

## 協同式車輛定位技術

車輛中心 研究發展處 嚴毅

近年來自駕車的研發持續進行，目前已有不少汽車製造商及各家軟硬體業者紛紛投入自駕車研發，在自駕車系統上，需要公分級的定位精度與精細的地圖資訊，而傳統的導航系統上，只能顯示行進方向，這對於自駕車系統來說已經不敷使用，為了能讓車輛可以安全地自動駕駛，車輛的控制系統必須知道自己在道路上的精準位置，甚至道路、十字路口、斑馬線、交通號誌、紅綠燈…等這些鉅細靡遺的資訊，才能確保控制決策無誤，參考圖 1。

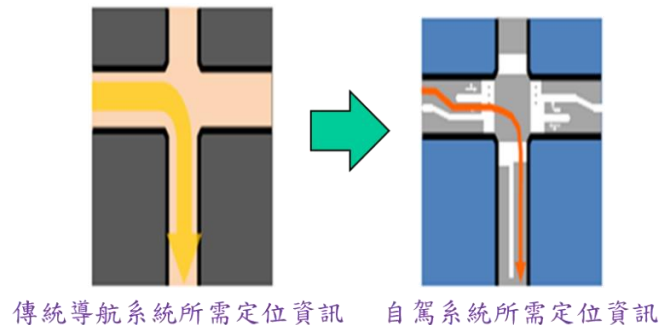


圖 1、傳統導航系統與自駕系統差異

目前車輛定位技術如表 1 所列有不同的組合方式，其中 RTK-GPS 是現今成熟的 GPS 技術中最精準的一項，其定位精度可達 5 公分左右，但由於 GPS 易受氣候、建築物遮蔽的影響，如在市區高樓、地下室、隧道等地方會造成定位精度嚴重降低，甚至無法提供定位信息。

表 1、車輛定位技術

	價格	技術難易	誤差	缺點
GPS+IMU	萬元以下	中(訊號融合)	5m	GPS訊號易受遮蔽
DGPS+IMU	10萬左右	中(訊號融合)	1m	需有差分修正基地站
Lidar+圖資	100萬左右	難(點雲辨識)	10cm	需建立點雲圖資
RTK-GPS	50萬以上	易(資料擷取)	5cm	受天候、建築遮蔽
協同式定位系統	15萬以下	難(訊號融合)	20cm	需具交通號誌圖資

而 Lidar+圖資組合的方式需要建立點雲圖資並透過比對的方式得到車輛位置資訊，其定位精度可達 10 公分，但由於建置圖資成本過高，且比對辨識時需要高運算的硬體，技術難度較高。因此，如何符合低成本且提供高精度定位資訊，便成為當今車輛定位技術研發的重要趨勢。

### 協同式車輛定位技術

由於自駕車需有穩定、精確的車輛定位資訊，單一感測器並無法符合需求，但透過資訊融合技術 (Information Fusion) 就可整合多種感測器所提供的資訊，能在不同的行車情境下提供車輛定位資訊。車輛中心(ARTC)所開發之協同式車輛定位其技術架構如圖 2，係以資訊融合技術為核心整合商用 GPS、IMU、車輛模型、道路特徵感測及精密圖資並加入資料融合演算法，可提供自駕車所需的定位精度，並提供穩定、精確的定位資訊。

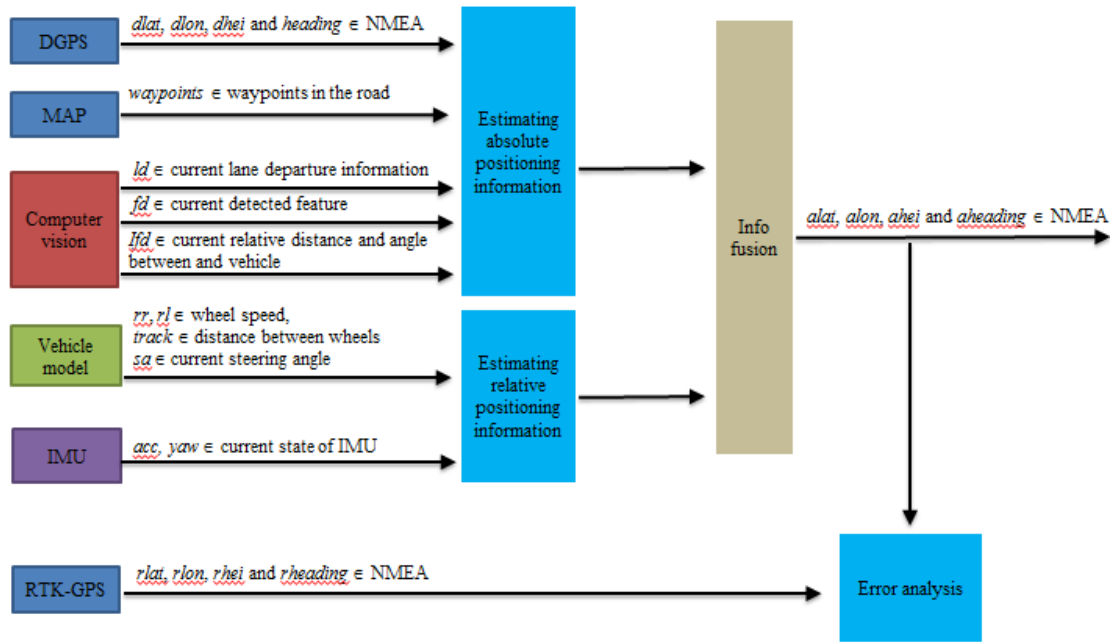


圖 2、協同式車輛定位技術架構

本技術透過 Camera 所提供之 Lane Departure 訊號，確定目前車輛是行駛在車道線內的車道線上，再利用一般商用 GPS 搭配精密圖資進行 Map Matching，可以把不合理的 GPS 座標點修正回至目前行駛的道路路徑上。藉由電腦視覺的技術，判斷辨識道路上的號誌、燈桿等特徵值，透過圖資取得這些特徵值的絕對座標，以計算目前車輛座標，如圖 3、圖 4 所示。

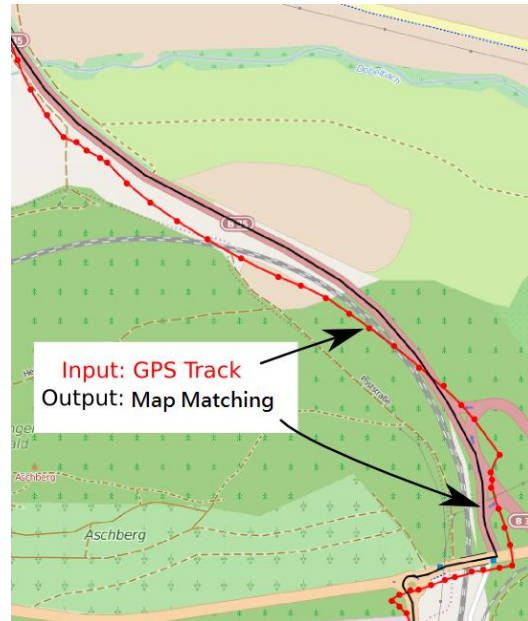


圖 3、Map Matching 示意圖

在圖資系統內建立特徵位置資訊，當取得該特徵座標後可計算車輛座標。

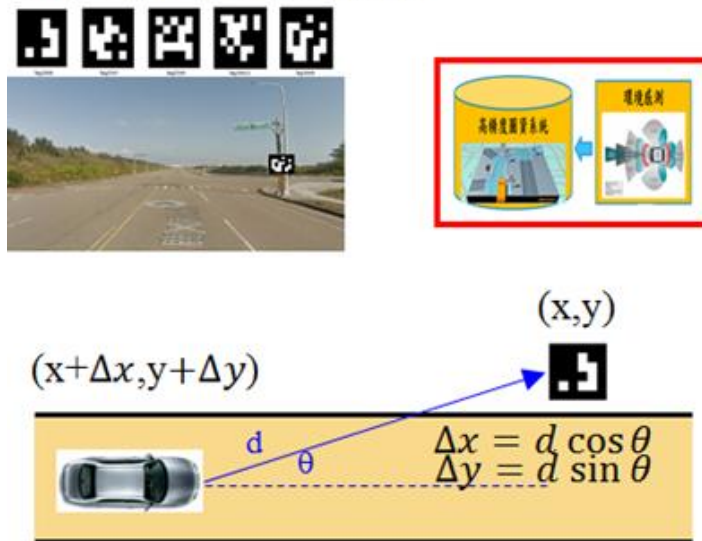


圖 4、透過圖資系統取得特徵值位置並修正車輛位置

然而，當 GPS 失效時，為了能持續輸出定位資訊，就需透過取得輪速訊號、車身轉向角等車身訊號，並整合 IMU 的 yaw Rate 計算車輛移動距離與角度，再根據車輛模型把不合理的資料濾除，以進行車輛軌跡校正並推算出車輛移動的相對座標資訊，如圖 5 所示。

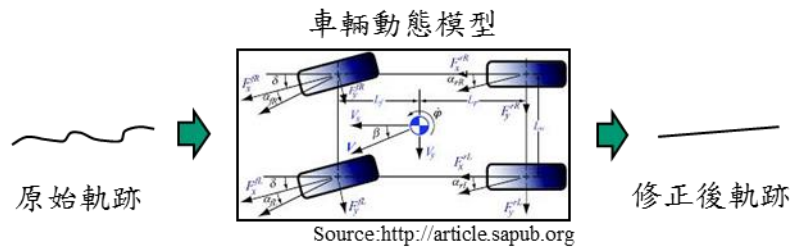


圖 5、透過車輛模型修正車輛行進軌跡

上述提到的兩種位置資訊將當作資訊融合演算法的輸入參數，主要利用權重的概念調整系統各輸入資料的權重係數，根據不同場景、GPS 接收情況進行資料融合及權重分配，得出一組更精確的車輛座標，實現定位最佳化並提供自駕車所需之高精度定位資訊，如圖 6 所示。

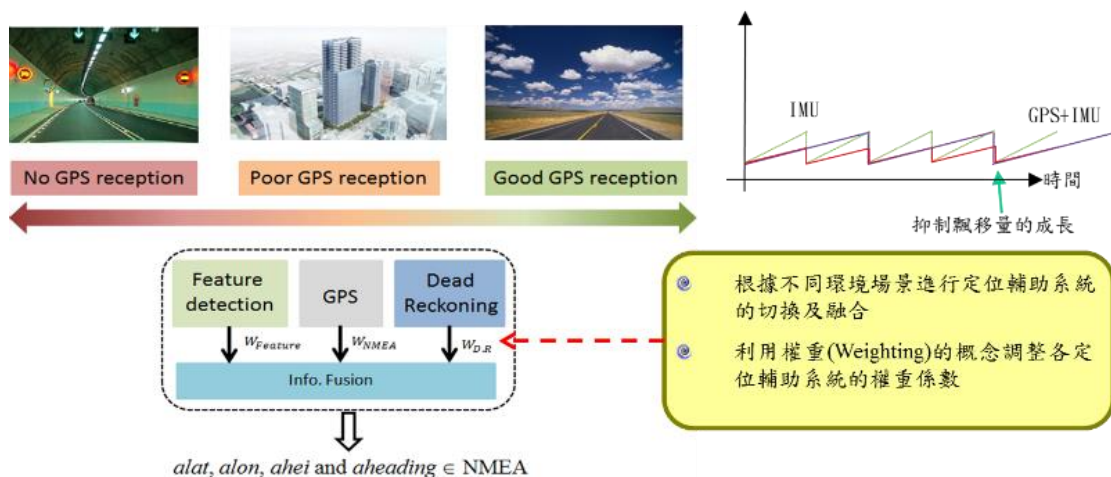


圖 6、根據不同環境調整權重分配，實現定位最佳化

## 實驗結果

圖 7 為車輛行駛於車道線內之實驗情境，車速為 40KPH，由於此實驗情境中，GPS 的南北向誤差量較大，如圖 8 紅色曲線所示，其誤差約為 2~3 公尺，而本系統於有車道線之情況可使用 Camera 所提供之 Lane Departure 訊號，加上 Map Matching 技術將車輛位置修正回

目前的道路中心線上，將 GPS 的橫向誤差修正至 0~0.5 公尺，如圖 9

紅色曲線所示。

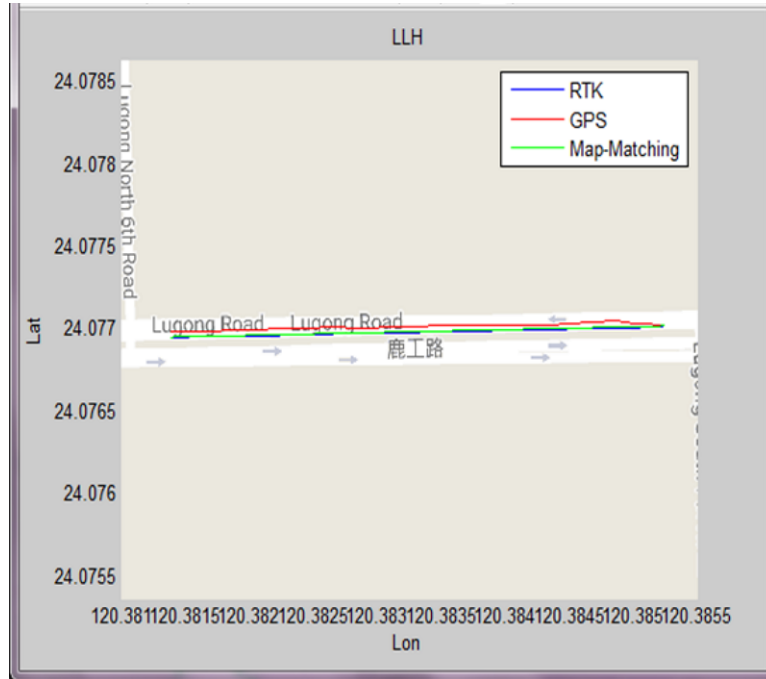


圖 7、於有車道線之情況，使用 Map Matching 技術修正 GPS 誤差

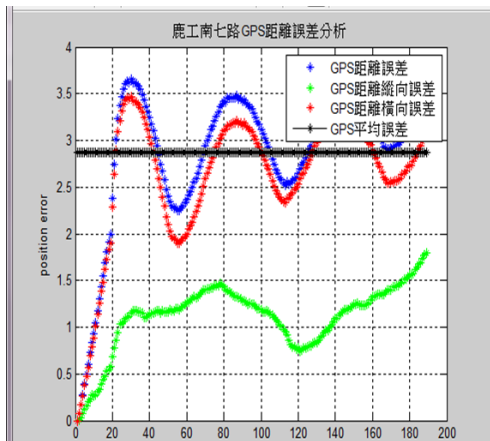


圖 8、未使用 Map Matching 之 GPS 誤差量

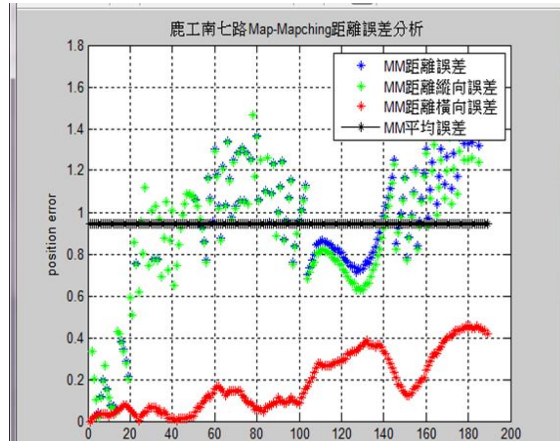


圖 9、使用 Map Matching 之 GPS 誤差量

圖 10 為車輛行駛於路口並進行 L-Turn 之實驗情境，車速為 30KPH，此實驗情境中，因轉彎時道路上並無車道線輔助，因此 Map Matching 無法使用，而本技術則會切換成以輪速訊號、轉向角訊號等車身訊號



搭配 IMU 計算車輛移動距離及角度，並根據車輛模型校正，推算車輛移動的相對位置資訊，在進行相對位置推算前，系統必須取得高精度位置資訊，以此作為車輛移動起點。因此，在車輛入彎前 15 公尺，使用電腦視覺的方式感測辨識道路旁的特徵值，透過圖資取得這些特徵值的絕對座標，以提供精確的初始位置，其最大誤差為 0.85 公尺，平均誤差為 0.35 公尺，如圖 11 所示。

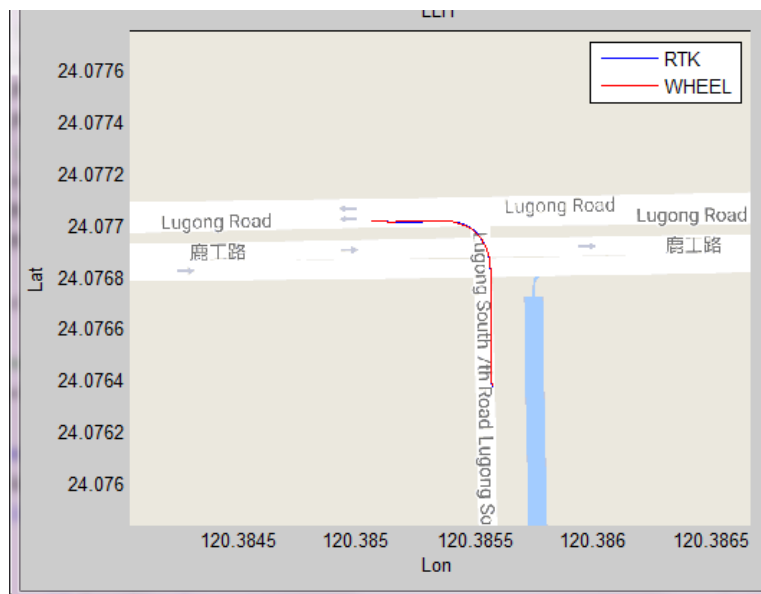


圖 10、使用電腦視覺技術提供精準初始位置，並使用車身訊號+IMU 推算車輛位置

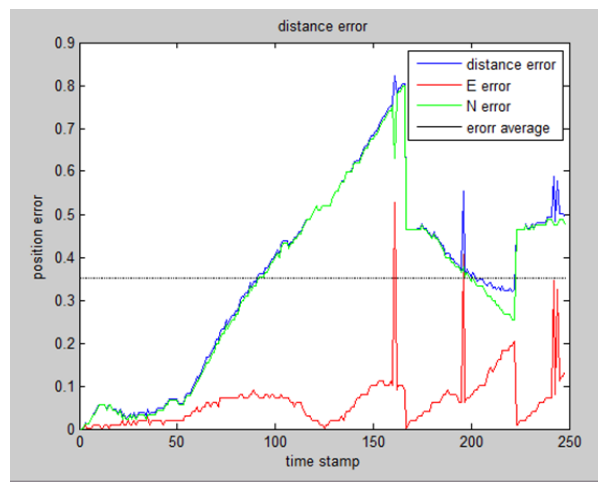


圖 11、無車道線情況下之定位誤差量



## 結論

本文介紹 ARTC 所開發的協同式車輛定位技術，其核心技術為整合商用 GPS、IMU、車身訊號、道路特徵感測、精密圖資，在不同的使用情境狀況下調整感測器資訊權重，達成車輛定位資訊最佳化，並獲 2017 年參加台北國際發明暨技術交易展並獲得銀牌的肯定。