

2023 年全國大專校院智慧創新暨跨域整合創作競賽  
作品設計測試文件

一、 系統名稱

便捷 e 起來(Ease Up)

二、 系統目的與範圍

大眾運輸系統的便捷與安全是重要的指標。本系統的核心目標是透過物聯網與深度學習的整合應用，偵測包含人流、環境、危險等情境；並且透過車站、車載不同前端設計，將資訊以易懂的圖示化呈現。讓使用者獲得便利且安全的搭乘體驗。

經本團隊實際觀察高雄捷運，有以下兩點可改善。

1. 乘客體驗: 目前站體內指示不足，於高峰時段須搭配人力引導人流。且各式面板資訊量、機動性不足。
2. 智慧偵測: 目前站內仰賴傳統監視器與隨車人員，若有突發情況，無法主動感知。

故本團隊著手開發本系統。

本系統的目的:

1. 提供公眾運輸使用者: 車廂載客量情況、車廂位置與站體內設施相對位置、車輛運行狀況。
2. 對場域智慧偵測: 提供分貝、頻譜分析、氣體分析、人流分析、人體姿態分析等智慧監測。

1. 系統非功能需求

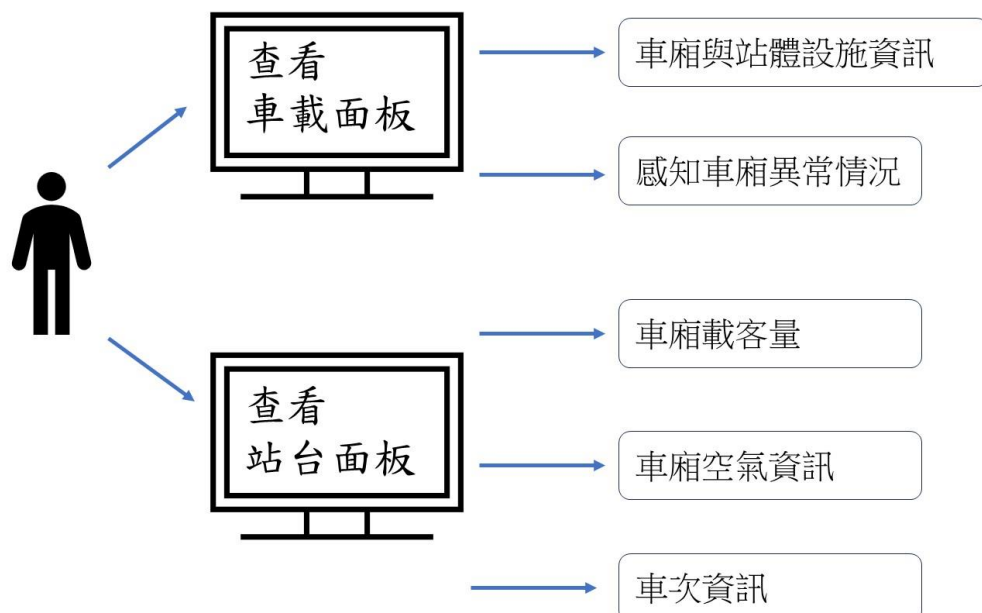
功能編號	功能說明
LCO-NF-001	系統在連線暢通時可以在10秒內刷新資訊
LCO-NF-002	系統在偵測到突發狀況時，可以在10秒內主動感知並傳遞至行控中心。
LCO-NF-003	系統間傳輸以 HTTP 加密傳輸。
LCO-NF-004	系統可應用至不同大眾運輸站體。

## 2. 系統功能需求

功能編號	功能名稱	功能說明
系統資訊偵測		
LCO-F-A-1	加速感測	作為離/進站訊號輔助偵測。
LCO-F-A-2	離/進站訊號	作為相機傳感器與面板啟動觸發訊號。
LCO-F-A-3	攝像頭感測	作為照片分析之資料來源。
LCO-F-A-4	聲音感測	作為聲音判定之來源。
LCO-F-A-5	毒氣感測	作為氣體判定之來源。
觸發器處理		
LCO-F-B-1	進離站資訊	將進離站資訊傳遞之車載面板伺服器。
LCO-F-B-2	照相啟動	在進/離站時進行照相。
傳感器處理		
LCO-F-C-1	照片辨識	透過照片輸入模型計算載客量。
LCO-F-C-2	聲音判定	透過音訊輸入模型判斷是否發生危險。
LCO-F-C-3	氣體判定	透過氣體感測器進行監測。
LCO-F-C-4	資料評估	透過各模型評估資料。
LCO-F-C-5	資訊傳遞	將資料傳至車載/車站伺服器。
LCO-F-C-6	資訊示警	評估(LCO-F-C-4)出異常時進行示警並通知車長。
伺服器端		

LCO-F-D-1	資料呈現	將資料渲染於瀏覽器呈現。
LCO-F-D-2	異常狀態標記	將異常狀態於瀏覽器提示使用者。
LCO-F-D-3	資料紀錄	與資料庫連線紀錄。
LCO-F-D-4	資料記錄輸出	將資料記錄輸出至班車資訊。
管理端		
LCO-F-E-1	登入系統	車站管理員登入系統。
LCO-F-E-2	分析資料	從資料庫中抓取數據分析。
用戶端		
LCO-F-F-1	查看車載面板	獲得包含站體資訊、車廂情況等資訊。
LCO-F-F-2	查看車站面板	獲得包含車次、車廂人潮等資訊。
LCO-F-F-3	查看班車資訊	獲得包含車次紀錄資訊。

簡易版使用案例(Use case, UC)之劇本(Scenario)描述如下。



使用案例編號：LCO-UC001	使用者案例名稱：查看站台面板
系統反應動作	使用者操作動作
a.系統根據資料庫將車次內容呈現，包括載客量、空氣等。 (- LCO-F-D-1)	
	b.使用者根據呈現內容，預先移動至人潮較少之車廂。

使用案例編號：LCO-UC002	使用者案例名稱：查看車載面板
系統反應動作	使用者操作動作
a.以傳感器接收車廂情況，將與站體關係、異常情況等資訊對應車廂呈現。( -LCO-F-C-6)	
	b.使用者可觀察哪節車廂發生異常狀況，提前遠離。

使用案例編號：LCO-UC003	使用案例名稱：使用者在列車上查看預計到站時間
系統反應動作	使用者操作動作
a. 列車離開 A 站 b. 接收離站信號 (離站信號) (- LCO-F-A-2) c. 觸發器發送下個到站點 B 站，顯示狀態改成行進中向車站、車次 d. 資料庫請求列車行進時間資料，並計算接下來 5 站的到站時間 e. 車載面板顯示伺服器顯示狀態更新成行進中狀態 (- LCO-F-D-1) f. 車載顯示面板顯示 (車載顯示面板)	
	g. 使用者透過查看車載面板，獲取預計到達時間 (車載顯示面板)

使用案例編號：LCO-UC004	使用案例名稱：使用者在列車上查看到站資訊
系統反應動作	使用者操作動作
a. 列車靠近 B 站 b. 接收進站信號（進站信號） - LCO-F-A-2 c. 觸發器發送到站點 B 站，顯示狀態改成即將到站 -LCO-F-C-5 d. 向車站、車次資料庫請求 B 站車站配置狀態 e. 車載面板顯示伺服器狀態更新成進站狀態（-LCO-F-D-1） f. 車載顯示面板顯示（車載顯示面板）	
	g. 使用者透過查看車載面板，獲取車站配置狀態，以及哪側開門，外加出口資訊（車載顯示面板）

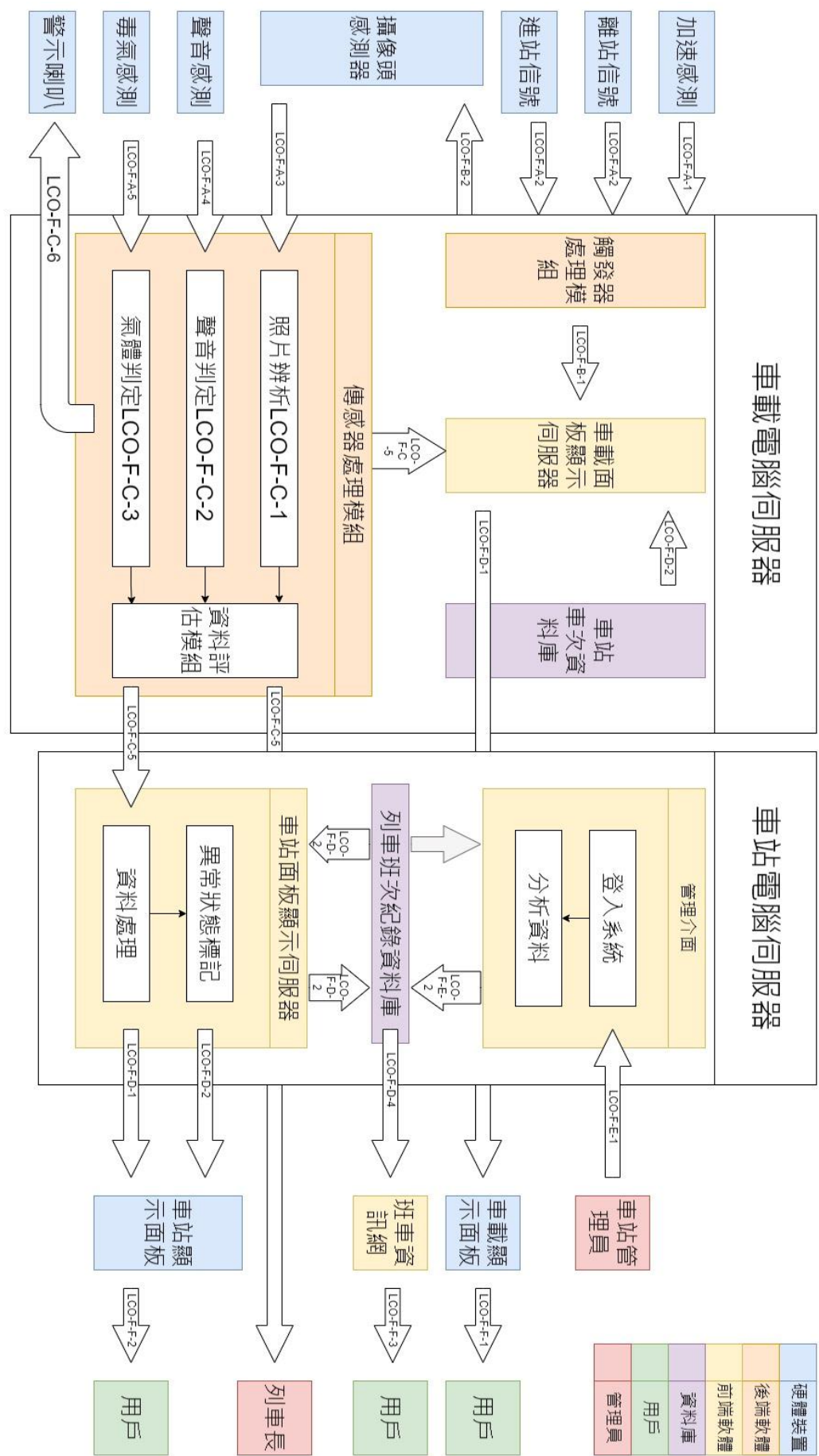
使用案例編號：LCO-UC005	使用案例名稱：使用者透過車站面板了解列車壅擠程度
系統反應動作	使用者操作動作
a. 列車離開 A 站 / 列車靠近 B 站（離站後與進站前都會觸發） b. 接收離站信號（離站信號） / 接收進站信號（進站信號） (- LCO-F-A-2) c. 觸發器向攝像機模組發送拍攝照片請求（-LCO-F-B-2） d. 攝像頭感測器拍攝照片 e. 辨析拍攝照片計算擁擠分類（-LCO-F-C-1） f. 資料評估為例行資料，即非異常資料	

g. 檢查直到連上伺服器，發送資料到車站面板顯示伺服器 h. 資料處理評估為例行資料，即非異常資料 (LCO-F-C-4) i. 向列車班次紀錄資料庫查詢該車次編組 j. 車站面板顯示該車次擁擠狀態 k. 車站顯示面板顯示 (車站顯示面板) (LCO-F-F-3)	
	m. 使用者透過查看車站面板，獲取下班車的預計到達時間與車廂壅擠分布 (車站顯示面板) n. 使用者依照資訊前往較不壅擠車廂候車

使用案例編號：LCO-UC006	使用案例名稱：管理員透過管理員介面了解乘客分布與流量變化圖表
系統反應動作	使用者操作動作
	a. 管理員透過登入系統介面登入 (LCO-F-E-1)
b. 系統驗證向列車班次紀錄資料庫確認管理員訪問權限 c. 若確認身分，將介面導向分析資料頁面 d. 回傳成功登入並等候查詢	
	e. 管理員輸入查詢的車次編號與日期
f. 向列車班次紀錄資料庫請求該車次與日期的紀錄 (LCO-F-D-4)	
	g. 閱覽分析該車次資料 (LCO-F-E-2)

三、系統架構設計

系統架構圖：

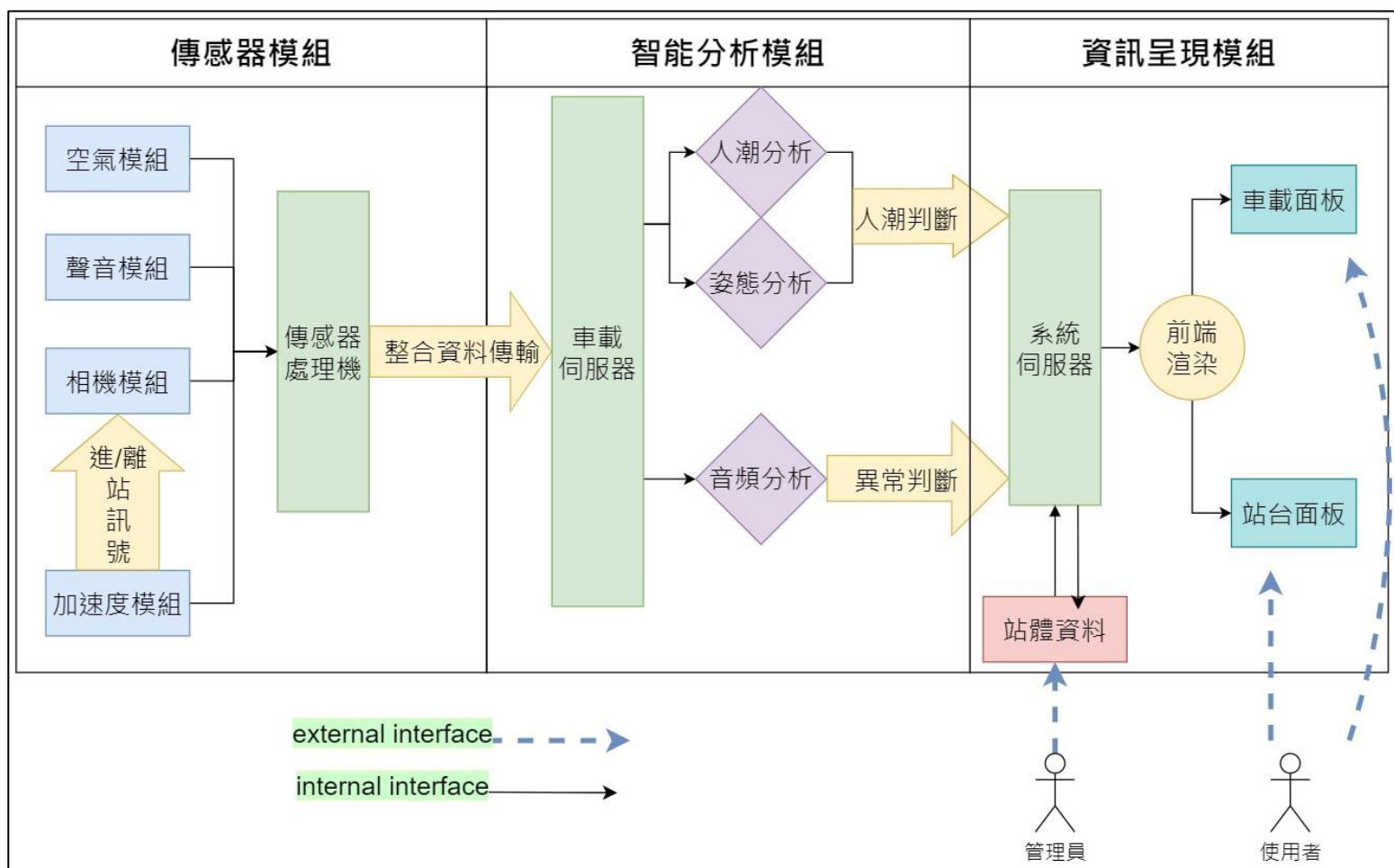




## 1. 子模組架構

- A. 傳感器模組：負責從各種傳感器和感測器中收集車廂的數據。
- B. 智能分析模組：使用深度學習模型進行資料分析，包括人數計算、擁擠偵測、和異常偵測。
- C. 資訊呈現模組：負責將分析結果以易懂的方式呈現給使用者，包括站台面板和車載面板。

如圖所示：





#### 四、系統介面設計

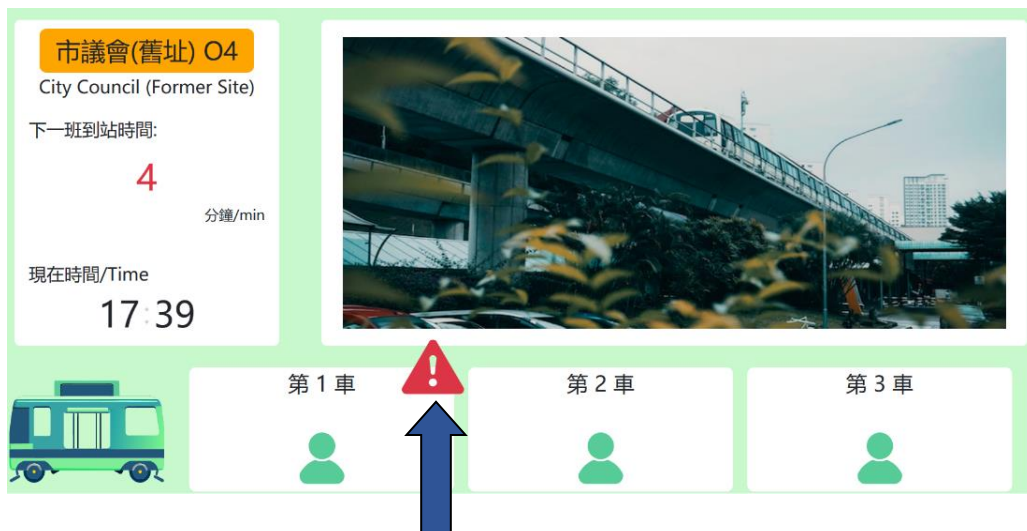
##### 1. 站台面板



▲如圖所示: 顯示人潮與到站時間



▲如圖所示: 透過不同顏色顯示車廂人潮



▲以圖示提醒乘客有突發狀況

## 2. 車載面板

從左至右分別為：當前即將到站之站名，

當前時間，以及目前所在車廂、車門。

而長條區則呈現：車廂、車廂與站體設施之關係  
出口方向以及車廂異常提示(若有偵測到)

### I. 車廂與站體設施間的相對位置

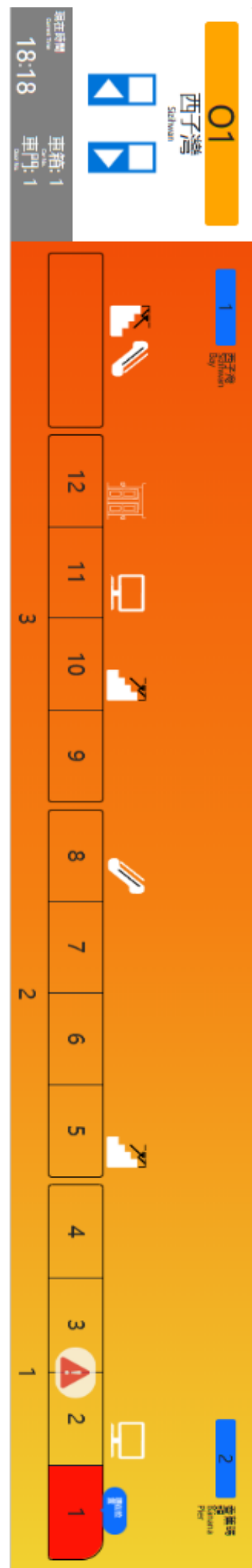
以示意圖之範例：

- 乘客目前所在位置為第一號車門  
若是其有電梯/手扶梯之需求，  
即可提前移動。
- 乘客若想前往特定出口，也可在下車前  
了解出口方向

### II. 車廂異常狀況提示

- 在 2-3 號車門之間偵測到異常情況  
其他車廂乘客，可以及時發現
- 乘客若想前往特定出口，也可在下車前  
了解出口方向

\*因車載面板為長條尺寸，故將圖片翻轉 90 度



## 五、軟體或硬體架構設計

### 1. 資料設計(Data Design)

#### (1) Station

欄位名稱	欄位代號	定義	型態	範例
數字編號	idx	站體數字編號	Int(11)	1
文字編號	sid	站體文字編號	Varchar(3)	05
名稱	sName	站體名稱	Varchar(15)	美麗島
路線	route	站體路線	Enum('O', 'R', 'C')	0
路線順序	Route_order	站體在線路的順序	Int(3)	3
英文名稱	English_name	站體英文名稱	Varchar(50)	Formosa Boulevard

#### (2).Carriage\_info

欄位名稱	欄位代號	定義	型態	範例
資料編號	idx	捷運車廂資料編號	Int(11)	1
車號	cid	捷運車號	Int(5)	168
車廂號	cNo	捷運車廂號	Int(3)	1
車門號	dNo	捷運車門號	Int(2)	1
壅擠程度	pNum	捷運車廂內壅擠程度	Enum('不壅擠', '尚可', '壅擠')	不壅擠
空氣品質	air	捷運車廂內空氣品質	Bool	True
異常聲音	volume	捷運車廂內異常聲音	Bool	False
時間戳記	timestamp	資料輸入時間戳記	Timestamp	2023-07-29 02:25:03

### (3).Access\_signal

欄位名稱	欄位代號	定義	型態	範例
資料編號	idx	捷運車廂資料編號	Int(11)	1
車號	cid	捷運車號	Int(5)	168
路線方向	Route_way	捷運前進路線方向	Varchar(3)	OT1
離站數	Leave_station	捷運已離站數	Int(3)	0
進站數	enter_station	捷運已進站數	Int(3)	0
時間戳記	timestamp	資料輸入時間戳記	Timestamp	2023-07-29 02:25:03

### (4).Facility\_location

欄位名稱	欄位代號	定義	型態	範例
資料編號	idx	車站資料編號	Int(11)	1
文字編號	sid	車站編號	Varchar(3)	05
站名	sName	車站名稱	Varchar(15)	美麗島
路線方向	way	車站設施接近的路線方向	Enum('OT1', '01')	OT1
設施類別	Facility_type	車站設施類別	Varchar(15)	stairs
設施方向	Facility_way	車站設施面朝方向	Varchar(3)	OT1
相對位置	Relative_position	車站設施相對位置的捷運車門號	Float	1

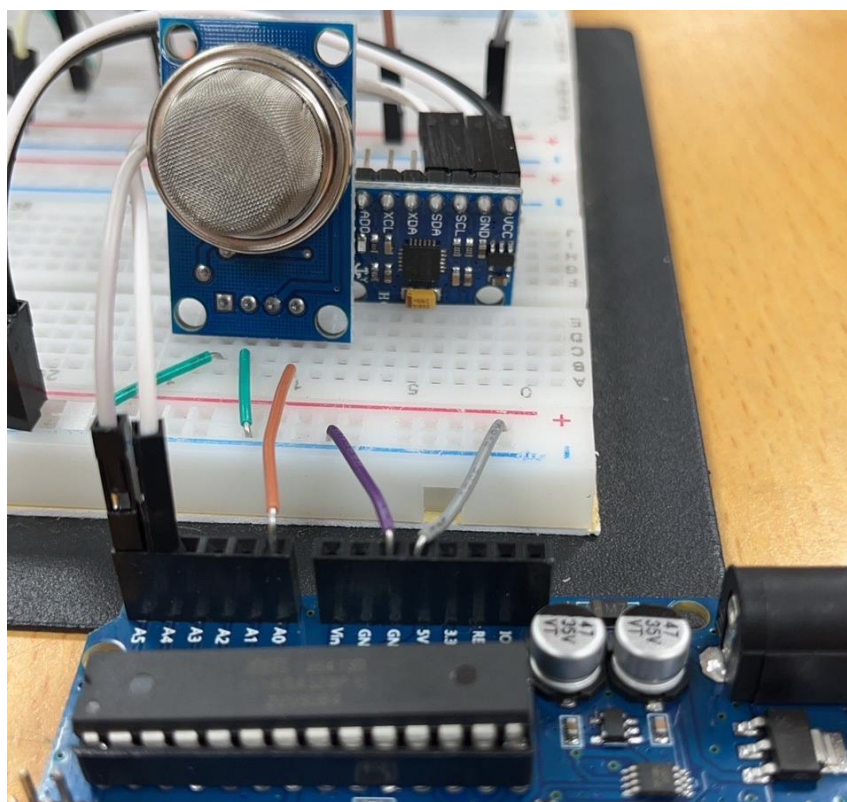
### (5).Station\_exit

欄位名稱	欄位代號	定義	型態	範例
資料編號	idx	車站資料編號	Int(11)	1
文字編號	sid	車站編號	Varchar(3)	05
出口編號	eNo	車站出口編號	Int(2)	1
出口地標	eName	車站出口地標之一	Varchar(20)	華南銀行
英文出口地標	eName_en	車站出口地標之一的英文名	Varchar(50)	Hua Nan Bank
相對位置	ePosition	車站出口相對捷運車門的位置	Float	1

## 六、軟體或硬體模組設計

### ■ 資料收集模組：

如下圖所示: 透過不同傳感器連接於傳感器處理機。收集車廂資訊。





## ■ 智能分析模組：

### i. 人數分析模型：

使用 YOLO 將車廂內人數情況進行判斷，在團隊測試階段可達 90% 以上之準確率。

示意圖：綠色框代表偵測到人、藍色框則為空



▲圖為單個車廂人數偵測 (忽略非當車廂的人)

\*可分辨非當前偵測區段

### ii. 姿態分析模組：

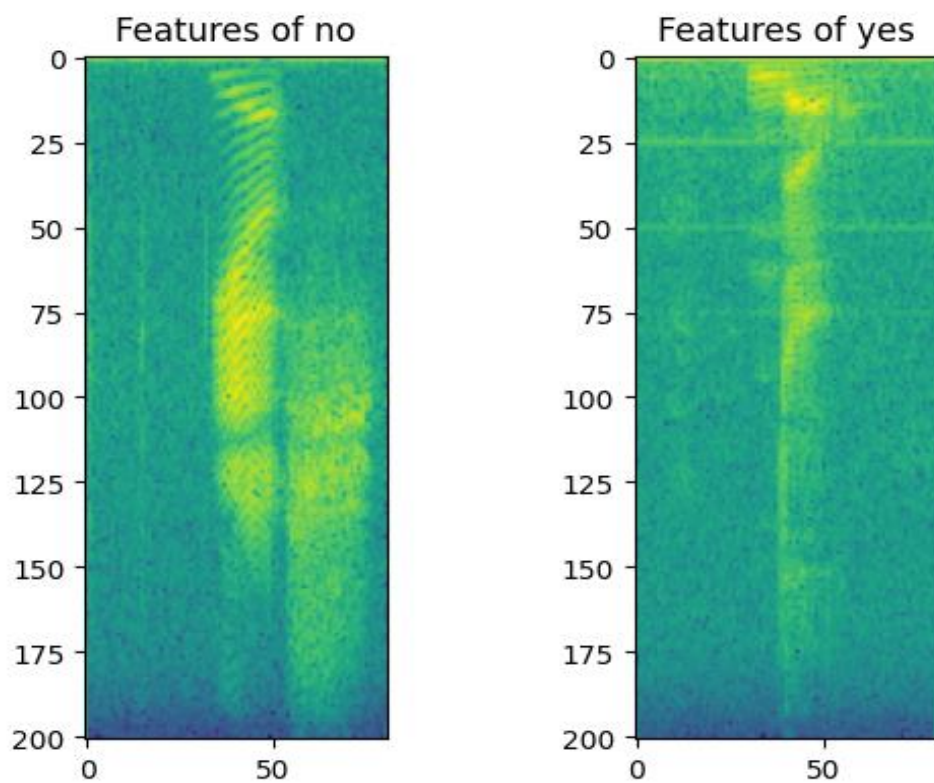
使用 alphapose 將乘客節點資訊紀錄，用以判斷坐/站情況。在團隊測試階段可達 65% 以上的準確率

示意圖：如下圖所示 在偵測到人時，可進一步分析人體姿態，用於進階判斷站/坐人數→推算車廂擁擠程度。



iii. 異常偵測(頻譜分析模型):

將音訊(wav)檔進行頻譜轉換，變成頻譜圖，透過卷積運算(convolution)訓練。模型在團隊測試階段可達9成以上準確率。





■ 資訊呈現模組：

系統資料庫-> 車次資訊 table

<div><div><div><div></div><div></div></div><div></div></div></div>						idx	cid	route_way	leave_station	enter_station	timestamp
<div><div><div></div></div></div>	<div><div><div></div></div><div>编辑</div></div>	<div><div><div></div></div><div>复制</div></div>	<div><div><div></div></div><div>删除</div></div>	1	168	OT1	1	0	2023-07-29 02:26:15		
<div><div><div></div></div></div>	<div><div><div></div></div><div>编辑</div></div>	<div><div><div></div></div><div>复制</div></div>	<div><div><div></div></div><div>删除</div></div>	2	168	OT1	1	0	2023-07-29 19:00:00		
<div><div><div></div></div></div>	<div><div><div></div></div><div>编辑</div></div>	<div><div><div></div></div><div>复制</div></div>	<div><div><div></div></div><div>删除</div></div>	3	168	OT1	2	1	2023-07-29 22:41:07		
<div><div><div></div></div></div>	<div><div><div></div></div><div>编辑</div></div>	<div><div><div></div></div><div>复制</div></div>	<div><div><div></div></div><div>删除</div></div>	4	168	OT1	3	2	2023-07-29 22:55:41		
<div><div><div></div></div></div>	<div><div><div></div></div><div>编辑</div></div>	<div><div><div></div></div><div>复制</div></div>	<div><div><div></div></div><div>删除</div></div>	5	168	OT1	0	0	2023-07-29 23:01:35		
<div><div><div></div></div></div>	<div><div><div></div></div><div>编辑</div></div>	<div><div><div></div></div><div>复制</div></div>	<div><div><div></div></div><div>删除</div></div>	6	168	OT1	1	0	2023-07-29 23:50:45		
<div><div><div></div></div></div>	<div><div><div></div></div><div>编辑</div></div>	<div><div><div></div></div><div>复制</div></div>	<div><div><div></div></div><div>删除</div></div>	7	168	OT1	0	0	2023-07-30 17:10:04		
<div><div><div></div></div></div>	<div><div><div></div></div><div>编辑</div></div>	<div><div><div></div></div><div>复制</div></div>	<div><div><div></div></div><div>删除</div></div>	8	168	OT1	1	0	2023-07-30 18:03:31		
<div><div><div></div></div></div>	<div><div><div></div></div><div>编辑</div></div>	<div><div><div></div></div><div>复制</div></div>	<div><div><div></div></div><div>删除</div></div>	9	168	OT1	1	1	2023-07-30 18:20:56		
<div><div><div></div></div></div>	<div><div><div></div></div><div>编辑</div></div>	<div><div><div></div></div><div>复制</div></div>	<div><div><div></div></div><div>删除</div></div>	10	168	OT1	1	0	2023-07-30 20:57:24		

七、 軟體或硬體開發環境

前端	HTML, CSS
前端框架	Flask
後端	Python
傳感器	Arduino - C++
資料庫	Phpmyadmin, MySQL
溝通方式	Http Post、Http Get
傳感器型號	MQ-135, LM386, mpu6050, Raspberry Pi Camera Module 3
軟體需求	ipython>=8.12.0 matplotlib>=3.7.1 pandas>=2.0.0

	Pillow>=9.5.0 torch>=2.0.1+cu118 torchaudio>=2.0.2+cu118 torchsummary==1.5.1 torchvision>=0.15.2+cu118 yt_dlp==2023.10.7
--	---

#### 八、系統測試案例設計

測試編號	LCO-TC-01
名稱	站台面板
測試目標	車廂載客量、擁擠偵測、空氣監測、異常偵測
功能依據	LCO-F-B-1、LCO-F-B-3、LCO-F-B-4、LCO-F-B-5
操作	<ol style="list-style-type: none"> <li>使用者於月台查看站台面板。</li> <li>站台面板顯示： 車次情況 載客、擁擠程度 空氣情況 異常偵測</li> <li>使用者根據面板資訊選擇欲搭乘之車廂</li> </ol>
預想結果	正確顯示各項資訊，達成人流分散、提升乘車品質。

測試編號	LCO-TC-02
名稱	車載面板-異常偵測
測試目標	異常偵測
功能依據	LCO-F-B-5

操作	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用者於車上查看車載面板。</li> <li>2. 車載面板顯示： 異常偵測</li> <li>3. 使用者根據車載面板資訊在車廂間可進行移動</li> </ol> <p>例： 若1號車發生危急狀況觸發異常偵測模型，透過該面板可使2號車後的乘客了解情況並往後方車廂移動。</p>
預想結果	成功偵測異常情況並於車載面板顯示

測試編號	LCO-TC-03
名稱	車載面板-站體設施顯示
測試目標	站體地圖
功能依據	LCO-F-B-2
操作	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用者於車上查看車載面板。</li> <li>2. 車載面板顯示： 該車廂與站體設施之相對位置</li> <li>3. 使用者根據車載面板資訊在車廂間可進行移動</li> </ol> <p>例： 若使用者有搭乘電梯、或前往特定出口的需求，即可提早規劃搭乘車廂。</p>
預想結果	成功載入站體地圖並於車載面板顯示

## 九、 系統測試報告

### 1. 測試環境(Testing Environment)

硬體需求(Hardware Specification Configuration)

	項目名稱	型號	數量
伺服器端	車載主機	Raspberry Pi 4	1
	系統主機	MSI-gf63	1
前端	顯示面板	15.6" FHD	1
感測器端	感測器處理機	arduino uno	1
	聲音感測器	LM386	1
	空氣感測器	MQ-135	1
	相機模組	Raspberry Pi Camera Module 3	1
	加速度感測器	MPU6050	1

軟體需求(Software Specification Configuration)

	項目名稱	型號	數量
伺服器端	系統作業系統	win10/11	1
	車載作業系統	Ubuntu 22.04	1
前端	瀏覽器	google chrome	1

2. 測試結果與分析(Test Results and Analysis)

A. 測試結果

測試案例編號	測試結果 (Pass/Fsail)	備註
LC0-TC-01	Pass	
LC0-TC-02	Pass	
LC0-TC-03	Pass	