

INTELLIGENCE-CLOSET 智能衣櫃

2022 年全國大專校院智慧創新暨跨域整合創作競賽



數位永續科技組

目錄

概敘.....	1
壹、概念設計與市場分析	1
貳、流程與架構	3
一、系統架構.....	3
二、硬體架構	3
三、軟體與流程架構.....	4
參、執行方案	5
一、存放.....	5
a、衣物辨識	5
二、拿取.....	5
b、天氣資訊抓取	5
c、推薦衣物演算	5
d、資料庫架設	6
三、其他.....	7
e、軟體架構優化	7
f、人機介面設計	8
肆、應用範疇	10
伍、進度管理	10
參考資料.....	11

概敘

因應現代技術所帶來的改變與自動化趨勢，同時為了緩解忙碌的早晨，本研究計畫預計將完成一台智能衣櫃。其中技術項目包含衣物辨識，使使用者將衣物放入衣櫃後由系統自動辨識並歸類該衣物，並將衣物通過道軌收入衣櫃。使用時只需要將衣物放入衣櫃就可以在面板上查看所有的衣物資訊，解決衣服的收納與歸類問題。



圖 1 研究動機流程

同時此衣櫃包含一套衣物推薦演算法，該演算法會結合使用者設定的喜好度/顏色/種類等資訊為使用者推薦數套衣物組合，並且系統會時時自動抓取天氣資訊供使用者進行考量，使用者只需點點手指就可從電子面板取得以上資訊。在選擇好心儀的組合後，衣櫃就會自動將衣服透過軌道輸送至使用者眼前，因此使用者不需再翻箱倒櫃的找衣服或選擇困難，利用機器就可完成所有事物。



圖 2 研究功能概念圖

壹、 概念設計與市場分析

一、 收納(基本架構)

衣櫃最基本的功能便是收納。然而目前衣櫃最容易遇到的問題也正是在收納的部分。傳統的衣服櫃(如圖 3)由於需要同時疊放多層，因此無法容易拿出想要的衣服，有時需要較久以前的衣服時得翻箱倒櫃才能拿到下方的衣服。

本研究計畫透過機械軌道與旋轉輪盤來設計衣櫃存儲空間，使用者只需簡單的將衣服掛上檢視口的位置處衣櫃便會自動透過馬將衣服存入衣櫃中，要取用時也只需使用點擊螢幕，衣服便會自動被推出，解決找衣服的麻煩。



圖 3 收納衣櫃示意圖

二、衣物辨識與資料庫

為了方便使用者能夠清晰了解自己所擁有的所有衣服，本研究計畫能在系統中顯示出所有的衣服資料供使用者查閱，資料包含衣服的顏色/類型/樣式(短袖、無袖、帽 T...)以及最重要的「照片」，在傳統的收納中就算使用者記得自己用的衣服，可能也不會記得確切的位置及樣式，因此本研究計畫此功能可以幫助使用者簡單的就可以查詢到自己想的那件衣服。

為此，研究計畫中，智慧衣櫃的檢視口處放置攝像機，除了保存照片外，將會利用人工智慧中的圖樣辨識來快速辨別衣物樣貌，藉此算出衣服的基本資訊(上述的顏色/樣式等)並將所有資訊放入資料庫以完成使用者專屬的衣服資料庫。

三、資訊整合

在平時生活中考量服裝搭配的因素有很多，其中一個較大的因素就是「天氣」因此本研究會將天氣資訊一同顯示給使用者，不須額外再使用手機查詢。同時，使用者可透過資料庫的紀錄查詢過往的穿衣習慣等，或是透過設置將某些衣物設為收藏，只需設定簡單的搜尋條件與排序就可輕鬆找到想要的衣物，達到資訊整合的效果。

四、衣物推薦(演算法)

系統在推薦使用者穿衣組合時會結合使用者所設定的衣服喜好度、穿衣習慣與天氣資訊等數據進行公式計算，透過演算法會為使用者量身推薦四套衣物組合，以此解決現代人選擇困難症的問題。

五、與市面產品之比較

市面上無類似的實體智能衣櫃，而類似的手機 APP 也需要使用者手動拍照後上傳，並且不一定支援智能衣物辨識等功能，除了穿搭外 APP 大多是負責記錄等功能(如表 1)。

而本計畫想做的主要功能在於整合「收納」「穿搭」與「資訊」，做到真正的一體成形，將這些手動拍照上傳動作、查詢天氣資訊及找尋收納位置並拿出來等動作通通交由「機器」，而非應用軟體處理，這是本計畫與其他計畫較為不同的地方。

表 1 市場產品比較表

方法	收納	找衣服	天氣資訊	穿什麼
傳統收納	慢慢疊慢慢塞	翻箱倒櫃	拿手機查	慢慢試
手機 APP	使用者自己收	使用者自己收	APP 自動查詢	APP 自動搭配
智慧衣櫃	自動收納	點點手指	自動顯示	系統推薦

資料來源：自行整理

貳、 流程與架構

一、 系統架構

本計畫的整體架構(如圖 4)，由 Web 應用框架為概念基礎所建立的圖形化使用者介面負責供使用者使用，這些前端頁面將會發送的請求至後端 Python 來進行動作，包含資料庫的傳輸、硬體的控制、衣物的辨識、網路 API 的請求以及推薦穿搭衣物演算法的運作等。

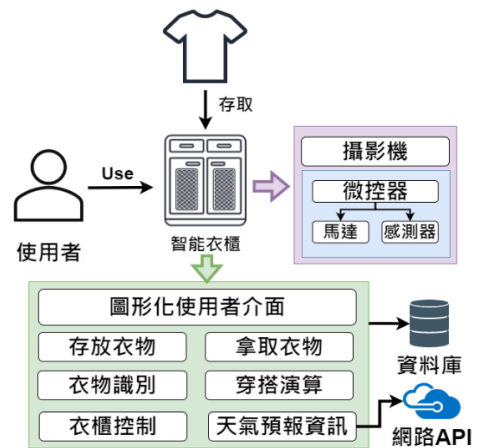


圖 4 系統架構圖

二、硬體架構

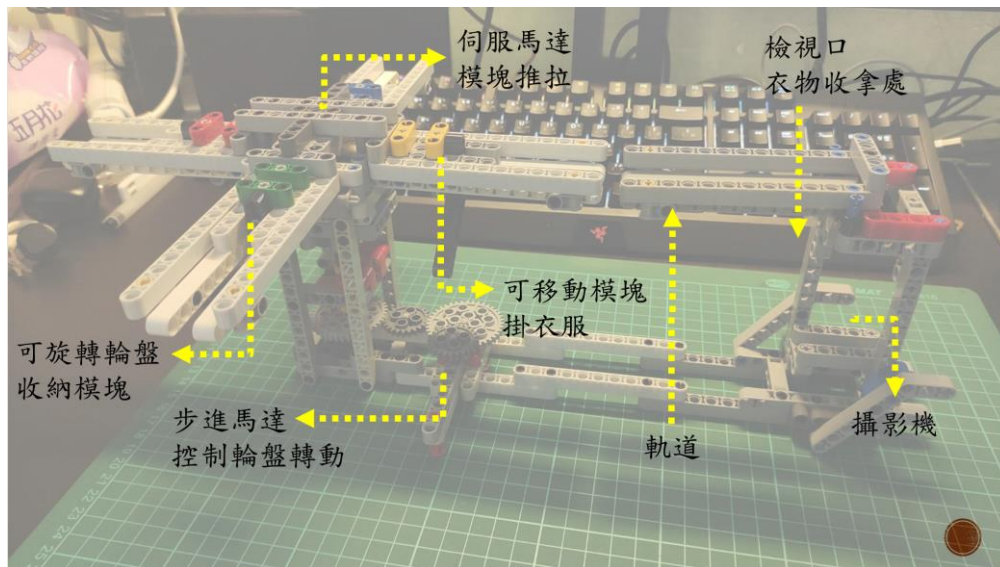


圖 5 硬體架構模擬

硬體收納的部分主要由三個部分構成，分別為「可移動轉盤」、「可移動模塊」(如圖 6)以及「軌道」，運用這三個架構搭配一些動力元件構成整套系統。

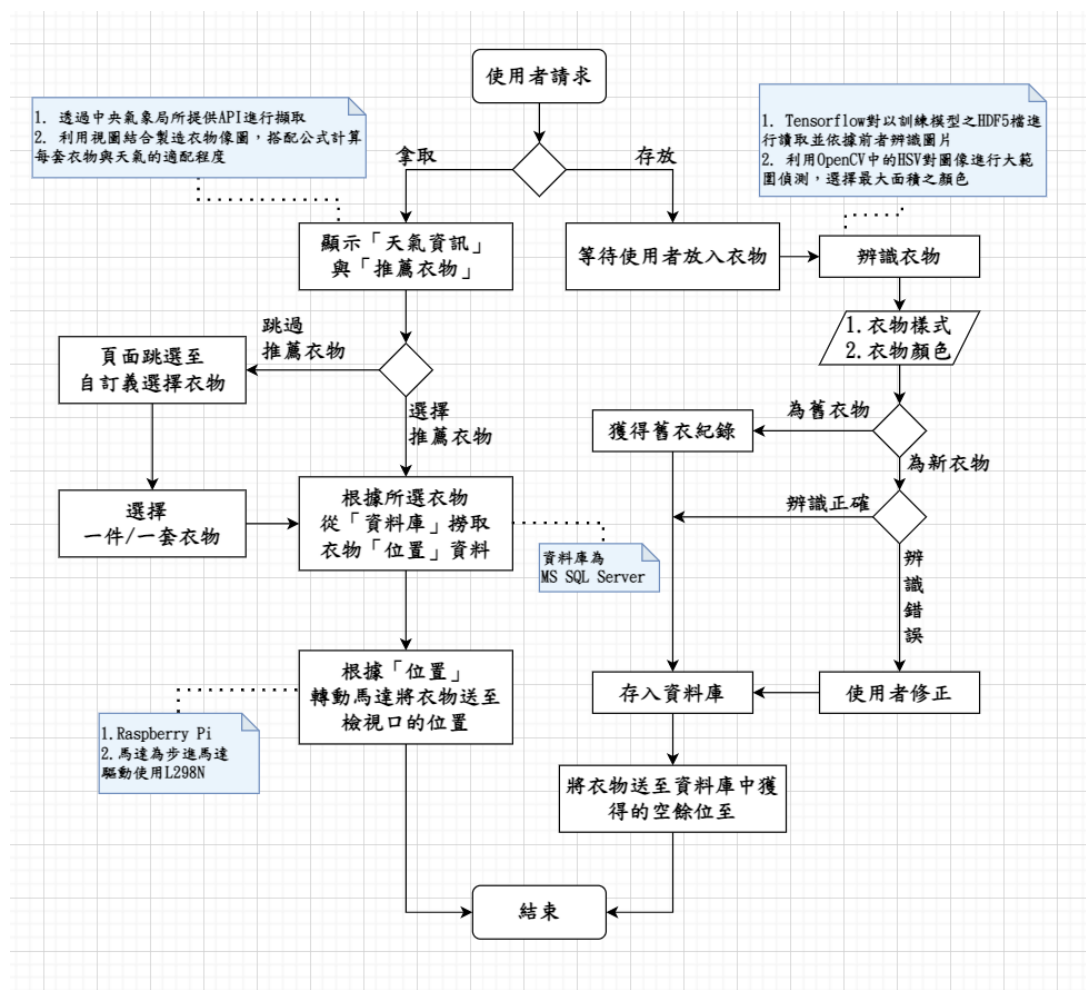
收納時，將衣物掛上模塊後系統會先拍照，並透過下方的步進馬達將轉盤的空位區轉向軌道，再由上方的推拉裝置將模塊拉回至轉盤中，完成收納動作。

拿取時一樣會透過步進馬達將需要的衣物轉至軌道面，再透過推拉裝置將模塊推至檢視口，完成拿取動作。



圖 6 移動模塊模擬

三、軟體與流程架



四、整體架構

在軟體部分使用者透過由 HTML、JavaScript 所建構的(f)人機介面發送請求，請求分為兩階段，前端的請求會由 EEL Library 將 JavaScript 的請求送至 Python，結束後再將運行結果資訊回傳至 JavaScript，完成一次完整的呼叫。

狀況 1：當請求「存放」衣物時，相機先判斷衣物是否有放上，並對此衣物進行拍照並送至後端利用 Tensorflow 進行(a)衣物辨識，結束後會回傳衣物的樣式及顏色並從資料庫中獲取剩餘位置，最後啟動馬達將衣物送至該剩餘位置。

狀況 2：當請求「拿取」衣物時，螢幕上將會顯示及時抓取的(b)天氣資訊，透過抓取的天氣資訊系統同時會推送出適合該天氣的(c)穿搭組合，當使用者選擇想要拿取的衣物後系統將會從(d)資料庫撈取該衣物的所有資訊包含存放在衣櫃內中的指定編號，接著再由輸送馬達將衣物推送至檢視口方便使用者拿取。

參、 執行方案

一、 存放

a、 衣物辨識

首先以人工智慧之圖樣辨識建立基本辨識模型(如圖 8)，為了有更好的訓練成功率，在這裡使用了Kaggle 中 Clothing_Dataset 的大量圖片作為訓練集來訓練其模型。

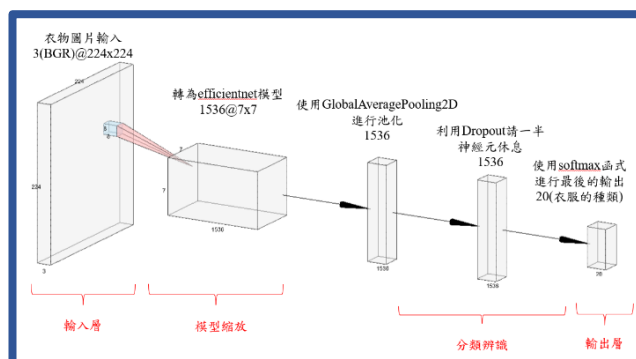


圖 8 衣物辨識模型

訓練過後的模型將轉成 HDF 模型方便後續獲得樣式類別，將衣物的圖片利用 OpenCV 感測中心點進行 HSV 量質化表偵測，獲得一定參數內的數值，可獲得該衣物顏色，在獲取顏色後結束攝像頭並擷取圖片儲存，並使用 HDF 模型對其圖片進行辨識，獲得樣式後與相片及顏色一同回傳至 (d)資料庫進行儲存以達到衣物管理的效果。

二、 拿取

b、 天氣資訊抓取

選擇拿取後，後端的 Python 會使用 Request 套件透過中央氣象局所提供的 API 進行網頁爬蟲。所使用的 API 有兩者，分別為：

1. 「/v1/rest/datastore/O-A0001-001 自動氣象站-氣象觀測資料」
2. 「/v1/rest/datastore/O-A0003-001 局屬氣象站-天氣觀測報告」

由於兩者所包含測站各不相同，因此先使用了正規表示法將指定資訊擷取下來，在確認是否正確擷取後進行雙重認證，認證完成即將資料存儲送至前端介面中。

c、 推薦衣物演算

在獲得了天氣資訊後，我們使用了「26 度穿衣法則」，將人體最適溫度定在了 26 度，並與當時溫差得比較，依據此參數來選擇衣物的種類，比如當日氣溫為 10 度，則溫差為 16 度，因此需選擇保暖度優先級較高的衣物(如毛衣、長褲等)，反之若當日氣溫為 30 度，則溫差為-4 度，則不應選擇保暖度優先級較高的衣物。

除此之外演算法也會透過在資料庫中存儲的使用者個人喜好資料來做為

依據調整其標準值。

公式如下： $(T - U) - (N * WS) + (C)$ ，T 為 26 度標準值，可利用使用者喜好設定值 U 進行加減，N 為目前溫度與每件衣物的天氣適配度(WS)值進行相乘後，加上最後經由使用指設定的衣物搭配準則的分數後，進行平方即可獲得衣物的穿搭準則分數。

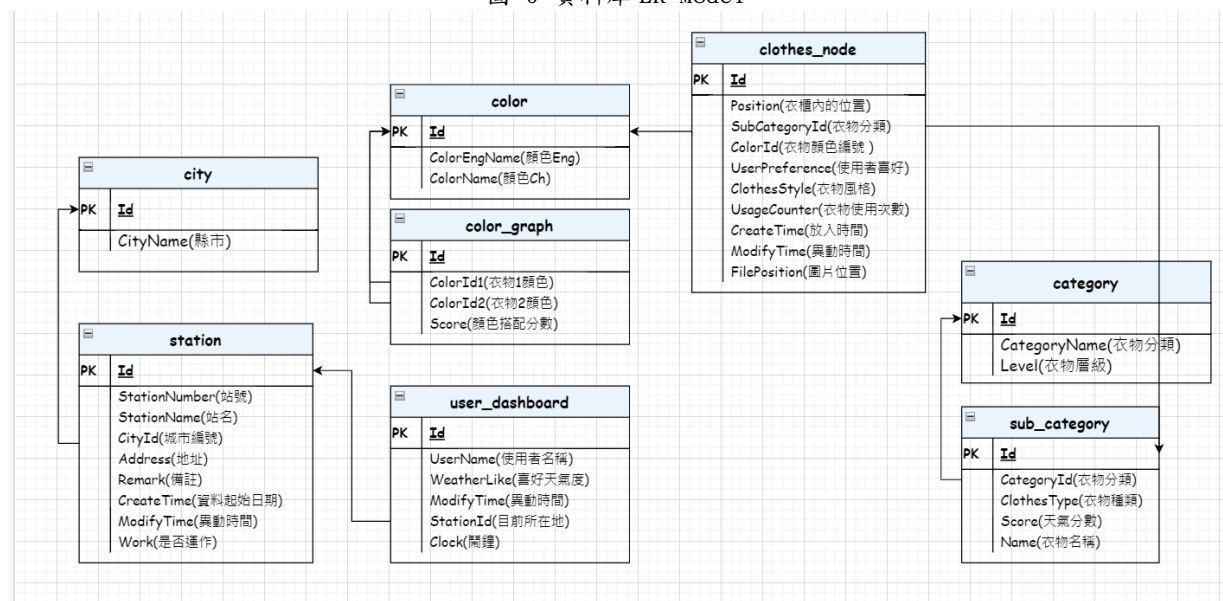
d、資料庫架設

資料庫的部分使用的是 Microsoft SQL Server，使用工具為 DBeaver，資料建表(如表 2)與關連 ER 圖(如圖 9)如下：

表 2 資料庫表格關係

資料庫	說明	範例	關聯
Category	衣物的分類: Ex. 上半身、下半身...		用於分類衣物
Sub_Category	衣物的子分類 Ex. 長袖、短袖、短褲...		1. 可辨識的衣物樣式，用於分類 2. 衣物與天氣適配度用於推薦衣物演算法的參數
Color	衣物的顏色 Ex. 紅、藍、黑		可辨識的衣物顏色，用於分類
Color_Graph	衣物顏色的適配圖 Ex. 白(上) + 白(下) = 5		1. 顏色適配度為衣物推薦演算法的參數
Clothes_Node	衣物的詳細資訊 Ex. 顏色、樣式、拿取次數、資料存放位置...		1. 負責用於管理衣物的詳細資訊 2. 作為衣物關聯圖形的節點
City	中央氣象局所提供縣市 Ex. 台北、高雄		負責用於搜索天氣資訊
Station	中央氣象局所提供站別 Ex. 埔心、楊梅		負責用於搜索天氣資訊
User_Dashboard	使用者的資料儲存 EX. 姓名 位置 使用資料		負責儲存該使用者所有資料

圖 9 資料庫 ER-Model



三、 其他

e、 軟體架構優化

為了將不同功能更直觀的整合及同時方便後期維護，本計畫所建置的軟體層面皆由 Model-View-Controller(MVC)架構做為軟體架構的基礎框架，利用所謂的 MVC 架構在未來維護或是擴充性上將會有更好的彈性，雖然因 MVC 架構過於強調職責分離，因此在佔存空間上會有一定的劣勢，但好處在開發階段會使程式結構更加直覺化，方便進行整合。

以此做為架構核心，可將 Model 細分為 **Domain**、**DAO**、**Service**、**Controller** 等四層，作為動作及 EEL 的主要控制中樞，並包含所有硬體的控制功能，最後 **View** 層則由 JavaScript 與 HTML 撰寫。

1)、 Domain

會根據資料庫的所有欄位及型態建立一 domain 層，負責對從資料庫傳輸出來的資料進行內容的存放。

2)、 DAO

對資料庫下搜索的指令語法，原理類似於 HQL 查詢語法，並對每一份從資料庫傳輸回來的資料裡用 domain 層包裝好。

3)、 Service

將 DAO 包裝好的資料，為了方便傳輸至 View 中 JavaScript，會在此層將所有物件再進行一步分析並將資料轉乘字典型態。

4)、 Controller

可靈活運用所有 DAO, Service 層的功能。

5)、 View

畫面與顯示的邏輯皆由 view 所處理，view 表單送出的請求皆由 Controller 接收，再決定給哪個 model 進行處理，Controller 回傳相應的結果至 view，並現給使用者。

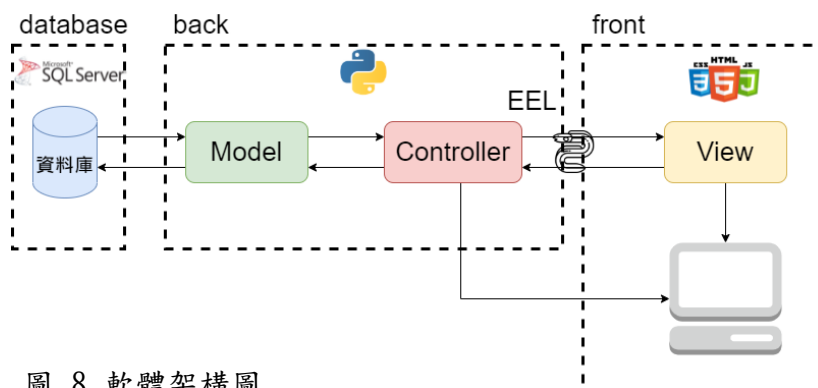


圖 8 軟體架構圖

f、人機介面設計

1)、功能列表

設計UI與UX需求前，首先列出系統可能會需要用的所有功能之列表，再以此為核心建立供使用者使用的前端介面。

■ 為欄位說明 ■ 為互動選項 ■ 為資訊

功能分類	0主選單(註0-1)		
細項	1~7之功能切換選項		

註0-1:主選單將在畫面左邊以可最小化之方式始終存在

功能分類	1使用者登入介面(註1-1)		
細項	使用者列表	登入	管理使用者
細項分支-1	使用者基本資料		新增/修正/刪除

註1-1:使用者必須登入才可使用2~6之功能

功能分類	2收納介面			
細項	收納新衣服		收納已存入過之衣服	
細項分支-1	提供辨識結果	選擇按鈕	提供辨識結果	提供比對結果
細項分支-2	提供辨識細項修正選項(註2-1)	收入	退回	提供辨識比對修正選項(註2-2)

註2-1:如將辨識結果從(短袖)手動修正為(T-shirt)

註2-2:如比較結果不為同伴衣服，可手動尋找對應衣服

功能分類	3拿取介面(系統推薦)		
細項	系統推薦選項列表(圖片形式)(註3-1)	送出按鈕	天氣資訊

註3-1:點選後將框選該圖樣>可按送出

功能分類	4拿取介面(自行選擇)			
細項	大項分類選單(註4-1)	單鍵拿取/整套拿取	拿取按鈕	詳情按鈕
細項分支-1	細項分類選單(註4-2)	已選擇之衣物(註4-4)		衣物詳情
細項分支-2	衣服列表(圖片形式)(註4-3)			

註4-1:大項(收藏/上半身/下半身等)

註4-2:細項(短袖/長袖/Polo衫/帽T等)

註4-3:不可拿取的衣物將被特別標註

註4-4:整套拿取時將顯示每件已選衣物圖片

功能分類	5衣物設定介面		
細項	衣服分類選單(註5-1)	選擇	刪除(註5-3)
細項分支-1	衣服列表(圖片形式)(註5-2)		
細項分支-2	該衣物之資訊與更改選項(註5-4)		

註5-1:比照{拿取介面}中的大項/細項分類選單

註5-2:點選後將框選該圖樣>可按選擇

註5-3:只有未在衣櫃中的衣物可被刪除資料

註5-3:比照{收納介面}中的{辨識細項修正選項}

功能分類	6其他(註6-1)		
細項			

註6-1:功能設計中，目前朝使用者使用習慣資料/鬧鐘功能方向設計

功能分類	7使用說明		
細項	欲察看之說明選項(1~5介面)		
細項分支-1	該介面之使用說明		

2)、 UI介面關聯圖

在有了確立了系統功能列表後，為每一頁介面進行整理，並繪製出其該頁面與其他頁面之關聯性，基本的UI介面關聯圖如下。

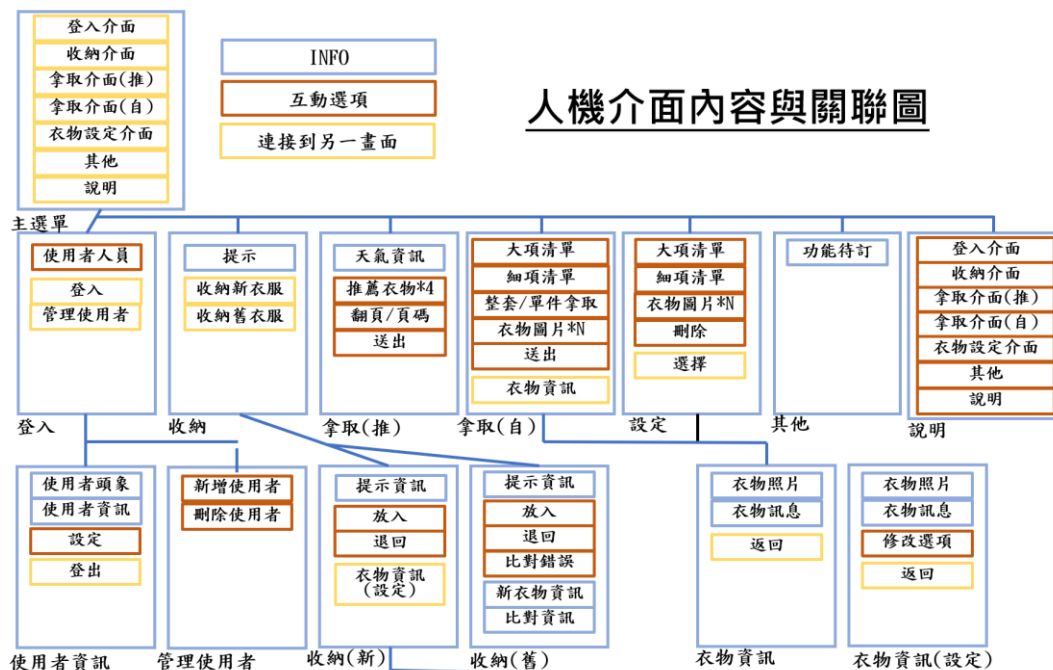


圖 10 人機介面內容關聯圖

3)、 UI模板繪製及心得回饋

在實際製作UI界面前先利用PowerPoint對各項功能做出UI介面的參考模板，在製作完模板後，透過PowerPoint動畫來模擬使用，並外部人員實際測試並回收使用者心得用以優化最終的UI與UX，最終使用html製作人機互動介面。



圖9主選單



圖10使用者資訊



圖11拿取畫面(推薦)



圖12細項分類列表



圖13衣物資訊



圖14已登入衣物比較畫面

4)、 Web架構建置

在製作完模板後，透過PowerPoint動畫來模擬使用，由外部人員實際測試並回收使用者心得用以優化最終的UI與UX，最終使用html製作介面。

肆、 應用範疇

智慧衣櫃主要特點在於可以利用資料庫有效的管理衣物和取得資訊，且有互動式介面可供使用者使用，即使是大量衣物的情況下也可以輕鬆控制，因此分析出兩種此產品的主要客戶群：

一、 需要有效利用空間的房屋

若家庭空間受限，可挪用一處空間存放智慧衣櫃，利用帳號管理不同成員衣物，不需要每間房都存放體積較大的衣櫃。

二、 針對擁有大量衣物的工作室或是服裝業相關工作者

利用類似的倉儲系統來做到衣物管理及有 UI 介面的提供可以更方便的找尋目前有什麼樣的衣物正在存放，也可以看到存入的時間或預覽衣物的樣貌等。

由於目前技術層面的限制，可應用的範圍也因此受限，未來若可將衣櫃馬達與感測技術微小化設計，本計畫的願景是將智能衣櫃也可以推廣至一般家庭居家使用，增加其商業價值。

伍、 進度管理

	項目內容	起始	結束	用時	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1	訂定企劃內容與構思	3/1	3/5	5d							
2	文獻探討與可行性研究	3/6	3/22	17d							
3	訂定大綱與規格	3/23	3/31	9d							
4	個別內容撰寫-辨識	4/1	6/22	83d							
5	個別內容撰寫-演算法	4/1	6/5	66d							
6	個別內容撰寫-資料庫	4/1	6/5	66d							
7	個別內容撰寫-UI	7/1	7/31	31d							
8	整合內容與優化(MVC)	7/1	8/7	43d							
9	文件與概念影片製作	7/1	8/10	41d							
10	模擬衣櫃	8/1	Now~	12d							
11	實體衣櫃製作										
12	最終測試、優化、整合										

參考資料

- [1] [Ololo. \(2020\). Clothing Dataset \(Full, High Resolution\). Kaggle.](#)
- [2] [Hyunsoo. \(2021\). DL_pro. Kaggle.](#)
- [3] [Icode so i am. \(2017, December 14\). Day 04：關於 Keras 的一些小技巧 -- 組態、模型存檔與實驗. IT 邦幫忙.](#)
- [4] [張元崧、蔣旻翰\(2017\)。腿部復健機構製作專題報告書。修平科技大學電機工程學系專題。未出版，台中市。](#)
- [5] [Pysource. \(2021, October 19\). Simple Color Recognition with Opencv and Python. Youtube.](#)
- [6] 駱易辰 (民 96)。HSV 色彩空間前景物體抽取及其於人體動作辨識系統應用。國立交通大學電機與控制工程研究所碩士論文。p14-15
- [7] 陳會安. (2020). SQL Server 2019/2017 資料庫設計與開發實務. 基峰.
- [8] [Mike. \(n.d.\). SQL 教學. Fooish 程式技術.](#)
- [9] [彭彭的課程. \(2019, January 11\). Python 網路爬蟲 Web Crawler 基本教學.](#)
- [10] [中央氣象局. \(2019, January 11\). 現存測站.](#)
- [11] [曹永忠. \(2020, April 23\). 【物聯網環控系統開發#2】 測試氣象局 OPEN DATA 的 API KEY. MakerPRO 科技創新實作社群媒體.](#)
- [12] [中央氣象局. \(n.d.\). 中央氣象局開放資料平臺之資料擷取 API. Swagger.](#)
- [13] 余晟. (2019). Regular Expression 橫刀萬解程式的關鍵語言:正規表示法 深石
- [14] [小郑杰西卡. \(2021, November 15\). 什么是「26 度穿衣法」？寒潮来袭怎么穿衣更合适？. 知乎.](#)
- [15] [Proladon. \(2019, December 24\). 【Proladon】Python Eel GUI - EP2. Python Eel 安裝與基本專案建置. Youtube.](#)
- [16] 黃俊壹 (阿壹). (2022). 圖像 Angular 開發入門：打造高靈活度的網頁應用程式 (iT 邦幫忙鐵人賽系列書) 博碩