

定位技術將在自駕車中扮演日益重要的角色

隨著汽車提供更多的輔助駕駛功能、自主性逐漸提高，甚至最終將完全自動駕駛，在這過程中，衛星定位技術正扮演著日益重要的角色。

■作者：Frédéric Duhem

u-blox 汽車應用行銷總監

在衛星導航技術帶動下，GPS 已在汽車取得了主控權。透過整合到汽車原裝的儀表板中、貼在擋風玻璃內做為專用裝置，或是利用智慧型手機依需要進行導航，衛星導航解決方案已取代紙本地圖和道路標誌成為規劃路線的主要方式。同時，受惠於如歐盟 eCall 等自動緊急呼叫系統的強制規範，GPS 在汽車的應用又更進一步地增強了。現今，道路上的每一輛新車中，都內建了 GPS 接收器。

當討論到定位車輛或快速規劃路線時，汽車原裝的導航解決方案比後裝解決方案或是使用智慧型手機的導航解決方案更具優勢。因為，它們具有更大、位置更佳的天線，以及整合汽車周遭數據的能力，例如慣性和數位式車速資訊 (wheel-tick) 感測器，使其可提供更精準的定位。然而，值得注意的是，許多駕駛，即使車內已內建了導航系統，還是習慣使用智慧型手機來導航，因為手機可提供更好

的使用體驗，而且手機的導航軟體都會持續更新升級¹。

同時，儘管現今的導航解決方案已發展成熟，但仍有改進的空間。例如，駕駛不想等待導航系統啟動才能開始定位，他們想在啟動車輛的同時，就在地圖上清楚看到相關訊息。或是，他們希望在離開隧道時便能立即定位，同時在隧道裡也能有定位訊息。但是，要提供這樣的效能需要在全局導航衛星系統 (GNSS) 接收器中內建以慣性測量為基礎的慣性導航解決方案，來協助 GNSS 加速定位時間，並能夠在車子停妥後，記錄汽車的最後位置以及車頭方向。

尤其，未來的自駕車更必須具有精準的定位功能，配合環境與人車狀態的傳感系統，才能讓 AI 的演算法做出正確的決策，以確保安全的駕駛。而 GNSS 技術更是定位功能的重要核心部分。

圖 1：自動駕駛所需要的功能



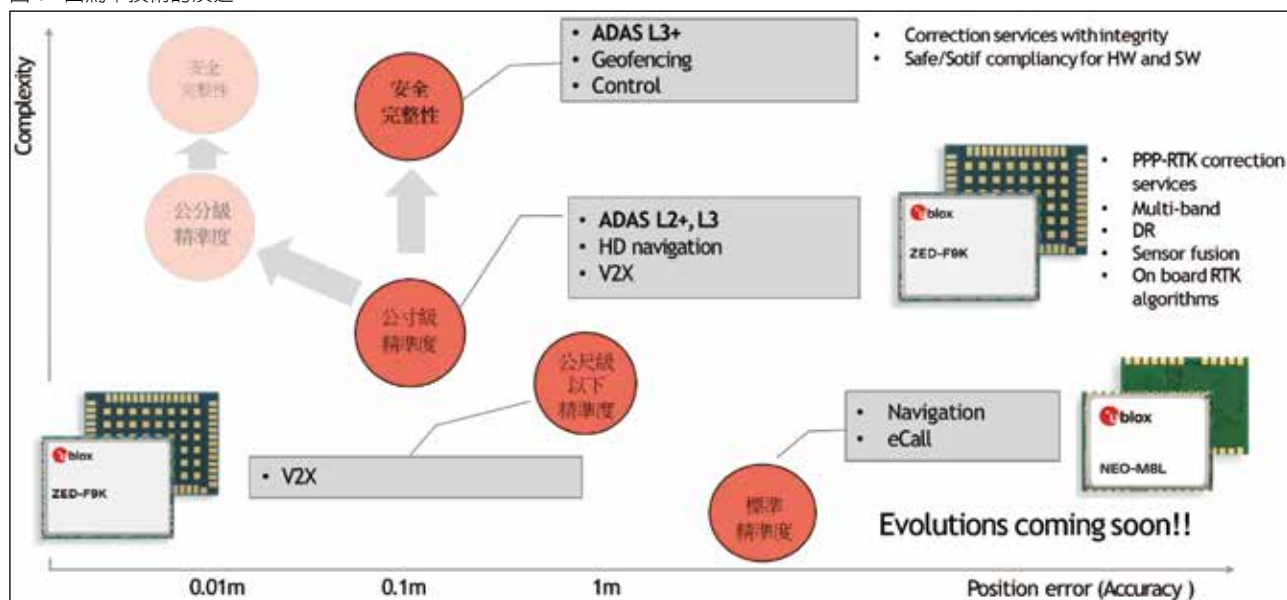
車道級精準度

反應能力與精準度都是設計自駕車時所需克服的挑戰。車道級精準度，也就是能夠確定車輛行駛在哪條車道的能力，是追求定位效能的下一步，可進一步實現擴增實境抬頭顯示器 (AR-HUD², augmented reality heads-up displays) 等新應用。為了實現這個目標，需要更先進的多頻、多星系 GNSS 接收器，能可靠地在地圖上的特定車道內定位車輛。追蹤來自多個 GNSS 星系的衛星訊號可增加

圖 2：GNSS 接收器需要能夠透過即時整合 GNSS 校正數據來進一步提高效能。這需要精密單點即時動態定位 (PPP-RTK) 演算法，以校正衛星時脈、軌道誤差以及其他誤差源。



圖 3：自駕車技術的演進



視線內，甚至在高聳大樓都會區中的 GNSS 衛星數量。另一方面，在多個頻段上追蹤它們，可減輕電離層中產生的訊號延遲，有助於減少訊號從建築結構或周圍地形反彈時引起的多徑誤差。

儘管如此，僅依賴多星系、多頻段 GNSS 接收器是不足以持續提供車道級精準度所需的公尺級以下定位效能。GNSS 接收器需要能夠透過即時整合 GNSS 校正數據來進一步提高效能。這需要精密單點即時動態定位 (PPP-RTK, precise-point positioning real-time kinematic) 演算法，以校正衛星時脈、軌道誤差以及其他誤差源。以 u-blox F9 平台為例，此平台已在多家汽車 OEM 業獲得採用，尤其是中國、日本和韓國對此類解決方案的需求不斷地成長。

如何確保先進駕駛輔助功能的安全性

在先進駕駛輔助系統 (ADAS, advanced driver assistance system) 功能和全自駕車全面普及之前，自駕車很可能會先在路網 (road network) 的專用路段和特定操作條件下才能運作。例如，高速公路自動駕駛輔助系統 (the highway chauffeur) 等級的自駕車，在特定地理範圍 (地理圍欄) 內，才能啟動完全自駕功能。

未來，這類需求將逐漸增加。但是，要確定 ADAS 系統是否符合此需求是一個高風險的決定。因此，這也使得汽車業者對 GNSS 接收器提出了比車道級導航應用更嚴苛的要求。

因應這樣的需求，加上自駕車技術也快速地演進，L2+ 以及 L3 等級以上更加需要精準的定位功能，公分等級的精準度勢必很快就不符需求，公分等級的精準度將會變成為必備的規格。此刻就要搭配 PPP-RTK 加上完整性的校正服務方能達到自駕車精準度的安全需求規格。

同時，汽車製造商也尋求利用具功能安全性的 GNSS 解決方案做為安全絕對位置的唯一可能來源，以補強其他的相對定位解決方案（如雷達、光達），才能驗證是否能夠執行自動駕駛功能。GNSS 接收器將在通知汽車已進入高速公路的授權路段發揮重要作用，讓駕駛知道可以開始啟動自駕功能。未來，我們將看到汽車 OEM 業者改採 ASIL-B 級的解決方案，以支援車輛控制和決策制定的關鍵性安全應用。

ISO 26262 功能安全標準中定義的汽車安全完整性等級 (ASIL)，已明確規範了車輛電氣和電子系統的每個元件所需符合的要求和安全措施。ASIL-A 是最低標準，ASIL-D 則是最高級別³。標準要求軟體開發須符合特定的規則，並詳細評估車輛硬體可能出現的故障，以及如何檢測或減少這些故障。

總而言之，安全是功能安全和預期功能安全 (SOTIF, safety of the intended function) 的結合。

根據 ISO 21448⁴ 的定義，功能安全涵蓋硬體和軟體，而 SOTIF 亦稱為完整性，專注於技術本身的弱點，例如由於反射、微弱訊號或使用誤用所造成的事件。針對 GNSS 接收器而言，這通常是指所謂的危險誤導訊息 (HMI, hazardous misleading information) 事件。它的定義是，定位誤差高於警報限制 (AL, alert limit) 的時間比警報時間 (TTA, time-to-alert) 還長，且其發生機率是由完整性風險 (IR, integrity risk) 所定義的。

系統的保護等級與定位精準度息息相關，因此必須確保只要不超過警報限制，就能符合完整性風險的要求。

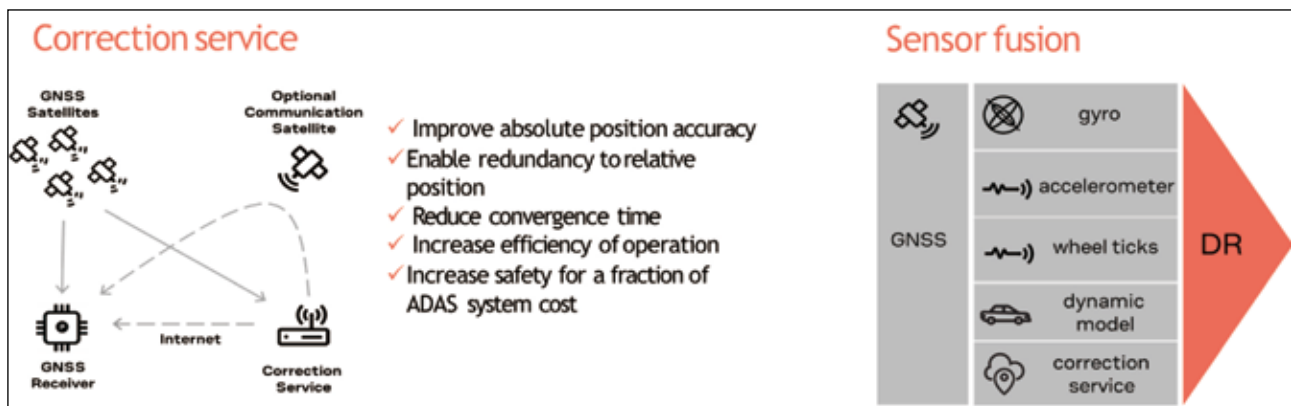
精準度校正服務配合傳感器融合技術，實現確保功能安全的 GNSS 接收器，以符合 ISO 26262/ISO 21448 規範。進而達到完整性風險度，保護級別以及功能可用性三者規格之間的最佳權衡。

GNSS 接收器是確保汽車定位的終極技術

當 GNSS 接收器與自駕車中的大量感測器並存，並提供導航、地理圍欄及定位功能時，它還可能需負起更多的責任。

GNSS 接收器的技術是獨立於汽車中的其他感測器，這使其具備了一個重要優勢。頂級和 OEM 汽車業者通常會把汽車的各種感測器輸出結合在一起，例如，攝影機、光達、慣性感測器和 GNSS 接收器等。如果由於某種原因，感測器因天候不良、

圖 4：精準度校正服務配合傳感器融合技術 以實現高精準度定位



道路號誌、地標不明而發生故障時，GNSS 接收器將成為最後的數據來源。因為我們需要一種能夠在全球各地，以及所有天氣條件下運作的技術，而 GNSS 可說是最後唯一可用的定位技術。

阻止駭客入侵

越來越多的網路犯罪分子——以及網路安全研究人員——已經展現了入侵汽車的能力。干擾 GNSS 最簡單方法是，透過在大量的無線電頻率雜訊中淹沒微弱的衛星訊號來干擾接收器，以中斷其運作。另一種更複雜的方法是，透過向 GNSS 接收器提供假訊號來詐騙它們，實際上是誘使接收器相信它位在一個它不在的地方。當然，這些威脅也引起了汽車 OEM 業者的關注，因此對於抗干擾和防詐騙的解決方案更為重視。

目前市面上有多種因應干擾和詐騙的方法。以 u-blox 為例，干擾和詐騙偵測及緩解的演算法是其核心競爭力，運用這些演算法，GNSS 接收器可以警示它被干擾或詐騙。

另一種新興方法是驗證輸入的 GNSS 訊號，這是歐洲伽利略 GNSS 星系提供的一項功能。Galileo 的 OS-NMA 特性可確保獲得的衛星訊號是正確的，這主要是因為它能夠驗證包含私有密鑰的訊息，並透過網路伺服器確認收到的定位結果未被入侵。

此外，RF 介面絕不會是系統中唯一會被攻擊的弱點。駭客還會試圖重新配置 GNSS 接收器，瞄準與其通訊的任何伺服器連結，或 GNSS 接收器和主機之間的通訊。不同的攻擊方式意味著，除了偵測和減輕干擾和詐騙之外，還需要在整個過程中考慮端到端安全性、保護實體和軟體介面、驗證軟體、以及加密通訊等各個層面。

定位功能對自駕車的重要性

汽車產業正在產生典範移轉。在過去，汽車出廠時，功能是固定的。但新的趨勢是，汽車的設計方式使其能在數年後進行軟體升級，以提供之前沒有的新功能。這需要在生產時先為汽車提供適當的

硬體，以便一些先進功能能在經過充分測試、驗證、授權並準備上路後即刻實現。此趨勢將影響汽車 OEM 業者對系統中的重要元件（包括 GNSS 接收器）的要求。

隨著汽車自主程度的提高，GNSS 技術將扮演日益重要的角色。因為當汽車朝向更高等級的自駕功能發展時，將會有越來越多的先進功能需仰賴高精準度而且安全的定位技術。有鑑於此趨勢的持續演進，GNSS 接收器和相關的定位服務，包括 GNSS 校正數據與其他類型的 GNSS 增強服務等，將變得越來越重要。

名詞說明：

- 警報限制 (AL, Alert limi)：使系統保持安全的最大容忍定位誤差。
- 警報時間 (TTA, Time-to-alert)：最大的可接受時間範圍，在此期間內，定位誤差可以保持在 AL 之上而沒有警報。
- 危險誤導訊息 (HMI, Hazardous misleading information)：定位誤差在時間超過 TTA 的期間內，超過 AL 但沒有發出警報。
- 完整性風險 (IR, Integrity risk)：在特定時間範圍內，發生 HMI 事件的可能性。

¹ <https://money.cnn.com/2016/10/10/autos/car-navigation-frustration/index.html>

² <https://www.telematicswire.net/augmenting-gnss-technologies-for-v2x-and-automated-driving/>

³ <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:26262:-1:ed-1:v1:en>

⁴ <https://www.iso.org/standard/70939.html> CTA