

靜 宜 大 學

資 訊 工 程 學 系

畢 業 專 題 成 果 報 告 書

食 得 其 所

學 生：

資工四 B 411147306 翁志昇
資工四 B 411150820 張弘杰
資工四 B 411147225 陳柏諭
資工四 B 411110472 李子軒
資工四 B 411120320 梁偉航

指導教授：滕元翔 教授

西 元 二 0 二 五 年 十 二 月

書 背 格 式

靜
宜
大
學

資
訊
工
程
學
系

專
題
題
目

西
元
二
〇
二
五
年
十
二
月

學生：陳柏諭、翁志昇、張弘杰、梁
偉航、李子軒

指導教授：騰元翔

靜宜大學資訊工程學系

摘 要

本專題以人臉辨識與深度學習為核心，開發一套「有效管理食材及分析消費者飲食行為面之專家系統」。系統整合人臉辨識與消費紀錄，可自動辨識顧客身分並提供個人化餐點推薦，同時運用深度學習模型進行每日銷售預測，以有效的管理食材並提升營運效率。整體系統採用 API 傳遞的方式，實現即時資料交換與推薦結果回傳，達成餐飲服務智慧化目標。

靜宜大學資訊工程學系
專題實作授權同意書

本人具有著作財產權之論文全文資料，授予靜宜大學資工系，為學術研究之目的以各種方法重製，或為上述目的再授權他人以各種方法重製，不限地域與時間，惟每人以一份為限。授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。

指導教授 _____

學生簽名：	學號：	日期：西元	年	月	日
學生簽名：	學號：	日期：西元	年	月	日
學生簽名：	學號：	日期：西元	年	月	日
學生簽名：	學號：	日期：西元	年	月	日
學生簽名：	學號：	日期：西元	年	月	日

指導教師簽章 _____

西 元 2025 年 12 月 05 日

靜宜大學資訊工程學系
專題實作指導教師確認書

茲確認專題書面報告之格式及內容符合本系之規範

畢業專題實作名稱：_____ 食得其所 _____

畢業專題實作分組名單： 共計 5 人

組員姓名	學號
陳柏諭	411147225
張弘杰	411150820
翁志昇	411147306
李子軒	411110472
梁偉航	411120320

指導教師簽章 _____

西 元 2025 年 12 月 05 日

誌 謝

專題即將進入尾聲，在此，我們衷心感謝指導老師 滕元翔教授，感謝 您在整個專題過程中的悉心指導與支持。起初，我們對網頁開發這一領域 知之甚少，然而在老師的指導下，我們逐步掌握了基本的開發技術，並且 能夠理解網頁開發的流程和要點。老師的建議和方向引領我們少走了許多 彎路，讓我們能夠更高效地完成專題。老師不僅在技術上給予了我們寶貴 的指導，還在整體專題的規劃與執行上提供了很多啟發，使我們能夠順利 克服重重挑戰。對於老師的悉心教導，我們深表感激。 同時，我們也要感謝口試委員們的寶貴建議與指導。您們在口試過程中 提出的專業意見，不僅幫助我們發現了專題中尚待改進的地方，也促使我 們對專題的各個細節進行了更深入的思考與調整。在您的指導下，我們不 僅提升了專題的質量，也增強了對專業領域的理解與認識。口試委員們的 建議為我們今後的學習與成長提供了指引，讓我們在未來的學術與職業道 路上能夠更加自信地邁步前行。 此外，我們還要感謝所有在專題過程中給予我們幫助的朋友與同學，您 們的討論、建議和支持，讓我們在面對困難時不斷獲得動力。感謝您們的 陪伴與協助，讓我們的專題能夠順利完成。 最後，再次感謝所有曾經幫助我們的人，您們的無私奉獻與支持，對我 們而言是無價的。我們將永遠珍惜這段學習與合作的經歷，並將其作為我 們未來努力的動力。

目 錄

中文摘要	3
誌謝	6
目錄	7
第一章、	緒論.....	8
第二章、	專題內容與進行方法.....	9
2.1	動機與目的.....	9
2.2	專題相關現有系統回顧與優缺點分析.....	9
2.3	專題進度規劃與進行方法說明.....	12
第三章、	專題流程與架構.....	13
3.1	系統架構圖.....	14
第四章、	專題成果介紹.....	14
4.1	軟體硬體設備資訊.....	14
4.2	帳號管理資訊.....	15
4.3	系統畫面(截圖).....	16
第五章、	專題學習歷程介紹.....	18
5.1	專題相關軟體學習介紹.....	18
5.2	專題製作過程遭遇的問題與解決方法.....	20
第六章、	結論與未來展望.....	21

第一章、緒論

隨著人工智慧與深度學習技術的迅速發展，智慧化餐飲服務已逐漸成為提升營運效率與顧客體驗的重要趨勢。其中，人臉辨識技術在辨識速度與準確度上的突破，使其能廣泛應用於自動化點餐、會員管理與個人化服務等情境；同時，深度學習模型在資料預測與行為分析上的潛力，也讓餐飲業者得以更精準地預估銷售量與規劃食材備貨。本專題即基於此技術發展背景，提出一套整合人臉辨識與深度學習的「食材管理與消費者飲食行為分析專家系統」。

本系統利用人臉辨識技術快速辨識顧客身分，並結合歷史消費資料，實現更具個人化的餐點推薦機制，提升顧客用餐體驗。同時，系統導入深度學習模型進行每日銷售量預測，協助管理者掌握食材需求，減少浪費並提升庫存管理效率。整體架構以 API 作為資料交換核心，使各模組能夠即時溝通，包含辨識結果、消費紀錄、推薦結果與預測資訊，形成高效率且可擴展的智慧餐飲服務流程。

透過本專題所建置的系統，餐飲業者能同時達成營運效率提升、食材管理優化與顧客體驗增強等多重目標，進一步展現人工智慧在餐飲服務領域的實質價值與應用潛力。

第二章、專題內容與進行方法

2.1 動機與目的

動機：

近年來，隨著人工智慧技術的成熟，餐飲產業正逐步朝向自動化與智慧化發展。然而，多數傳統餐飲店仍仰賴人工方式記錄銷售資料與管理食材備貨，不僅耗費時間，也容易因預估不準確而造成食材浪費或庫存不足。此外，現行的點餐與會員管理流程多需要額外的卡片或條碼掃描，無法提供真正流暢且個人化的服務體驗。另一方面，消費者的飲食行為與偏好具有高度差異性，如果能透過科技自動辨識顧客身分並分析歷史消費紀錄，將有助於提供客製化餐點推薦，進一步提升顧客滿意度與黏著度。本專題因此希望結合人臉辨識與深度學習模型，打造一套能協助餐飲商家提升營運效率並改善顧客體驗的智慧系統。

目的：

本專題的研究與開發目的如下：

1. **建立人臉辨識機制**：透過影像辨識技術自動識別顧客身分，減少人工操作並提升會員辨識效率。
2. **分析消費者飲食行為**：整合歷史點餐紀錄，建立顧客個人化飲食偏好模型，提供貼近需求的餐點推薦。
3. **進行銷售量預測**：運用深度學習模型預測每日銷售量，協助商家更精準地估算食材需求，降低浪費並提升存貨管理品質。
4. **建立 API 串接架構**：使人臉辨識、資料分析與推薦模組能即時交換資訊，打造完整且可擴充的智慧餐飲服務系統。
5. **提升整體營運效率**：透過自動化流程與精準預測，協助餐飲店家降低成本、加強管理並提升顧客體驗。

2.2 專題相關現有系統回顧與優缺點分析

本節針對與本專題相關之現有系統進行分類回顧，並就各類系統之主要功能、優點與缺點進行分析，藉此找出現有解決方案的限制並說明本專題欲填補之技術與應用缺口。

2.2.1 POS (Point of Sale) 與餐飲管理系統

系統概述：現行餐飲業常見的 POS 與後台管理系統提供點餐、收銀、會員管理、庫存紀錄與銷售報表等功能，部分進階系統支援促銷活動、外送平台串接與基本的報表分析。

優點：

- 功能成熟、介面與流程符合業務習慣，易於導入與操作。
- 提供即時銷售紀錄與基本報表，利於日常營運監控。
- 與帳務、外送平台等整合生態較為完整。

缺點：

- 智慧化程度低（例如個人化推薦、預測能力有限或需額外模組）。
- 多數系統以手動或半自動方式管理庫存，難以精準配合銷售波動調整備貨。
- 客戶辨識通常依賴會員卡、手機號碼，流程仍需人工介入，體驗不夠流暢。

•

2.2.2 人臉辨識在零售／餐飲的應用系統

系統概述：將人臉辨識技術應用於門店驗證、會員識別或入店自動化服務，可用於免接觸點餐、快速認證或客群分析。

優點：

- 可提供快速且無感的身份識別，提升服務效率與用戶體驗。
- 結合門店監控可做客流分析、回訪率計算等行為統計。

缺點：

- 隱私與法規風險高（需遵循當地個資法與明確告知、同意流程）。
- 光線、角度、口罩等因素會降低辨識準確率，實務環境挑戰大。
- 訓練資料若不均衡會導致族群偏差（公平性問題）。

2.2.3 餐飲個人化推薦系統（基於協同過濾／內容式／混合式）

系統概述：利用歷史點餐紀錄、菜品屬性或顧客輪廓提供推薦，常見方法包括協同過濾、基於內容的過濾或結合深度學習的混合模型。

優點：

- 能提升客單價與顧客黏著度，改善消費者體驗。
- 隨著使用者資料累積，推薦品質可逐步提升（個性化更精準）。

缺點：

- 冷啟動問題：新顧客或新菜品缺乏資料時效果差。
- 資料稀疏性：單店或小型業者資料量不足時，模型表現不穩定。
- 解釋性不足：深度學習模型的推薦理由較難說明，對商家決策支持有

限。

2.2.4 銷售預測與庫存最佳化系統（時間序列、深度學習）

系統概述：透過統計或機器學習模型對日/週/月銷售量進行預測，並結合庫存演算法以優化備貨。

優點：

- 精確預測可明顯降低過度備貨與斷貨風險，節省成本。
- 可將外部變數（天氣、節日、促銷）納入模型，提升預測精準度。

缺點：

- 模型需充足且品質良好的歷史資料；資料品質差會導致預測誤差。
- 複雜模型（如深度學習）計算與部署成本高，需考量實時性要求。
- 模型易受外在突發事件影響（如疫情、供應鏈中斷）表現下降。

2.2.5 整合型智慧餐飲系統／專家系統

系統概述：近年出現嘗試將會員識別、推薦、預測與庫存管理整合的系統，但多為平台化解決方案或需大量客製化開發以符特定業者流程。

優點：

- 提供端對端解決方案，可將前端識別與後端決策流程串接，價值最大化。
- 若設計良好，可實現即時決策與自動化流程（如自動補貨建議、個人化促銷）。

缺點：

- 系統整合複雜，跨模組資料同步、API 設計與相容性為挑戰。
- 商業化產品通常偏向通用功能，對特定業態或流程的適配性不足；客製化成本高。
- 安全性、資料治理與隱私保護需投入額外資源。

2.2.6 現有研究與實務挑戰總結

1. **資料與隱私合規性：**人臉資料屬高度敏感資訊，現有系統在隱私保護與使用者同意流程上不足，容易產生法規風險。
2. **資料量與品質限制：**小型或新創餐飲業者常缺乏足夠歷史資料，影響推薦與預測模型的可靠性。
3. **系統整合與即時性：**多數現有系統在模組整合（辨識→紀錄→推薦→預測→庫存）與 API 即時交換上仍有延遲或設計不良的問題。
4. **部署與運維成本：**深度學習模型雖準確，但對於硬體、運維與持續學習的投入較高，實務採用門檻仍存在。
5. **模型公平性與健壯性：**人臉辨識與推薦系統若未妥善設計，可能出現族群

偏差或對環境變化不穩定的問題。

2.2.7 本專題的定位與改進空間

綜合上述回顧，本專題欲透過下列方向對現有系統不足之處進行補強：

- 設計以 API 為核心之模組化架構，強化辨識、紀錄、推薦與預測的即時資料流通與相容性，降低系統整合成本。
- 結合人臉辨識以提高會員識別流暢度，同時落實個資保護機制與同意流程，減少法規風險。
- 採用適配於小資料量情境的推薦策略（混合式方法、冷啟動處理）與可解釋性機制，以提升實務可用性。
- 採用輕量化且具強韌性的深度學習／時間序列模型，兼顧預測準確性與部署成本，並考慮納入外部變因以提升模型泛化能力。

2.3 專題進度規劃與進行方法說明

本專題之開發流程採用系統化的研究方法與模組化開發架構，以確保人臉辨識、推薦系統以及銷售預測模型能順利整合並達成研究目標。本節將說明專題的進度規劃方式、開發流程以及各階段之預期成果。

2.3.1 進度規劃

本專題以 **需求分析 → 系統設計 → 模型建立 → 系統整合 → 測試與驗證 → 報告撰寫** 的階段式流程進行，時間規劃如下：

1. 需求蒐集與可行性分析階段

- a. 釐清系統需求（人臉辨識、食材管理、銷售預測、推薦系統）
- b. 了解資料量、硬體環境、API 串接方式
- c. 進行人臉辨識與深度學習相關文獻與技術調查

2. 系統架構與資料流程設計階段

- a. 建立後端 API 規格
- b. 設計資料庫 schema（顧客、人臉特徵、消費紀錄、銷售資料）
- c. 規劃模型訓練流程與部署方式
- d. 繪製系統架構圖、模組互動流程圖

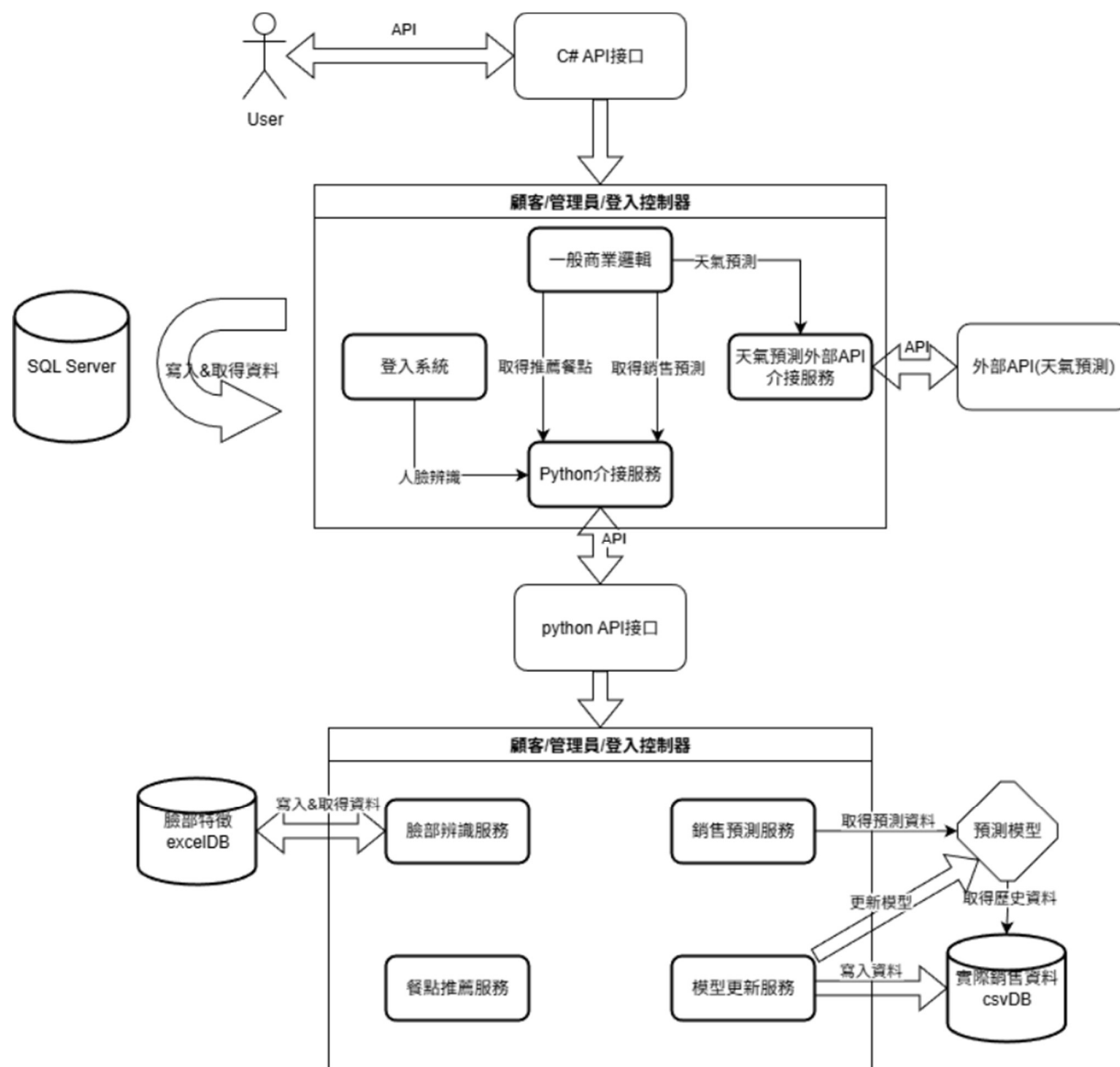
3. 核心模型開發階段

- a. **人臉辨識模組**：模型訓練、特徵向量比對、辨識流程設計
- b. **個人化推薦模組**：分析消費資料、建立推薦算法（內容式 / 協同式 / 混合式）

- c. **銷售預測模型**：建立時間序列或深度學習模型
 - d. 設計資料前處理與特徵工程流程
4. **系統整合與 API 開發階段**
- a. 將辨識、預測與推薦模型串接至後端 API
 - b. 前端介面與後端 API 之資料互動測試
 - c. 建立即時辨識 → 推薦 → 預測之完整流程
5. **測試、驗證與調整階段**
- a. 系統功能測試（正確性、速度、穩定度）
 - b. 人臉辨識準確度驗證
 - c. 推薦系統精準度
 - d. 銷售預測誤差評估
 - e. 根據測試結果進行修正與優化
6. **成果統整與報告撰寫階段**
- a. 編寫技術說明、測試結果、實驗分析
 - b. 完成專題發表簡報與系統示範

第三章、專題流程與架構

3.1 系統架構圖



▲【圖一】系統架構圖

第四章、專題成果介紹

4.1 軟硬體設備資訊

一、軟體環境

1. 作業系統

a. Windows 10 / Windows 11

2. 開發工具與程式語言

- a. Backend：Python (Flask / FastAPI) 、Node.js、C# (ASP.NET Core)
- b. Frontend：React / HTML / JavaScript
- c. 資料庫：MSSQL
- d. API 測試工具：Postman
- e. 版本控制：Git / GitHub

3. 深度學習框架

- a. TensorFlow / PyTorch
- b. OpenCV (影像處理與即時鏡頭串流)
- c. Face Recognition / dlib (人臉特徵向量萃取)
- d. LinearRegression/線性回歸 (預測模型)

4. 模型訓練與資料分析工具

- a. Jupyter Notebook
- b. NumPy、Pandas、Matplotlib

二、硬體環境

1. 電腦設備

- a. CPU：Intel i5 / i7 或同級等級以上
- b. RAM：8GB / 16GB 以上
- c. GPU：NVIDIA 顯示卡 (用於深度學習訓練)
- d. SSD：256GB / 512GB (用於模型與資料儲存)

2. 影像偵測設備

- a. USB 網路攝影機 (1080p)

上述設備足以支援人臉辨識、推薦運算、銷售預測模型訓練與 API 模組運作。

4.2 帳號管理資訊

本系統具備基本的使用者帳號管理功能，以確保權限分明、安全性高，並方便進行管理操作。本專題共規劃以下三類帳號：

一、管理者帳號 (Admin)

用途：系統最高層級

功能：

1. 管理所有使用者與權限設定
2. 查看所有銷售資料、推薦模型參數、辨識紀錄
3. 上傳或更新人臉資料庫
4. 管理食材存量與預測報表

二、店家人員帳號 (Staff)

用途：餐飲店面實際操作人員

功能：

1. 查看即時辨識結果
2. 查看顧客推薦餐點
3. 接收每日食材需求預測
4. 回傳實際銷售資料以提供模型訓練

三、顧客資料 (Customer)

用途：供辨識與推薦之一般顧客（無登入畫面）

內容包含：

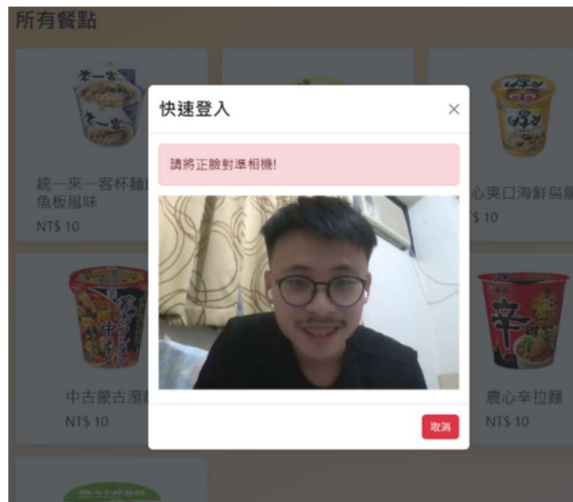
1. 人臉向量特徵
2. 基本基本資料（姓名、性別可選、飲食偏好可選）
3. 歷史消費紀錄

顧客不需登入帳號，系統透過人臉辨識自動辨識其身份並提供推薦。

4.3 系統畫面（截圖）

本節展示本專題最終完成之系統畫面，以呈現其實際運作流程與使用情境。

一、人臉辨識畫面



說明：

- 系統啟動後會開啟鏡頭，自動偵測人臉
- 成功辨識後顯示顧客姓名

二、個人化推薦畫面



說明：

- 系統根據顧客歷史消費行為提供推薦餐點

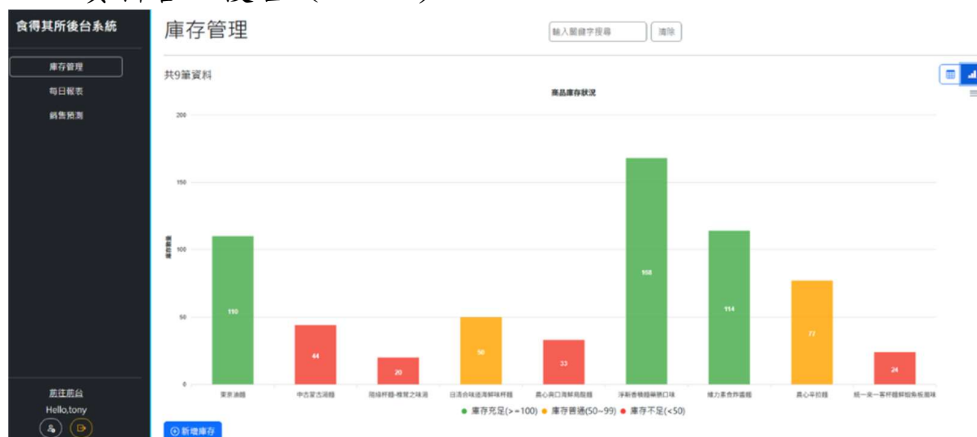
三、銷售預測資訊畫面



說明：

- 顯示今日各品項預測銷售量
- 顯示建議備貨量
- 可依日期切換預測結果

四、資料管理後台 (Admin)



說明：

- 使用者帳號管理
- 銷售資料上傳與查詢
- 食材庫存狀態顯示

第五章、專題學習歷程介紹

本章將說明本專題之開發期間所進行的相關技術學習內容，以及在製作過程中所遇到的問題與其解決方式。透過本章，可反映本專題團隊在技術能力、問題分析與系統整合上的成長。

5.1 專題相關軟體學習介紹

為完成本專題，團隊針對深度學習、人臉辨識、資料庫、後端 API 以及前端畫面等項目進行系統性的學習，包含以下幾個重要面向：

一、深度學習與模型訓練技術

1. TensorFlow / PyTorch 框架學習

- a. 了解模型架構、訓練流程、損失函數與優化器使用方式
- b. 學習如何進行資料前處理

2. 時間序列預測模型

- a. 學習如何將銷售資料轉換為可訓練之輸入格式
- b. 建立模型以預測每日菜單銷售量

二、人臉辨識技術

1. OpenCV 基礎操作

- a. 擷取影像、影像灰階化、臉部特徵偵測

2. Face Recognition / dlib

- a. 學習人臉特徵向量萃取
- b. 應用餘弦相似度比對顧客資料

三、後端 API 開發

1. Flask / FastAPI / C# ASP.NET Core

- a. 學習如何建立 RESTful API
- b. 定義路由、JSON 回應格式、錯誤處理
- c. 整合深度學習模型與資料庫查詢

2. Postman 測試 API

- a. 驗證資料傳遞是否正確
- b. 設計 API 如：/recognize, /recommend, /predict

四、資料庫操作

1. MSSQL

- a. 資料表設計（顧客、人臉特徵、消費紀錄、銷售資料）
- b. 建立 Index 以提升查詢效能
- c. 學習資料清洗、資料整併

五、前端技術

1. React / HTML / JavaScript

- a. 建立系統介面
- b. 撰寫呼叫 API 的功能
- c. 顯示辨識結果、推薦結果、銷售預測

5.2 專題製作過程遭遇的問題與解決方法

本專題開發過程中遇到多項技術挑戰，以下整理主要問題與對應解決方案：

一、人臉辨識準確度不穩定

問題描述：

在不同光線環境下，人臉辨識率明顯下降，導致辨識錯誤或無法辨識。

解決方法：

1. 使用資料增強（旋轉、亮度調整、鏡像翻轉）增加訓練資料多樣性。
2. 選用更穩定之人臉嵌入模型（如 FaceNet、ArcFace）。

二、銷售資料不足，預測模型準確度偏低

問題描述：

初期資料量不夠，造成預測過度依賴少量資訊，模型偏差大。

解決方法：

1. 以時間特徵（星期、日期、是否假日）補充模型輸入。
2. 嘗試多種模型（LSTM、GRU、Random Forest）比較結果。
3. 使用資料平滑化技術減少波動。

三、API 整合過程中資料格式不一致

問題描述：

前端送出的資料格式與後端需求不一致，導致解析錯誤。

解決方法：

1. 建立統一的 API 文件格式。
2. 在每個 API 加上資料格式驗證。
3. 使用 Postman 與前端共同測試資料流程。

第六章、結論與未來展望

6.1 結論

本專題成功整合人臉辨識技術、深度學習預測模型及餐飲推薦系統，實現自動辨識顧客、個人化推薦餐點與每日銷售預測之智慧化餐飲服務架構。透過本研究所開發的系統，餐飲業者能在不增加人力負擔的情況下提升服務效率，並透過預測模型改善食材管理、降低浪費，對營運具有實質助益。

此外，本專題在技術整合過程中，團隊亦提升了在資料科學、影像辨識、系統架構與軟體工程方面的技能，具備高度實作價值。

6.2 未來展望

未來可朝以下方向進行延伸與優化：

一、提升人臉辨識的環境適應性

加入更多環境資料進行訓練（例如逆光、多人場景），或者導入 3D 深度相機，以提升辨識準確率。

二、導入強化學習或進階推薦算法

可加入使用者反饋機制，使推薦系統能學習顧客喜好並持續優化。

三、銷售預測加入更多外部因素模型

如天氣、節慶、店家促銷活動，以提升預測準確度。

四、系統整合雲端平台進行部署

可使用 AWS、GCP 或 Azure 以支援更多顧客與更高流量。

五、加入行動裝置或 APP 版系統

讓店家可透過手機查看即時銷售預測、推薦與辨識資料。