

SmartRacket Coach

智能球拍教練系統

從訓練痛點到智能突破 | Samsung 競賽專案版



邊緣AI



低成本IMU



混合運算(邊緣+移動)



離線實時



我的起點: VTC學生 × 10年兵 乒乓球手

作為VTC青年學院人工智能與機械人課程的二年級學生，我選擇「人機協作」這條路，不是為了創造下一個酷炫的科技產品，而是希望讓科技成為我靜靜練習時的夥伴。

練習乒乓球**超過10年**，我深深體會到沒有即時數據反饋的困境。每次揮拍後，總是「**不知道哪裡出了問題**」——是揮拍太急？角度偏差？還是身體沒有轉開？

痛点觸發：當教練要求我記錄每次正手攻擊的速度和角度時，我發現手機AI難以自動分析，分秒之間的落差讓我錯過了**自我修正的最佳時機**。



VTC青年學院學生

人工智能與機械人課程 | 二年級

10+

乒乓球年資

2

校隊年資

3+

創客項目

學生階段 (2023-現在)

VTC青年學院人工智能專業，專注研究穿戴式運動輔助裝置

球員階段 (2013-現在)

校隊成員，參與多次學界比賽，深感數據化訓練缺乏

創客階段 (2024-現在)

開發SmartRacket Coach，融合運動與科技，解決訓練難題

訓練核心痛點: 5大困境

乒乓球訓練中，我們經常面臨這些挑戰，導致技術提升緩慢且難以突破瓶頸，這也是SmartRacket Coach誕生的原因。



缺少即時量化反饋

球員無法獲得揮拍角度、速度、力度等量化數據，僅靠感覺和教練主觀指導。



視頻複盤費時

耗費大量時間查找關鍵片段，難以精確定位問題所在，分析效率低下。



教練難以全程陪練

教練資源有限，無法為每位球員提供持續性的一對一指導和即時修正。



技術提升曲線平緩

進步緩慢且難以量化，缺乏數據支持的漸進式改進方法，容易陷入瓶頸。



動作-結果缺乏即時因果關聯

在動作執行與結果之間有時間差，錯過了最佳學習時機，肌肉記憶已固化錯誤動作。



缺少量化反饋



視頻複盤費時



教練陪練有限



進步曲線平緩

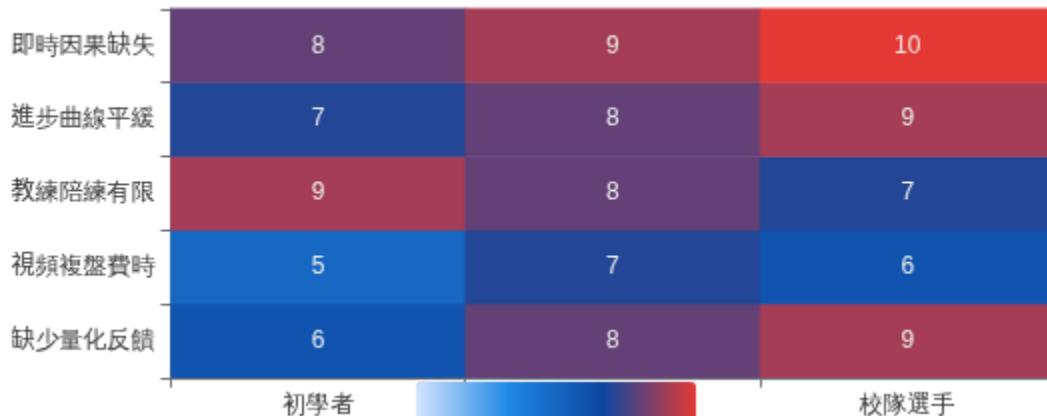


即時因果缺失



解決方案?

痛點影響力熱度圖



靈感時刻：讓球拍『說話』

每次揮拍後，我總是在思考：為什麼打了**十年球**，進步還是那麼慢？最大的瓶頸其實不在於動作有多複雜，而在於**即時反饋的缺失**。

「想象一下——我擊出一個不穩定的正手攻，球網邊擦過，教練看著無奈搖頭，說了句『再來一次』。但我根本不知道剛才**哪個環節出了問題**。」

即使拿著手機**一幀一幀地看**，仍然難以精確定位問題所在。而當教練提出建議時，常常已經過了**最佳學習時機**——肌肉記憶已經固化了錯誤動作。

💡 **關鍵洞察：**真正缺少的，是**動作與結果之間的即時因果關聯**。那一刻，我意識到：**為什麼不能讓球拍「說話」呢**？讓它直接測量每一次揮拍的力度、角度、速度，然後**立即**告訴我——這一球是否達到了標準？



設計目標與人機協作理念

SmartRacket Coach 的設計目標是打造一款真正有用的人機協作訓練輔助工具，以解決業餘與校隊球員的訓練痛點，同時堅持「**輔助而非替代**」的核心理念。

⌚ 目標一：24/7 實時回饋與個性化建議

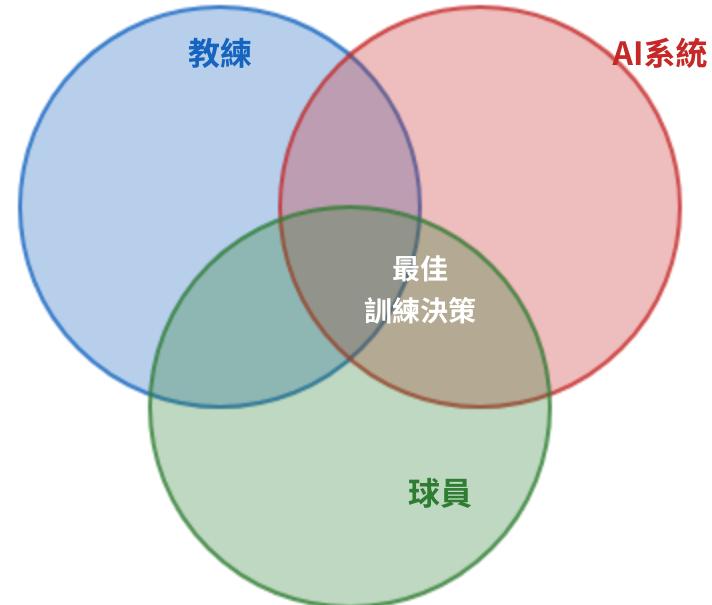
提供即時數據分析與量化反饋，讓每一次揮拍都能得到立即評價，不再錯過最佳修正時機。根據球員水平與風格，生成個性化訓練建議。

〽 目標二：降低學習曲線，提升訓練效率

透過數據可視化與量化分析，縮短技能掌握時間，讓訓練更有針對性，減少無效練習，加速形成穩定肌肉記憶。

🤝 目標三：成為球員與教練的智能助手

不是替代教練，而是提供客觀數據輔助，成為24/7的訓練夥伴。教練制定策略，系統提供數據，球員執行訓練，形成協作閉環。



人機協作模型：當教練專業、AI數據分析與球員反饋
三者結合，創造最有效的訓練環境

MVP抉擇: 為何選擇球拍傳感器

混合計算架構帶來最佳實用性、可達性與隱私安全

■ 設計決策樹與思考流程

初始需求分析

尋找可量化乒乓球揮拍動作的技術方案

方案評估階段

評估三種方案的適用性、成本效益與環境依賴

核心價值觀確認

重點考量：實用性、可達性、隱私安全、可負擔性

球拍傳感器 + 混合計算架構

邊緣端ESP32負責數據採集與傳輸，移動端Android負責ML計算與推論

執行效益

離線環境下提供實時反饋、低隱私風險、低環境依賴、適中成本

低延遲反饋

優化BLE通信協議，實現 $<50\text{ms}$ 延遲，使動作與反饋形成即時閉環

穩定性與可靠度

摒棄視覺環境依賴，直接從源頭測量，避免背景干擾

隱私優先

無需視頻捕捉，僅收集動作參數，保護用戶隱私

無雲依賴

模型運行在移動端，無需互聯網連接，全程離線操作

可擴展性

架構支持輕松拓展至其他球拍運動，更換感測器定位與算法即可

三層混合計算架構

以混合式邊緣計算模式實現最佳資源利用與離線操作能力



嵌入式端

負責IMU數據採集與低延遲藍牙傳輸，安裝於球拍把手末端

ESP32-C3 Mini

MPU-6050 6軸

BLE 5.0

200Hz採樣

15小時續航



移動端

負責ML模型運行與推論、視覺化反饋，為三星生態系優化

Android原生

輕量決策樹(50KB)

實時視覺化

<50ms延遲

85%準確率



可選雲端

提供長期數據存儲、高級分析與教練協作功能（非必要）

歷史數據

教練協作

趨勢分析

團隊共享

加密保護



高頻率數據採集

200Hz採樣頻率，捕捉毫秒級動作細節與角速度變化



智能電源管理

靜置自動休眠，動作喚醒，實現長達15小時訓練續航



完全離線運行

ML模型存儲於移動端，無需網絡連接也能完整運作



低延遲反饋

從動作到反饋不超過50ms，實現即時修正與學習



隱私優先設計

默認數據本地處理，僅在用戶同意下才同步雲端

人機協作定位：輔助而非取代

我們的理念是創造**人類與AI的互補關係**，讓SmartRacket Coach成為教練團隊的數據助手，而非取代人類教練的經驗與判斷。

AI 角色

- **數據收集:** 實時監測每次揮拍的角速度、加速度等參數
- **模式識別:** 辨別動作類型，評估技術品質與一致性
- **進步追蹤:** 記錄長期趨勢，識別成長點與瓶頸

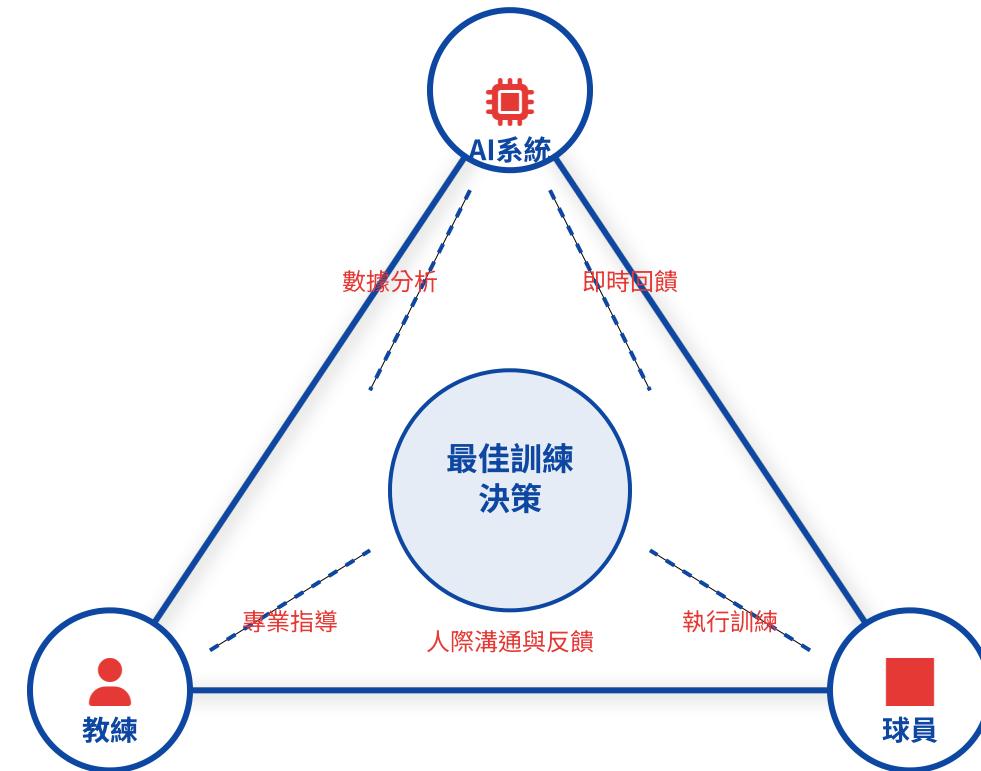
教練角色

- **策略制定:** 根據量化數據提供戰術建議與個性化訓練計劃
- **技術指導:** 專業經驗與人文關懷提供AI無法替代的指導
- **心理輔導:** 調整選手心態，激發潛能與競技表現

球員角色

- **執行訓練:** 根據數據與教練建議調整技術動作
- **提供反饋:** 分享主觀感受，協助系統優化算法與建議
- **自主學習:** 利用即時數據加速形成正確肌肉記憶

💡 **核心理念：**技術的最高價值，不在於取代人類，而在於**放大人潛能**，讓每一位球員都能獲得專業級訓練體驗。



24/7
訓練夥伴

硬體演進: Micro:bit → ESP32

從原型驗證到穩定系統的硬體升級旅程



2023年9月

初期概念驗證

使用Micro:bit作為MVP原型，搭配MIT App Inventor建立基本通訊與數據流。

失敗點 學習

採樣頻率	50 Hz
藍牙版本	4.0 BLE
數據延遲	>200 ms
主要挑戰	算力不足



2023年11月

結構測試階段

球拍握把開孔測試，探索最佳的感測器安裝位置與固定方式，確保平衡性與手感。

失敗點 學習

開孔位置	握把後端中心
重量增加	30克
加工方式	CNC鑽孔
主要挑戰	尺寸卡死/零件斷裂



2024年1月

Arduino開發

使用Arduino IDE直接編程，改善通信穩定性，優化數據流，實現基本動作分類。

突破 學習

開發環境	Arduino IDE
通訊協議	BLE GATT
存儲容量	16 KB
準確率	~60%



2024年3月

ESP32 Mini升級

升級到Seeed Studio XIAO ESP32-C3 Mini，大幅提升算力、採樣率與續航，降低數據延遲。

突破 里程碑

採樣頻率	200 Hz
處理速度	10倍提升
續航時間	15小時
數據延遲	<50 ms

傳感器配置詳解

精心挑選的硬體規格，實現高精度動作捕捉與低功耗運作

主控處理器

Seeed Studio XIAO ESP32-C3 Mini

處理器型號 ESP32-C3 RISC-V 單核 32 位元

時脈頻率 **160 MHz** (原型 Micro:bit 僅 16 MHz)

記憶體(RAM) **400 KB** SRAM (原型 16 KB)

儲存容量 4 MB 閃存 (原型 256 KB)



IMU 傳感器

MPU-6050 六軸慣性測量單元

感測器類型 3 軸加速度計 + 3 軸陀螺儀

採樣頻率 **200 Hz** (原型僅 50 Hz)

加速度範圍 $\pm 2g / \pm 4g / \pm 8g / \pm 16g$ 可配置

陀螺儀範圍 $\pm 250 / \pm 500 / \pm 1000 / \pm 2000 {}^\circ/s$ 可配置

物理規格與特性

尺寸 $35 \times 25 \times 12 \text{ mm}$ (嵌入球拍握把)

重量 18 - 25 克 (根據電池選項不同)

電源 紐扣電池 (CR2032/CR2450)

續航時間 **15 小時** 主動訓練模式

待機時間 3 - 4 個月 (智能睡眠)

關鍵優勢：

⚡ 高採樣率 200Hz

⌚ 15小時續航

👜 輕量級 <25g

⌚ 低延遲 <50ms

通訊系統

BLE 5.0 無線通訊

藍牙版本 **BLE 5.0** (原型使用 BLE 4.0)

傳輸延遲 <50 ms (原型 >200 ms)

通信協議 GATT 服務，支持多客戶端連接

通信範圍 ~10 公尺 (室內環境)

電源管理與續航策略

智能電源管理系統實現長效續航與低功耗運作

能耗模式智能切換流程

🏃 主動訓練模式

持續數據採集與傳輸，完整功能開啟，BLE保持連接，陀螺儀高頻取樣

靜止 3 分鐘，無動作檢測

🌙 智能睡眠模式

陀螺儀降頻採樣，BLE間歇連接，CPU降頻，非核心功能關閉

靜止超過 30 分鐘

⚡ 深度睡眠模式

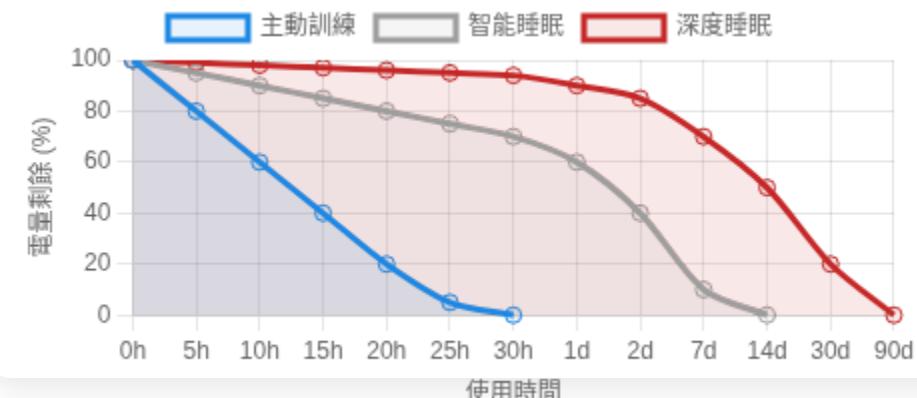
僅保留加速度計低頻檢測，BLE斷開，CPU休眠，最小功耗運作

檢測到動作或手動喚醒

⚡ 快速喚醒模式

< 500ms 內喚醒所有系統，快速恢復連接與數據流，無感知切換

不同模式電量消耗曲線



紐扣電池供電

採用標準 CR2032 3V 紐扣電池，易於更換，普遍可得，成本低廉

長效續航

主動訓練模式：15小時連續使用
待機模式：3-4個月超長待機

未來升級方案

超級電容 + 無線充電方案，支持快速充電與環保能源利用

設計挑戰與解決方案

每個硬體突破背後，都有一系列經過反覆測試的工程解決方案

巫 挑戰 1：舒適性與球拍平衡

！問題

感測器安裝會影響球拍的重心分布與握持手感，可能干擾揮拍的自然度與穩定性。

！解決方案

在球拍握把下方靠近手腕處安裝，同時保持重心平衡，又能捕捉最大旋轉角速度。

挑戰 2：位置敏感性

！問題

安裝位置的微小偏差會導致數據採集誤差，影響動作識別準確性與訓練評估。

！解決方案

開發標準化安裝指引與位置校準程序，允許用戶微調安裝位置以達最佳效果。

挑戰 3：動作類型覆蓋

！問題

目前主要識別正手攻、反手推、發球等基本動作，對於削球、吊球等複雜技術辨識度有限。

！解決方案

擴增訓練數據集、提升特徵提取能力，規劃導入TensorFlow Lite輕量CNN增強複雜技術識別。



識別問題



方案測試



迭代優化



解決方案

通信協議: BLE 5.0 GATT

低延遲、穩定可靠的藍牙低功耗通信架構，支持即時數據傳輸與處理

➡ GATT服務與特徵值流程



低延遲數據傳輸

端到端延遲控制在<50ms，確保動作與反饋形成緊密閉環，實現真正的即時感

多客戶端連接

支持教練手機與學員手機同時連接，實現即時共享訓練數據與協同指導

續航優化設計

採用BLE連接參數優化與通知機制，而非持續輪詢，大幅降低電池消耗

穩定連接能力

抗干擾設計，即使在多人使用的體育館環境，也能維持穩定的數據傳輸

安全傳輸保障

實現配對加密與身份驗證，確保運動數據不被未授權設備攔截或竄改

ML模型設計與特徵工程

我們採用**輕量決策樹模型**(約50KB),專為移動端離線推論優化,確保在無需雲端連接的情況下提供即時反饋。

特徵工程是整個ML系統的核心,我們從IMU原始數據中提取8個關鍵參數,實現高效精準的動作分類。

■ 移動端優先: 完全在手機本地運算,無需網絡連接,保護用戶隱私並確保任何場景均可使用

峰值角速度

線加速度

動作時長

加速度一致性

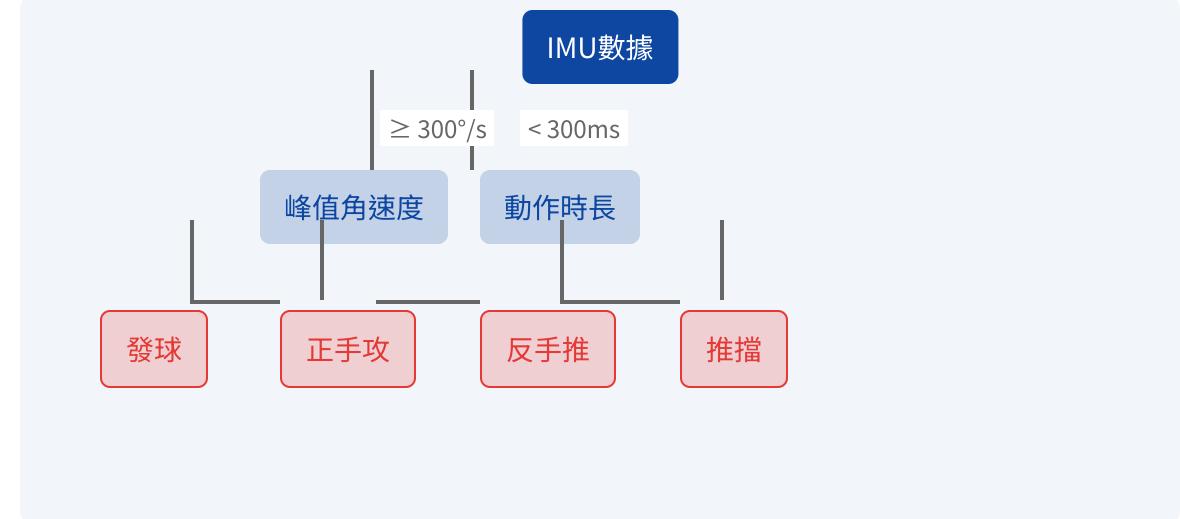
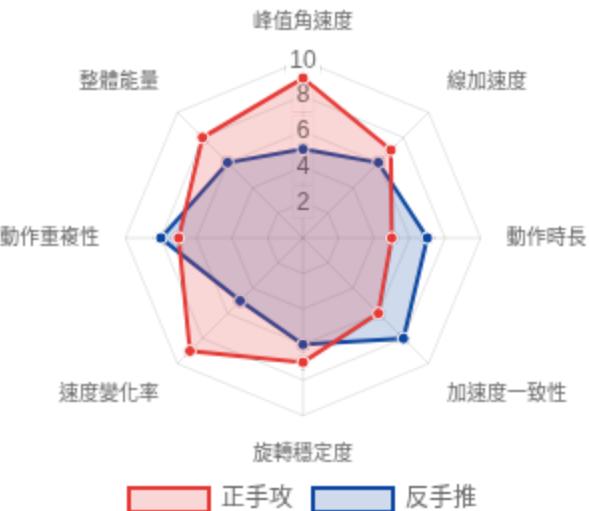
旋轉穩定度

速度變化率

動作重複性

整體能量指標

動作特徵分布雷達圖



Android 原生應用(為Samsung優化)

透過簡潔直覺的界面，提供即時數據分析與動作反饋



主頁面

訓練頁面

統計頁面

三星 One UI 優化

即時數據視覺化

將複雜的動作數據轉化為直觀易懂的視覺回饋，包含動作質量評分、角度指標與運動學參數，使用戶能一目了然掌握表現。

- 1-10分評分系統
- 實時更新
- 優化渲染性能

技術分析

語音與文字反饋

動作分佈

根據動作分析結果，提供針對性的語音提示與文字建議，幫助用戶即時調整技術動作，優化訓練效果。

- 多語言支持
- 聽覺+視覺雙通道

訓練日誌與統計分析

自動記錄每次訓練數據，包括動作類型、次數、質量評分等，生成全面的統計報表與進步曲線，幫助用戶追蹤長期發展。

- 在地SQLite
- 圖表可視化
- CSV導出

Galaxy Watch整合

與Samsung Galaxy Watch深度整合，同步心率、步數、卡路里等生理數據，結合動作分析，提供全方位的訓練評估與健康監測。

- 穿戴API
- 低功耗同步
- 健康數據平台

即時反饋系統: 分類+評分+日誌

智能識別動作類型，即時評分回饋，全面記錄與追蹤訓練歷程



智能動作分類

基於陀螺儀與加速度數據,準確識別發球、正手攻、反手推、推擋等不同動作類型,分類準確率達85%以上,能精準分析動作特徵。

● 6軸特徵識別 ● 即時推理 ● 85%+準確率

訓練日誌

7天進步趨勢 正手攻
根據多項關鍵參數綜合評估每次動作質量,包括峰值角速度、線加速度、旋轉穩定度等,分數越高代表動作越接近專業水平。

多維度評估 ● 專業基準對比 ● 視覺化評分

自動記錄與趨勢分析

系統自動記錄每次訓練的動作分布、評分結果與技術參數,生成個人進步曲線與趨勢圖表,讓用戶清晰看到長期技術發展軌跡。

● 7日追蹤 ● 數據持久化 ● CSV導出

個性化校準與閾值

考慮不同用戶的身體特徵與技術水平,提供個性化校準功能,適應不同年齡段與技術級別的球員,使評分系統更加公平與準確。

● 用戶配置文件 ● 多級別標準 ● 動態閾值

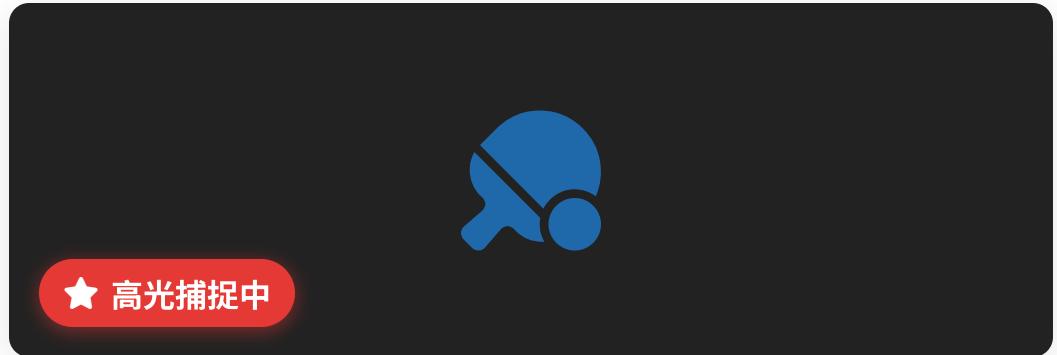
高光一刻功能概念與靈感

運動員在訓練過程中，常常希望捕捉那些**精彩時刻**，但傳統錄影方式帶來了巨大的時間負擔。SmartRacket Coach的「高光一刻」功能，讓珍貴瞬間不再錯過。

我們的**自動循環錄制**技術，受到**NVIDIA Instant Replay**的啟發，將最近幾分鐘的訓練內容保存在臨時記憶體中，只需**一鍵觸發**，即可永久保存精彩片段。

痛点分析：訓練視頻動輒幾十分鐘，要找出一個「神操作」時刻，通常需要**手動剪輯數小時**。大多數球員因此放棄影片分析，錯過寶貴的視覺反饋機會。

解決方案：實時循環錄製 + 一鍵保存 = **節省95%編輯時間**。球員只需在完成精彩動作後點擊按鈕，系統自動保存前30秒至後10秒內容，無需事後剪輯。



自動識別精彩瞬間，一鍵永久保存

一鍵保存

傳統剪輯

2-3小時

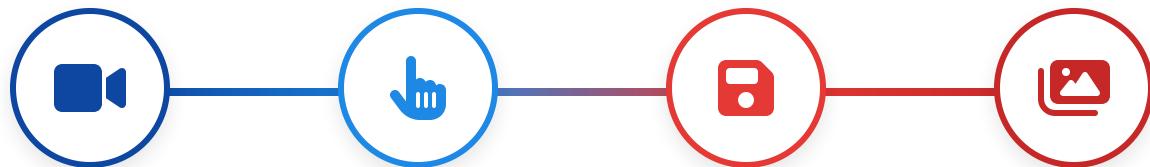
高光一刻

2-3秒

高光一刻: 技術實現

自動捕捉最精彩的訓練瞬間，一鍵保存，省時高效

高光時刻捕捉流程



循環錄製

持續緩存最近3分鐘訓練畫面

觸發保存

物理按鈕或App遙控觸發

快速保存

2-3秒內完成處理

相簿存儲

直接添加到訓練相簿

視頻規格

720p高清 / 30fps流暢幀率

緩衝容量

3分鐘循環，約150-300MB內存佔用

觸發方式

拍柄物理按鈕（即時）/ App遙控（遠程操作）

覆蓋延遲

觸發至保存執行 < 100ms，確保精準捕捉

極速響應

觸發至執行延遲低於100ms，確保捕捉到精確時刻

智能內存管理

僅保存循環緩衝最近3分鐘，節省90%存儲空間

雙重觸發方式

拍柄實體按鈕 + 手機App遙控，靈活應對各種情境

快速保存

2-3秒內完成處理，即時回看精彩片段

時間節省

無需剪輯處理，相較傳統視頻剪輯節省95%時間

Galaxy Watch整合: 生理數據×訓練

結合手錶生理監測與球拍動作數據，提供全面訓練分析與健康管理



生理數據整合

通過藍牙連接同步手錶與球拍數據，實時監測心率、步數和卡路里消耗，為訓練提供全面的生理參數支持。



心率區間

有氧/無氧訓練區分



運動量

步數與位移監測



能量消耗

卡路里精確計算



智能疲勞分析

結合心率變化、擊球質量和訓練時長，精確分析疲勞程度，及時提供休息建議，避免過度訓練與運動傷害。



疲勞指數

1-10級評估



即時提醒

振動+聲音通知



訓練強度管理

基於個人體能狀態自動調整訓練強度區間，提供個性化訓練建議，確保訓練效果最大化同時保障健康安全。



5區間

精確強度控制



恢復跟蹤

最佳訓練時機



Samsung Health整合

與Samsung Health平台無縫連接，將訓練數據納入整體健康管理系統，支持長期健康追蹤與數據導出分享功能。

用戶分層體驗: 業餘 vs 校隊

針對不同用戶群體的差異化功能設計,提供客製化訓練體驗

業餘愛好者

注重樂趣與進步感,尋求簡單有效的訓練方式



週末球友

每週練習1-2次,期望穩步提升

- ✓ 注重趣味性和即時回饋
- ✓ 需要簡化的操作流程
- ✓ 希望看到明確的進步
- ✓ 對數據細節要求不高

校隊選手

追求精確分析與技術突破,需要全面的訓練數據



競技選手

每週練習4-5次,專注技術精進

- ✓ 注重精確性和深度分析
- ✓ 需要與教練協同訓練
- ✓ 關注長期表現趨勢
- ✓ 期望更多技術細節展示

功能模塊

業餘愛好者

校隊選手



語音即時回饋
簡潔明瞭的動作建議



精確數據分析
動作參數詳細對比



遊戲化訓練目標
成就徽章與等級提升



技術指標達成計劃
競技表現提升曲線



簡化進度圖表
重點突出改進項



長期趨勢分析
多維數據對比



球友群組分享
成果社交分享



教練遠程協同
CSV數據導出與分析

回饋方式

目標設定

數據追蹤

協作模式

使用者影響: 數據驅動的訓練革命

教練端

- ✓ 數據化教學：匯出CSV檔案，實現數據驅動的訓練管理與分析
- ✓ 客觀評估：透過量化數據提升評價客觀性，減少主觀偏見
- ✓ 資源優化：精準定位學員弱點，制定個性化訓練計劃

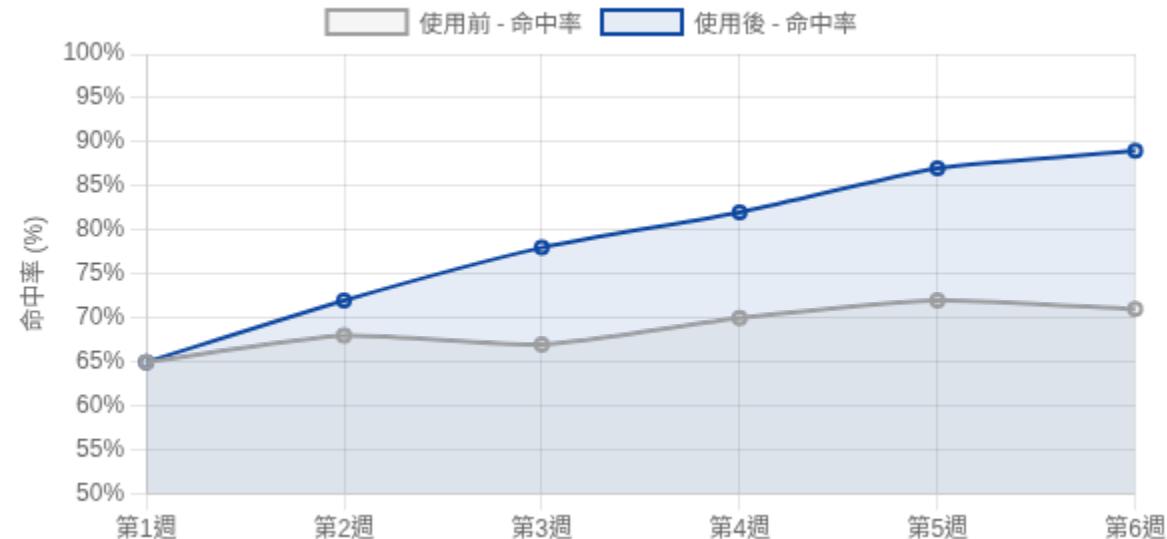
"以前我們只能靠眼睛和經驗，現在數據讓我能夠**同時輔導更多球員**，並給予更精準的指導。" — 校隊教練

球員端

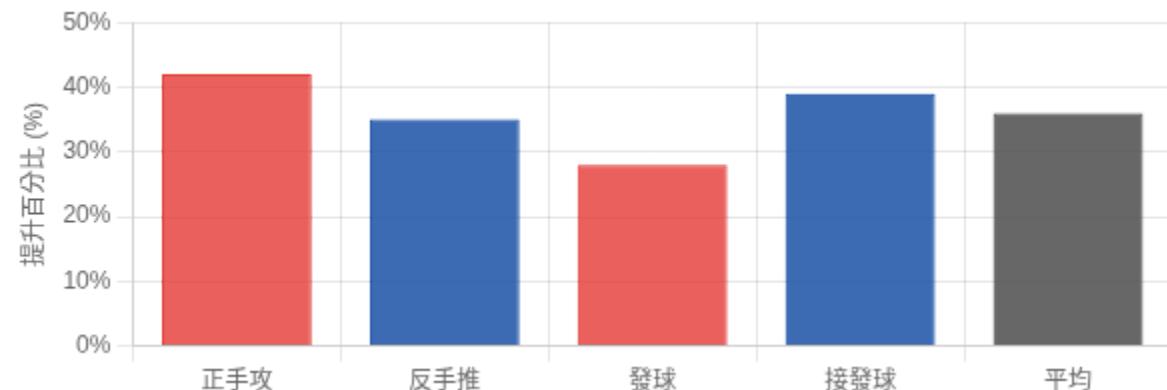
- ✓ 依據練習：每次揮拍都有量化數據支撐，形成穩定肌肉記憶
- ✓ 少走彎路：即時修正錯誤動作，縮短技能掌握時間
- ✓ 獨立成長：教練不在場時也能獲得專業級反饋

"從盲目練習到**數據指引**，我的學習曲線變得陡峭了很多。" — VTC學生球員

訓練成效對比



穩定性提升百分比



應用場景擴展：從球拍到更多

SmartRacket Coach的**低成本IMU + 混合運算**技術框架具有高度可遷移性，可擴展至多種運動與健康應用場景。

其他球拍運動

網球、羽毛球、壁球等球拍運動，僅需調整安裝位置與重新訓練動作識別模型即可遷移應用。

康復醫療領域

追蹤上肢康復動作、量化中風患者康復進度、提供精確的訓練指導與評估數據。

體育教育應用

體校教學、技能標準化評估、學生訓練數據分析，幫助教師客觀評價學生運動技能。

個人健身助手

家庭訓練輔助、自主學習工具，為缺乏專業教練指導的用戶提供即時反饋。

視頻運動分析

結合高光一刻功能，適用於任何動作密集型運動的定量分析與精彩片段提取。

💡 **技術可遷移性：**我們的**邊緣計算架構**與**低成本IMU**解決方案，展示了如何用創新設計解決各類運動訓練問題。



技術發展路線圖

從硬體優化到生態擴展的逐步進化



2025年初 · Phase 2初期

硬體與感測器升級

提升IMU精度與優化電源管理，穩定傳感器數據採集，實現更長續航與更精確動作識別。

IMU升級 精度優化

陀螺儀精度
加速度計
採樣頻率
校準方法

提升2倍
16位元高精度
400Hz
自動溫度補償



2025年底 · Phase 2後期

無線充電與手錶整合

引入超級電容與無線充電技術，深度整合Galaxy Watch生態系統，實現全方位訓練數據融合分析。

無線充電 手錶整合

充電時間
Watch整合
體感融合
用戶介面

10分鐘→3小時
訓練負荷分析
多點肌電數據
One UI深度優化



2026年+ · Phase 3

多運動擴展與AI自動課程

擴展支援網球、羽毛球、高爾夫等多種球拍運動，導入自動課程生成AI，提供個性化訓練計劃。

多運動擴展 AI自動課程

運動類型
課程模型
數據生態
智能化程度

5+ 球拍運動
GPT-5 Fine-tuning
跨設備同步
教練級個性化

開源與共創計劃

100% 開源項目

社群驅動開發

MIT 授權

全球可訪問

我們相信**開源協作**是加速創新的最佳途徑。SmartRacket Coach 項目**完全開源**，旨在通過全球開發者社群的力量持續改進與擴展功能。

在 GitHub 上，我們提供了從**硬體到軟體**的全套開源資源，包括電路設計、機構文件、韌體代碼、機器學習模型和手機應用源碼。

我們邀請全球開發者參與貢獻，包括**功能拓展**、**其他運動適配**、**模型優化**和**硬體改進**，共同創建普惠全球運動愛好者的智能訓練生態。

◎ **開源目標**：建立**活躍的全球開發者社群**，加速功能迭代，降低入門門檻，讓更多人能參與智能運動裝備的開發與優化，實現**技術民主化**。

SmartRacket-Coach

硬體設計 (Hardware)

ESP32-C3 電路原理圖、PCB 設計文件、3D 打印支架模型

韌體代碼 (Firmware)

ESP32 陀螺儀數據採集、BLE 通信協議、電源管理

機器學習模型 (ML Model)

動作分類決策樹模型、特徵工程代碼、訓練數據集

Android 應用 (App)

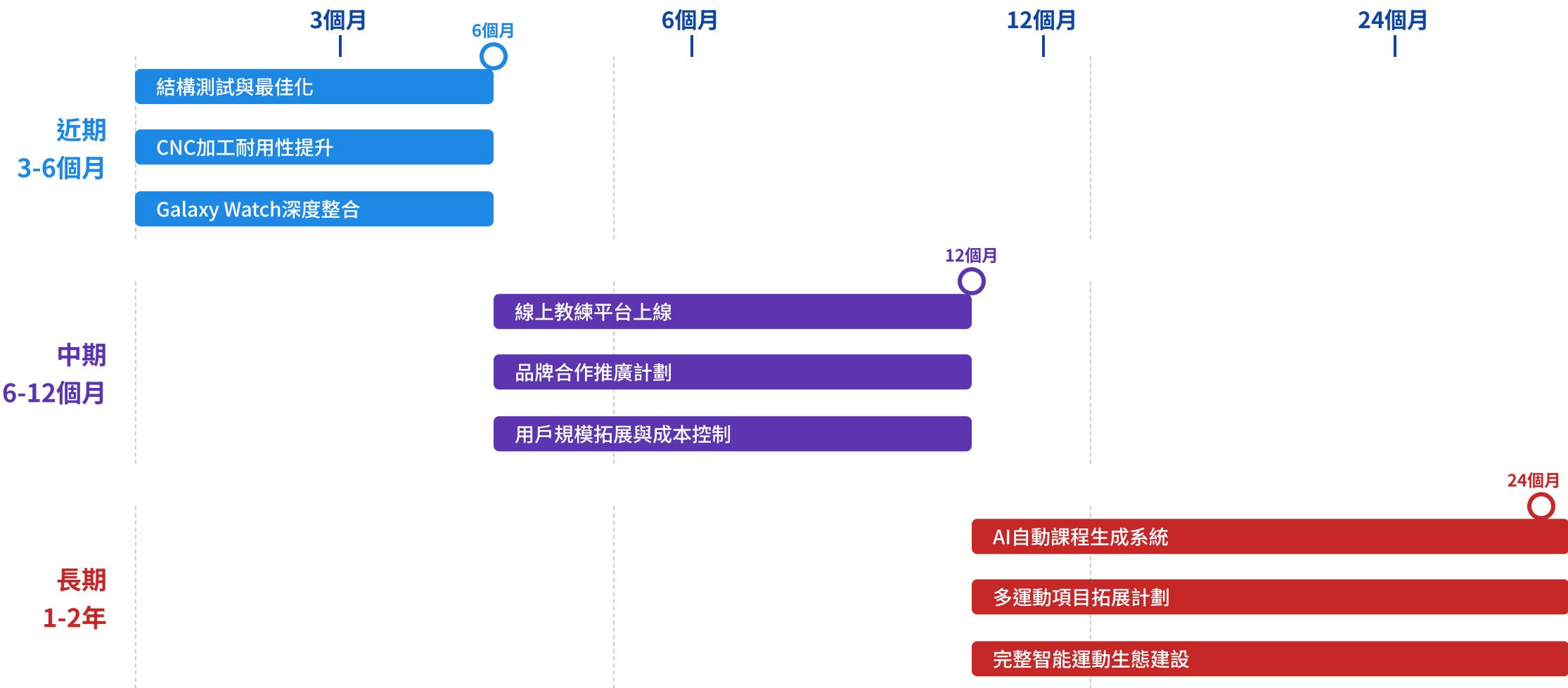
原生安卓代碼、UI 設計資源、Samsung 手錶整合模塊

文檔 (Documentation)

安裝指南、API 文檔、貢獻指南、案例研究

發展時間表: 3階段路線圖

從結構優化到生態系統建設的完整發展策略



近期目標 (3-6個月)

- 實作結構測試，達成CNC開孔的耐用性
- 無線充電方案POC與電池優化
- Galaxy Watch健康數據深度整合
- 傳感器精度與抗干擾能力優化

中期目標 (6-12個月)

- 線上教練協作平台開發與上線
- 與Samsung和運動品牌合作推廣
- 校隊與社區中心用戶拓展計劃
- 供應鏈優化與大批量成本控制

長期目標 (1-2年)

- AI個人化訓練課程自動生成
- 網球、羽毛球等多運動項目拓展
- 國際市場拓展與本地化策略
- 完整智能運動設備生態圈建設

核心創新回顧

SmartRacket Coach 的核心創新在於將**邊緣運算機器學習**與**低成本IMU感測器**結合，創造首個「混合計算（邊緣+移動）+低功耗藍牙」的乒乓球動作分類系統。

 **邊緣運算 + 低成本IMU**：突破性地將輕量級ML與低成本感測器結合，創造高性價比訓練輔助系統

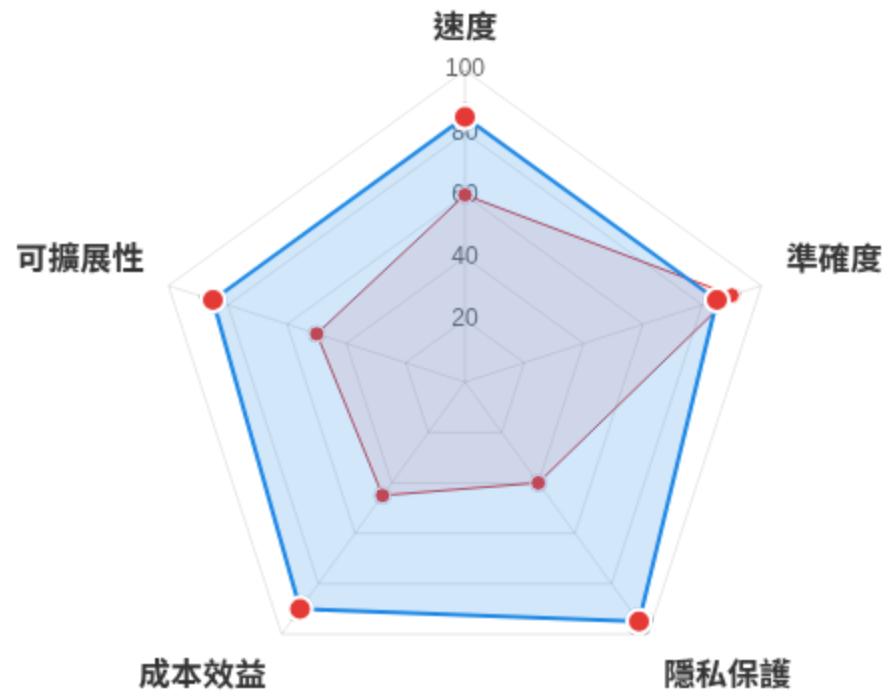
 **混合計算架構**：邊緣端負責數據採集，移動端負責ML推論，最佳平衡性能與成本

 **BLE低功耗傳輸**：精心優化的BLE 5.0 GATT服務，延遲<50ms，續航15小時

 **離線實時反饋**：無需雲端連接，即時提供動作分類、質量評分和訓練建議

 **隱私優先設計**：數據留存設備本地，用戶完全掌控個人訓練數據

SmartRacket Coach 價值主張輪盤



 SmartRacket Coach  傳統視覺系統

下一步行動: 從原型到小批量

專案正處於關鍵轉折點 — 從驗證原型邁向市場驗證階段。我們的行動計劃包含五個關鍵任務，確保技術成熟度與用戶體驗最佳化。

實現目標的核心策略是：**小規模、快速迭代、持續優化**。通過與實際用戶互動，我們能在真實場景中測試系統，不斷改進軟硬體整合效果。

- 1 小批量試產 (10-50套)**
針對校隊與球館進行小批量生產，建立初始用戶群，確認量產可行性
- 2 用戶反饋迭代**
收集實際使用者反饋，優化演算法、UI/UX設計及硬體穩定性
- 3 深化Galaxy Watch聯動**
增強Samsung生態整合，實現更多多維度訓練數據分析功能
- 4 成本優化與量產工藝**
探索大批量採購與製造流程優化，降低單套成本，提高生產效率
- 5 建設開源社群**
在GitHub發布設計文檔，吸引全球開發者參與優化和功能擴充

💡 **核心理念：**從**小規模試錯**到**迅速迭代**，讓產品在**實際使用場景**中逐步完善。
以**用戶體驗**為中心，而非技術驅動。

高優先級	中優先級	低優先級
CNC開孔結構測試 確保量產級別的耐用性與穩定性	供應鏈評估 確認ESP32和MPU-6050大批量供應可行性	包裝設計 符合Samsung生態風格的產品包裝設計
Beta測試用戶招募 從校隊與社區球館招募首批試用者	無線充電方案設計 探索內置式無線充電解決方案	替代IMU評估 調研更高精度、更低功耗的替代感測器
Galaxy Watch API 深度整合 實現生理數據與動作數據融合	開源文檔準備 整理硬體設計、韌體和機器學習模型文檔	多球拍兼容性測試 確認不同品牌球拍的安裝兼容性

願景宣言：讓優質訓練民主化

我們的願景

服務全球**3億**乒乓愛好者，以**人機協作**的理念，不是取代教練，而是放大每位球員的潛能。



讓**每一位愛好者**，無論經濟條件如何，都能擁有智能訓練助手

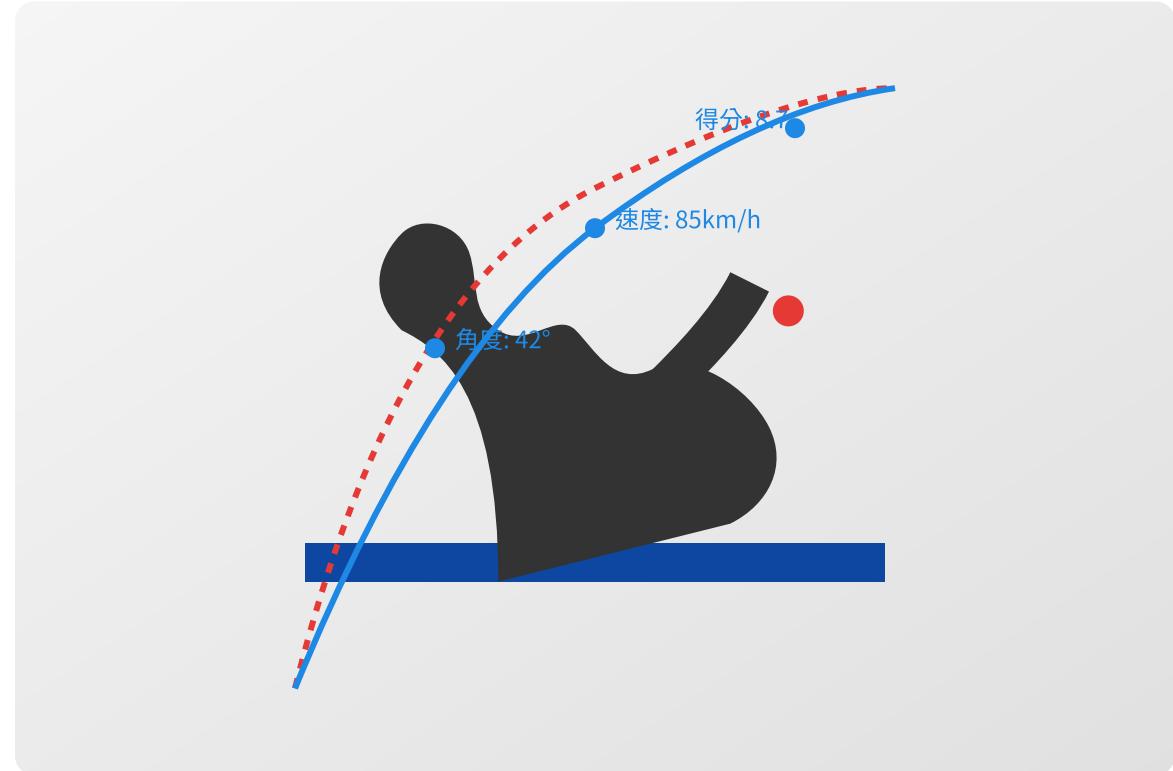


這不僅是一套硬體，更是對**人機協作**、公平教育獲取、開源共創的信念



技術的最高價值，是讓**優質訓練民主化**

讓每一次揮拍，都有數據相伴

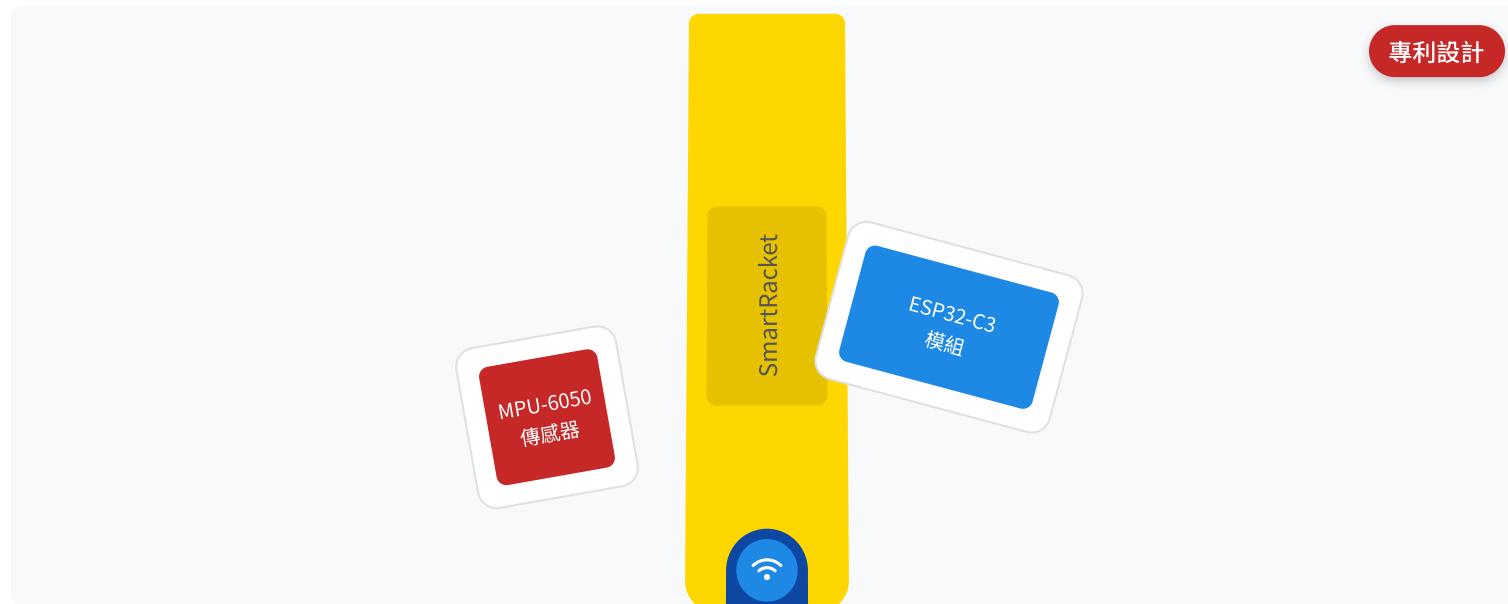


身為工程師，與其用科技取代人
不如用科技去放大「人的潛能」

產品實物與App界面集錦

SmartRacket Coach硬體實現與軟體界面展示

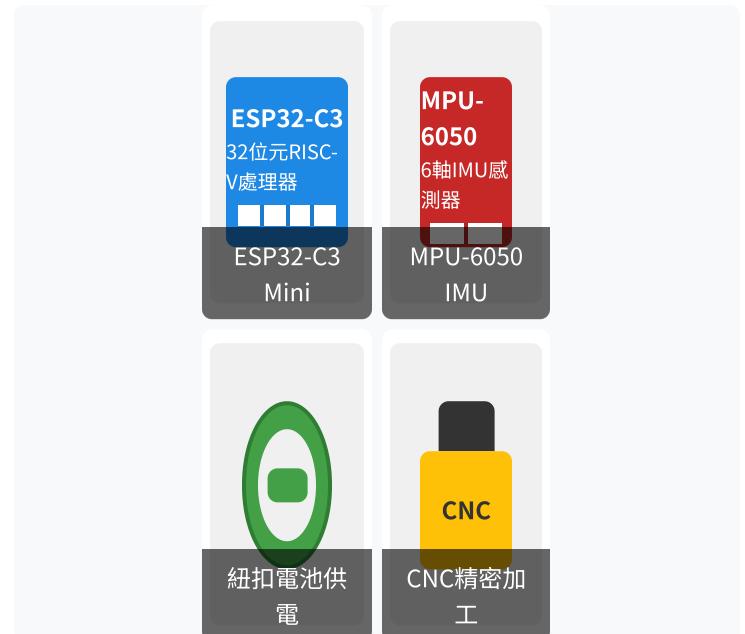
內嵌式模組安裝效果



球拍握把末端的中心通過CNC鑽孔，安裝ESP32-C3與MPU-6050模組，確保重心平衡與數據採集精準度。模組完全內嵌於握把，不影響揮拍手感。

- ✓ 不影響平衡
- ✓ 穩固安裝
- ✓ 防撞設計
- ✓ 可拆卸

硬體核心元件特寫



硬體核心由ESP32-C3處理器、MPU-6050 6軸感測器組成，通過精密CNC加工固定，紐扣電池供電，續航可達15小時。

Android App界面設計



Android原生應用為三星設備優化，包含訓練主頁(即時評分)、技術分析(動作分佈)、訓練歷史(進步曲線)與高光時刻(精彩片段)四大核心頁面。

- Android 11+
- 三星優化
- 數據視覺化
- 多語言

使用情境演示：訓練實拍

SmartRacket Coach 在實戰訓練中的應用流程與即時數據反饋

1 動作捕捉

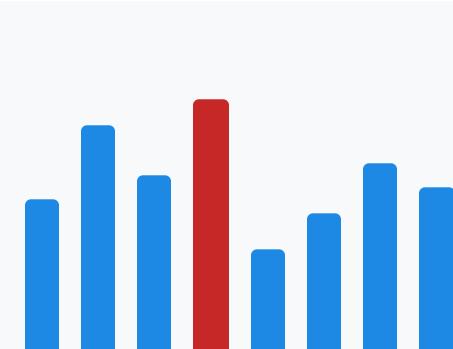
正手攻



IMU 傳感器實時捕捉乒乓球揮拍動作，包括正手攻、反手推、發球等多種基本動作類型，採樣頻率達 200Hz。

200Hz採樣 6軸數據 低功耗

2 數據分析



峰值角速度: 478°/s
線性加速度: 2.4 G
動作時長: 320 ms

邊緣 ML 模型分析傳感器數據，提取8項關鍵參數，精確識別動作類型並量化技術質量，實現<50ms低延遲響應。

輕量ML 8項指標 <50ms延遲

3 即時反饋

正手攻

7



AI 教練建議

「揮拍角度偏高5°，手腕力量適中但可更穩定。建議下一球略微下壓，保持相同擊球點。」

App 介面顯示即時評分、動作分類和技術建議，同步語音反饋確保球員不需低頭也能獲得指導。

10分制 語音反饋 App同步

4 動作修正

正手攻

9



角度修正: -5° 穩定性提升: +32% 一致性: 高

球員根據反饋調整技術，系統實時驗證修正效果。連續反饋形成閉環學習，加速肌肉記憶形成，技術穩定性顯著提升。

動作改進 閉環學習 穩定提升

致謝

這個項目的完成離不開眾多人的幫助與支持。在此特別感謝：

VTC青年學院 提供的學習環境、設備支持與技術指導，讓我都能够將創意付諸實踐。

指導教練 的耐心與專業建議，幫助我更深入理解乒乓球技術與訓練需求。

團隊夥伴 在概念驗證與測試階段的寶貴意見與協助。

Samsung競賽平台 提供的展示機會與資源支持。

“與其用科技取代人，不如放大人潛能。

SmartRacket Coach 設計理念



VTC青年學院

人工智能與機械人課程



乒乓球校隊

教練與隊員支持



團隊夥伴

概念驗證與測試協助



Samsung

技術與創新競賽平台

聯絡資訊與簽名

讓我們持續交流，共創未來

作者資訊

姓名

黃小明

學校

VTC青年學院

Email

xiaoming.huang@example.com

GitHub

github.com/smartracket-coach



發送郵件

開源項目



GitHub 開源專案
掃碼訪問

掃描上方QR碼訪問 SmartRacket Coach 開源項目

github.com/smartracket-coach

簽名

<div>