

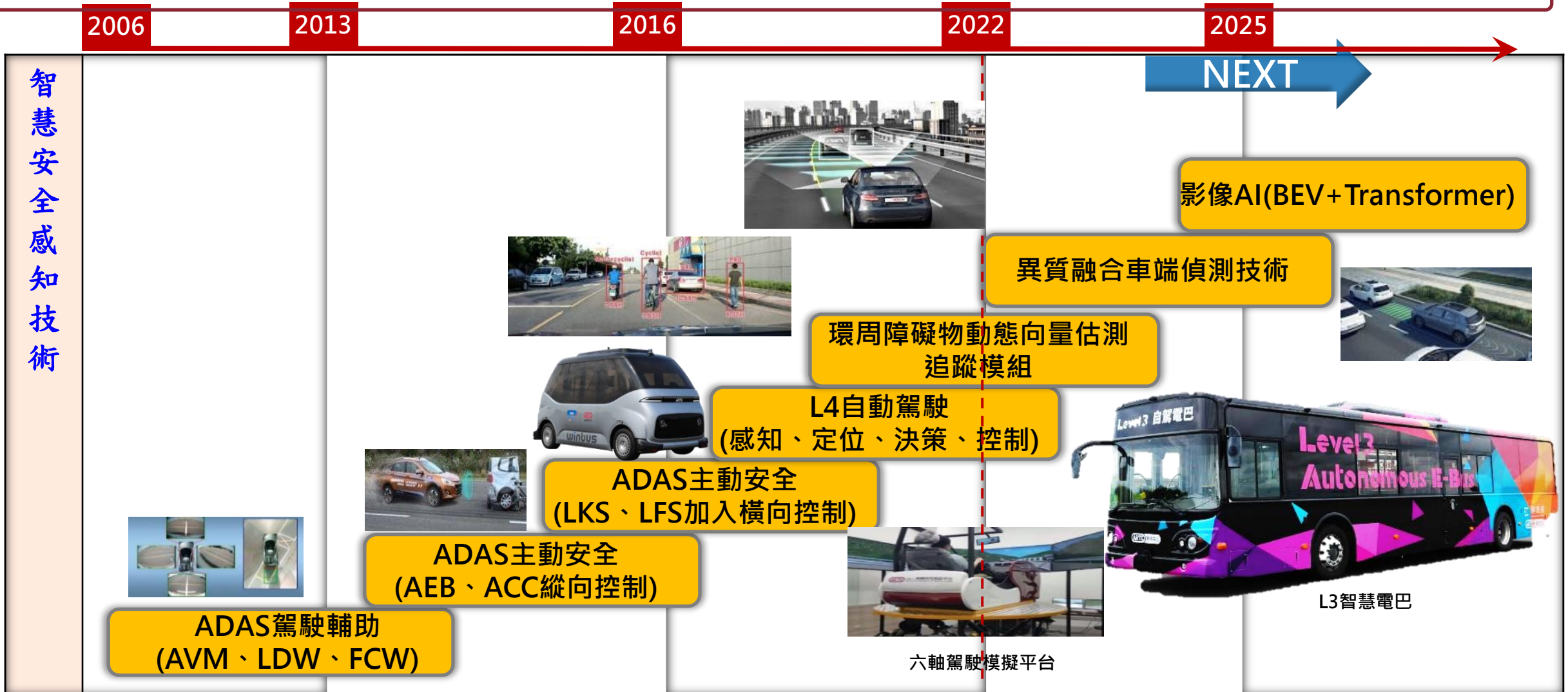
# AI 3D視覺物件辨識暨異質感知融合 之環境探勘技術

(含影像BEV+transformer、艙外多感知融合)

財團法人車輛研究測試中心 研究發展處

# 影像AI模型及異質感知融合之環境探勘技術-發展歷程

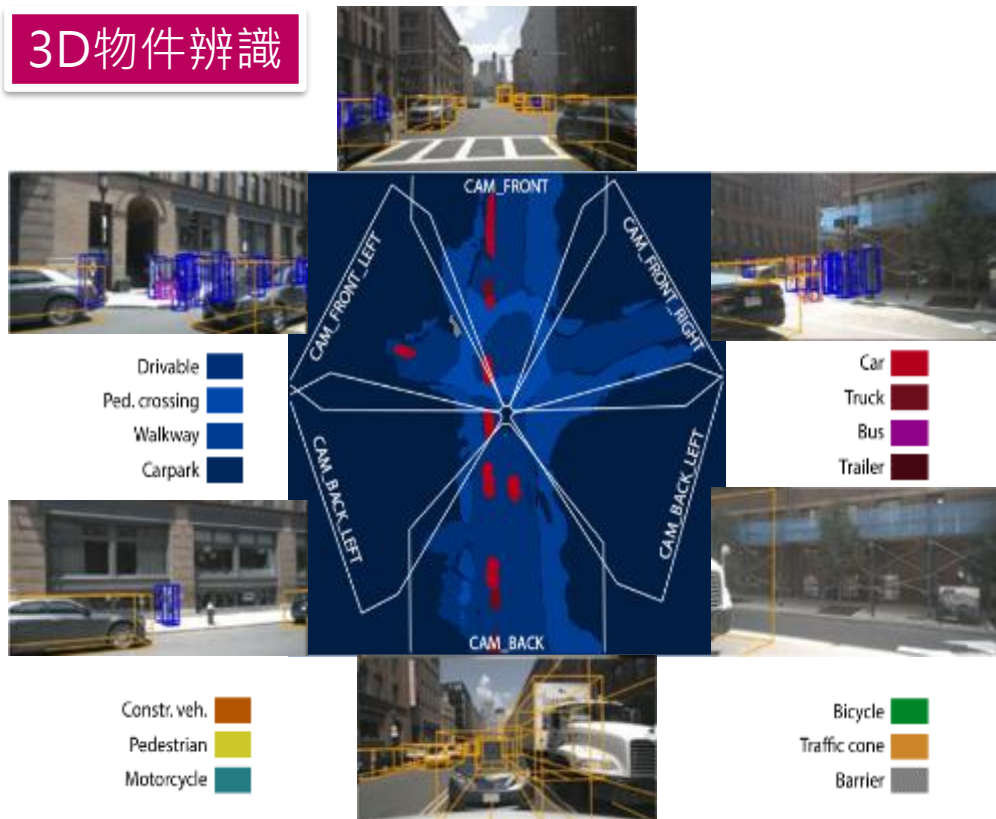
➤ 車輛中心感測技術從SAE Level 0的純警示系統開始，透過環景影像輔助、車道偏離警示、防撞預警切入ADAS駕駛輔助系統，並逐步開發車輛橫、縱向決策控制(SAE Level1~2)所需之物件追蹤技術、異質融合匹配技術，並於2024年導入影像AI進行車輛環周物件偵測。



# AI 3D視覺物件辨識技術

- **技術特色**：使用BEV+Transformer及nuScenes多模態資料集，開發純視覺3D物件辨識技術，並結合AVM環景影像縫合技術作可視化顯示，可應用於自動駕駛及自動停車的環境感知。
- **3D物件辨識**：首先偵測多視角2D影像特徵，經視角轉換，以Transformer高效融合為BEV(鳥瞰圖)特徵，並透過檢測頭精準輸出3D物件邊界框及種類。
- **台灣資料庫**：參照nuScenes多模態資料集格式，收集台灣場域及特殊車輛，提升AI 3D視覺物件辨識模型的多樣性與泛用性。

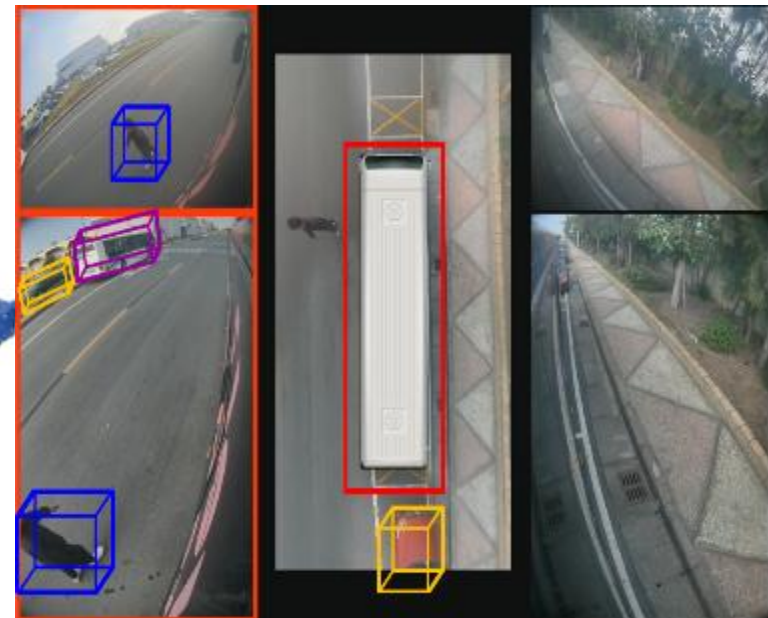
## 3D物件辨識



## 資料集平台



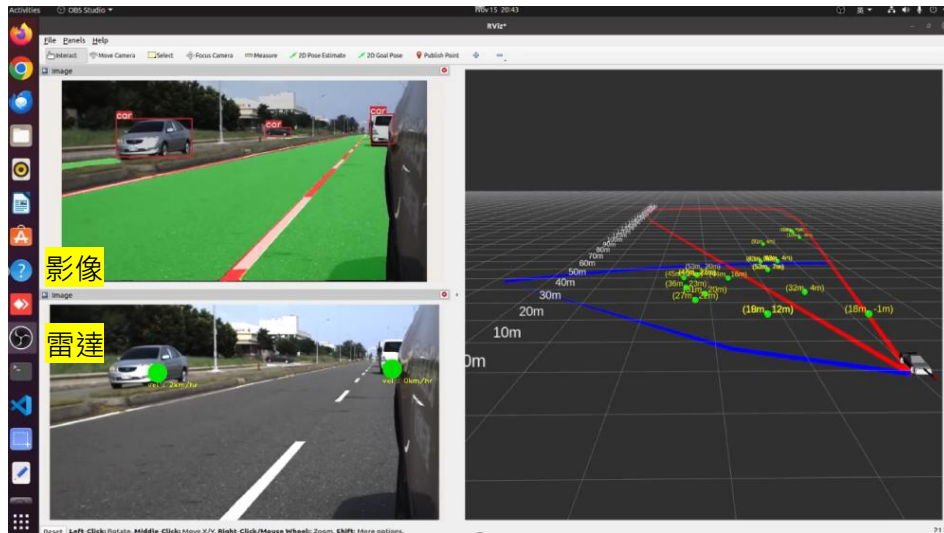
## AVM環景影像可視化顯示



# 環境感測技術-異質融合環境感知

## ➤ 異質感知融合及障礙物追蹤偵測技術

1. **多重感測器融合偵測與匹配技術**：藉由多種感測器資料擷取，感知融合演算法將可能為重複之物體資訊整合與配對，避免同一目標物被辨識為多重目標，可避免單一感測模組失效造成無法偵測，提升感測穩定度，處理速度約15FPS。
2. **動態物件追蹤技術**：可連續追蹤動態障礙物相對位置。追蹤數量可多達20個框選物件。涵蓋車周範圍:前方100m/後方70m/左右20m，適用直線及曲率半徑R250 m以上有車道線之鋪裝路面。可對應 UN R151(盲點資訊系統)、UN R159(起步資訊系統)、UN R79之ASCF-B1(車道置中系統)、UN R79之ESF(緊急轉向控制)、UN R79之ACSF-C(車道變換輔助)、UN 157(自動車道維持)之環境偵測需求。
3. **可行駛空間估測技術**：基於語意分割的方法，依照目標建模的方式以道路邊緣進行處理，區分出行駛空間和背景的概率。
4. **跨運算平台整合技術**：可包容不同的程式語言 ( C、python或simulink)實現感知模組，並適用於機器人操作系統平台，依不同自駕等級(SAE Level 2~ Level 4)，客製化相關之軟/硬體，並同時顯示融合之偵測結果。



▲ 融合國產相機及雷達輸出側後方物件



▲ 光達融合國產相機及雷達輸出環週物件

- 以雷達目標模擬器RTS (Radar Target Simulator)可進行感測模組感測能力驗證，並比對設定之參數，判別雷達感測性能、準確率，並可協助雷達演算法開發驗證，節省實車測試之大量時間與成本。

## 雷達基本能力測試

- ✓ 最近/遠偵測範圍
- ✓ 偵測角度
- ✓ 偵測速度範圍
- ✓ 解析度(距離/位置)



## 客製化場景測試(結合 prescan 場景)

- ▶ 目標物運動狀態
- ▶ 目標物位置、角度
- ▶ 多個目標物
- ▶ 目標物動態行進

→可進行標準/法規系統測試



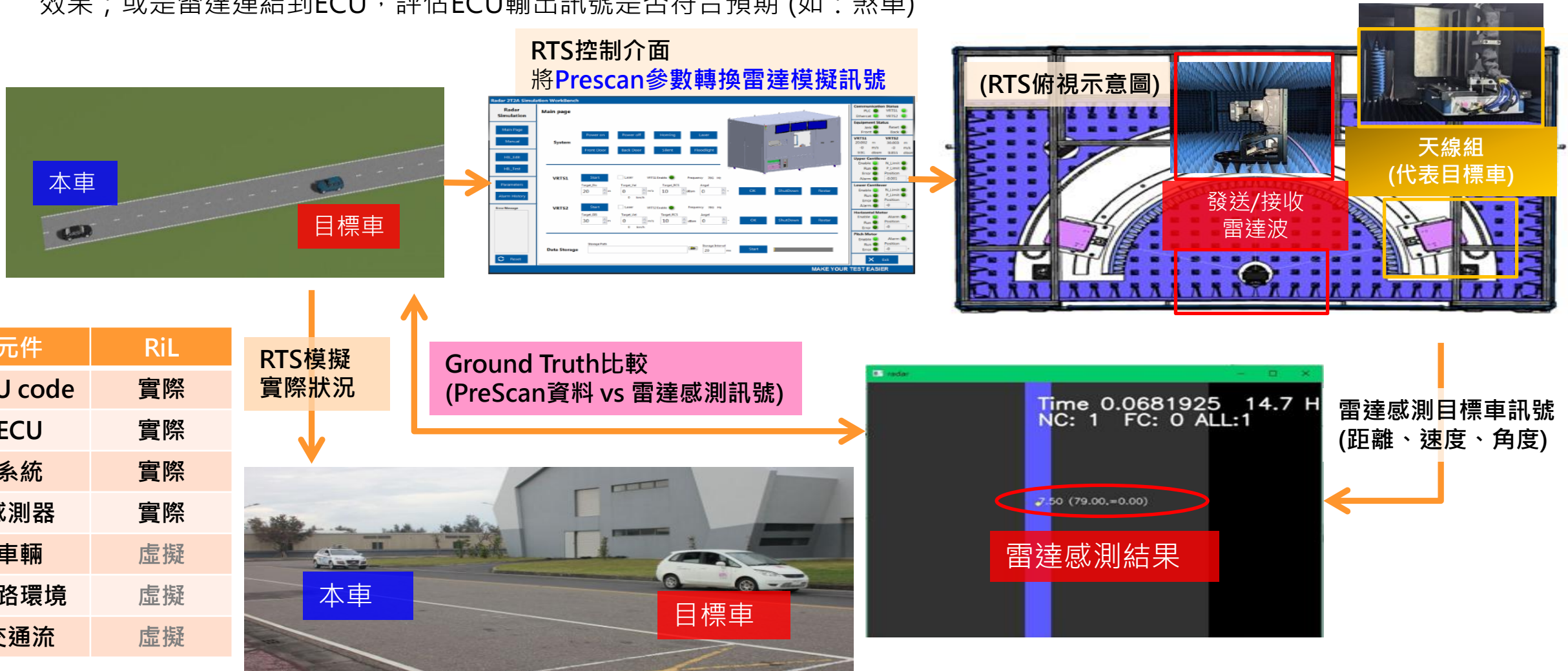
▲ RTS設定目標物參數以進行雷達感測模擬

參數	數值
頻率範圍	76~81GHz
目標數量	2
模擬距離	7~300m
模擬速度範圍	≥±500kph
模擬角度	-80~80 deg
模擬RCS範圍	-41dBsm~86dBsm

▲ RTS規格

# 雷達模擬測試 (Radar in loop)

- **雷達性能測試流程**：雷達置於RTS內進行模擬測試，並與模擬軟體(如 :Prescan)之設定值進行比較，評估雷達感測效果；或是雷達連結到ECU，評估ECU輸出訊號是否符合預期 (如：煞車)



元件	RiL
ECU code	實際
ECU	實際
系統	實際
感測器	實際
車輛	虛擬
道路環境	虛擬
交通流	虛擬

RTS模擬  
實際狀況



Ground Truth比較  
(PreScan資料 vs 雷達感測訊號)



雷達感測目標車訊號  
(距離、速度、角度)

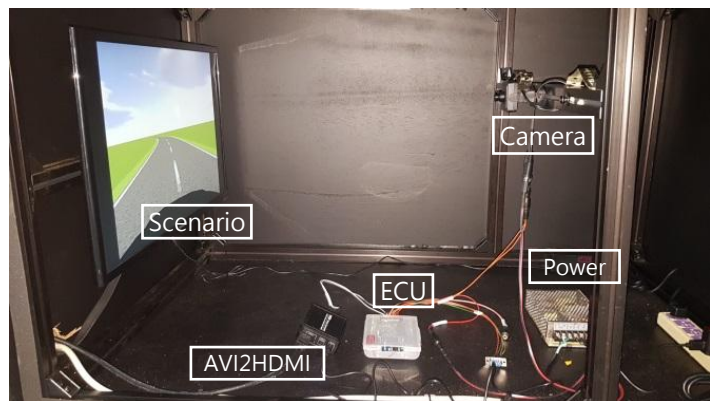
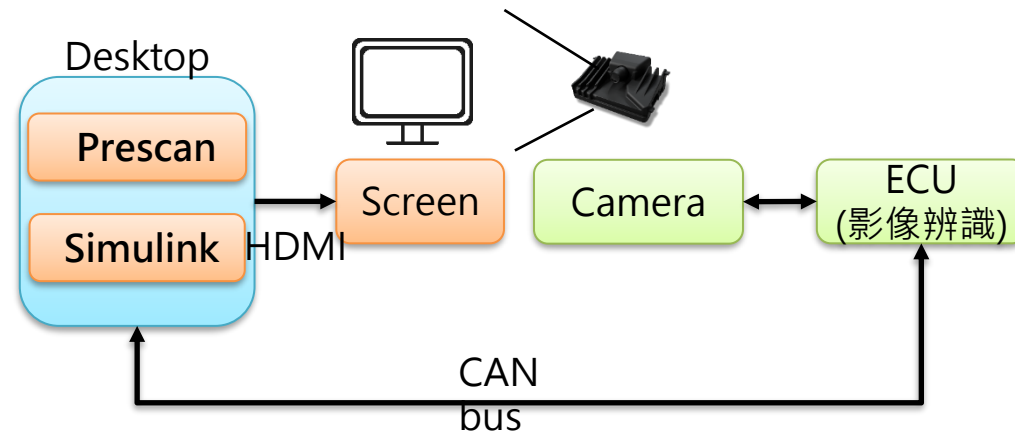
雷達感測結果

雷達模擬測試之實際物件

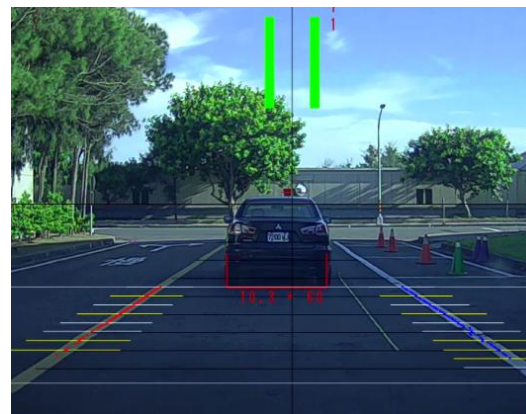
# 影像辨識模擬測試(Camera in loop)

元件	CIL
ECU code	實際
ECU	實際
系統 (e.g.轉向)	實際
感測器	實際
車輛	虛擬
道路環境	虛擬
體感	N/A
交通流	虛擬

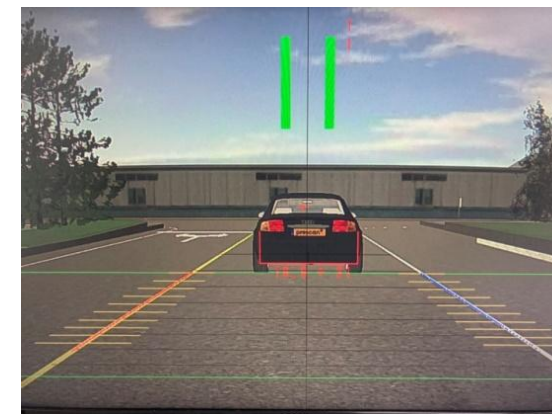
使用實際攝影機直接拍攝虛擬場景，進行影像辨識ECU開發與驗證。



▲ CiL實體配置示例



▲ 真實攝影機於真實環境拍攝畫面



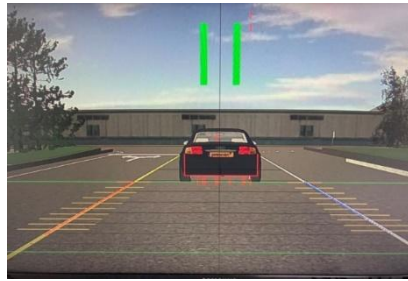
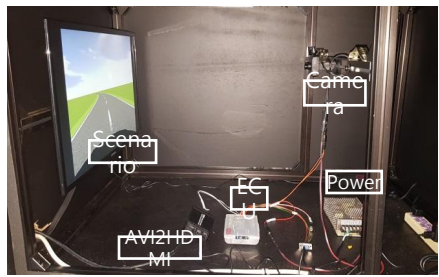
▲ 真實攝影機於模擬環境拍攝畫面

廠商提供攝影機規格(Resolution, FPS, FOV, POS)與實車拍攝畫面於CiL重現，依據所需驗證之場景輸出Ground Truth資訊與ECU辨識結果進行比對。

影像辨識模擬測試之實際物件

# 硬體在環測試(Hardware in loop)

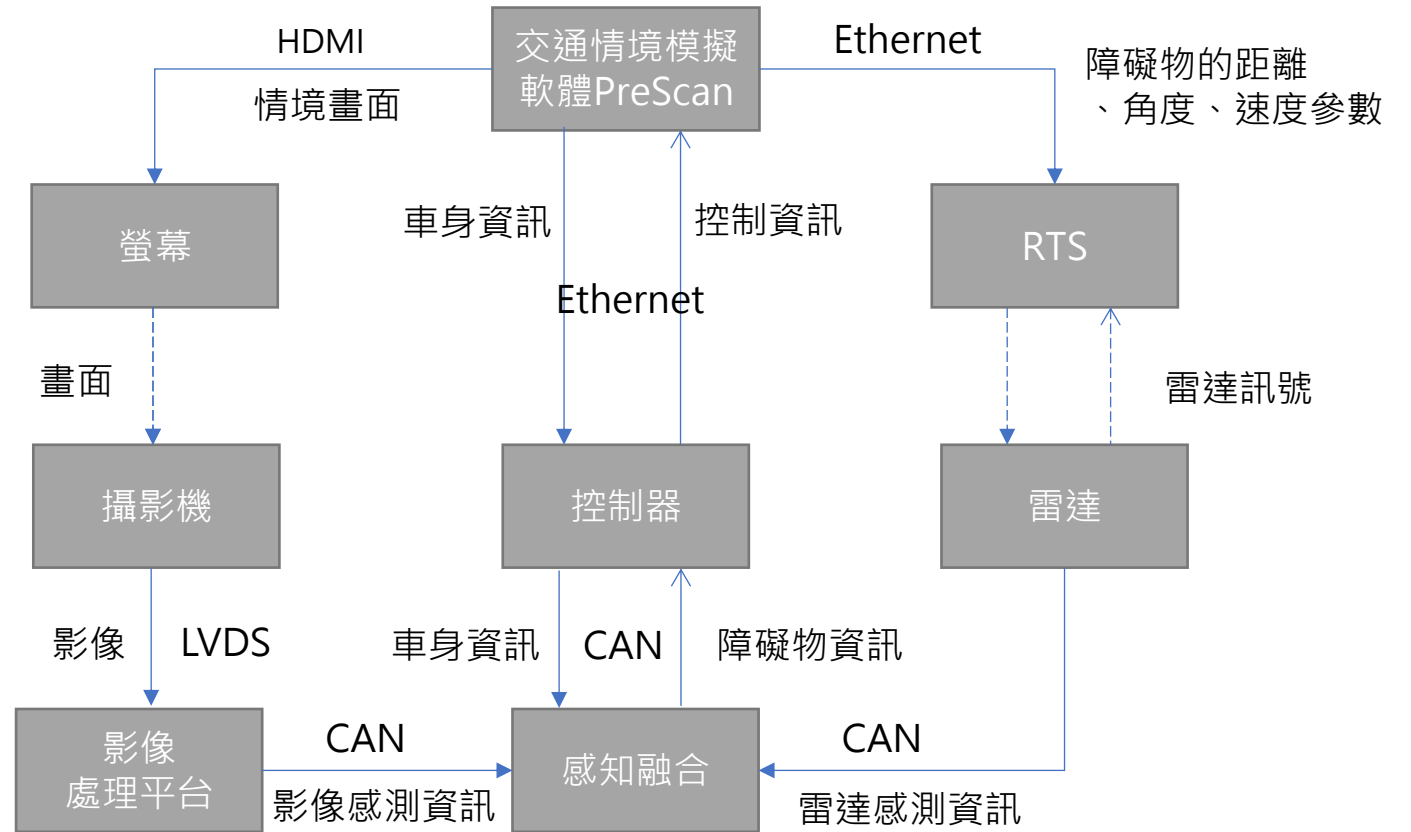
- 系統前期可進行開發驗證，以交通情境模擬軟體(PreScan)、RTS、影像模擬之HIL測試能量，可依需求設定場景，進行重現性之測試。
- 結合交通情境軟體，將待測系統置於其中。提供測試情境，產出畫面與障礙物參數，供攝影機、雷達進行感測。待測系統接受資訊後下達控制訊號，回授並模擬對應的車輛動態，以評估系統效果。



影像模擬測試：將測試情境之影像以螢幕顯示，再用攝影機擷取進行系統測試



雷達模擬測試：將測試情境之障礙物訊號以RTS模擬，再用雷達進行系統測試



HIL：可將模擬情境輸出給感測器(攝影機、雷達)以進行感知融合模擬測試

# 異質感知融合之環境探勘技術 - 產業合作

- 鏈結台灣智慧巴士產業鏈：導入歐盟UN R157自動車道維持(ALKS)、UN R79自動轉向控制規定之技術，垂直國內IC設計、影像辨識、感測器、車電系統廠，整合攝影機、雷達、AI 運算模組等相關業者，建立ADAS智慧座艙安全系統產業生態供應鏈，推動至自駕電巴產業領域，共同打造領先國際Level 3自駕巴士。



## 環境辨識探勘技術

➤ 主要布局影像障礙物辨識、感測融合、雷達/超音波測距感測、光達感測等技術專利，相關可授權專利清單如下：

技術分類		專利名稱(國別)	
影像障礙物辨識	前方障礙物&車道線辨識	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路車道線的偵測系統及其方法(TW/CN/US)</li> <li>動態影像特徵加強方法與系統(TW/CN/US)</li> <li>動態車道線偵測系統及方法(TW/CN/US)</li> <li>可行駛空間之偵測系統及其偵測方法(TW/CN)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>雙視覺前車安全警示裝置及其方法(TW/CN/US)</li> <li>車輛偏移之檢知方法與裝置(TW/CN/US)</li> <li>車輛碰撞警示系統(TW/CN/US)</li> <li>偵測車距的方法與裝置(TW/CN)</li> </ul>
	全周影像偵測	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用鳥瞰影像判斷障礙物之系統及方法(TW/CN/US)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動校正鳥瞰影像方法(TW/CN/US)</li> </ul>
	行人偵測	<ul style="list-style-type: none"> <li>可提高分類效能的物體影像偵測方法與裝置(TW/CN/US)</li> <li>自適應影像邊緣修復裝置及其方法(TW/CN/US)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人數分析方法及其系統(TW/CN/US)</li> </ul>
	夜間車輛偵測	<ul style="list-style-type: none"> <li>車輛偵測方法、基於光強度動態之夜間車輛偵測方法及其系統(TW/CN/US/JP/DE) (DE審查中)</li> </ul>	
感測融合	碰撞時間預估	<ul style="list-style-type: none"> <li>行車即時防撞警示系統及其方法(TW/CN/US)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可追蹤移動物體之防撞警示方法及其裝置(TW/CN)</li> </ul>
	感測器失效防護	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動輔助駕駛之環境失效判斷系統及方法(TW/CN/US)</li> </ul>	
	障礙物辨識感測融合	<ul style="list-style-type: none"> <li>應用於多感測器融合之誤差及偵測機率分析方法(TW/CN/US)</li> <li>影像辨識系統及其自適應學習方法(TW/CN/US/JP/DE)</li> <li>具平行架構之階層式標的物偵測系統及其方法(TW/US)</li> <li>具平行架構之適應性物體分類裝置及其方法(TW/CN/US)</li> <li>物體座標融合校正方法及其校正板裝置(TW/CN/US)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>障礙物分類可靠度量化之方法(TW/CN/US)</li> <li>行人偵測系統(TW/CN/US)</li> <li>結合圖資之障礙物追蹤系統及方法(TW/CN/US)</li> <li>障礙物偵測方法(TW/US/DE)</li> <li>感測器融合之時序同步方法(TW/CN/US)(CN審查中)</li> <li>感知融合物件追蹤系統及其方法(TW/CN/US)(CN/US審查中)</li> <li>多感測自適應失效補償系統與方法(TW/US/JP) (審查中)</li> </ul>
	障礙物雜訊過濾	<ul style="list-style-type: none"> <li>行車安全系統及其障礙物篩選方法(TW/CN/US)</li> </ul>	

## 環境辨識探勘技術

➤ 主要布局影像障礙物辨識、雷達/超音波測距感測、感測融合、光達感測等技術專利，相關可授權專利清單如下：

技術分類		專利名稱(國別)	
雷達/超音波測距感測	停車空間偵測	• 停車空間偵測方法及其裝置(TW/CN/US)	
	感測器偵測角度校正機構	• 雷達感測器之偵測角度微調裝置(TW/CN/US)	
	行人偵測	• 車用毫米波雷達之環境辨識系統(TW/US)	
光達感測	Free space可行駛空間偵測	• 三維感測器之動態地面偵測方法(TW/CN/US)	• 近距離障礙物之光達偵測裝置及其方法(TW/US)
	車道線辨識	• 道路標線之光達偵測方法及其系統(TW/CN/US)	

# 合作方式與聯絡資訊



可授權專利



可移轉技術



業界合作(先期參與)

ARTC網站  
報紙媒體  
成果發表  
工會新訊

技術精進  
商品增值  
縮短研發  
搭配計畫

技術移轉  
技術服務  
業界合作  
專利授權

可移轉技術：鄭先生，04-7811222分機2367，steven0829@artc.org.tw  
蔡小姐，04-7811222分機5105，Lijun7329@artc.org.tw  
可授權專利：陳小姐，04-7811222分機2345，chloe@artc.org.tw

更詳細資訊請參考車輛中心官網  
<https://www.artc.org.tw/>