

協同式車輛定位系統及故障檢測方法

車輛中心 研究發展處 林祐賢

在自駕車的發展上，高精度的車輛定位系統是一個非常重要的項目，全球定位系統（Global Navigation Satellite Systems, GNSS）為目前最普及的車輛高精度定位模組，其優勢在於可快速透過衛星定位取得車輛的絕對座標。除了 GNSS 外，還有攝影機、光達、慣性測量單元、輪速計以及環境特徵檢測和識別等技術用以進行定位系統設計。由於行車環境與條件的多變，單一定位模組會發生資訊中斷與失效的狀況，將造成自動駕駛車輛無法獲得足夠的定位精度進行導航，會影響其操縱和安全。本文提出了協同式車輛定位系統與故障檢測方法，主要可在單一定位模組資訊中斷或失效時，仍能確保車輛定位信息的準確性和可靠性。

故障檢測方法

本研究設計的定位整合系統架構中有接收絕對經緯度座標的 GNSS 和同步定位與地圖構建技術（Simultaneous Localization And Mapping, SLAM），車輛相對座標則可從輪速計、方向盤轉角以及慣性測量單元（Inertial Measurement Unit, IMU）等取得資訊，再透過車輛動態模型參數計算。各系統可自行判斷好壞外，本研究也利用每個系統計算出的位置、方向和車速等資訊，去篩選掉有問題的系統，最後將穩定的資料進行整合，圖 1 為定位系統架構。

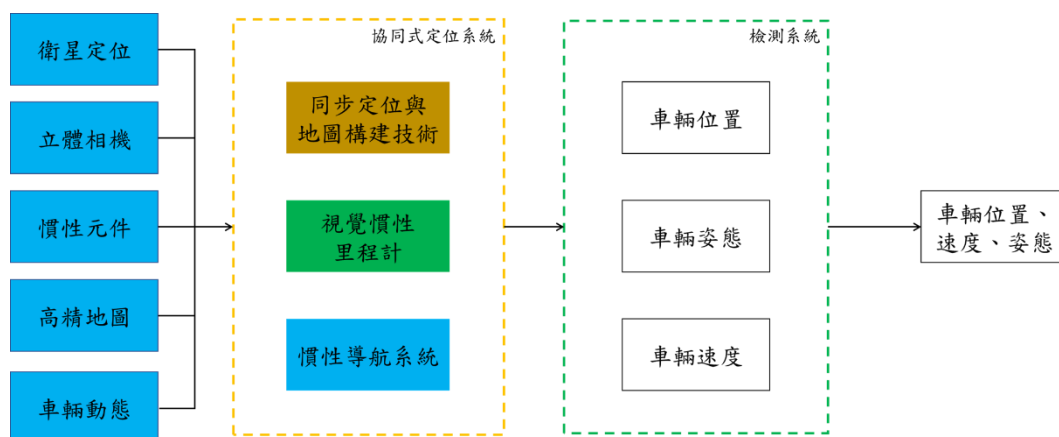


圖 1、定位系統架構

1. 車輛位置

定位系統可以從 GNSS 得到車輛的經緯度座標，也可以透過感測器搭配車輛的 SLAM 演算法，計算出目前車輛的座標。利用這些座標去計算誤差，當超過一定門檻時就警示。以圖 2 為例，這是 GNSS 與 LiDAR SLAM 的一個誤差值，本方法的誤差門檻值會進行自適應的調整，這時候也需要參考 SLAM Score 的數值，當 Score 較大時，對應到誤差也較大（如圖 2、圖 3 紅圈所示）。考量底圖偏差與定位誤差，將門檻設定在 0.6 公尺且要連續觸

發數筆才會判定失效，本範例並無觸發此條件，故判定 GNSS 與 LiDAR SLAM 系統正常。

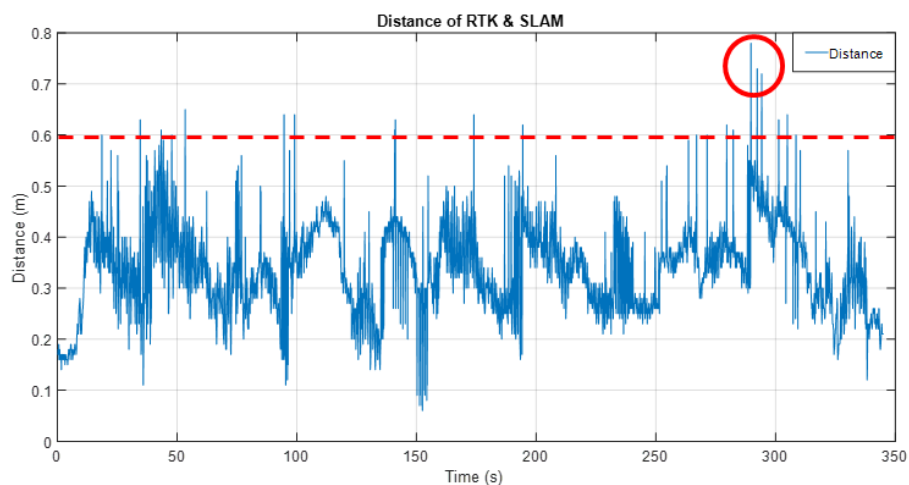


圖 2、GNSS 與 LiDAR SLAM 相對距離

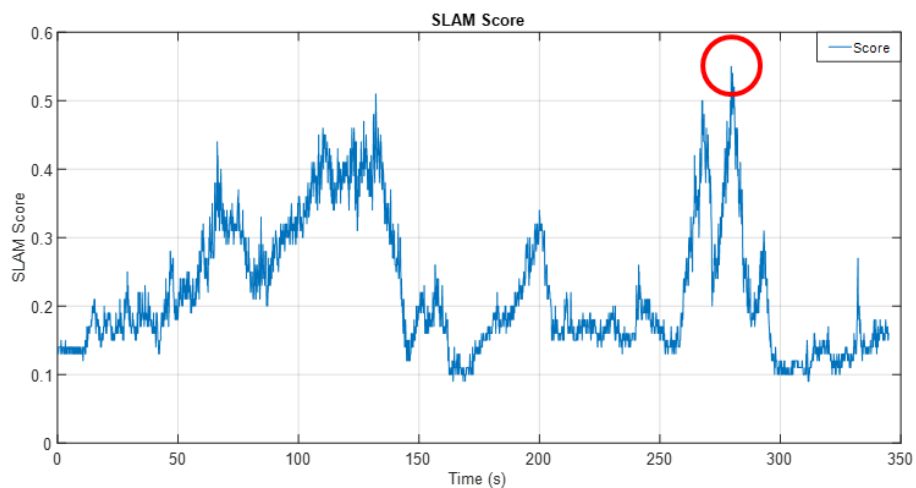


圖 3、LiDAR SLAM Score

2. 車輛姿態

透過車輛動態的方式去估測出目前的橫擺角速度（Yaw Rate），靜態量測得到齒輪比函數後再將其數值修正（如圖 4、圖 5 所示）。另外，也從 IMU 感測器端得到橫擺角速度，利用感測器實際值與估測值進行比較，當兩者誤差值超過一定門檻時判斷為失效。

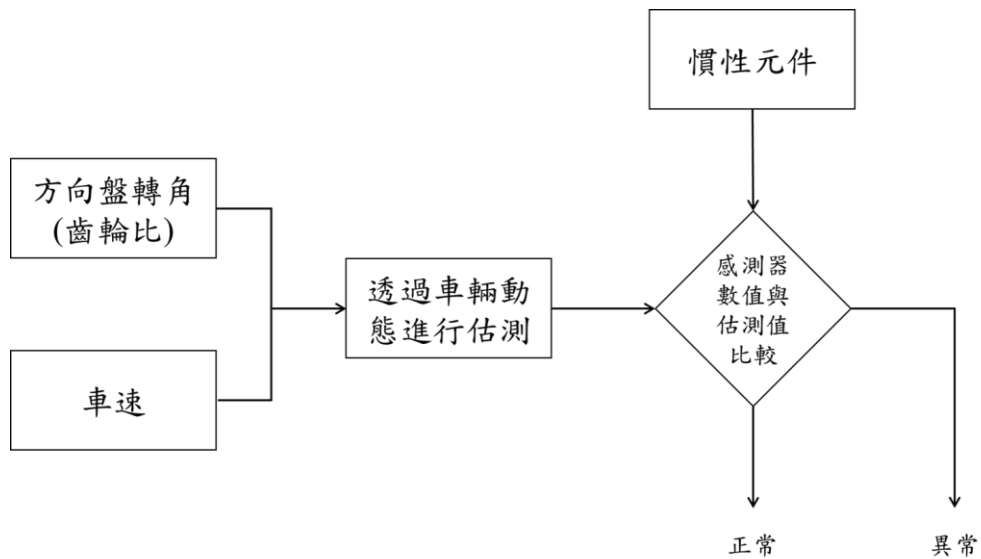


圖 4、車輛動態偵測流程圖

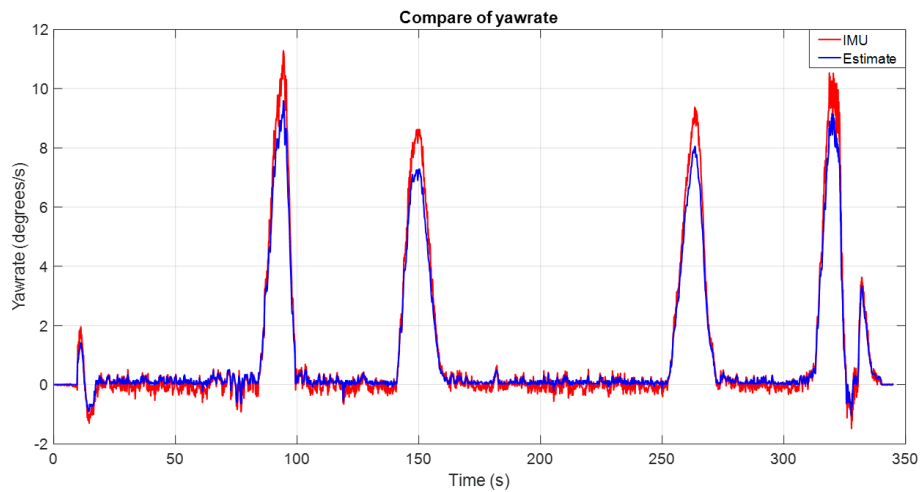


圖 5、IMU yaw rate 與車輛動態估測值

3. 車輛速度

架構中提到的算法都能算出車速，有 GNSS、LiDAR SLAM、視覺慣性里程計（Visual Inertial Odometry，VIO）、IMU 和輪速計，每種獲取車速的方式都不一樣，有使用衛星得到移動物件的速度、透過位置的移動量回推速度、利用加速度資料估測速度和輪胎的轉動獲取速度，如圖 6 所示，我們比較這些系統計算出的車速是否異常。由於系統較多，可以透過卡爾曼濾波或是分群的方式找出異常問題；目前測試環境為半封閉場域且車速較低，我們認為輪速計提供的數值正確性最高，當有系統和它相差到一定速度時，我們認定此系統失效。

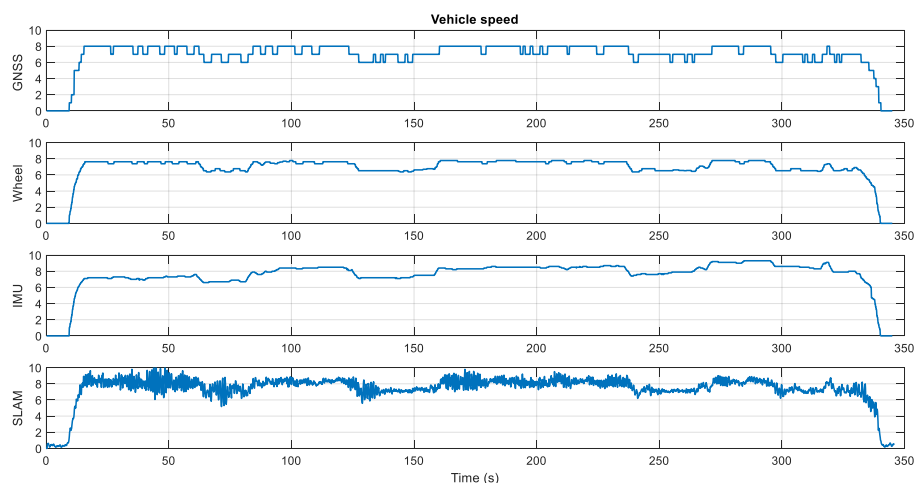


圖 6、各定位系統車速比較

小結

我們建造一套為了因應自動駕駛／自動輔助駕駛而設計的協同式定位系統，除了使用 RTK、SLAM 和車輛動態模型進行融合外，也使用三個方法來做故障確認，分別是車輛位置、車輛姿態和車輛速度。也許每台車輛不一定會搭載同樣的感測器，車輛動態的參數會有落差，進而定位系統故障檢測的門檻值都會有差異，但提出的架構與方法，若未來結合人工智慧（Artificial Intelligence, AI），可找出每台車最適合的參數，可以因應感測器多樣性變化與彈性設計的需求。