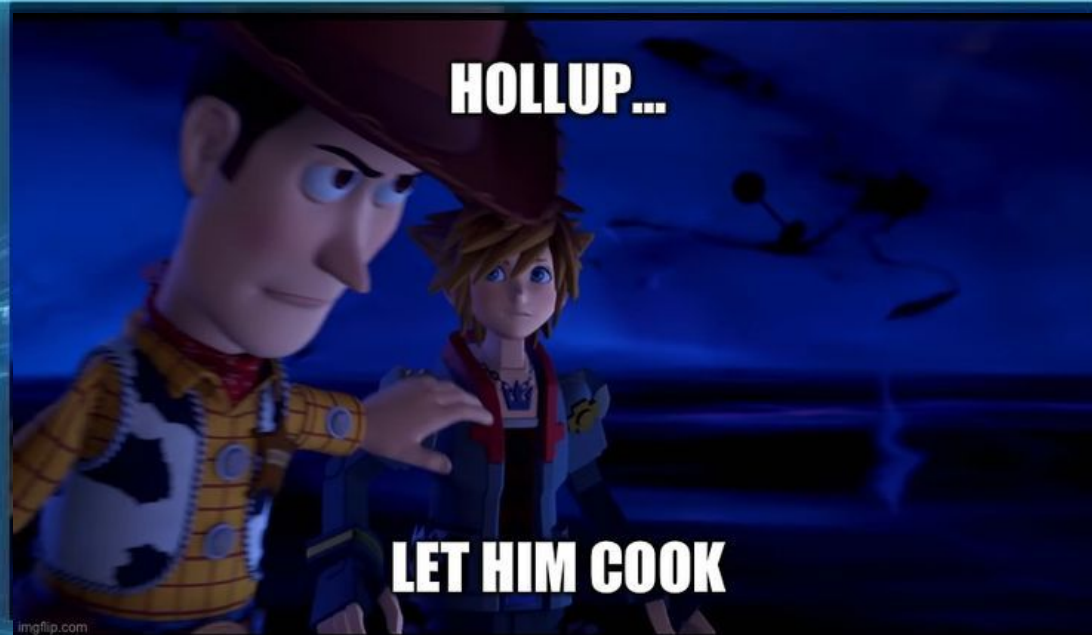


雲端部署架構



Live Demo

展示即時分析、語音提示與成就解鎖功能



總結與未來展望

專案成果

我們成功從一個簡單的規則系統，
進化為包含 ML 預測、
語音互動與遊戲化元素的完整產品。

驗證了「混合式 AI」
在運動科技的可行性。



未來展望



多角度分析：
支援側面與正面同時分析。



社群功能：
好友排行榜與訓練菜單分享。



邊緣計算：
將 ML 模型轉為 TensorFlow.js，
實現完全離線執行。