

題目：WearWise 穿搭智友

指導老師：杜玲均 資訊組

dlinda@gafe.cksh.tp.edu.tw 聯絡電話：0927872688

學生：陳弈溥、陳宥均、許博軒、梁桓碩

系別：普通科

學校：臺北市立成功高級中學

vito717717@gmail.com, youjunmsg@gmail.com, 11331395@gafe.cksh.tp.edu.tw,
11331375@gafe.cksh.tp.edu.tw

摘要

技術簡介：

WearWise 是一款結合「端側初判＋雲端語意推理」的智慧穿搭應用系統。其核心架構融合 Google Teachable Machine 訓練的輕量級影像辨識模型與大型語言模型，達成衣物物自動辨識、屬性標註、情境感知推薦與偏好學習。雙層 AI 架構兼顧效率、隱私與智慧化分析，能在手機端完成即時衣物判別，並於雲端生成個人化推薦與理由。

技術說明：

整體系統分為六大步驟構成閉環流程：

- ① 影像初步分類（端側 AI 模型）
- ② 衣物細節生成（LLM 深度標註）
- ③ 情境輸入與本地過濾（前端邏輯）
- ④ AI 推薦與理由生成（語意推理）
- ⑤ 膠囊衣櫃分析（全局缺件判斷）
- ⑥ 偏好學習（行為數據回饋）

前端使用 Flutter 開發，資料以 JSON 結構本地儲存，兼具隱私保護與擴充彈性。

創新性說明：

WearWise 的創新核心在於結合「端側 AI 辨識」與「雲端語意推理」的雙層架構，兼顧效率與智慧化分析。這項設計不僅突破了傳統時尚應用僅依賴單一模型的限制，更讓 AI 能在理解使用者需求的同時，維持即時反應與隱私安全，展現 AI 在日常生活中實用落地的可能。

在互動體驗上，WearWise 採用可解釋式推薦機制，讓使用者清楚理解每次搭配建議背後的邏輯，逐步養成個人風格判斷力。AI 不只是提供答案，而是成為陪伴學習的智慧夥伴，透過回饋機制讓系統不斷成長，實現真正個人化的時尚建議。

同時，WearWise 將永續理念融入時尚科技，透過「AI 膠囊衣櫃分析」協助使用者以最少的單品創造最多變化，降低浪費並延長衣物使用週期。這項創新讓 AI 不僅服務個人，也推動永續消費文化的形成，展現技術與社會價值的結合。

1. 設計原理

WearWise 的設計根植於多個成熟的理論與架構，確保了系統的科學性與實用性。

Capsule Wardrobe（膠囊衣櫃）：

由 Caroline Rector 普及的理念，主張透過少量、高品質、百搭的核心單品，組合出適用於多種場合的穿搭。WearWise 將此理念數位化，透過 AI 分析幫助使用者發現並建立自己的核心單品組合。

Context-aware Recommendation（情境感知推薦）：

傳統推薦系統主要基於使用者與物品的互動，而情境感知推薦系統則額外考慮了推薦發生時的上下文情境。WearWise 將天氣、場合、溫度、心情等情境特徵作為關鍵輸入，使推薦結果更貼近使用者的即時需求。

Explainable AI（可解釋人工智慧）：

為了提升使用者對 AI 決策的信任與接受度，系統的設計強調透明度。透過為每一次推薦提供自然語言的解釋，WearWise 讓 AI 的「思考過程」變得可見，增強了系統的可用性與可信度。

Edge-first Architecture（端側優先架構）：

秉持隱私保護和高效能的原則，系統優先在使用者裝置（邊緣端）完成數據的初步處理與過濾。只有經過處理和脫敏的結構化數據才會被送往雲端進行深度分析，這種架構有效減少了伺服器負載、降低了延遲，並從根本上保護了使用者隱私。

2. 作品說明

① 架構

WearWise 的系統架構是一個典型的「端－雲」協同架構，職責分明，資料流清晰：

➤ 前端 (Client-Side)

框架：使用 Flutter 開發，可一次性編譯為 iOS 和 Android 應用，確保跨平台一致性。

功能：負責所有與使用者直接互動的介面，包括

- 相機介面：用於拍攝衣物。
- 情境表單：收集天氣、場合等輸入。
- UI 展示：以卡片流形式展示推薦的穿搭組合。
- 回饋機制：捕捉使用者對推薦的「喜歡」或「跳過」操作。



圖片 1 系統架構

➤ 端側推論 (On-Device Inference)：

框架：透過 tflite_flutter 套件整合。

模型：載入由 Teachable Machine 訓練並匯出的 tflite 輕量級影像分類模型。

功能：在使用者拍攝衣物後，立即在手機本地進行離線推論，快速輸出衣物的基本類別與顏色，實現零延遲的初步標註。

➤ 伺服器 API (Server-Side)：

核心：封裝了對 free_chatgpt_api 或其他大型語言模型的調用。

功能：執行所有需要深度語意理解的複雜任務，包括

- 細節生成：根據圖片和初步標籤，生成詳細的衣物屬性 JSON。
- 智慧推薦：根據情境、候選衣物和偏好，生成 Top 3 穿搭組合及理由。
- 缺口分析：對整個衣櫃進行宏觀分析，提供膠囊衣櫃建議。

➤ 本機儲存 (Local Storage)：

技術：可選用 Hive（原生的鍵值對資料庫）或 SQLite（傳統的關係型資料庫）。

功能：作為使用者的個人資料庫，儲存所有結構化數據，包括

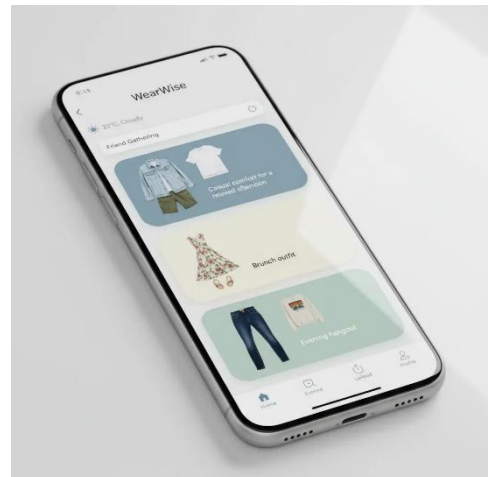
- 衣物 JSON：每件衣物的完整描述檔案。
- 偏好紀錄：使用者對單品、風格、搭配的回饋數據。

② 運作

從使用者的角度來看，WearWise 的日常運作流程流暢而直觀：

(1) 衣物入庫：

使用者購得新衣物後，打開 WearWise App，拍攝一張照片。App 內的.tflite 模型立即辨識出這是一件「紅色連衣裙」，並提示使用者確認。確認後，圖片與初步標籤被送往雲端進行深度分析，幾秒鐘後，這件衣物就被標註為「紅色 V 領無袖雪紡長裙，風格度假」，並存入本地衣櫃。



圖片 2 APP 示意圖

(2) 情境輸入：

隔天早晨，使用者打開 App，主畫面會根據手機定位和天氣服務自動填入「陰天，22°C」。使用者只需手動選擇今天的場合：「朋友聚會」。

(3) 本地過濾：

在使用者無感的情況下，App 已在本地排除了所有不適合的衣物，如厚重的羽絨服和正式的西裝。

(4) 獲取推薦：

App 將情境和過濾後的候選衣物清單發送至雲端。幾秒後，三套搭配建議以卡片形式出現。

(5) 瀏覽與決策：

使用者滑動卡片，對第一套點了「喜歡」。

- 第一套：「紅色連衣裙 + 白色帆布鞋」。理由：「這件亮眼的連衣裙適合聚會氛圍，搭配帆布鞋則顯得輕鬆不，完美應對今天舒適的溫度。」
- 第二套：「牛仔外套 + 碎花半身裙 + 短靴」。理由：「這套搭配富有層次感，既能應對微涼天氣，又充滿青春氣息。」



圖片 3 搭配風格演示

(6) 學習與進化：

系統記錄下這次選擇。未來在推薦「朋友聚會」場合的穿搭時，會稍微提高「連衣裙」和「休閒風格」的權重。

(7) 衣櫃洞察：

換季時，使用者點擊「衣櫃分析」功能。AI 提示：「您的夏季衣物很豐富，但缺少一件百搭的薄款針織開衫，它能让您的連衣裙在初秋繼續穿著。」

③ 預期效用

WearWise 設計旨在為使用者帶來實質、長期的價值：

➤ 節省每日決策時間，降低錯配機率：

將早晨寶貴的 10~15 分鐘從猶豫不決中解放出來。AI 基於數據和邏輯的推薦，能有效避免因天氣判斷失誤或場合理解偏差導致的穿搭失誤，提升每日的自信心與舒適度。

➤ 以最少添購達成最多搭配，提升衣物使用率：

透過 AI 膠囊衣櫃分析，使用者可 以更精準地投資於能最大化現有衣櫃潛力的單品，避免衝動購物和資源浪費。系統也能幫助使用者「重新發現」那些被遺忘在衣櫃深處的單品，提升整體衣物的使用率，實踐永續時尚。

➤ 兼顧私密性與可擴充性，適用長期運營：

端側優先的架構確保了使用者最敏感的個人數據安全。而模組化和標準化的設計，使得系統可以像樂高一樣，在未來不斷疊加新功能（如旅行打包、家庭共享），使其成為一個能夠陪伴使用者多年、共同成長的智慧系統。

3. 作品優勢

相較於市場上現有的數位衣櫃或時尚 App，WearWise 在多維度上展現出顯著的優勢。

➤ 可落地 (Feasible)

WearWise 的雙層 AI 架構在技術上是高度可行的。端側的初步判斷使用成熟的 TensorFlow Lite 技術，對手機性能要求不高，能夠在主流智慧型手機上流暢運行。雲端的推薦功能則利用了現成的 LLM API，無需自行訓練龐大的推薦模型，大大降低了

開發和維護成本。這種「輕前端、強後台」的模式使得產品能夠快速開發、部署和迭代，具備極高的落地性。

➤ 可解釋 (Explainable)

這是 WearWise 的核心差異化優勢。傳統推薦演算法往往是一個黑盒子，使用者無法理解推薦背後的原因。WearWise 藉助 LLM 的生成能力，為每一套建議都提供了清晰、人性化的文字理由和搭配點評。這不僅提升了使用者對推薦結果的信任度和採納率，更重要的是，它賦予了使用者學習和成長的機會，幫助他們內化穿搭的邏輯，最終形成自己的風格體系。

➤ 可擴充 (Scalable)

系統以 JSON 作為核心的資料中台，這種標準化的資料結構為未來的擴充提供了無限可能。所有衣物、搭配、偏好都被抽象為結構化數據，使得新增功能模組變得異常簡單。例如，要增加「旅行模式」，只需開發一個新的介面，讓使用者輸入目的地和天數，後端 AI 即可根據當地的天氣預報和行程類型，從現有衣櫃 JSON 中自動生成一份最佳化的行李清單。同樣，「家庭共享衣櫃」也只需在資料層面增加使用者權限管理，即可實現衣物資訊的共享與協同推薦。

➤ 成本控管 (Cost-effective)

透過在端側完成大量的初步篩選工作，WearWise 極大地減少了對昂貴雲端 AI 資源的請求次數和請求複雜度。只有經過精簡的候選清單和明確的指令會被發送到雲端，這顯著降低了 API 的調用成本。此外，選擇開源或可自架的 LLM 方案，也使得長期運營成本可控，避免被單一供應商鎖定。

➤ 隱私友善 (Privacy-friendly)

在數據隱私日益受到重視的今天，WearWise 的架構設計將使用者隱私放在了首位。最敏感的原始衣物圖片可以在完成雲端深度分析後選擇性地從伺服器刪除，甚至可以設計為只在端側處理。所有關於個人衣櫃的詳細清單和偏好數據都儲存在使用者本機，App 只在需要時將脫敏後的文本數據傳送至伺服器。這種設計最大限度地降低了數據洩露的風險，讓使用者可以安心地將自己的「數位衣櫃」託付給 WearWise。

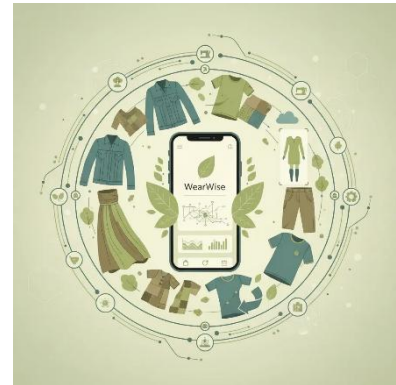
4. 結論

WearWise 穿搭智友以創新的「端側初判 + 伺服器語意推理」雙層 AI 架構，為解決現代人普遍面臨的穿搭決策困境提供了一個兼具實用性、智慧性與可解釋性的高效方案。透過在手機端利用 Google Teachable Machine 訓練的輕量級模型快速完成衣物分類，並結合雲端大型語言模型（如 GPT）強大的語意分析與生成能力，本系統不僅能以極低的成本生成高品質的 Top 3 穿搭建議與個人化理由，更能從宏觀角度分析衣櫃結構，協助使用者以最少的衣物搭配最多樣的造型，實現智慧化的「膠囊衣櫃」管理。

WearWise 的核心目標不僅是簡單地「幫你決定今天要穿什麼」，更深層的願景是成為一個能夠隨時間推移而學習、進化的個人化智慧衣櫃夥伴。它透過記錄使用者的每一次選擇與偏好，讓未來的建議越來越貼近其真實風格；它透過提供可解釋的推薦理由，在每日的互動中培養使用者自身的穿搭邏輯與審美。它致力於將科技無縫融入日常生活，讓「每天該穿什麼」不再是一種焦慮與煩惱，而是一種充滿探索與創造樂趣的體驗。

立足於當前穩固的架構，WearWise 的未來發展將持續朝著更多元、更整合、更智慧的方向演進：

- 旅行模式：根據使用者輸入的目的地氣候、旅行天數與行程性質（如商務、度假），自動從衣櫃中生成一份最佳化的行李打包清單，並考慮衣物的重複穿搭性，避免遺漏或攜帶過多不必要的衣物。
- 家庭帳號與共享衣櫃：支援家庭成員或情侶之間共用服飾資訊。系統可以智慧推薦可共穿的單品搭配，或是在為一人推薦時，考慮到另一人的衣物以實現風格協調。
- 智慧穿搭鏡（虛擬試穿）：結合生成式 AI 的最新進展，提供 2D 甚至 3D 的模擬穿搭效果。使用者在出門前，可以直接在手機或智慧螢幕上即時預覽不同搭配穿在自己身上的效果，進一步提升決策效率。
- 永續分析與時尚循環：引入衣物的材質、品牌、購買日期與使用頻率等數據，為使用者提供「衣物碳足跡」與「單次穿著成本」等分析報告，提升其永續意識。未來更可與二手交易平台或衣物回收服務對接，打造時尚循環的閉環。



圖片 4 環境永續

總而言之，WearWise 穿搭智友不僅僅是一個應用工具，它是一套能陪伴使用者成長、學習與變化的智慧系統。它讓科技以一種溫和而強大的方式，賦予我們管理個人形象的能力。藉由這項技術，我們希望能推動一種更理性、更永續、更自信的穿搭文化，讓每個人都能用既有的衣服，穿出全新的自己。

5. 參考文獻

- (1) Google Teachable Machine (2024). *Teachable Machine for Image Classification*.
- (2) TensorFlow Lite (2024). *Lightweight ML Inference on Device*.
- (3) Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2015). *Context-Aware Recommender Systems*. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*.
- (4) 王昭雯、林峻豪 (2021)。〈結合深度學習與情境資訊之個人化推薦系統研究〉，《資訊管理學報》，28(3)，45–62。
- (5) 吳柏翰 (2023)。〈可解釋人工智慧 (Explainable AI) 在推薦系統中的應用探討〉，《中華人工智慧學刊》，5(1)，21–34。
- (6) Caroline, D. (1985). *The Capsule Wardrobe: How to Build a Smart Closet*. Harper & Row.

附件七 研究報告書-摘要及內容

- (7) 黃于珊 (2022)。〈AI 穿搭顧問系統之應用與挑戰〉，《時尚科技與設計評論》，4(1)，15–27。
- (8) Satyanarayanan, M. (2017). *The Emergence of Edge Computing*. *Computer*, 50(1), 30–39.
- (9) Google AI Blog (2022). *On-device Machine Learning: Privacy, Efficiency, and Performance*.
- (10) Vogue Taiwan (2023)。〈數位衣櫃時代來臨：AI 如何改變我們的穿搭方式〉。