

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科(一)

佳作

032818

智慧校園 GO：走得對、聞得出、看得清，安全
上學好放心

學校名稱： 新北市立溪崑國民中學

作者： 國一 鄭雨萌 國一 王品妍 國一 吳妙芬	指導老師： 林怡暄 林建毅
---	-----------------------------

關鍵詞： 霸凌防治、環境感測、校安警示

摘要

本研究開發「智慧校園 GO」網頁系統，平時提供校園三種策略導引(最短路徑/最低打擾/無障礙路線)功能，當遇上校園霸凌、學生群聚、火災、菸害、陌生訪客闖入監控等緊急事件，則啟動 Level 0(最低)到 Level 2(最高)的警報分級，通報相關人員、紀錄當下影像或數據，規劃「無障礙」或「最短路徑」進行即時處置。系統採響應式介面(模式切換、模糊搜尋)、地圖箭頭顯示，樓層動畫與實景照片呈現，支援自動起點及模擬定位。後端整合 ESP32 感測、YOLO 影像辨識，以 Dijkstra 演算規畫路徑。實測顯示，霸凌警示準確率 95%、群聚辨識正確率 92%，介面易用性取得 4.1/5 的分數，而「影像辨識偵測行為」功能取得 4.7/5 的高分肯定，展現智慧校園 GO 系統於即時警示與校園安全的實用價值。

壹、前言

一、研究動機

今年是我們升上國中的第一年，對我們來說，熟悉校園環境是一大挑戰，尤其是在建築結構複雜的大型校園內，雖然設有指示牌，但這些導引標示位置不明顯、文字過小或缺乏方向性等問題，使人難以快速辨識（圖 1），新生與訪客常需繞行才能找到正確位置。現在做法是在新生入學當天安排學長姐進行導引，但這種方式不僅耗費大量人力，且難以確保即時、精確的指引。



圖 1 校園不易查找的角落(作者 1 自行拍攝)

除此之外，現在的校園仍有許多待解決的問題，包含校園中垃圾場的死角常有學生群聚發生校園暴力、霸凌同學的現象；而校園的廁所內有菸害的情形。現行對於校園暴力、霸凌等處置方法多半事後才處理，對於廁所菸害等也是收到學生通報後處理，缺乏即時偵測、紀錄、通報與導引機制。除此之外，面對校園內的溫溼度控制，火災等問題，雖有傳統感測的警報系統，但對於高危險的區域(如主機房)並沒有特別的監控。

回顧國內外相關研究，現有方案大多各司其職：有的專注於影像定位與 2D 地圖導引，有的強調 3D 建模與校史展示，也有針對疏散演算法做模擬比較。然而，在我們翻閱的資料中，仍有著缺乏跨樓層動態導航、沒有安全警示與路線重繪等功能；尚未出現一套能同時整合「環境感測回報、AI 影像辨識、事件分級與即時導引」的完整系統。

因此，本研究期待提出「智慧校園 GO」系統。系統將 ESP32 環境感測、YOLO 姿勢/人頭偵測，結合 Dijkstra 演算法，建置 Level 0(最低)到 Level 2(最高)的警報分級規則，能在感測警示、偵測霸凌時於快速重繪安全路線。前端採響應式網頁，提供最短、無障礙、最低打擾三種導引模式，並支援模糊搜尋、自動起點定位與樓層動畫切換。讓此系統成為整合導引路線、環境感測、校安警示、霸凌防治等智慧校園系統的目標。

二、研究目的

本研究旨在發展一套整合環境感測、影像辨識與導引功能的「智慧校園 GO」系統(圖 2)，以因應校園使用者在日常行動與緊急狀況下的多元導引需求。具體研究目的如下：

- (一) 多角色需求與風險分級：訪談學生、教師、警衛、家長等，建立情境模型。
- (二) 模組化智慧校園 GO 系統：整合 ESP32 感測、YOLO 影像辨識與 Dijkstra 三種路徑演算，前端提供網頁導引。
- (三) 情境驗證與使用者體驗：透過情境模擬各種突發狀況的運作，與問卷評估導引正確性、介面易用性與實用性。

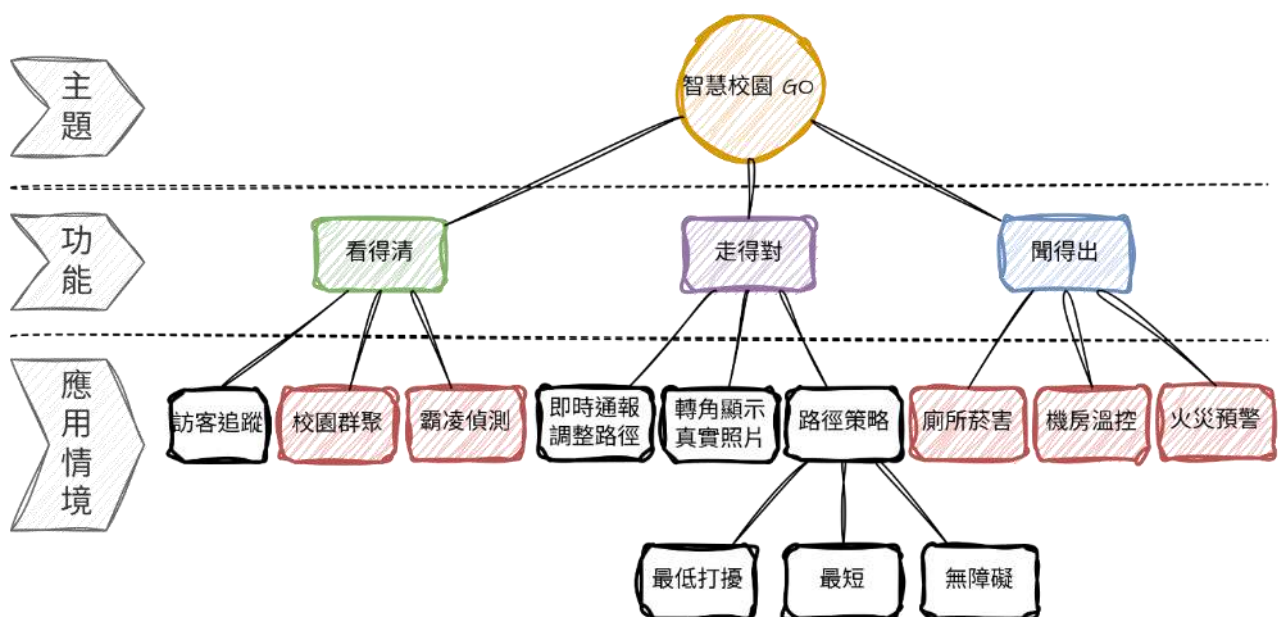


圖 2 「智慧校園 GO」系統的功能與應用情境架構(作者 2 自行繪製)

三、文獻探討

(一) 校園導航相關文獻

1. SPS (School Positioning System) 校園導航系統(吳佳樺等人, 2019) 利用深度學習裡的影像辨識技術達到定位的功能，並利用演算法計算到達目的地的建議路徑，後用 2D 的方式呈現路徑導覽，最後利用 AR 技術在特定地點創造特有的浮動式的電子佈告欄，供使用者可自行選擇觀看。其內容具有「在於影像辨識技術的定位概念可以減少網路的使用、透過 2D 地圖導航減少雲端演算法的使用」等創新。但亦有「無介紹 2D 地圖演算法程式與做法、且影像辨識技術需要事先於各教室外建置、最後文獻中僅完成平面地圖的建構」等不足。

2. **政治大學校園導覽系統**採用立體地圖技術，透過 3D 建模將校內主要建築呈現在導覽界面中，並提供建築物具體位置、歷史背景介紹與開放時間和室內與室外空間導覽，幫助使用者更直觀地了解環境。
3. **百密一「疏」校園智慧疏散系統之建構**，透過 python 語法建構校園立體地圖，且透過演算法比較原有疏散路徑與演算法分析路徑的差異。該系統雖然在資訊呈現上較為完整，但仍有不足。例如：無法根據使用者自身需求選擇最適合的路徑模式，如無障礙路徑或最短路徑。

綜合上述三份作品的分析，本研究希望結合數位地圖建構技術、最佳路徑演算法，與我們調查的使用者需求，發展一套兼具精確度、個人化選擇的智慧校園系統，其比較與評估如表 1，讓校園中不同需求的使用者都能充分利用的智慧校園系統。

表 1 本次文獻分析之系統功能評估

研究主題	SPS 校園導航系統	政治大學校園導覽系統	百密一「疏」校園智慧疏散系統之建構	智慧校園 GO (本研究)
影像辨識定位	✓	✓	✓	✓
2D 地圖導引	✓	✓	✓	✓
多導引路徑	✗	✗	✗	✓
個人化選擇	✗	✗	✗	✓
環境感測	✗	✗	✗	✓
影像辨識	✓	✗	✓	✓
即時通報	✗	✗	✓	✓

註：✓ 代表有設計；✗ 代表無設計

貳、研究設備與器材軟硬體

一、研究軟體列表：Arduino、Jupyter Notebook、TinkerCad、ChatGPT。其主要用途、選用理由之說明如下表 2。

表 2 研究軟體列表分析

軟體	主要用途	選用理由 / 優勢	版本或環境
Arduino IDE	將程式碼編譯並上傳到 ESP32；同步監看序列埠資料	開源、跨平台 (Win / macOS / Linux)，內建 ESP32 支援與範例，對初學者友善	2.3.6
Jupyter Notebook	撰寫與測試 YOLOv8 影像辨識；視覺化即時偵測結果	網頁介面、即寫即跑，易於教學與除錯，且支援 Python 3 與各類資料科學套件	Python 3.11.7；JupyterLab 4.0.11
ChatGPT (OpenAI)	協助撰寫文字、警示訊息、程式碼片段與文件草稿	能快速產生自然語言與程式碼，縮短開發時程。也作為使用者對話範例與文案的靈感來源。	GPT-4o (2025.06)

二、研究硬體列表：SGP30 二氧化碳、PMS3003 懸浮微粒、DHT11 溫溼度。其元件之主要功能與選用理由說明如表 3。

表 3 研究硬體列表分析

元件	主要功能	選用理由
ESP32	收集感測資料並透過 Wi-Fi 傳送至前端	開源程式碼、低功耗
SGP30	偵測 CO ₂ ；空污/悶熱指標 CO ₂ 測量範圍是 400 ppm 到 60,000 ppm	校園空氣品質核心指標
PMS3003	偵測 PM2.5；菸害/火災煙霧 懸浮微粒測量範圍：0.3 - 10 微米	準確度高、已商用化
DHT11	溫度、濕度監控	廉價、易校準
筆電 (i5+RTX3050)	即時 YOLOv8 推論 ≈ 30 fps	單機即可運行，省去伺服器

註：各器材將根據本研究實測結果定義偵測標準

三、綜合設備與器材說明

本研究透過 Arduino IDE 撰寫程式碼，使 ESP32 透過序列埠傳感測資料，開啟 Jupyter Notebook 執行 YOLO 模型，ChatGPT 協助生成警示訊息或優化程式碼。ESP32 微控制器與三款環境感測器 (SGP30、PMS3003、DHT11) 都屬於市面上隨手可得且文件齊全的模組，成本低，日後有維修或擴充需求，只需替換相同規格，降低學校維護負擔。

透過 Intel i5 筆電外加 RTX 3050 顯示卡就能維持 YOLO 模型的 AI 模型演算，畫面流暢，足以應付校園常態監控需求；換言之，即便沒有昂貴的伺服器設備，學校也能輕鬆部署並持續運作這套系統。

參、研究過程或方法

本研究依「需求訪談、系統設計、模組開發、情境測試、使用者評估」五階段進行。首先，訪談共 13 名師生與家長，彙整三大痛點（迷路、環境、校安）的問題，並列出風險管理分級制。其次，設計環境感測、影像辨識與路徑導引三模組架構，並以 ESP32 與 YOLOv8 模型實作。開發階段完成三種路徑策略與事件 Level 0(最低)到 Level 2(最高)警報分級機制。情境測試針對火災、菸害、霸凌等三種模式，最後設計使用者問卷，共回收 57 份有效問卷進行使用者分析。其研究流程如下圖 3：

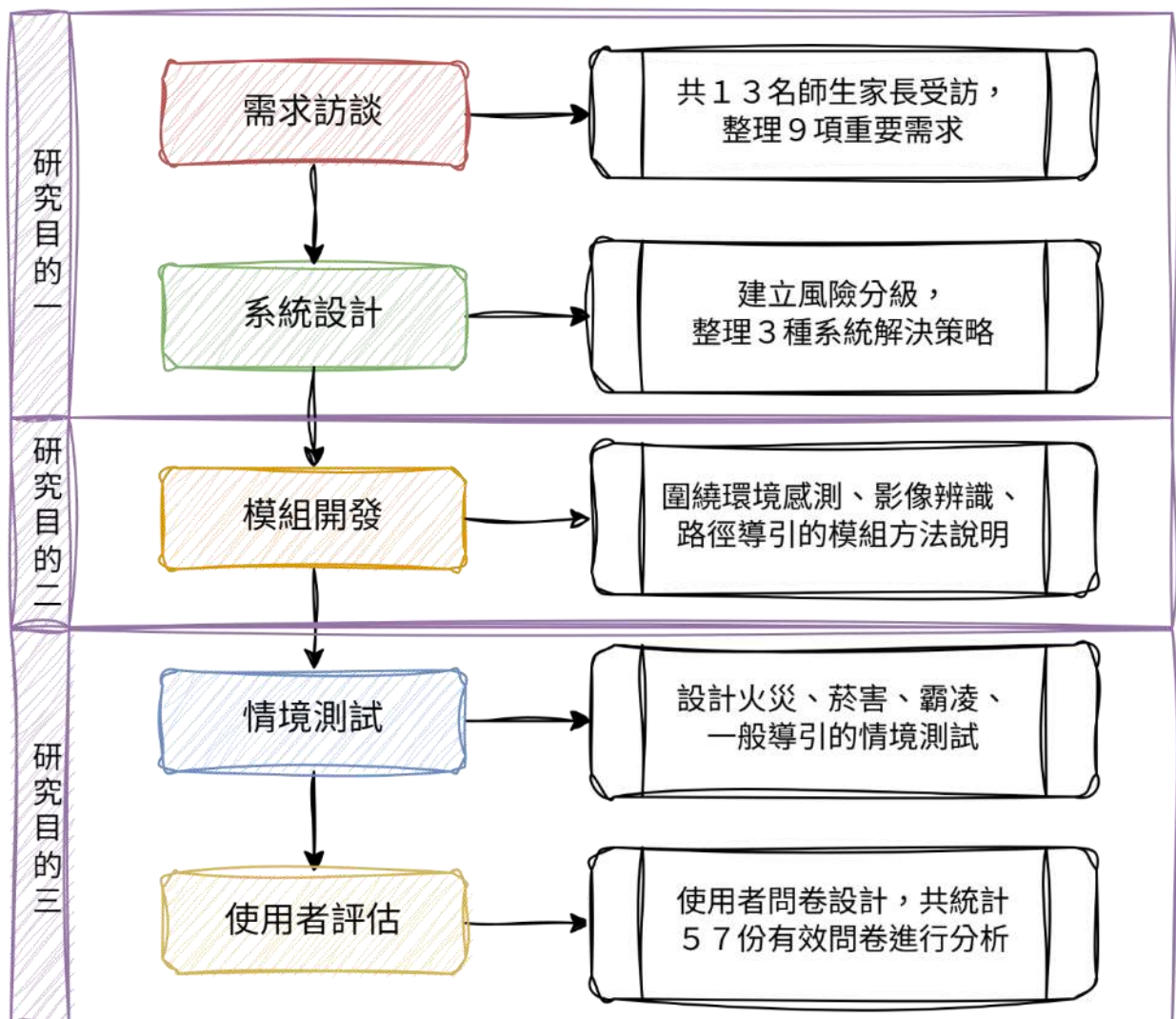


圖 3 研究流程圖(作者 3 自行繪製)

一、多角色需求訪談

本研究採用使用者導向訪談(圖 4)為主軸，透過立意抽樣，探討校園中多元角色（如視障/一般學生、行政教師、警衛與家長）共 13 人，在日常移動與安全需求差異。訪談問題設計兼顧使用情境、產生的困難與需求意見，藉由半結構式訪談，了解導入科技工具提升智慧校園系統的可用性與適切性。最後根據訪談結果的需求，將需求進行風險分級，列出 Level 0(最低)到 Level 2(最高)風險分級規則，決定演算順序。



圖 4 研究者訪談視障同學
(作者 1 自行拍攝)

(一) 視障學生訪談問題:引導與震動回饋

1. 你平常在校園中移動時，會遇到哪些困難或不便的情況？
2. 如果有導引功能，你希望它能提供哪些資訊（例如方向、障礙物、樓層）？
3. 假設系統會自動根據你的位置提供路線與提示，你會覺得這樣有幫助嗎？

(二) 一般學生訪談問題:快速、互動式操作

1. 當你要到一個不熟悉的教室或辦公室，你通常怎麼找路？
2. 你覺得路線上加入動畫箭頭或樓層切換提示對你是否有幫助？

(四) 教師訪談問題:安全與時效，解決霸凌、校安、菸害等問題

1. 面對目前遇到的業務種類，哪些工作沒有效果，但又耗費你較大時間的呢？
2. 你對於整合警示、樓層切換與感測功能的導引系統，有哪些期待？
3. 對於智慧校園的安全偵測，你希望有哪些地方是最先需要注意的呢？

(四) 警衛室訪談問題:掌握狀況與介入

1. 在校園安全維護中，你最常遇到的學生走動問題是哪些？
2. 如果有系統能讓你得知某人目前在哪一區域，你會如何使用這資訊？
3. 當偵測到異常（霸凌、群聚、菸害、火災等）時，你希望系統怎麼通知你？

(五) 家長訪談問題:簡單圖像與語音提示

1. 當你第一次來到校園，你通常如何找到要前往的教室或辦公室？是否會感到困難？
2. 如果導引系統提供校園實景照片與語音說明，對你是否有幫助？
3. 哪些提示方式（地圖、箭頭、照片、語音）對你最清楚、最安心？

二、模組化智慧校園 GO 系統

(一)互動校園智慧地圖

確認校園內的關鍵建築、地點及不同來向的真實影像。藉由 Google Earth 拍攝校園全景與實地走訪，記錄校園內各項重要設施的位置，並根據俯視圖繪製樓層的平面圖(圖 5)。

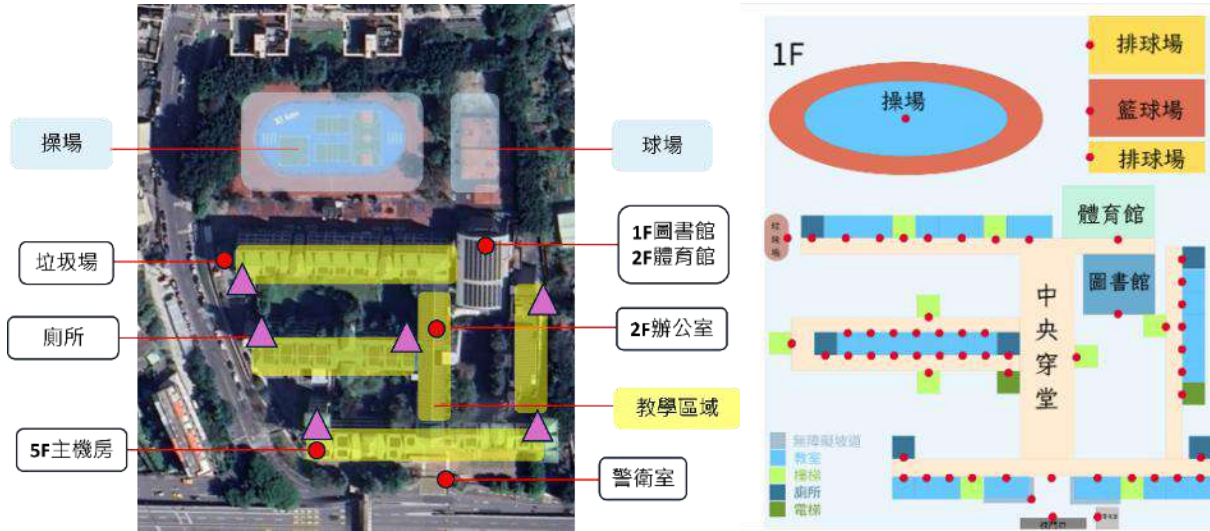


圖 5 藉由 Google Earth 標記校園位置(左) / 繪製校園一樓的平面圖(右)
(作者 1 自行拍攝、繪製)

在校園導航系統中，我們希望提供不同使用者需求的路徑規劃，因此設計了三種模式(表 4)。不同模式下，路徑的權重會有所不同。例如，在無障礙模式下，樓梯的通行難度較高，因此其權重值會大幅增加。

表 4 不同模式之定義與對象說明

模式	定義	適用對象	權重計算
無障礙 模式	無障礙設施先決，選擇平面較易行走的路徑。	使用輪椅、拐杖或行動不便者；搬運貨物者。	將樓梯路徑權重設為 100。 將電梯、無障礙坡道的路徑權重設為 0
最低打擾 模式	提高班級教室權重，路徑規劃以經過行政辦公室、科任教室為優先。	大型參訪團隊、課堂中移動者。	將班級的路徑權重設為 20。 將行政辦公室、科任教室、電梯的路徑權重設為 1。
最短路徑 模式 (預設)	路徑距離最短者。	需快速到達目的地者。	以距離設定權重。電梯、無障礙坡道的權重設定為 100。

(二) 環境感測

1. 感測器架設

在環境感測上，我們建立包含 ESP32+SGP30(偵測 CO₂)+PMS3003(偵測 PM2.5)+DHT11(偵測溫溼度)的裝置，系統邏輯則是偵測現場數據，由程式判斷是否觸發提示或警告，再把資料送回電腦，整體流程可即時反應，整個設計的概念和流程如下圖 6：

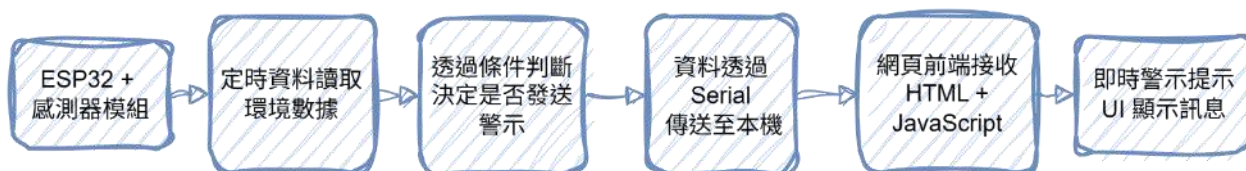


圖 6 環境感測邏輯流程圖(作者 1 自行拍攝)

2. 環境現況調查

當系統架設完成後，在需求環境上進行 4 小時的偵測（每 5 分鐘收集一次數據），了解環境的現況，作為我們設定的標準。

(1) 感測器說明：

將 DHT11（溫濕度）、SGP30（CO₂）和 PMS3003（懸浮微粒 PM2.5）三種感測器與 ESP32 微控制器連接，實現多維度空氣品質監測。

(2) 數據讀取方法：

設定每隔 5 分鐘從各個感測器讀取空氣品質數據，包括溫濕度、CO₂濃度、PM2.5 等指標。分析環境中各項數據的變化，作為後續環境感測設定的基礎。

(三) 影像辨識

1. 影像辨識模型說明

我們的系統在單機環境中執行影像辨識與前端模擬互動流程。透過 Jupyter Notebook 執行 YOLO 模型結合其他模型，進行校園群聚、霸凌行為、人臉辨識。顯示警報的當下同時進行影像紀錄，作為後續輔導管理的資料庫。整個設計的概念和流程如下圖 7：

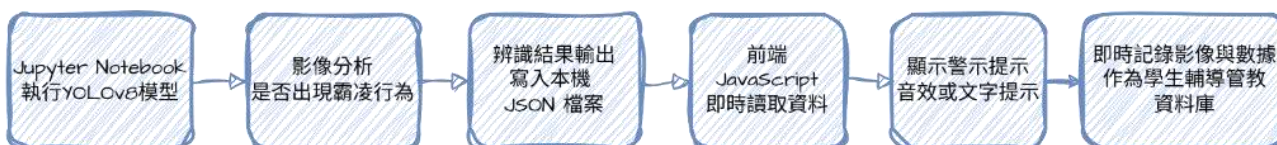


圖 7 影像辨識邏輯流程圖(作者 2 自行拍攝)

2. YOLO v8 模型性能分析

YOLO v8 模型預設的模型可辨識 COCO 資料集共有 80 種物件類別，對應本研究中分析校園霸凌、群聚與校園警衛室訪客的人臉辨識是不夠的，在模型上我們加入 openCV 與 MediaPipe 的組合，可以達到校園安全、霸凌防治等功能。

(1) 人臉偵測：加入 openCV 的 Haar Cascade 模型。

(2) 人頭數量估計：結合 Dlib 的特徵點檢測與 openCV 的姿態估計。

(3) 蹲下動作辨識：利用 MediaPipe 進行人體姿態估計，並計算關節角度判斷動作。

3. 模型實用性調查

為了瞭解模型偵測的有效性，我們設計模擬實驗如下：

- (1) 人臉偵測：我們先使用相機拍攝自己的照片一張，提供 python 進行學習，再透過不同人臉在鏡頭前做為偵測的素材進行分析。
- (2) 人頭數量估計：提供不同照片 10 張進行人頭數量計算，紀錄「估計人數 ÷ 實際照片」人數的比例。
- (3) 蹲下動作辨識：我們架設攝影機，並由三位學生在同一環境中，進行 5 分鐘的隨意活動，其中會加入「蹲下抱頭」動作，紀錄「系統正確觸發警示的次數 ÷ 高風險場景總次數」的比例。

(四) 小結

在「智慧校園 GO」的模組化設計階段，依據需求「環境偵測、影像辨識與三模式導引」，將系統分為三個子模組並整合：

1. **互動式智慧地圖**：響應式網頁承載動態節點與多策略（無障礙／最低打擾／最短）路徑演算，提供研究者繪製的平面地圖，並設計圖文雙軌指引與樓層切換動畫。
2. **環境感測器模組**：以 ESP32 為核心，串接 SGP30、PMS3003、DHT11 等感測器，每五分鐘回傳溫溼度、CO₂、PM2.5；並依採樣結果建立火災與菸害警戒門檻。
3. **影像辨識模組**：採 YOLO v8 模型與改良演算法，兼具人臉辨識、頭數估計與高風險動作偵測，專注校園霸凌與群聚行為監控。

回應本研究目的「模組化智慧校園 GO 系統」，此三模組相互合作，但部署與維護上仍保持獨立：感測器開道可擴充新硬體，影像模型可依據需求更新權重，導引權重亦可因校園環境動態調整。透過此架構，系統兼顧導引效率與校園安全，其系統邏輯架構如下圖 8：

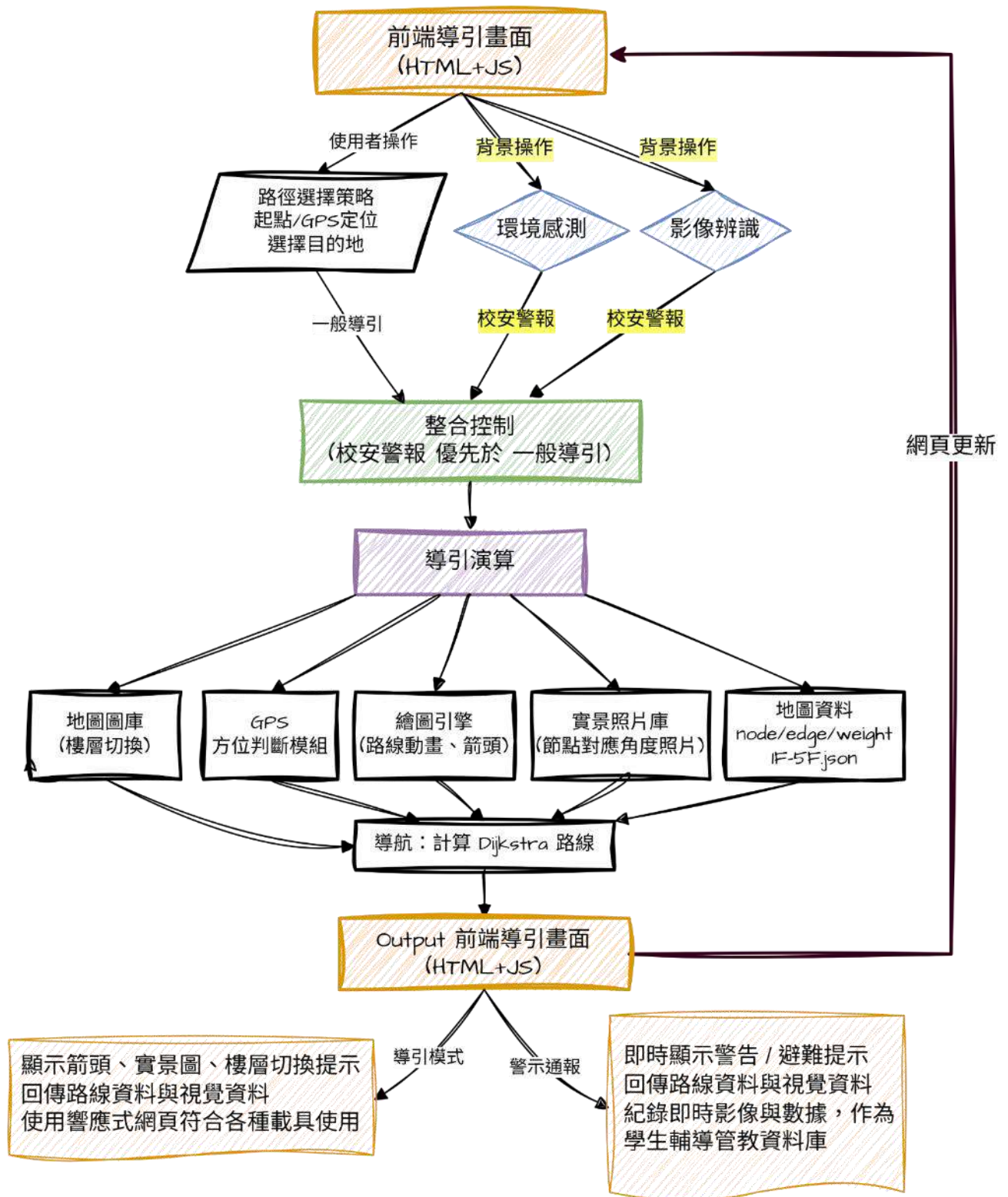


圖 8 智慧校園 G0 系統運算邏輯架構(作者 3 自行繪製)

三、情境測試與使用者評估

(一) 情境測試

為驗證《智慧校園 G0》在真實校園事件中的偵測準確度、警示速度與導引有效性，研究團隊設計三大情境測試(表 5)：火災預警（高溫＋濃煙）、菸害防治（PM2.5/CO₂ 急遽升高）、霸凌偵測（學生出現「蹲下抱頭」等高風險姿勢）。於研究結果繪製整體操作流程圖與截圖各種操作之系統畫面。

表 5 三大情境測試的流程

流程步驟	關鍵操作	來源
事件觸發	在實驗區域釋出煙霧罐／模擬抽菸； 或請 3 名學生演示霸凌姿勢	火災、菸害、霸凌均列於 多情境測試
感測 / 影像輸入	ESP32 每 3 min 讀取溫溼度、CO ₂ 、PM2.5； 攝影機連 YOLOv8 模型即時辨識動作	感測讀值與影像辨識流程
風險分級	資料送入 Level 0-2 引擎；例如 PM2.5 ≥ 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 或 CO ₂ ≥ 700 ppm 判為 Level 2	菸害/火災警戒門檻
警示＋導引	系統彈窗、蜂鳴並重繪路線；前端箭頭動畫 閃動、文字同步更新	即時觸發提示動畫、 路線重繪
成功判定	成功＝觸發＋200 ms 內重繪地圖路線； 同時記錄辨識正確率	

(二) 使用者評估

為評估《智慧校園 G0》系統使用成效與功能，設計一份 10 題的結構式問卷作為研究工具。問卷依據系統功能進行提問。每一題皆對應一個系統功能，問題聚焦於便利性、情境適配性與安全性等實際使用經驗。問卷採五點李克特量表（1＝非常不同意，5＝非常同意），其中包含三種路徑模式（最短、無障礙、最低打擾）的評估題項，並針對模擬導引、環境感測（溫濕度、CO₂、PM2.5）與影像辨識應用於校園安全（霸凌警示）的使用回饋，以檢驗系統是否具備包容性與可推廣性，其問題內容與細項說明如下表 6。

表 6 使用者體驗問卷設計

題號	問題內容	細項說明
1	系統介面容易操作，即使是第一次使用也能快速上手。	評估使用者首次接觸的學習曲線與直覺操作性，關係到整體進入體驗。
2	地圖呈現（如教室、樓梯、電梯）能幫助我理解與選擇路線。	檢視分類設計是否有助於空間導引與快速決策。
3	三種策略的推薦結果合理且實用。	評估演算法結果與實際需求的符合度，代表效能優化方向。
4	系統能根據目前定位自動設定起點，提升便利性。	評估 GPS 模擬與初始導引邏輯是否實用。
5	模擬移動過程中節點與箭頭呈現變化清楚，有助於了解整體路徑。	對應動態模擬移動功能，評估其作為預演工具的有效性。
6	偵測到異常環境數值（高溫、PM2.5...）能即時提示火災或菸害風險。	溫濕度、CO ₂ 、PM2.5 等感測器回應火警預警、吸菸警示，安全導引功能。
7	系統能透過影像辨識偵測校園死角的人數並進行回報。	回應校安議題，透過 AI 識別校園活動的人數提升警示效率。
8	系統能透過影像辨識偵測疑似霸凌行為，並提醒使用者。	回應校安議題，透過 AI 識別人羣行為預警不當互動情境，提升安全感。
9	系統適合學生、老師、訪客等不同使用者使用。	評估設計是否考慮不同背景角色的認知與行為模式。
10	我願意推薦這個系統給其他人使用。	綜合性評估，對應系統可接受性與潛在推廣價值。

肆、研究結果與討論

一、目的一結果：問題情境的需求訪談

我們根據多方的訪談結果後，發現不同使用者有不同的需求，包含警衛室、家長、視障同學需要有導引需求，新生也有方向定位的需求，不同處室的老師會有校園霸凌、群聚、菸害、主機房的溫溼度與火災監控需求等。

表 7 訪談資料與困難需求整理

使用者	困難	需求	風險分級
視障同學	前往教室以外的地方必須要有同學陪同	導引與震動提示	Level 0
一般同學 (新生)	剛入學的時候到達不同樓層不知道教室的方向	方向定位導引	Level 0
生教組長	同學躲在廁所抽菸但取締不易	抽菸警示	Level 1 校內警報
學務主任	校園垃圾場有學生聚集、霸凌同學現象	偵測人多、霸凌動作的警示	Level 2 校內警報
資訊組長	巡邏網路主機房，了解溫溼度	偵測火災與溫溼度的警示	Level 2 校外警報
警衛室	訪客來訪不容易導引位置，且不容易掌握訪客的移動位置	能圖解、導引訪客的功能；透過影像辨識偵測訪客位置	Level 1
家長	很少進入校園，找不到想要去的地方	掃 QRcode 有手機導引的功能	Level 0

根據緊急程度，我們設定風險分級，Level 0 表示當下沒有風險，正常執行演算；Level 1 表示有風險，需要留意與查看；Level 2 表示有緊急風險，需要立即前往或避難(可細分校外與校內警報)。統整不同使用者的需求，並列出風險分級說明如上表 7，並將需求、策略與成果整理如下圖 9，並在研究結果二說明各種策略與操作方式。

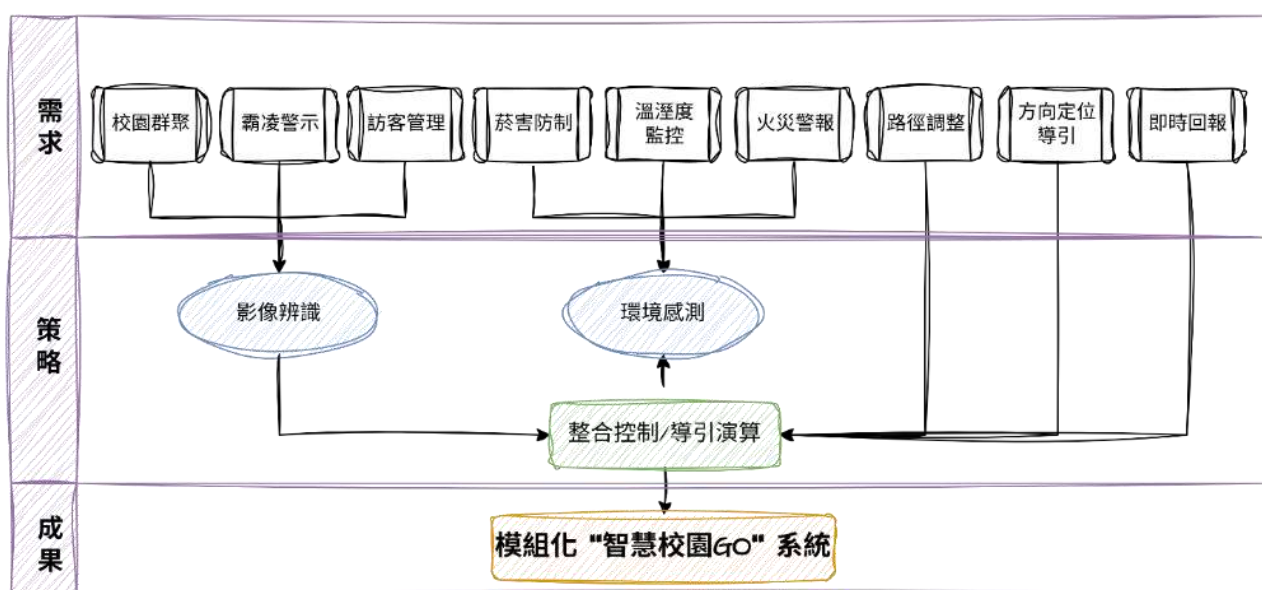


圖 9 本研究需求、策略與成果分析(作者 1 自行繪製)

二、目的二結果：模組化智慧校園 GO 系統

(一)互動校園智慧地圖

我們觀察校園的地圖，同時進行實地調查，最終選擇將校園內教室、樓梯、電梯等重要地點(圖 10)納入研究，並且根據使用者需求，確認校園內的關鍵建築與地點，規劃地圖的組成要件。



圖 10 校園風險熱區與實際需求說明(作者 1 拍攝、繪製)

本研究中的校園導引地圖分為兩個階段，一是市賽階段建立的節點地圖(圖 11)，後使用者回饋時表示可視性較差，改為樓層建立的五張平面地圖取代。其分析與比較說明如下：

1. 第一代節點地圖的變化

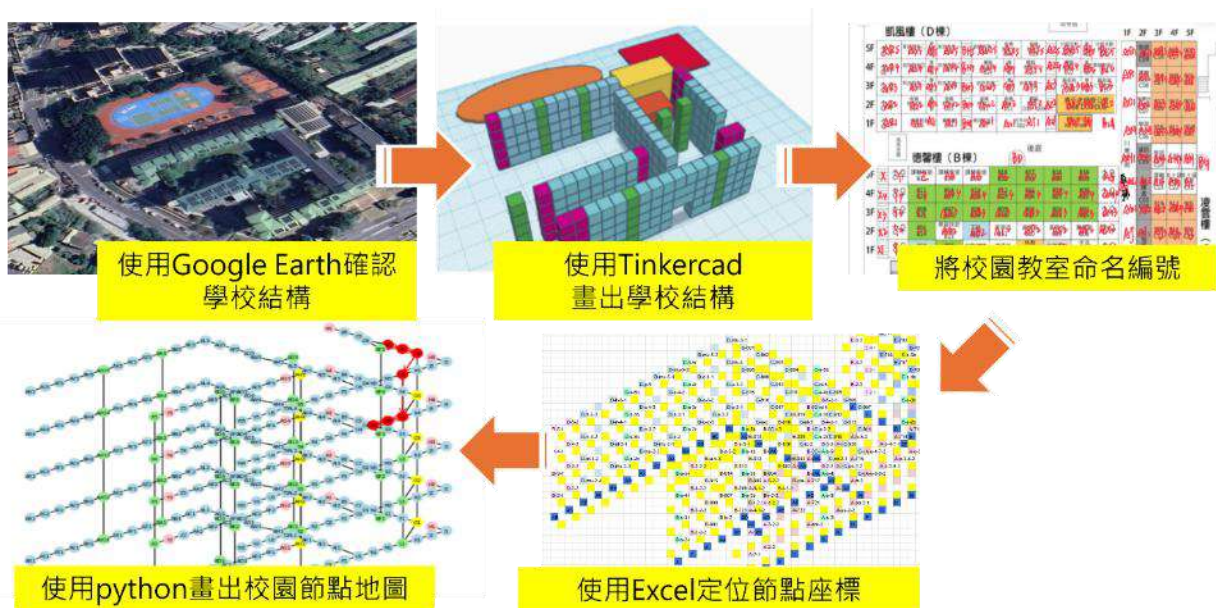


圖 11 第一代節點地圖(作者 2 拍攝、繪製)

我們先將校園立體模擬圖以 Tinkercad 建立，再用製作好的立體模擬圖，對應學校的教室位置圖，並為每個節點填入英文編號，使用 Excel 在節點圖旁建立座標資訊，透過 numpy 轉成程式碼的節點圖。

2. 第二代平面地圖的變化

第二代地圖，從立體地圖改為 5 張平面地圖，並結合 openCV 抓取節點，省下大量的節點計算與規畫分析。掛載在 Vscode 上可以有效使用資料夾整理資料，提高系統擴充性。其細節說明如下圖 12、13、14、15。

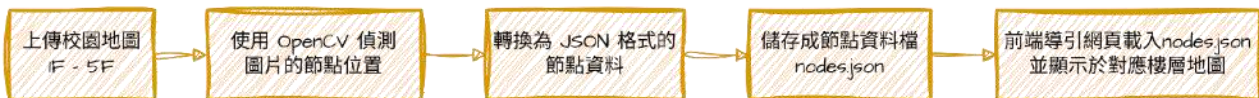


圖 12 第二代地圖邏輯流程圖(作者 3 自行繪製)



圖 13 以 Images 資料夾管理地圖(作者 1 自行拍攝、繪製)

```
# === 步驟 1: 設定圖片路徑 (請自行修改) ===
image_path = r"C:/Users/mbczq/Downloads/1F.png"

# === 步驟 2: 確認圖片讀取 ===
if not os.path.exists(image_path):
    raise FileNotFoundError(" ! 圖片不存在，請確認路徑!")

image = cv2.imread(image_path)
if image is None:
    raise ValueError(" ! 圖片讀取失敗，請確認圖片格式正")

# === 步驟 3: 轉換為 HSV 色彩空間 ===
hsv = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2HSV)

# === 步驟 4: 定義紅色範圍 ===
lower_red1 = np.array([0, 50, 20])
upper_red1 = np.array([10, 255, 255])
lower_red2 = np.array([160, 50, 20])
upper_red2 = np.array([180, 255, 255])

mask1 = cv2.inRange(hsv, lower_red1, upper_red1)
mask2 = cv2.inRange(hsv, lower_red2, upper_red2)
red_mask = cv2.bitwise_or(mask1, mask2)

# === 步驟 5: 輪廓偵測紅點 ===
contours, _ = cv2.findContours(red_mask, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX)

red_points = []
for cnt in contours:
    M = cv2.moments(cnt)
    if M["m00"] != 0:
        cX = int(M["m10"] / M["m00"])
        cY = int(M["m01"] / M["m00"])
        red_points.append((cX, cY))

# === 步驟 6: 排序紅點 ===
red_points_sorted = sorted(red_points, key=lambda p: (p[1], p[0]))

# === 步驟 7: 標記圖片 (僅節點編號) ===
output_image = image.copy()
for idx, (x, y) in enumerate(red_points_sorted):
    cv2.circle(output_image, (x, y), 5, (0, 255, 0), -1)
    cv2.putText(output_image, f"{idx+1}", (x + 5, y - 5),
                cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.4, (0, 0, 0), 1)

# === 步驟 8: 列印座標到 console ===
print("節點座標清單:")
for idx, (x, y) in enumerate(red_points_sorted):
```

藉由 Jupyter 打開圖片，使用 openCV 分析圖片上的紅點作為節點座標的標記

圖 14 使用 openCV 偵測節點座標(作者 2 自行拍攝)



圖 15 第二代地圖的資料管理架構(作者 3 自行拍攝)

綜合比較第一代與第二代地圖，列出差異如下表 8：

表 8 第一代與第二代地圖之差異與亮點

比較面向	第一代節點地圖	第二代五張平面地圖	主要差異與亮點
製作技術	以 python 訂立節點座標，以節點呈現運算結果	每層樓繪製 1 張平面圖，透過 openCV 標註節點座標	3D → 2D；節點轉為「看得懂」的平面背景
視覺呈現	立體感佳，可一次看到全校體積，小螢幕上縮放後易失真、節點擁擠	單樓層版面，縮放仍清楚，可搭配高對比箭頭、樓層切換動畫	「立體但複雜」轉變為「清晰且聚焦」
使用者回饋	新生反映「看不懂 3D」、搞不清樓層	問卷易用性提升至 4.1，但樓層切換動畫仍待優化	易用性提高；仍保留待改進議題
演算法整合	節點編號與權重已能跑 Di jkstra，但需額外判斷樓層	每張圖內僅 X、Y 座標，樓層切換由 UI 管理，對於裝置需求更低、更快	從樓層分析權重轉變為 2D 權重+UI 分層
維護與擴充	新增教室需重新匯出 3D 模型，座標修改較繁瑣	只要更新單張 PNG；節點 JSON 可熱更新	維護成本大幅降低
適用場景	演算法驗證、全樓層展示	實際導航、行動裝置顯示	從“開發者視圖”轉變為“使用者視圖”

3. 多策略導引模式

在校園導引中，我們希望提供不同使用者需求的路徑規劃(表 9)與演算法說明(表 10)：

表 9 不同模式的權重語法設定

模式	說明
無障礙模式	<p>1. 電梯與無障礙斜坡的權重設為 1。</p> <pre>for u, v, w in edges: if G.nodes[u]["type"] == "elevator" or G.nodes[v]["type"] == "elevator": w = 1 # 若節點為電梯，則邊的權重設為 1 G.add_edge(u, v, weight=w)</pre> <p>2. 演算法中拒絕樓梯的類別。</p> <pre>if avoid_stairs: stair_nodes = [node for node, attr in G.nodes(data=True) if attr["type"] == "stair"] G_filtered.remove_nodes_from(stair_nodes)</pre>
最低打擾模式	<p>1. 將班級教室上的邊權重設為 20。</p> <p>2. 行政辦公室、科任教室上的邊設為 1。</p> <pre># 如果任一端是班級教室，設為 10 if G.nodes[u]["type"] == "classroom" or G.nodes[v]["type"] == "classroom": weight = 10 # 如果任一端是行政辦公室或科任教室，設為 1 if G.nodes[u]["type"] in ["office", "special"] or G.nodes[v]["type"] in ["office", "special"]: weight = 1</pre> <p>3. 樓梯與電梯邊上的權重設為 1。代表樓梯與電梯的路徑皆可選擇。</p>
最短路徑模式	所有邊上的權重皆是依距離設定。(預設模式)

表 10 節點標記與 Dijkstra 演算法說明

設定	說明
節點包含 照片連結	<p>1. 節點包含照片的連結，讓使用者在導覽時查看該位置的真實影像。(圖 16)</p> <p>2. 過濾路徑上的樓梯，確保行動不便者能獲得適合的路線。</p> <pre># 加入節點 (包含樓梯、電梯、走廊，並加上圖片連結) G.add_nodes_from([(1, {"type": "hallway", "photo_url": "https://example.com/hallway1.jpg"}), (2, {"type": "hallway", "photo_url": "https://example.com/hallway2.jpg"}), (3, {"type": "stair", "photo_url": "https://example.com/stair.jpg"}), # 樓梯 (4, {"type": "elevator", "photo_url": "https://example.com/elevator.jpg"}), # 電梯 (5, {"type": "hallway", "photo_url": "https://example.com/hallway3.jpg"})])</pre>

使用 Dijkstra 演算法

```
def dijkstra_shortest_path(start, end, avoid_stairs=True):
    """ 使用 Dijkstra 演算法找出最短路徑，並排除樓梯 (可選) """
    G_filtered = G.copy()

    # 若禁止樓梯，則移除所有樓梯節點
    if avoid_stairs:
        stair_nodes = [node for node, attr in G.nodes(data=True) if attr["type"] == "stair"]
        G_filtered.remove_nodes_from(stair_nodes)

    try:
        # 計算最短路徑 (Dijkstra)
        path = nx.dijkstra_path(G_filtered, source=start, target=end, weight="weight")

        # 將路徑轉換為 (節點, 照片 URL)
        path_with_photos = [(node, G.nodes[node]["photo_url"]) for node in path]
        return path_with_photos
    except nx.NetworkXNoPath:
        return "無可行路徑"
```

4. 輸入邏輯判斷

使用者開始前端導引網頁後，使用者首先選擇導引策略，接著依序輸入起點與終點。系統會檢查輸入的地點是否存在，若無則提供模糊搜尋協助使用者定位正確地點。完成起點與終點確認後，系統再依照所選策略進行路徑規劃與顯示(圖 16)。

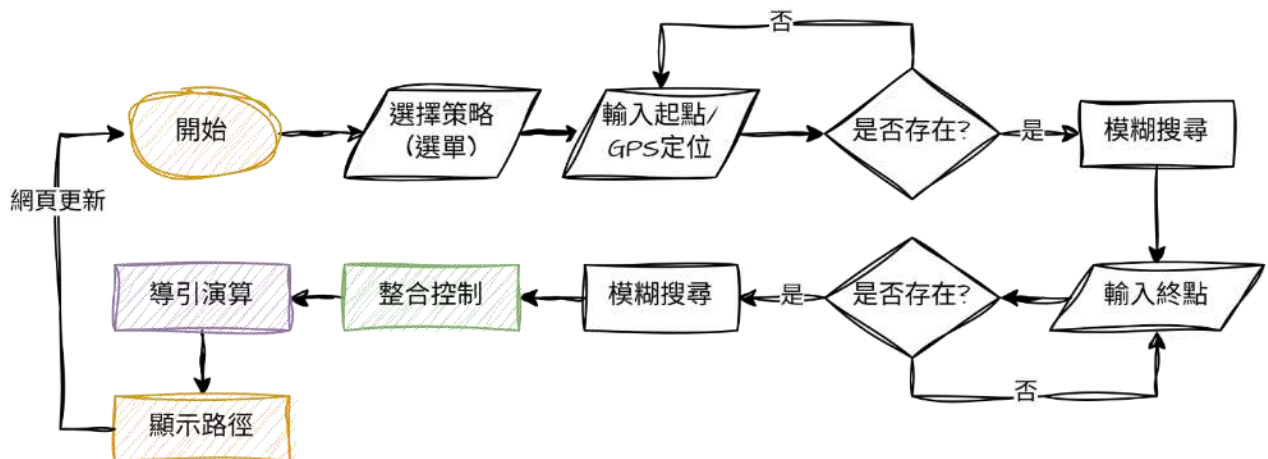










圖 16 導引網頁輸入邏輯判斷圖(作者 1 自行繪製)

5. 可視化的導引結果

1. 轉角處加入真實照片：

我們針對樓梯、電梯與轉角處等容易使使用者迷失方向的位置，進行實地拍攝，作為節點照片輔助導覽使用。為了方便程式自動判別與對應，計照片命名方式為：「樓梯代號+樓層+視角代號」(表 11)。例如 L2_right_in 代表 L 號樓梯、2 樓、視角方向為「樓梯口右側往樓梯」。

表 11 不同視角的照片命名(作者 1 自行拍攝)

照片說明	上 2 樓樓梯口	樓梯口往正前方	從樓梯往右方走	從樓梯往左方走
從樓梯口平台走				
樓梯命名	L1_up	L1_down	L2_right_out	L2_left_out
照片說明	從右方往樓梯口	下 1 樓	從左方往樓梯口	2 上 3 樓
不同方向往樓梯口				
樓梯命名	L2_right_in	L2_down	L2_left_in	L2_up

綜合這樣的脈絡，導引前往樓梯時，提供不同來向的實際影像，例如當下圖的樓梯往 1 樓走，並且左轉就會顯示圖 L1_left_out，若右轉則顯示圖 L1_right_out（圖 17），讓使用者可在不同方向至此地點時可快速了解所在位置，為使用者在導覽方面增加便利性。



圖 17 系統導引頁面至樓梯節點時，會根據箭頭指向顯示該視角的照片
(作者 1 自行拍攝)

(二) 環境感測

我們的研究針對校園內部空間（以主機房與廁所為例），建置多感測器系統 (esp32+PMS3003+SGP30+DHT11)，持續量測 CO₂、PM2.5、溫度與濕度 等環境參數。系統以分區標準差異化設計：

- 主機房：火災風險（高溫、灰塵）與空調異常監控。
- 廁所：著重於空氣品質與潛在菸害防治。

當感測數值超過警戒門檻（如 $PM_{2.5} \geq 80$ 、 $CO_2 \geq 700$ ppm、溫度 $\geq 35^\circ C$ 、濕度 $\geq 90\%$ ），系統會判定該區異常並回報後台，結合預警通知機制，有效降低潛在風險。ESP32 模組具備低成本、高擴充性(圖 18)，且利於長時間部署監控。實驗數據顯示，於抽菸場景(廁所)中， $PM_{2.5}$ 透過抽菸會在短時間內提高到 $100\mu g/m^3$ 以上(圖 19)，而 CO_2 則會超過 800 ppm 以上(圖 20)，並與實際觸發事件高度對應，有助於第一時間辨識異常。因此將此菸害防治的標準訂於 $PM_{2.5}$ 大於 $80 \mu g/m^3$ 或 CO_2 大於 700ppm(圖 21)；且根據發現，主機房的環境數據更加穩定，因此將主機房的火災標準訂立等同於菸害防治標準。



圖 18 本研究之 ESP32 設計模組
(作者 2 自行拍攝)

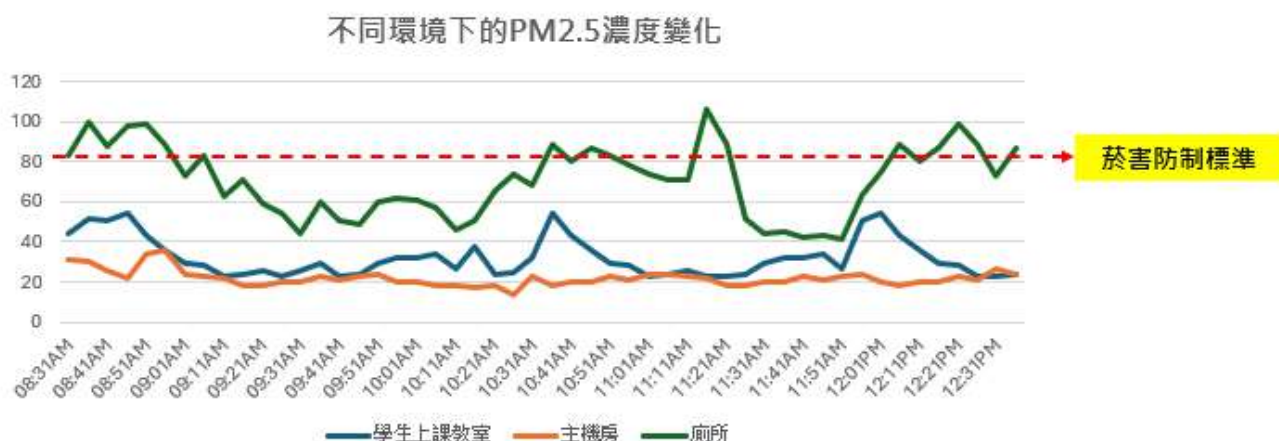


圖 19 不同環境下的 $PM_{2.5}$ 濃度變化(作者 3 自行繪製)



圖 20 不同環境下的 CO_2 濃度變化(作者 3 自行繪製)

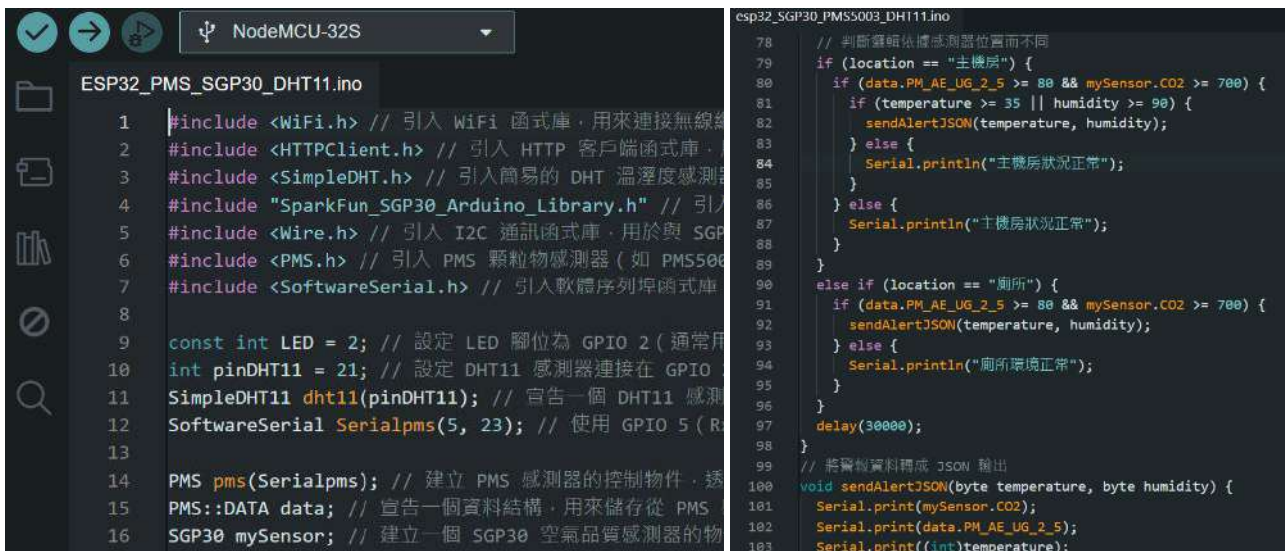


圖 21 ESP32 運作之部分程式碼(作者 2 自行拍攝)

(三) 影像辨識

本研究導入影像辨識技術進行校園空間之行為監控，聚焦於霸凌風險動作之偵測，包含「蹲下+抱頭」等異常肢體行為，藉由使用 YOLOv8 模型和 openCV 模型，系統能即時辨識可疑動作，並在符合高風險姿勢條件時，立即觸發警示訊息，同步回報至學務處、警衛室與前端導引網頁介面。

1. 人臉偵測：

此研究經研究方法 2-3 說明共測試 75 張照片，可正確辨識出張照片的人數為 73 張，正確辨識率約為 97%。顯示此系統之正確率可作為警示用途。當非校內人士有進出校園的需求，且如果非校內人士在學校中可能會影響到校園安全，我們在簽到時同步拍照，使用人臉辨識(圖 22)，透過監視器即時掌握其校內位置。當訪客離開校園時再次掃臉確認，系統便會自動刪除相關影像資料，即可同時兼顧校園安全與個資保護。

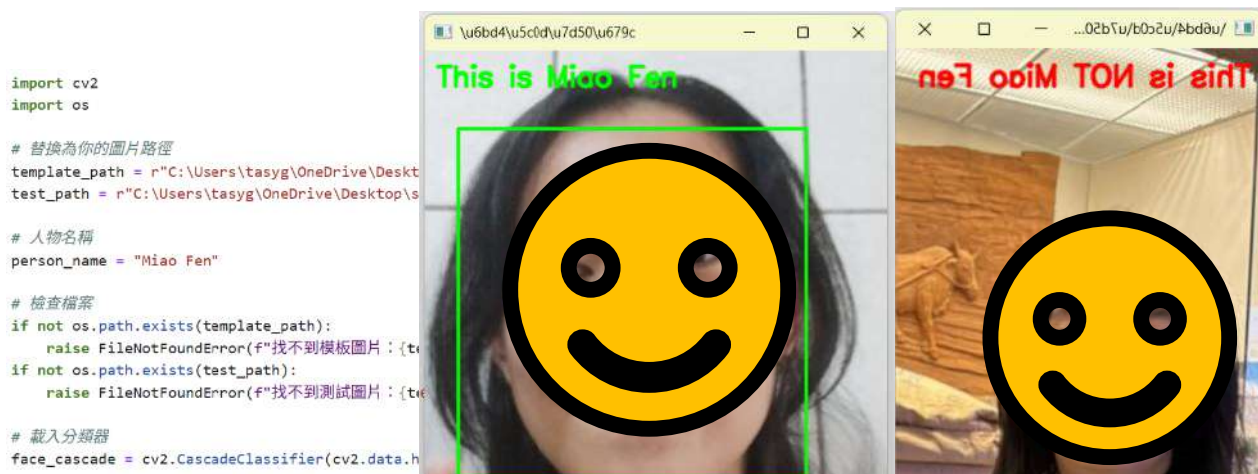


圖 22 人臉偵測辨識(作者 3 自行拍攝)

2. 人頭數量估計：

此研究經研究方法 2-3 說明測試 25 張照片，可正確辨識出 23 張照片的人數，正確辨識率約為 92%。當我們觀察到垃圾場在非打掃時間出現人頭密集現象，推測可能為學生聚集抽菸行為，對校園安全構成潛在威脅。所以系統透過使用 webcam 進行人頭偵測。在不正確的時間(如上課、非打掃時間的下課時間)若偵測到超過 10 人以上同時聚集，便會自動發出警報(圖 23)，提醒老師到場察看，預防校園安全事件發生。

```
from ultralytics import YOLO
import cv2
from PIL import Image, ImageDraw, ImageFont
import numpy as np

# 載入模型
model = YOLO("yolov8n.pt")

# 擷取圖片路徑
image_path = r'C:\Users\tasyu\OneDrive\Desktop\scoolimgury\picture1.jpg'
image = cv2.imread(image_path)

# 推論
results = model(image)

# 取得偵測結果
boxes = results[0].boxes
class_ids = results[0].boxes.cls.cpu().numpy().astype(int)

# COCO 中人的 class_id 是 0
person_class_id = 0

# 計算偵測到的人數
person_count = sum(cls_id == person_class_id for cls_id in class_ids)
```



圖 23 群聚偵測辨識(作者 1 自行拍攝)

3. 蹲下動作辨識：

為了在校園霸凌事件中及時提供協助，我們讓系統具有能辨識學生「抱頭蹲下」動作的功能。此動作常為遭受攻擊的防禦反應，而且日常中並不常見，因此我們定義「抱頭蹲下」作為被霸凌時的警訊，透過 YOLO v8 模型與 MediaPipe 進行人體姿態估計(圖 24)，經研究方法 2-3 說明測試正確率如下表 12，並在監視器偵測到此動作時發出警報，提升校園霸凌事件應對能力與速度。



圖 24 蹲下動作偵測辨識
(作者 2 自行拍攝)

表 12 霸凌動作偵測實驗測試

測試者	具體表現次數	實際偵測數字	正確率
A 學生	14	13	93%
B 學生	15	15	100%
C 學生	13	12	92%
平均			95%

綜合【環境感測與影像辨識】的判斷邏輯，如下圖 25：

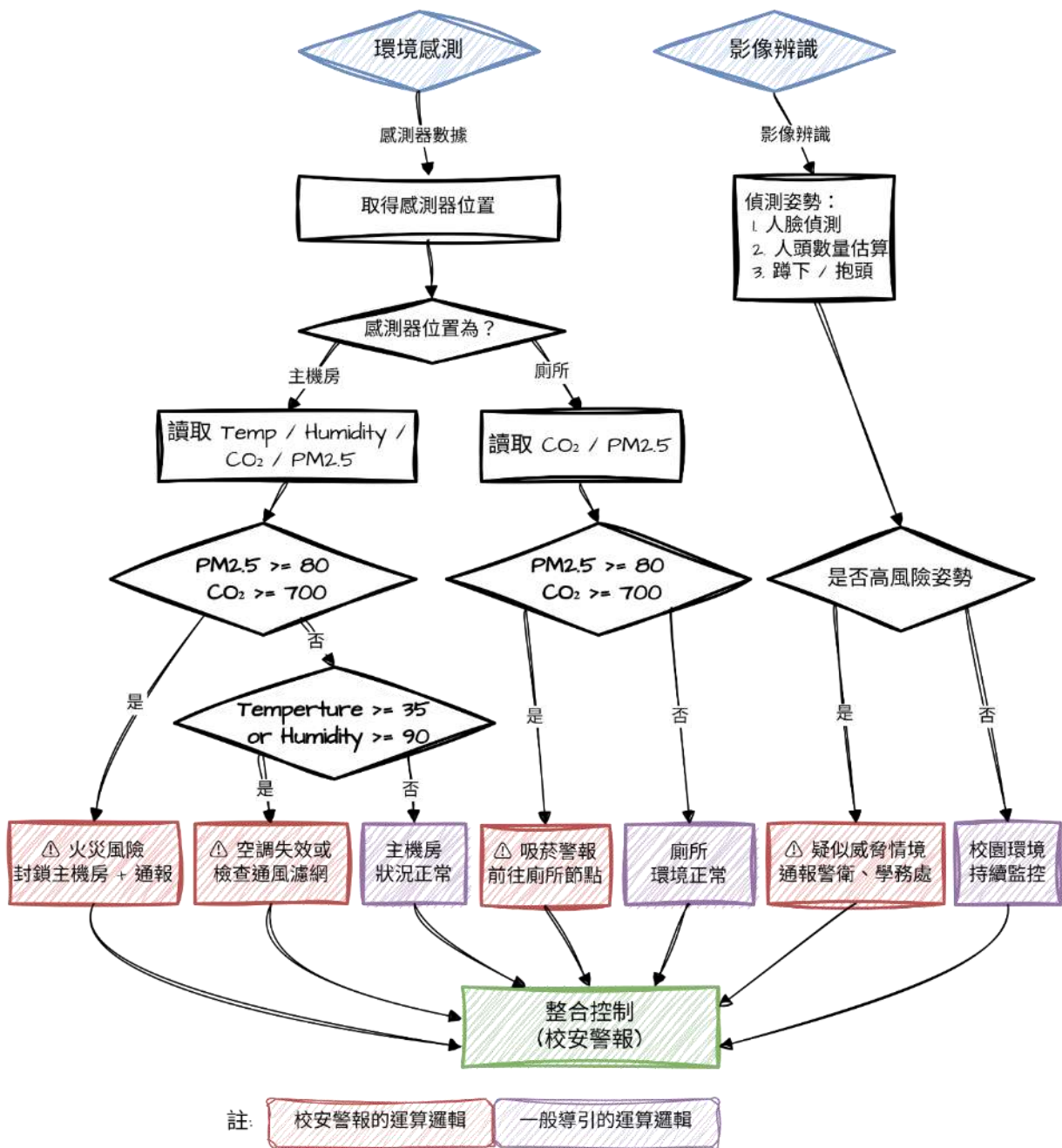


圖 25 環境感測與影像辨識的判斷邏輯(作者 1 自行繪製)

4. 小結：

此成效驗證研究目的二『模組化智慧校園 GO 系統』中『ESP32 + 多感測器』設計，與各種影像辨識的整合可行，展現快速預警優勢。

三、目的三結果：情境測試與使用者評估

(一) 情境測試

本系統整合「使用者輸入/校安警示」產生「導引運算」的邏輯流程，具體運作如下：

當系統偵測到異常或收到事件通報後，若偵測結果顯示需要調整導引路線，系統會依事件類型（如火災、溫溼度過高、菸害防治等校安警示）進行判別。若事件涉及安全維護人員，則分為校外的消防隊、救護車或校內的學務處教師等進行職責分工，達到最有效的校園安全維護工作，其邏輯流程如圖 26：

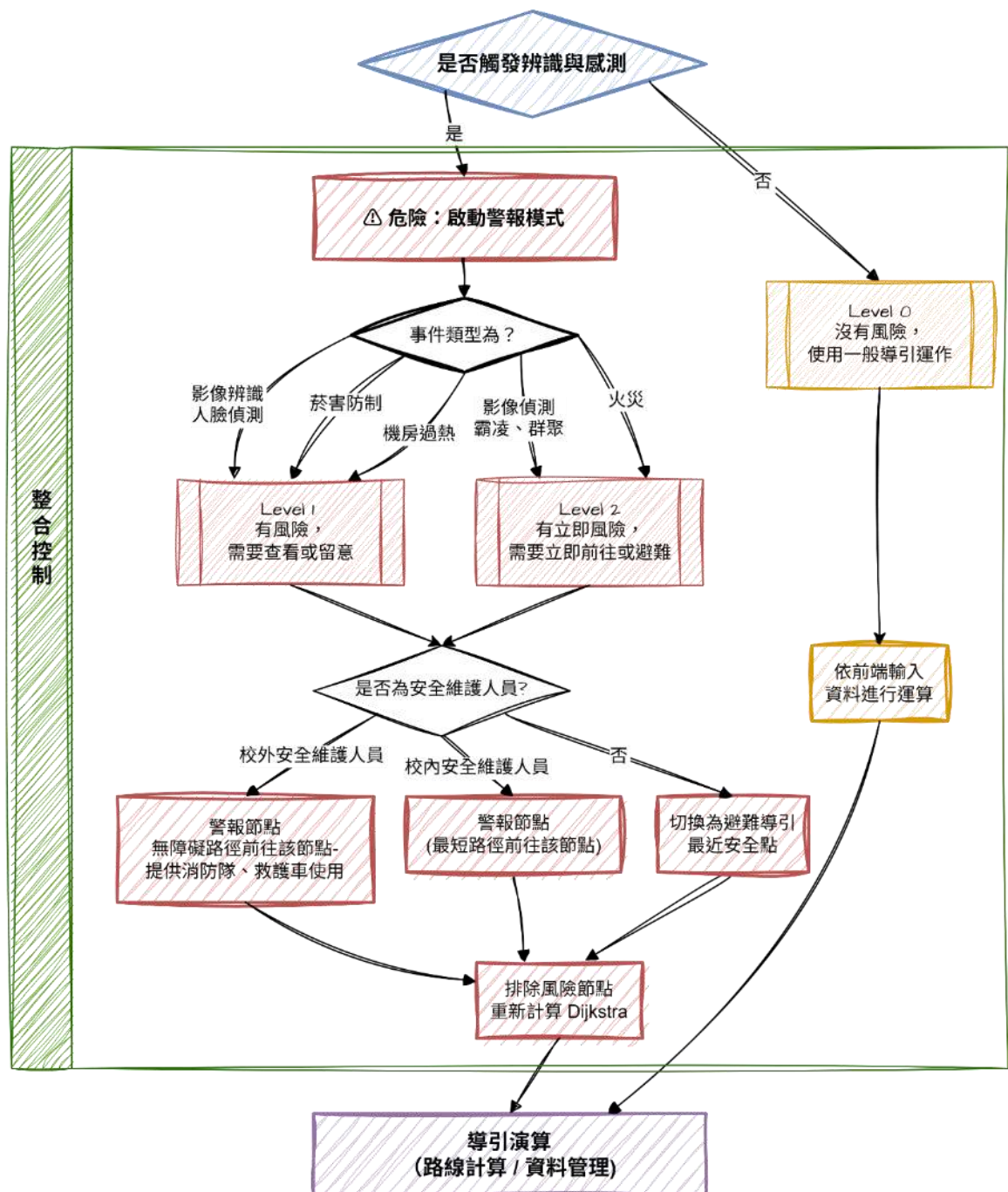


圖 26 整合控制的邏輯流程(作者 1 自行繪製)

系統於背景中持續更新警示訊息，並整合於原有的導引模組中，確保使用者獲得即時、安全的導引(圖 27)。整體設計強調感測即時性與路線彈性調整，以提升校園安全應變效率。

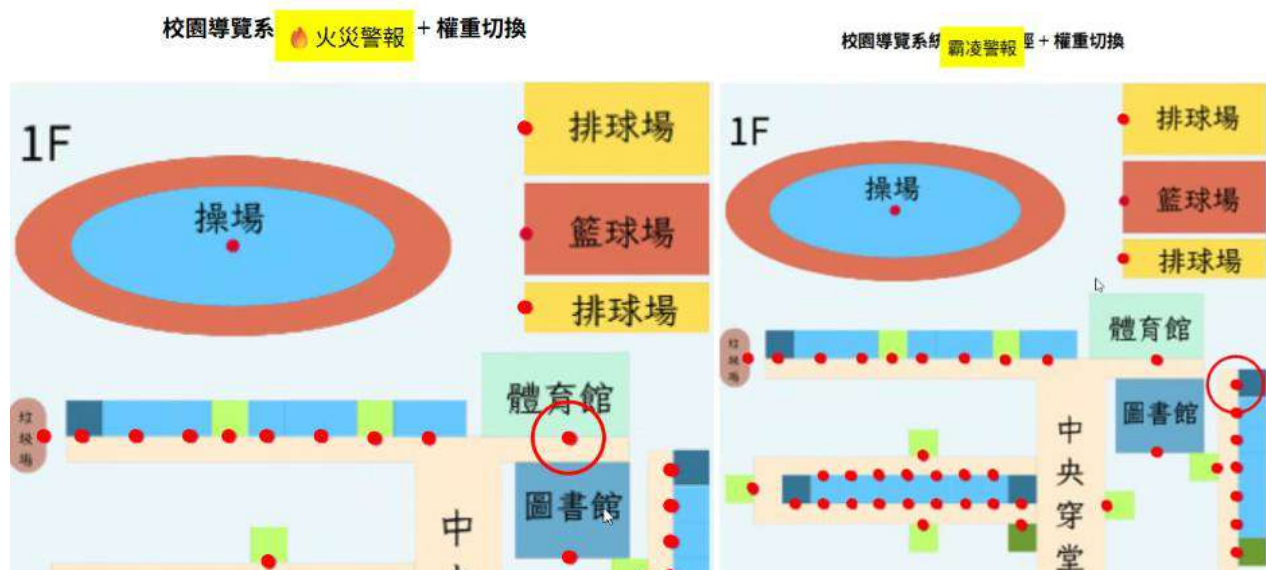


圖 27 經過導引演算後的視覺呈現結果(作者 2 自行繪製)

(二) 使用者評估

本研究回收之問卷資料顯示，使用者對《智慧校園 GO》系統整體功能的認同度普遍偏高，顯示本系統在設計與實用性上具良好基礎。其說明如下。根據 57 份問卷結果，平均數據統計如下圖 28：

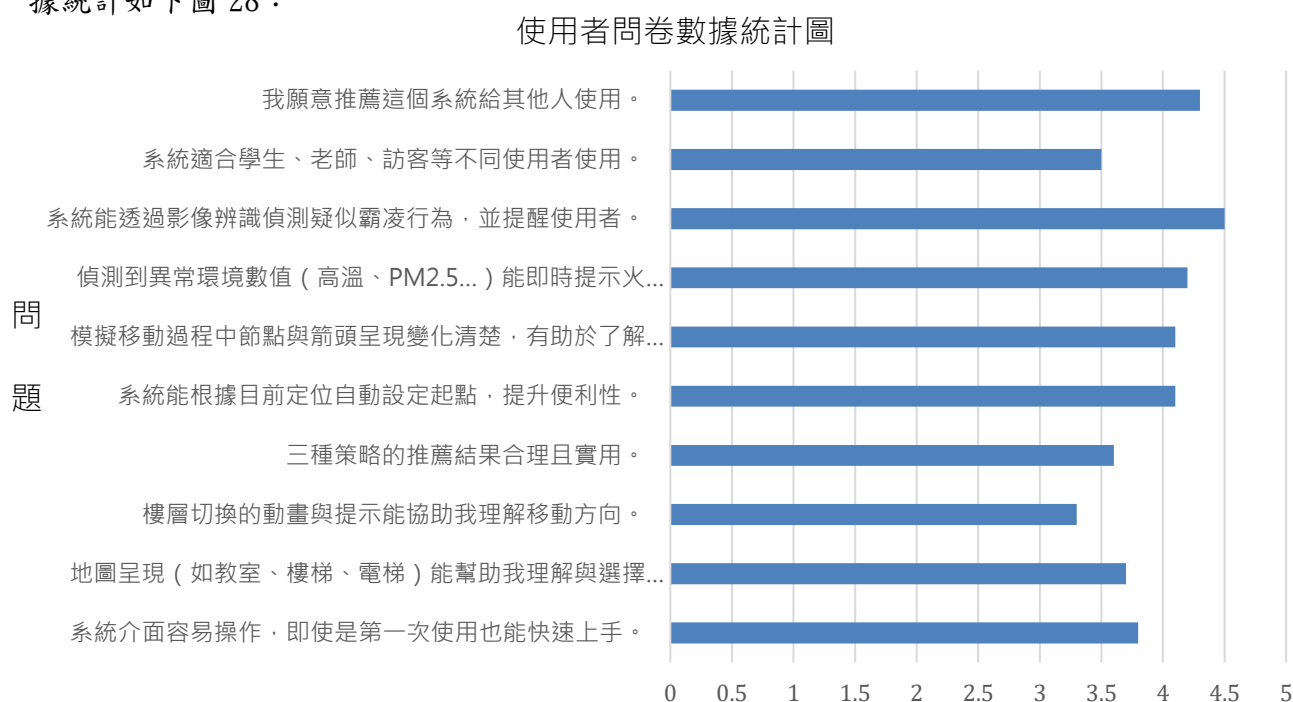


圖 28 使用者問卷數據統計圖(作者 3 自行繪製)

2. 數據分析與討論：

(1) AI 功能表現最為突出：

問題「系統能透過影像辨識偵測疑似霸凌行為，並提醒使用者」獲得**最高平均分數**（約 4.7 分），顯示受試者對系統在校園安全應用上高度認同，亦反映影像辨識功能在創新性與實用性上的潛力。

(2) 環境感測與安全提示受肯定：

問題「偵測異常環境數據（高溫、PM2.5）能即時提示火災或菸害風險」平均分數接近 4.5，反映出受測者認為環境感測模組有助於強化校園安全。

(4) 模擬導航與動態定位實用性高：

問題如「模擬移動節點清楚」「自動定位起點」「三種策略建議合理」等，皆獲得 4 分以上評價，說明**動態導航模組**與多樣化路線規劃功能受到肯定。

(5) 基本介面與地圖互動表現穩定：

包含「節點分類幫助選擇」「系統易於上手」等問題，平均分數約為 4.1，顯示本系統介面直覺、互動設計具良好體驗。

(6) 樓層切換動畫需優化：

「樓層切換的動畫與提示能協助理解方向」為全體平均分數中最低項（約 3.4），顯示在**樓層轉換引導與視覺提示**部分仍有改進空間，未來可優化動畫流程或增強使用提示。

(7) 使用者推薦意願強烈：

問題「我願意推薦此系統給其他人」獲得近 4.6 分，反映系統具高可推廣性與接受度，亦驗證整體設計對不同族群的友善性與可用性。

3. 小結

綜合上述分析，此結果直接呼應研究目的三『情境驗證與使用者體驗』，證實『即時影像辨識可提升校園安全』的設計假設；本研究亦結合目前常見的環境感測與校園導引系統，顯示本系統具推廣潛力。

伍、結論

一、結論

本研究證實「智慧校園 GO」可在單一主機運行即時影像辨識與感測整合，達成跨模組使用者導引與校園安全管理兩大目標，並具備向多校、多平台擴充的潛力。未來將聚焦於優化樓層體驗、擴大場域與樣本、強化統計分析，期待為智慧校園提供可複製且可持續的最佳實踐。其實質的貢獻有三大亮點如下：

(一)整合感測與影像辨識的即時警示系統，有效回應多角色需求(回應研究目的一)

系統整合環境感測與影像辨識，即時偵測校園異常狀況（如霸凌行為或火災），並設計警報分級進行管理。此即時警示能主動通知相關人員，保存現場影像與數據，並依據校內外安全維護人員提供不同路徑規劃，提升校園安全管理的主動性與時效性。

(二)三種路徑策略與動態導航設計的彈性與多樣性（回應研究目的二）

系統提供最短路徑、最低打擾與無障礙等三種導引策略以滿足不同使用情境需求。並且透過動態導引設計，系統可在緊急事件中自動重新規劃緊急避難與救援等兩種路徑，展現出高度的彈性與多樣性。

(三)響應式介面與多角色適應性的設計成果(回應研究目的三)

系統採用響應式網頁介面設計，能於各種裝置上提供直觀的操作體驗。介面針對學生、教師、警衛、家長等角色需求進行適應性優化。使用者測試顯示系統易用性評分為 4.1/5，證明此設計對各類使用者皆友好且實用。研究結果也顯示本系統可有效提升校園安全，並降低人力導引成本。

二、研究限制與未來展望

- (一) 本研究因測試範圍僅單一單校測試僅在一所國中進行，校舍結構與人流模式可能限制外部推廣。其次，問卷僅 57 份，統計分析之說明有限。而硬體佈署局限等問題，資源受限學校可能無法配置，感測器資料的穩定性尚待長期驗證。
- (二) 未來期待系統兼具智慧化（演算與偵測）、包容性（弱勢族群考量）、模組化（感測/演算/展示分工）。適用於校內常態應用、智慧校園展示、AI/STEM 跨領域課程實作。
- (三) 未來亦可進一步開發：不同使用者角色介面（如教師/警衛模式）、多語系與語音輔助模組、開放 API 與擴充型模組化開發機制。

陸、參考文獻

1. 政治大學校園導覽系統。 <https://bdmap.nccu.edu.tw/zh-tw/campus-mapbox>
2. 圖解演算法：Dijkstra 找尋最短路徑 | 貪婪法 | 圖 Graph | 演算法 | 資料結構 | Leetcode。 <https://www.youtube.com/watch?v=HHvjmlKJaxM>
3. 吳佳樺 陳彥百 黃智仁 陳聖昌 黃正達 (2019)。 校園導航系統。
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/P20191126001-201911-201911260014-201911260014-532-537>
4. 百密一「疏」校園智慧疏散系統之建構。中華民國第 64 屆中小學科學展覽會作品說明書第三名。 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/64/pdf/NPHSF2024-082813.pdf?0.6194071408826858>

【評語】 032818

1. 本作品研究開發「智慧校園 GO」網頁系統，將環境感測(CO₂、PM2.5)、YOLO 影像辨識、路徑演算法(Dijkstra)整合進一套校園系統，從校安(霸凌、火災、菸害)、新生導引、弱勢族群需求(如視障學生)等出發，符合實際校園需求。系統回饋與驗證詳盡，模擬霸凌動作準確率達 95%，人臉偵測 97%，顯示實用性。提供「最短路徑」、「無障礙」、「最低打擾」三種路線選擇，符合不同使用者需求。
2. 關於資料隱私設計，因涉人臉偵測與即時影像，建議補充個資儲存、刪除機制及使用者同意流程，確保隱私與合規性。
3. 關注特殊族群需求，目前對視障與輪椅使用者支援不足，建議加強無障礙設計與語音互動功能，實現真正多元友善使用。

作品海報

安全上學
好放心

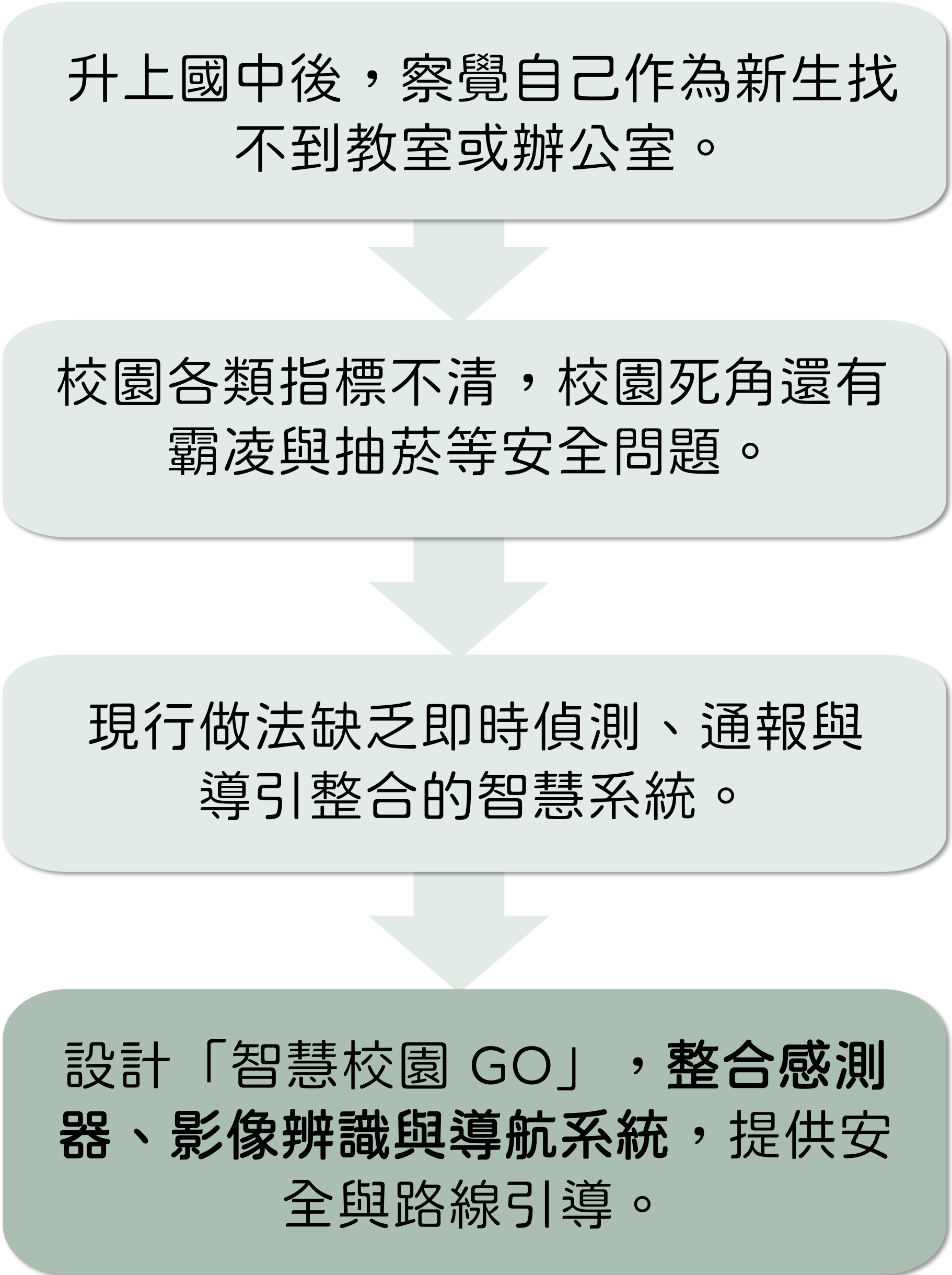
先進製造業聯盟看未來

摘要

本研究開發「智慧校園 GO」系統，提供最短路徑、最低打擾、無障礙等三種導覽模式。遇到霸凌、群聚、火災、菸害等突發事件時，啟動三級警報通報機制，規劃最適應變路徑。系統具響應式介面、動畫樓層圖與實景呈現，支援自動起點與模擬定位。後端整合 ESP32 感測器、YOLO 影像辨識與 Dijkstra 演算法。而我們的系統也在霸凌警示、群聚辨識以及介面操作易用性中取得高分，展現系統在校園安全與即時應變上的實用價值。

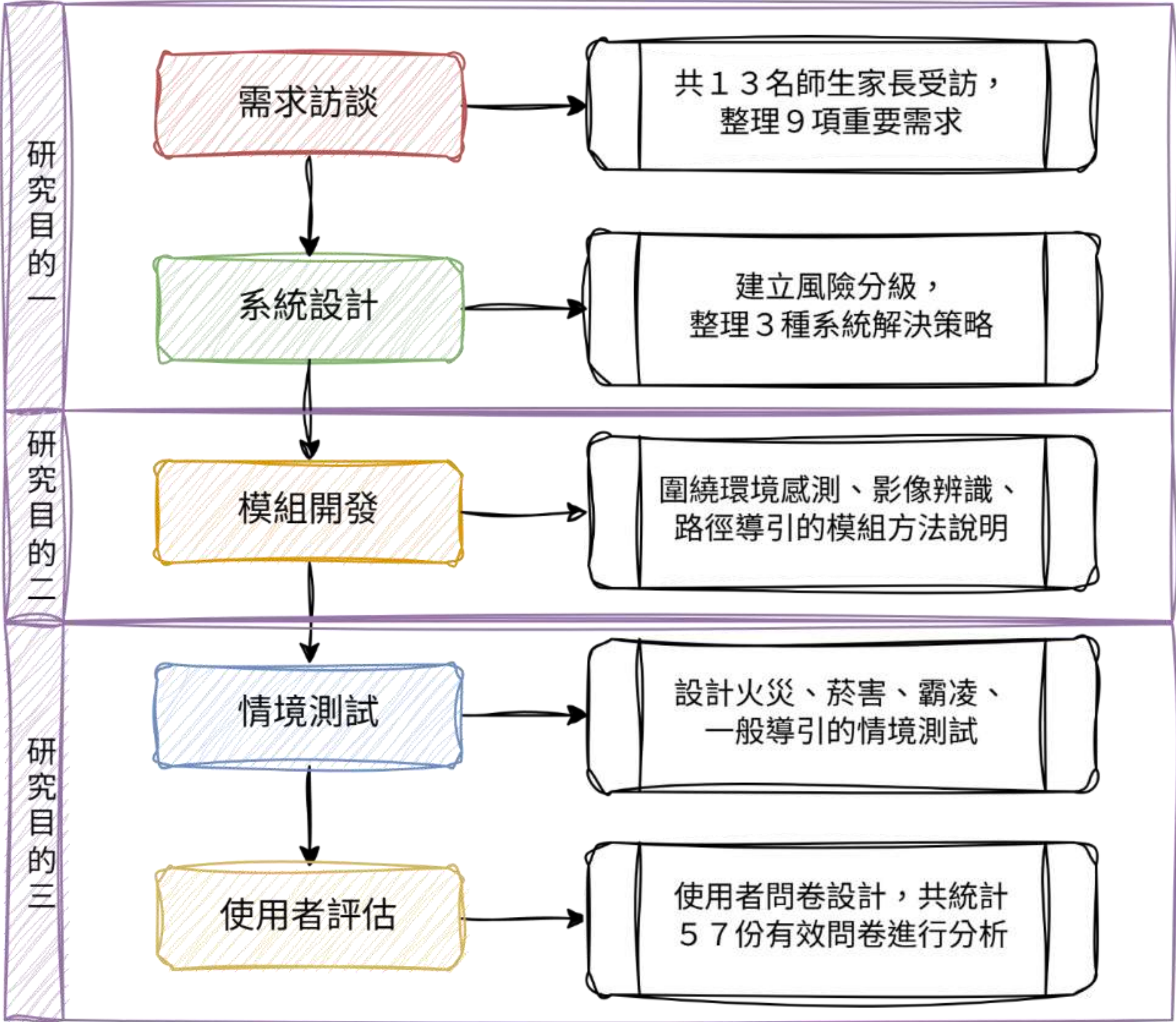
前言

研究動機



研究目的

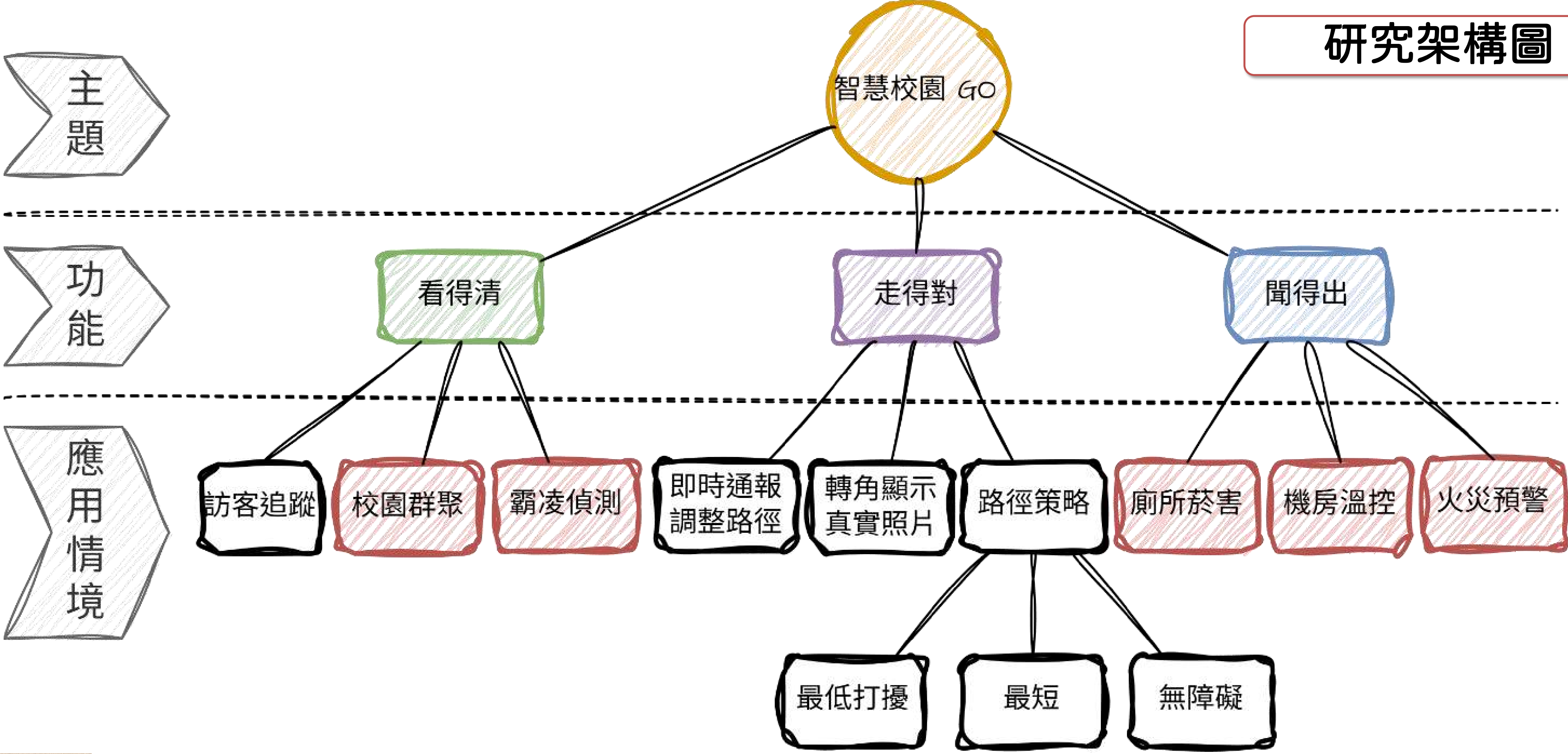
- (一) 探討多角色需求與風險分級
 (二) 建立模組化智慧校園GO系統
 (三) 分析情境驗證與使用者體驗



研究流程圖

研究方法、結果與討論

研究架構圖



多角色需求訪談

透過問卷與訪談調查使用者的困難與風險感受。目標: 從使用者角度出發，設計出真正實用且具反應性的導覽與安全系統。

對象: 視障學生、新生、行政老師、警衛與家長。

結果:

1. 使用者對智慧校園系統的需求明確且多樣。
 2. 視障學生重視行走時的安全輔助，新生需方向導引以熟悉校園環境
 3. 行政與管理人員關注異常行為偵測與環境監控，即時掌握校園風險。
 4. 警衛與家長在訪客導引方面有高度需求。

討論:

智慧校園系統若能依使用者角色提供對應功能，將能提升整體校園的便利性與安全性。

使用者	需求	風險分級
視障同學	導引與震動提示	Level 0
新生	方向定位導引	Level 0
生教組長	抽菸警示	Level 1 校內警報
學務主任	人多、霸凌動作的警示	Level 2 校內警報
資訊組長	火災與溫溼度的警示	Level 2 校外警報
警衛室	圖解、導引訪客的功能 影像辨識偵測訪客位置	Level 1 校內監控
家長	掃Qrcode 有手機導引的功能	Level 0

智慧校園GO 系統架構



影像辨識

非校內人士 入校辨識

97%準確率



人頭數量 估計

92%準確率



蹲下抱頭 辨識

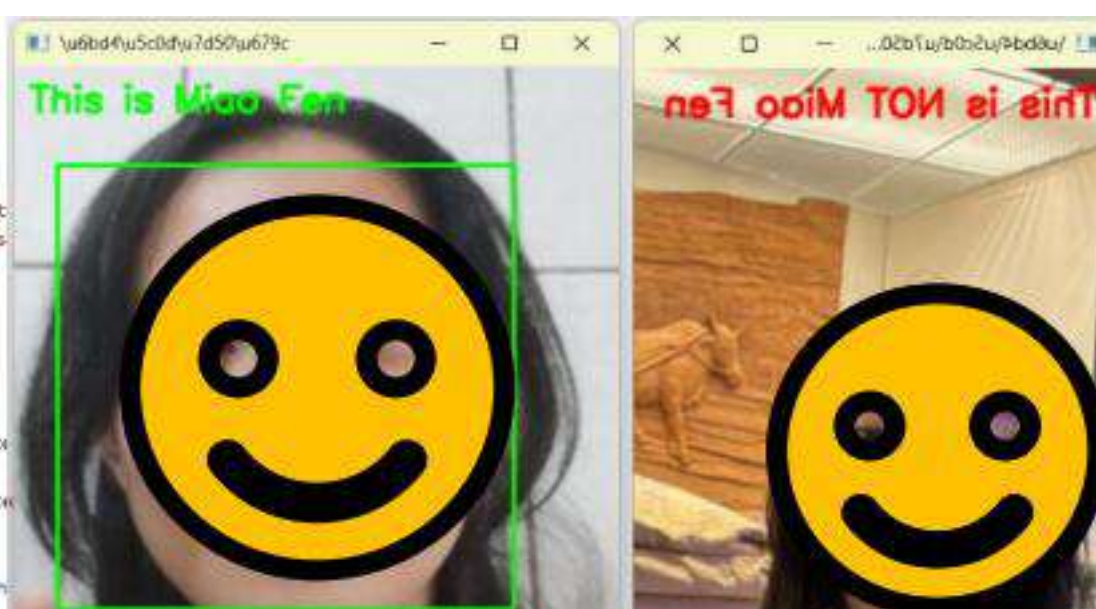
95%準確率



入校園簽到後進行
人臉辨識

透過監視器即時掌握
校內位置

離開校園刪除影像
兼顧校園安全與個資

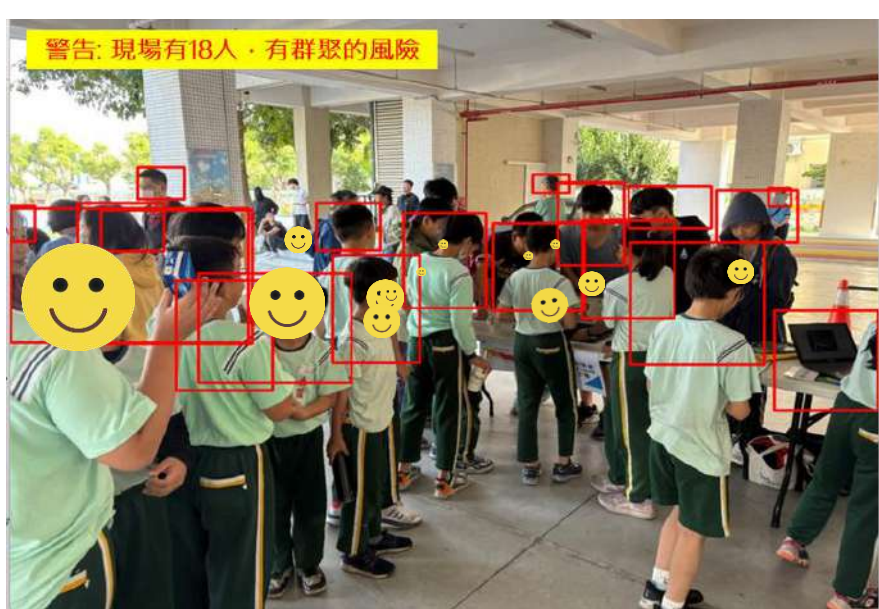


非校內人士
進學校時掃臉

校園死角出現學生
異常聚集與抽菸

透過監視器即時辨識
該區域的人數

超過10人自動發出警示
通知教師前往查看



高風險區域
人數過多發送警報

入偵測校園中的
霸凌行為

辨識「蹲下抱頭」
防禦姿勢

監視器偵測到此動作時
立即發出警報



辨識到有人
抱頭蹲下發送警報



校園地圖

三種路徑選擇	定義
最短路徑模式	路徑距離最短 (預設模式)
無障礙模式	無障礙設施先決，選擇平面較易行走的路徑
最低打擾模式	路徑規劃以經過行政辦公室、科任教室優先

Google Earth拍攝校園全景

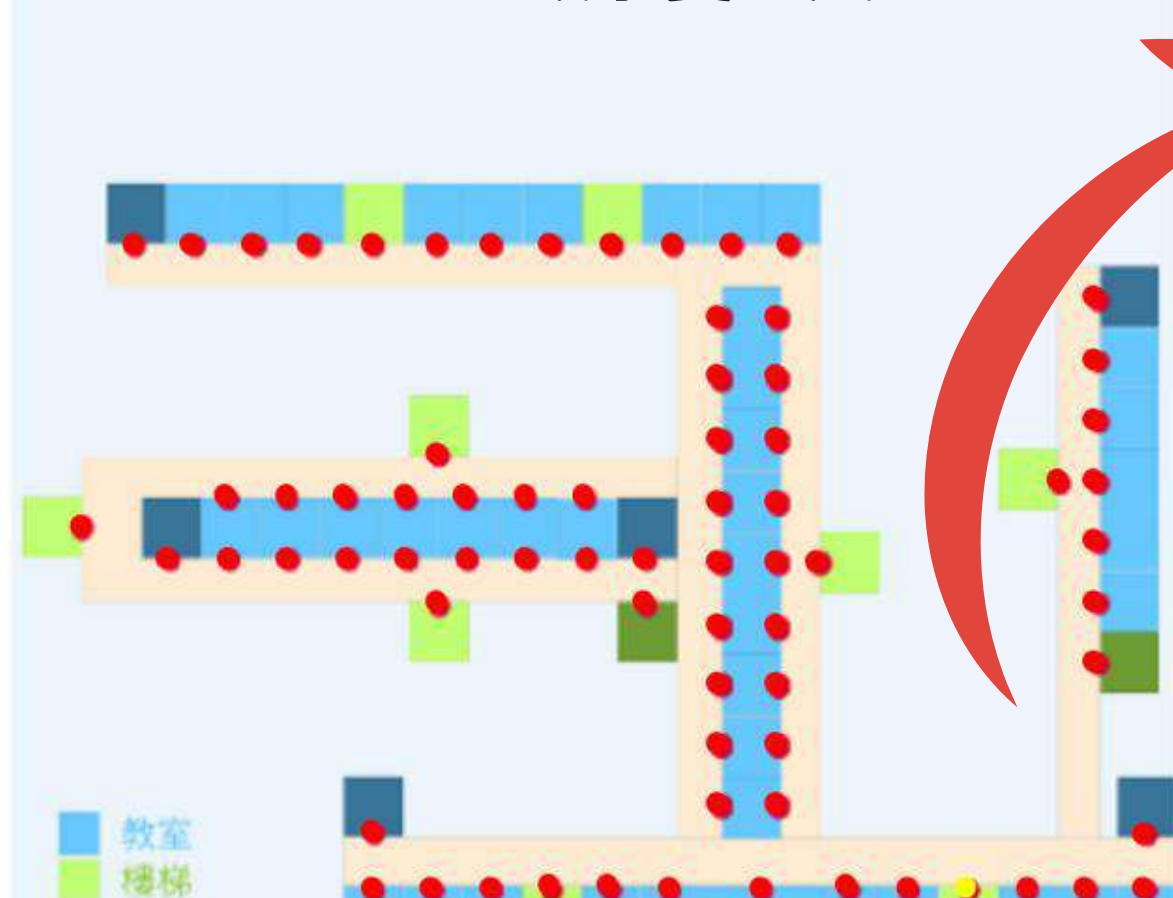
確認校園內的關鍵建築、地點

記錄校園內各項重要設施的位置

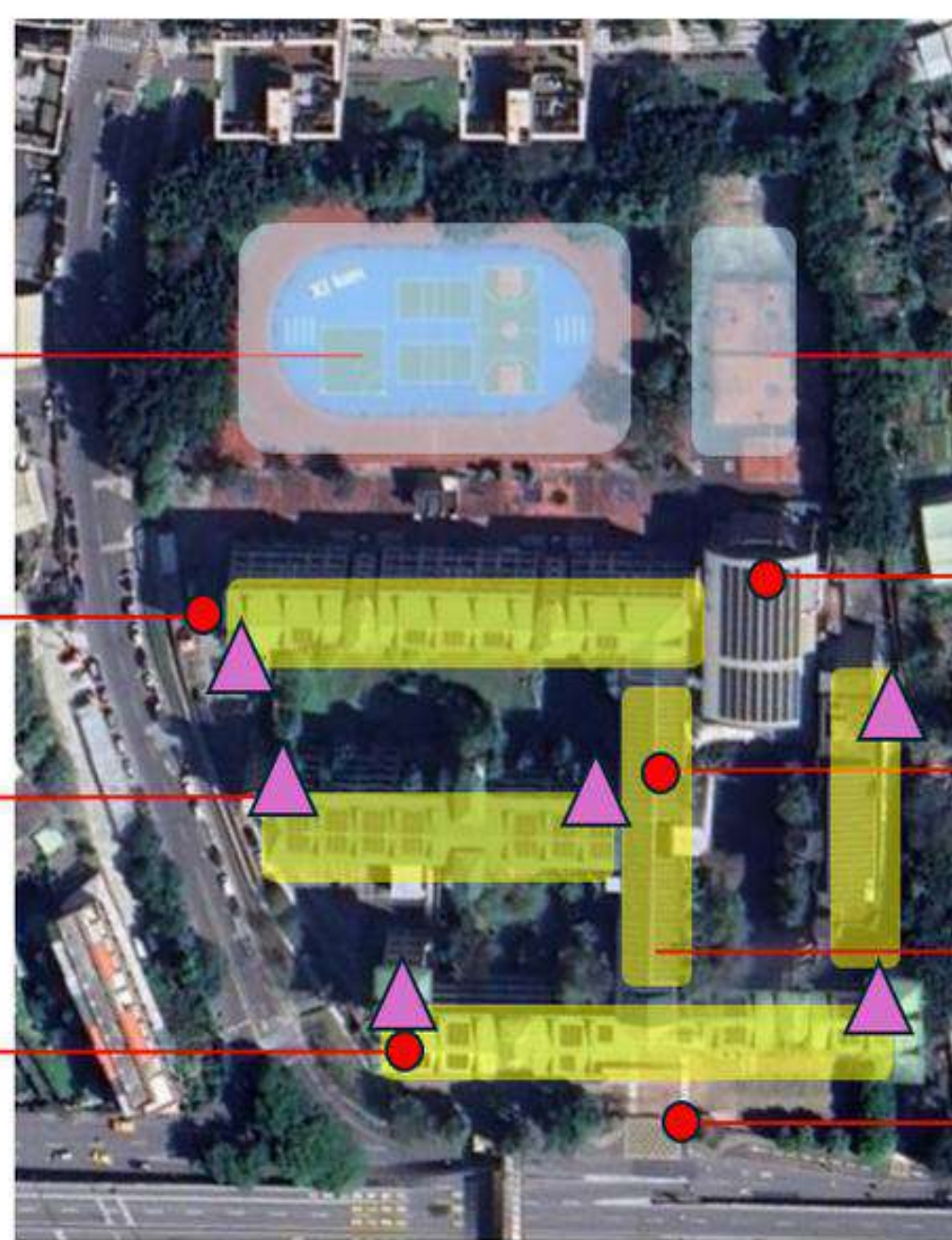
根據俯視圖繪製樓層平面圖

實境照片輔助判斷

當路線經過樓梯時
顯示實地照片



系統導引頁面至樓
梯節點時，會根據
箭頭指向顯示該視
角的照片



霸凌
警示

操場

霸凌
警示

垃圾場

菸害
警示

廁所

火災
警示

5F主機房

球場

霸凌
警示

1F圖書館
2F體育館

導引

2F辦公室

警示
通報

教學區域

導引

警衛室

導引
警示
通報

樓層平面圖



L1_right_out



L1_right_in



L1_left_out



L1_left_in



從樓梯往下往左方走

從樓梯往下往右方走



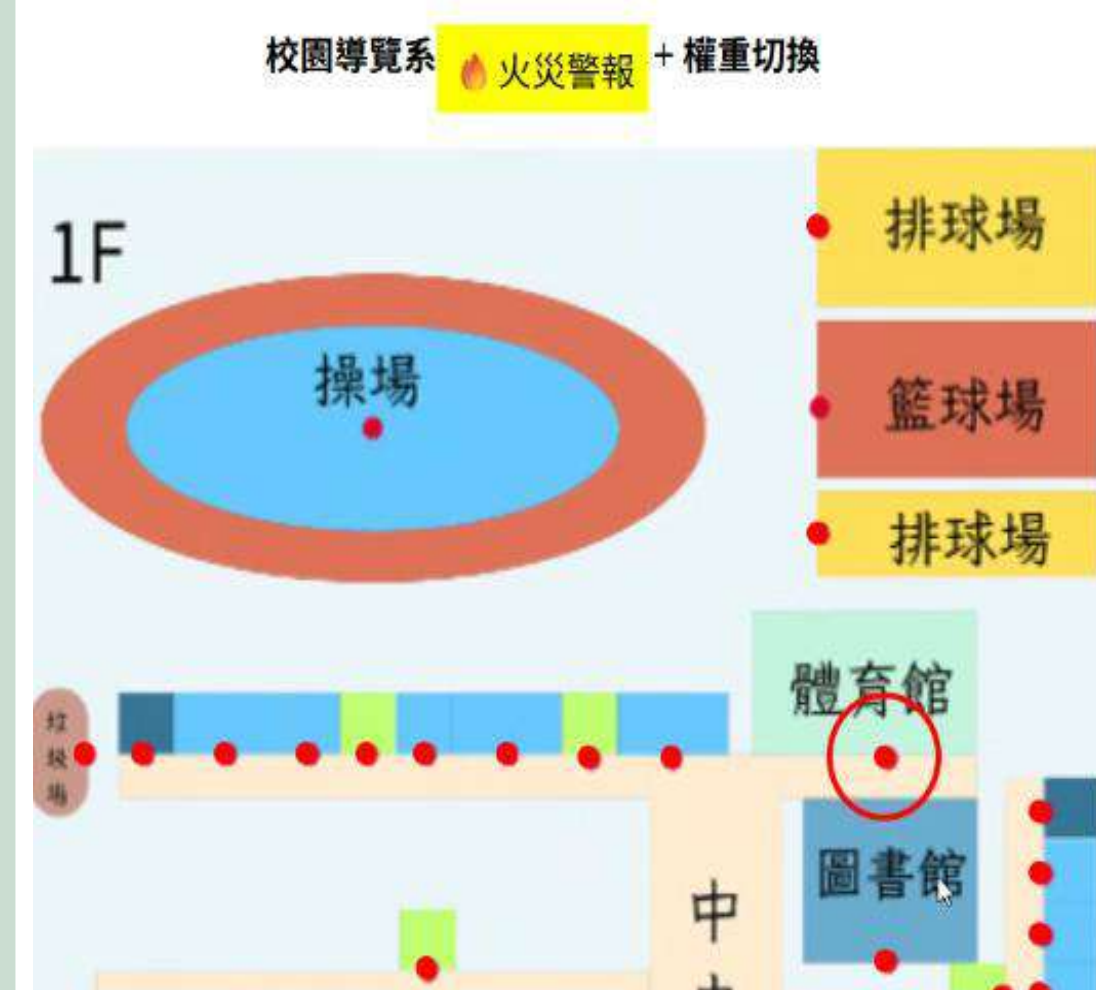
2樓下1樓

從左方往樓梯要往上走

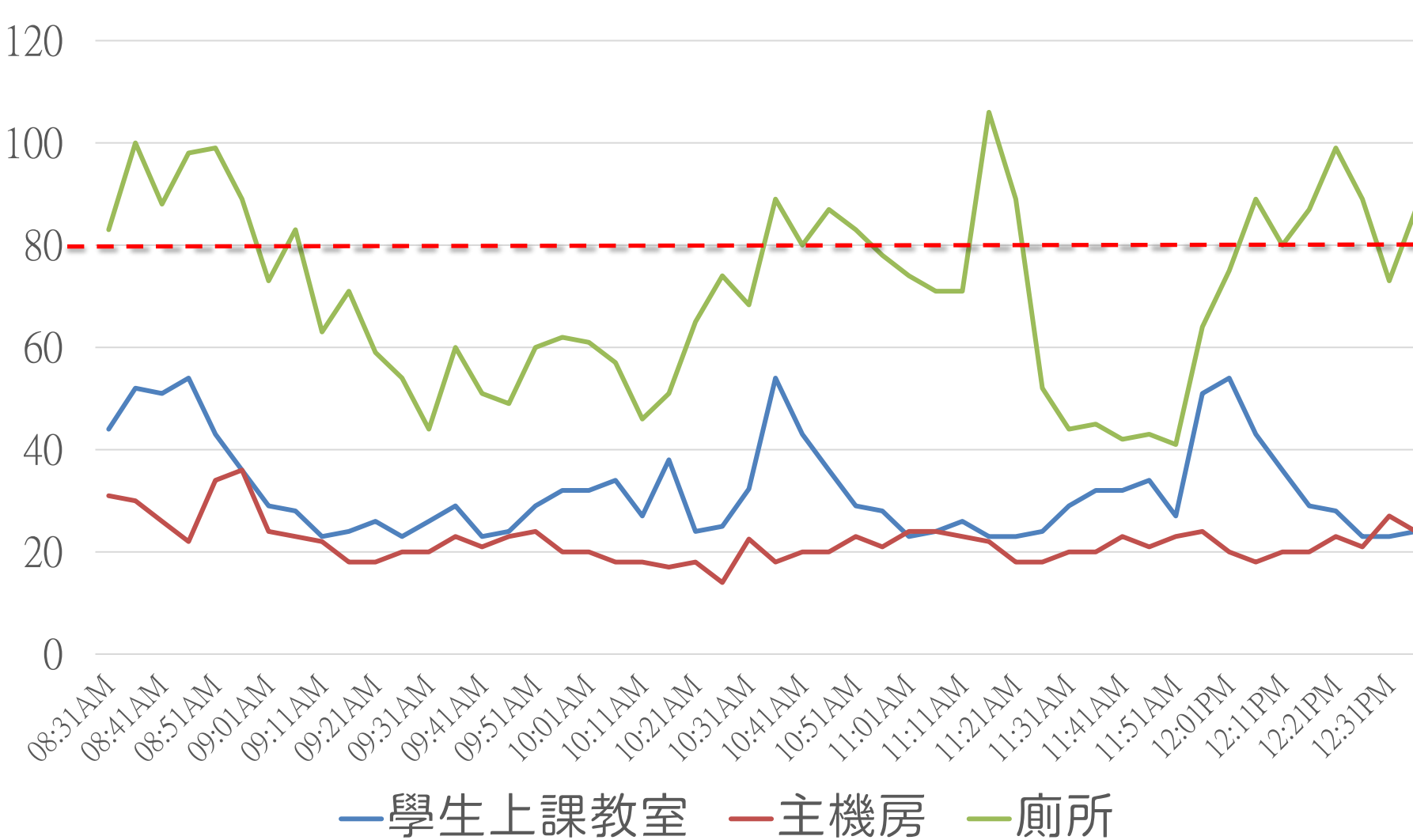
從右方往樓梯要往上走

- 實驗數據蒐集：4小時的偵測、每5分鐘收集一次數據
- 異常判斷標準：廁所菸害偵測: $PM_{2.5} > 80 \mu g/m^3$; $CO_2 > 700 ppm$;
火災風險偵測: $PM_{2.5} > 100 \mu g/m^3$; $CO_2 > 800 ppm$

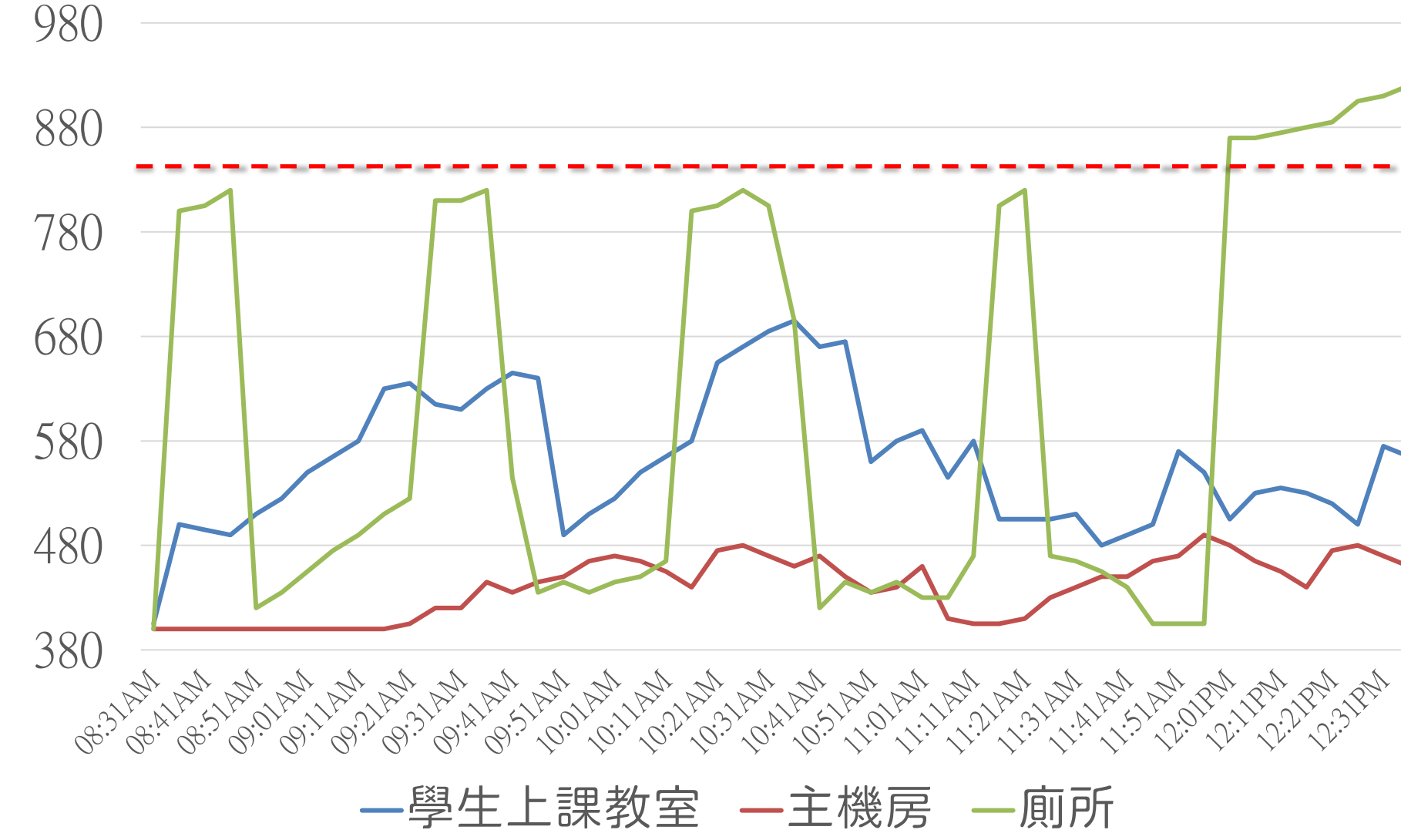
環境感測



不同環境下的PM2.5濃度變化



不同環境下的CO2濃度變化



菸害防制
標準



問卷回饋 共57份

討論：

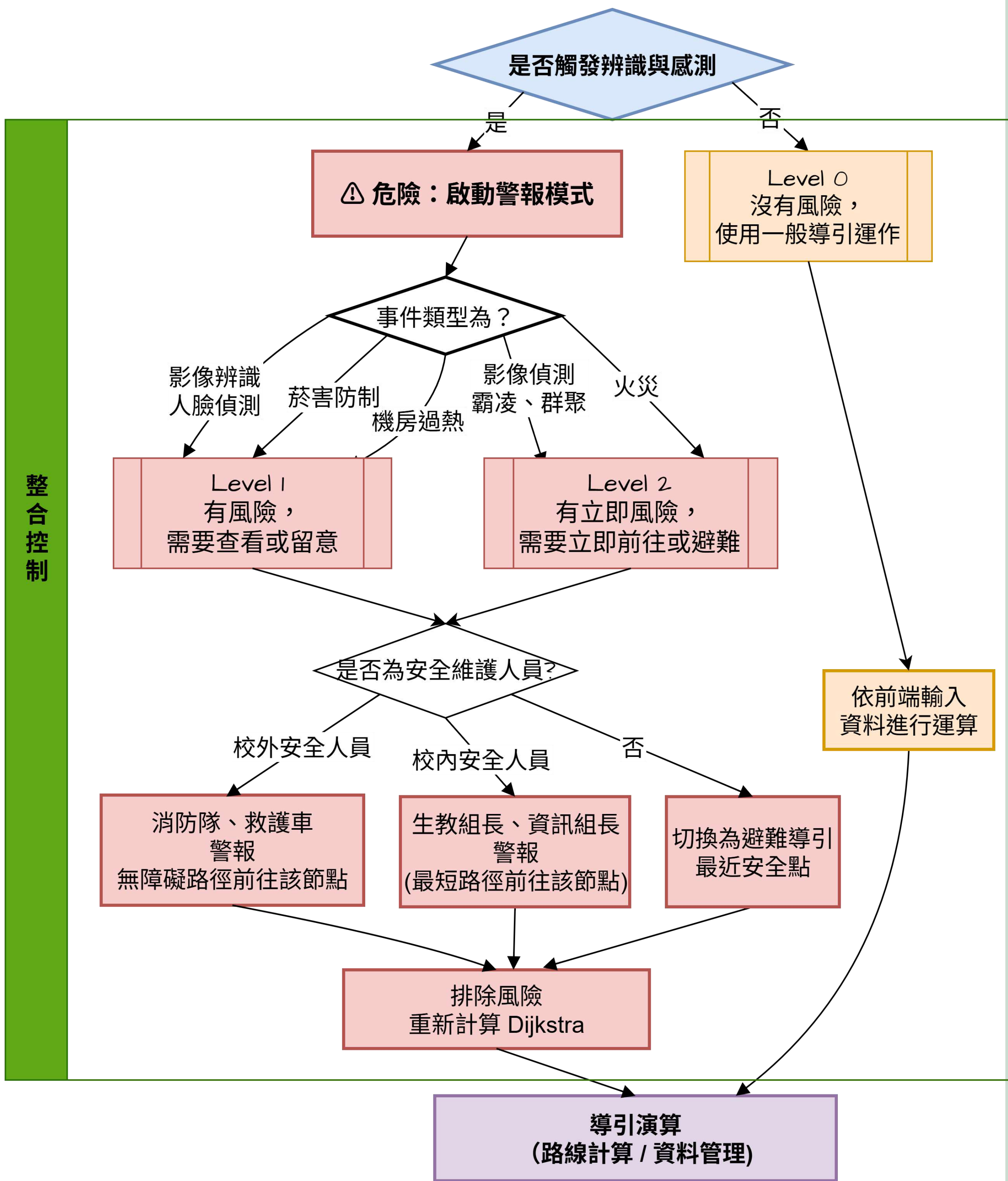
- 1.使用者認同” 影像辨識偵測霸凌”在校園應用中有良好潛力
- 2.環境感測功能準確率高可強化校園安全
- 3.基本介面與地圖設計良好，適合用於各種使用者
- 4.系統可依據需求規劃路徑



系統整合控制

本系統透過辨識、感測與導引的三大功能整合，將訪談過程中收集到的困難與需求，透過解決策略的分析，訂立出Level 0- 2的風險分級，逐一回應，並且獲得肯定。以下是幾種類型的使用情境說明：

使用者	使用情境	智慧校園Go處置
新生	國中生活的第一週，今天在電腦教室上課，我又不 知道電腦教室在哪裡 ，怎麼辦……	Level 0 無風險 選擇自己班級和電腦教室 選擇想要的路徑就可以輕鬆到達啦!
生教組長	學生一直躲在 廁所抽菸 ，每節下課巡堂又使我的工作做不完，沒取締更是失職，希望有警報器啊……	Level 1 有風險 環境感測結果，跳出”菸害防制”項目，以最短路徑前往!
學務主任	現在不是打掃時間，平時無人的垃圾場卻 聚集很多人 ，還有人做出「 蹲下抱頭 」的特殊動作，都被監視器拍到了……	Level 2 立即風險 垃圾場有影像辨識偵測到群聚和霸凌動作，現在放下手邊工作，以最短路徑前往!
資訊組長	平時都有開冷氣的主機房突然溫度和PM2.5數值突然飆高，是火災的跡象，趕快前往 滅火、通知消防隊、封鎖現場 ……	Level 2 立即風險 一般使用者 封鎖 該節點路徑；資訊組最短路徑 前往 通知警衛室，消防車以 無障礙路徑 前往最近的一樓位置，準備滅火!
警衛室	有家長來訪，與導師有約想前往班級，但不認識路。而警衛大哥不認識這位家長，有 安全疑慮 ，請他換證與臉部辨識，提醒他離校前可刪除照片資料……	Level 0- 2 以 最低打擾 模式前往班級通知該班導師留意；在校園監視器中進行 臉部辨識 比對路線是否有偏離或奇怪動作，防止風險升級現象!



結論

本研究證實「智慧校園 GO」可在單一主機運行即時影像辨識與感測整合，達成跨模組使用者導引與校園安全管理兩大目標，並具備向多校、多平台擴充的潛力。其貢獻三大亮點如下：

1. 整合感測與影像辨識的即時警示系統，有效回應多角色需求 (回應研究目的一)
系統整合**環境感測與影像辨識**，即時偵測校園異常狀況（**霸凌行為或火災**），設計**警報分級管理**，依據校內外安全維護人員提供不同路徑規劃，提升校園安全管理的主動性與時效性。
2. 三種路徑策略與動態導航設計具備日常使用、緊急應變的雙重功能 (回應研究目的二)
3. 響應式介面提供直觀的操作體驗，可依照不同角色需求進行規劃與使用 (回應研究目的三)

研究限制與未來展望

1. **限制**：本研究因測試範圍僅單一單校測試僅在一所國中進行，校舍結構與人流模式可能限制外部推廣。問卷僅 57 份，統計分析之說明有限。而硬體佈署侷限等問題，資源受限學校可能無法配置，感測器資料的穩定性尚待長期驗證。
2. **展望**：系統兼具智慧化（演算與偵測）、包容性（弱勢族群考量）、模組化（感測/演算/展示分工），適用於校內常態應用、智慧校園展示、AI/STEM跨領域課程實作。設計不同使用者角色介面（如教師/警衛模式）、多語系與語音輔助模組、開放 API 與擴充型模組化開發。

文獻

1. 政治大學校園導覽系統。 <https://bdmap.nccu.edu.tw/zh-tw/campus-mapbox>
2. 圖解演算法：Dijkstra 找尋最短路徑 | 貪婪法 | 圖 Graph | 演算法 | 資料結構 | Leetcode。
<https://www.youtube.com/watch?v=HHvjmlKJaxM>
3. 吳佳樺 陳彥百 黃智仁 陳聖昌 黃正達 (2019)。校園導航系統<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/P20191126001-201911-201911260014-201911260014-532-537>
4. 百密一「疏」校園智慧疏散系統之建構:新北市112學年度科展市賽作品

以上照片皆為作者自行製作