

高精地圖更新作業及檢核指引-靜態圖資

Operation and verification guidelines for HD Maps updating- Permanent static data



高精地圖更新作業及檢核指引-靜態圖資

Operation and verification guidelines for HD Maps updating- Permanent static data

出版日期: 2021/10/21

終審日期: 2021/09/24

誌謝

本指引由社團法人台灣資通產業標準協會—TC8 車聯網與自動駕駛技術工作委員會所制定。

TC8 主席：台灣車聯網產業協會 許明仁 榮譽理事長

TC8 副主席：財團法人資訊工業策進會 蒙以亨 代所長

TC8 高精地圖標準工作組組長：國立成功大學 測量及空間資訊學系 江凱偉 教授

TC8 秘書：財團法人資訊工業策進會 張瑋倖

技術編輯：國立成功大學 測量及空間資訊學系王驥魁 教授

郭重言 教授、李佩玲 博士、林敬翔 專案經理、李啓民 博士候選人

此指引制定之協會會員參與名單為(以中文名稱順序排列)：

台灣車聯網產業協會、宏碁股份有限公司、財團法人工業技術研究院、財團法人資訊工業策進會、啟碁科技股份有限公司、國立陽明交通大學、國立成功大學、國家中山科學研究院。

本計畫專案參與廠商(法人)名單為(以中文名稱順序排列)：

中華民國航空測量及遙感探測學會、中興測量有限公司、內政部國土測繪中心、台灣世曦工程顧問股份有限公司、台灣智慧駕駛股份有限公司、台灣國際航電股份有限公司、交通部運輸研究所、自強工程顧問有限公司、理立系統股份有限公司、勤崙國際科技股份有限公司、鼎漢國際工程顧問股份有限公司、經緯航太科技股份有限公司、詮華國土測繪有限公司。

本指引由內政部地政司支持研究制定。

目錄

誌謝	1
目錄	2
前言	4
引言	5
1. 適用範圍	7
2. 引用標準	8
3. 用語及定義	9
4. 檢核查核列表	12
5. 自駕車或同等規格資料採集車所需配置之硬體設備	13
6. 高精地圖靜態圖資更新	15
6.1 高精地圖靜態圖資更新作業程序	15
6.2 高精地圖靜態圖資更新自我檢核機制	18
7. 作業規劃檢核	19
7.1 送審資料	19
7.2 檢核內容及方法	19
8. 作業成果檢核	21
8.1 送審資料	21
8.2 檢核內容及方法	21
9. 變異通知事件成果檢核	22
9.1 送審資料	22
9.2 檢核內容及方法	22
10. 高精地圖靜態圖資更新使用評估	24
附錄 A (規定) 光達、GNSS、IMU 與車輛坐標系之相對方位參數	25
附錄 B (規定) 相機影像與車輛坐標系之相對方位參數	27
附錄 C (參考) 變異通知事件成果範例	29

參考資料.....	30
版本修改紀錄.....	31

前言

本指引係依台灣資通產業標準協會(TAICS)之規定，經技術管理委員會審定，由協會公布之產業指引。

本指引並未建議所有安全事項，使用本指引前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。

本指引之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，協會不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

引言

隨著智慧運輸系統(Intelligent Transport System, ITS)的發展，聯網車及自動駕駛車(Connected and Autonomous Vehicles, CAVs)將成為未來全新的交通方式。根據先進駕駛車輛之安全研究，導航系統之精度須提升至次公尺級以上，方可符合自動駕駛車輛的使用層級。基於安全需求及硬體成本考量，除配備 INS/GNSS 定位定向整合系統(Inertial Navigation System, INS; Global Navigation Satellite System, GNSS)及其他感測器，使用具備車輛導航資訊之高精地圖(High Definition Maps, HD Maps)提供可靠的已知環境資訊，是自動駕駛技術運行的重要關鍵。目前國內製作高精地圖是採用搭載整合式定位定向感測器及觀測感測器(包括相機、攝影機、多光譜掃描儀、雷射或光達)的專業測繪車，測繪產業業者透過專業測繪儀器，並遵循台灣資通產業標準協會審議發布之高精地圖標準與指引「TAICS TR-0010 高精地圖作業指引」、「TAICS TR-0016 高精地圖檢核及驗證指引」以及「TAICS TS-0024 高精地圖圖資內容及格式標準」為基準辦理高精地圖測製，確保國內製作之高精地圖滿足自動駕駛技術之需求。

但產製高精地圖後不代表著項目的完結，地圖定期更新是保障自動駕駛安全最重要的一道屏障。若高精地圖無法定期更新，其價值和可靠度會不斷降低，甚至會帶給自動駕駛汽車極大的安全風險。為滿足高精地圖定期更新的需求，目前高精地圖主要的更新方式分為兩種：一、專業測繪廠商製圖，依靠自身測繪能力實現定期更新，如利用專業測繪車；二、利用自駕車或同等規格之資料採集車進行資料採集。第一種方式由專業測繪車進行大規模的採集更新，獲得之數據資料精度及可信度很高，但專業測繪車數量及成本耗費是一項龐大支出。因此，透過後者進行更新是實現定期更新的可行方案，在專業測繪車的技術基礎上，可利用自駕車或同等規格之資料採集車，雖然感測器精度較低，但可透過成果檢核、數據融合等技術來不斷更新高精地圖。因此若以一高精地圖為基礎，通過自駕車或同等規格之資料採集車方式來進行定期更新，確實是個減少成本並可量產的可行方案。隨著大數據技術的發展以及 AI 技術的突破，技術門檻會逐步降低，同時精度和可信度將逐步提高。

本案將針對自駕車或同等規格之資料採集車，建立「高精地圖更新作業及檢核指引—靜態圖資」，針對高精地圖中靜態圖資更新之相關標準作業程序，透過自駕車或同等規格之資料採集車執行(1)原有高精地圖之物件變異存在性偵測、(2)高精地圖圖資更

新(如圖資符合相關檢核及驗證規範)，以確保圖資更新與產製效率，使高精地圖能持續提升其價值與效用。

1. 適用範圍

本指引規定高精地圖靜態圖資之更新作業及檢核要求。更新作業之內容架構為利用自駕車或同等規格之資料採集車進行數據採集，以提供變異存在性偵測，並進行成果分析與檢核。本指引之適用範圍如圖 1 虛線框列所示。

本指引之更新作業與檢核項目包含作業規劃、作業成果、變異存在性偵測與檢核。

變異存在性偵測之相關演算法不在本指引規範範圍之內。



圖 1 高精地圖供應鏈架構

2. 引用標準

下列標準因本指引所引用，成為本指引之一部分。下列引用標準適用最新版(包括補充增修)。

- [1] TAICS TR-0010 高精地圖製圖作業指引
- [2] TAICS TR-0016 高精地圖檢核及驗證指引
- [3] TAICS TS-0024 高精地圖圖資內容及格式標準

3. 用語及定義

下列用語及定義適用於本指引。

3.1 測繪產業(Land Surveying and Mapping Industry)

指依國土測繪法經營測繪業務之技師事務所、公司或技術顧問機構。至於測繪業務之範疇，「測量」指以地為標的，對地表及其上下具空間分布特性之地理資料，進行蒐集、分析、計算、加值、整合、管理等相關之處理；而依據測量成果，展現地貌、地物或各類自然或人文資料之處理即為「製圖」。

3.2 高精地圖(High Definition Maps, HD Maps)

指靜態之基本底圖數據，提供自動駕駛技術運作之可靠穩健的環境先驗資訊，輔助車載電腦進行駕駛決策，其圖資內容、圖層類別、特徵、屬性、詮釋資料均能完整被車輛導航系統所使用，且位置幾何必須滿足平面小於 20 公分，三維小於 30 公分的絕對精度條件。

3.3 全球導航衛星系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)

指覆蓋全球的自主授時及空間定位系統，使用者藉由自有衛星訊號接收機，即時獲取衛星資訊以計算當下所在位置(經度、緯度和高度)及精確時間。範疇包含美國的全球定位系統(GPS)、俄羅斯的格洛納斯系統(GLONASS)、歐洲的伽利略定位系統(Galileo)、中國的北斗衛星導航系統(BeiDou)等覆蓋全球的定位系統，以及日本(QZSS)和印度(IRNSS)等國的區域衛星定位系統。

3.4 慣性測量元件(Inertial Measurement Unit, IMU)

慣性測量元件為測量物體三軸姿態角速率及加速度等慣性觀測量的裝置，包含三軸陀螺儀和三軸加速度計等。

3.5 慣性導航系統(Inertial Navigation System, INS)

慣性導航系統為慣性測量元件與計算單元組成的整合系統，直接即時解算物體的相對位置及姿態訊息等導航資訊。

3.6 光達(Light Detection and Ranging, LiDAR)

為光學遙感技術的一種，指透過脈衝雷射光及其反射訊號的時間間隔計算感測器與物體的精確間距，加上脈衝雷射光的發射角度可計算物點的相對二維或三維坐標，其產出成果一般稱為點雲(Point Cloud)。

3.7 自駕車或同等規格之資料採集車(Autonomous-level Data Collection Vehicle)

自駕車或同等規格資料採集車係指非專業測繪等級之車輛，其搭載之設備可感知三維環境之空間資訊，詳見第 5 節說明。

3.8 LAS 格式(LAS)

LAS 格式為美國航空測量及遙感探測學會(American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, ASPRS)所訂定及維護之標準文件格式，用於點雲資料交換及儲存，可記錄光達測繪所獲取之屬性資料，包含各掃瞄點之三維坐標值、反射強度值、回波數目以及 GPS TIME 等資料。

3.9 SHP 格式(Shapefile)

Environmental Systems Research Institute Shapefile (ESRI SHP)，簡稱 Shapefile，為空間資料格式，屬於一種向量圖形格式，用於描述幾何體物件之點、折線與多邊形等位置資訊，同時可儲存物件屬性資訊。

3.10 差分定位(Differential GNSS, DGSS)

指採用連續衛星觀測主站與移動站組成的觀測模式，藉由主站觀測資料計算虛擬距離觀測量改正值，執行誤差修正之定位技術。主站係指實體地面基準站，執行連續靜態衛星定位測量任務；而移動站，為相對於主站而持續移動之坐標待求點位。

3.11 即時動態定位(Real-Time Kinematic, RTK)

指採用單個或多個連續衛星觀測主站組成的聯合網路進行涵蓋地區內之定位誤差估算，移動站藉由鄰近的主站觀測資料及估算資訊，執行誤差修正之即時定位技術。主站係指實體地面基準站，執行連續靜態衛星定位測量任務；而移動站，為相對於主站而持續移動之坐標待求點位。

3.12 直接地理定位(Direct Geo-Referencing, DG)

指由 INS/GNSS 定位定向整合系統提供相機攝影中心及光達掃瞄原點之外方位參數，配合其他已知條件，可直接求得影像及光達點雲上目標點之絕對物空間位置。

3.13 車載行動測繪系統(Mobile Mapping System, MMS)

指結合 INS/GNSS 定位定向整合系統、光達或影像感測器，具備直接地理定位能力的測繪平台，具有高機動性、高精度，可快速獲得大範圍場域之高精度三維空間資訊。

3.14 初始對準(Alignment)

初始對準又稱為系統初始化，指 INS/GNSS 定位定向整合系統啟動時，尋找起始方位之過程。

4. 檢核查核列表

本節定義高精地圖更新作業檢核之查核項目及內容，該查核列表如表 1 所示。

表 1 高精地圖檢核查核列表

工作項目	查核項目	查核內容
作業規劃檢核(指定場域)	掃瞄儀器設備型式與規格說明	受檢單位提供校準書面報告以供查核。
	INS/GNSS 定位定向整合系統性能測試及校準書面報告	
	規劃路線之掃瞄設定參數	檢查掃瞄範圍是否涵蓋測區。
	相機影像與車輛坐標系相對方位校準	相機影像與車輛坐標系需事先進行相對方位校準，並提供校準成果檔。
作業成果檢核	數據採集車掃瞄成果報告書：包含掃瞄路線圖、掃瞄參數、GNSS 軌跡(含坐標、時間)	檢查掃瞄參數以及作業實施軌跡與規劃軌跡之一致性是否符合要求。
	數據採集車掃瞄儀器所下載之資料	GNSS、INS 及經過透鏡畸變校正之影像。
	點雲資料	應繳交 LAS 格式。
變異通知事件成果檢核	變異通知事件成果	透過掃瞄儀器之相關原始資料(如光達點雲資料、影像資料)以公告版圖資進行比對，檢查變異通知事件是否正確。
高精地圖圖資更新評估	點雲成果驗證	檢查成果是否符合 TAICS TR-0016「高精地圖檢核及驗證指引」所訂定之要求，評估資料是否能列入後續製圖使用。

5. 自駕車或同等規格資料採集車所需配置之硬體設備

本節定義自駕車或同等規格資料採集車係指非專業測繪等級之車輛。由於國內外各自駕車廠商所能搭載之設備組合性多元，故無法詳細定義各項，僅能針對其基本硬體需求定義之，如表 2 所示。

表 2 自駕車或同等規格資料採集車所需配置之硬體設備

硬體	規格			說明
光達	數量	至少一部		須事先與車輛坐標系進行相對方位率定，並提供率定成果檔
	安裝位置	水平朝車輛直行方向		
	掃描線數	多線程		
	旋轉頻率	至少 20 Hz 以上		
	測距範圍	至少 100m 以上		
	測距精度	至少優於 5cm		
	掃描範圍 (水平)	360°		
	掃描範圍 (垂直)	30°(±15°)		
	掃描點/秒	至少 300,000		
相機	數量	至少一部(建議使用框幅式相機)		須事先進行相機率定及影像與車輛坐標系間之相對方位率定，並提供透鏡畸變改正之影像及相對方位率定成果檔。
	安裝位置	水平朝車輛直行方向		
	取樣頻率	3 Hz		
	解析度	至少 640x480 像素		
	視角 (Field of View, FOV)	至少 60° (水平角)		
GNSS	可進行 DGNSS 或 RTK 定位	GNSS/IMU		提供 GNSS 天線與車輛坐標系之相對方位率定成果
		平面精度	1 m	
		高程精度	2 m	

IMU	戰術等級以上	陀螺儀漂移穩定性	10 °/hr	提供 IMU 與車輛坐標系之相對方位率定成果
		加速度計漂移穩定性	0.1-1 mg	
其他感測器 (如雷達、攝影機)	非必須			無

6. 高精地圖靜態圖資更新

本節描述自駕車或同等規格之資料採集車執行靜態圖資更新作業之流程。

6.1 高精地圖靜態圖資更新作業程序

本小節定義執行高精地圖中靜態圖層之更新，建議自駕車或同等規格之資料採集車可利用既有高精地圖進行輔助定位，其作業步驟包含：(1)執行測繪任務前之任務規劃、實地踏勘與系統檢測。(2)執行測繪任務當下之系統初始化與資料蒐集作業。(3)後續內業任務進行資料後處理、變異存在性偵測、變異通知事件及相關報告書撰寫作業。(4)相關成果檢核機制。各執行子項目內容於 6.1.1 小節至 6.1.7 小節分述之。

6.1.1 任務規劃

根據施測範圍，預先評估施測之安全條件、交通狀況及環境特殊性，進行儀器種類、安裝方位、數量選配，並擬定品管計劃及實施路線等任務執行前作業。

6.1.2 實地踏勘

根據任務規劃結果，於施測範圍實地進行作業時速、儀器運作頻率、方位數量調整及檢核點選定等評估作業，同時根據衛星定位觀測品質，建立地面控制點或檢核點，並調整行駛路線順序等任務規劃修正措施。

6.1.3 系統初始對準

INS/GNSS 定位定向整合系統之初始對準步驟：

- (a) 靜態初始對準程序：一般而言，測繪車等級之行動測繪系統須靜止 1-2 分鐘完成靜態初始對準，若使用自駕車或同等規格之儀器，建議延長靜態初始對準程序至 5 分鐘等待系統相關參數穩定。
- (b) 動態初始對準程序：依施測範圍可供行駛之道路型態，以提供足量之姿態變化之軌跡進行 10-15 分鐘變速繞行動作，完成動態初始對準。
- (c) 完成資料蒐集作業後應循(b)、(a)之反向模式運作重複初始對準流程。

6.1.4 資料蒐集作業

透過自駕車或同等規格之數據採集車進行 INS/GNSS、影像、點雲等之蒐集作業。

6.1.5 資料後處理

INS/GNSS 定位定向整合系統、影像感測器及光達感測器等資料解算程序，根據各廠商之套裝軟體或程式辦理，其最終產出應符合第 4 節檢核查核列表所示。

6.1.6 變異存在性偵測

針對靜態高精地圖進行變異存在性偵測，其作業架構主要可分為三大部分(如圖 2 所示)：

- (a) 自駕車或同等規格之資料採集車進行資料採集，並將相關資料(如 INS/GNSS、光達點雲、影像資料等)上傳至自動駕駛資訊整合平台儲存。
- (b) 利用現行公告版高精地圖與步驟(a)採集之相關資料進行變異存在性偵測，並發送變異通知事件(無變異、新增或移除事件)至驗證單位，進行品質檢核與確認是否需進行圖資更新。
- (c) 若由自駕車或同等規格之資料採集車所產製之點雲成果精度通過驗證單位之相關規範，其成果可直接用於圖資更新作業；若其成果精度不合乎相關規範，則須委由測繪產業業者辦理，相關測設規定及精度需求則根據 TAICS TR-0010「高精地圖作業指引」辦理，在通過驗證單位核可後即可公告更新版圖資提供自駕車使用，更新版圖資與原公告版圖資之差異為於點雲及向量圖層新增或刪減前述變異存在性偵測之物件，更新版圖資即為下一代公告版圖資，繼續提供後續自駕車或同等規格之數據採集車進行變異偵測使用，更新版圖資公告頻率則視該場域變異存在性偵測更新頻率進行公告。

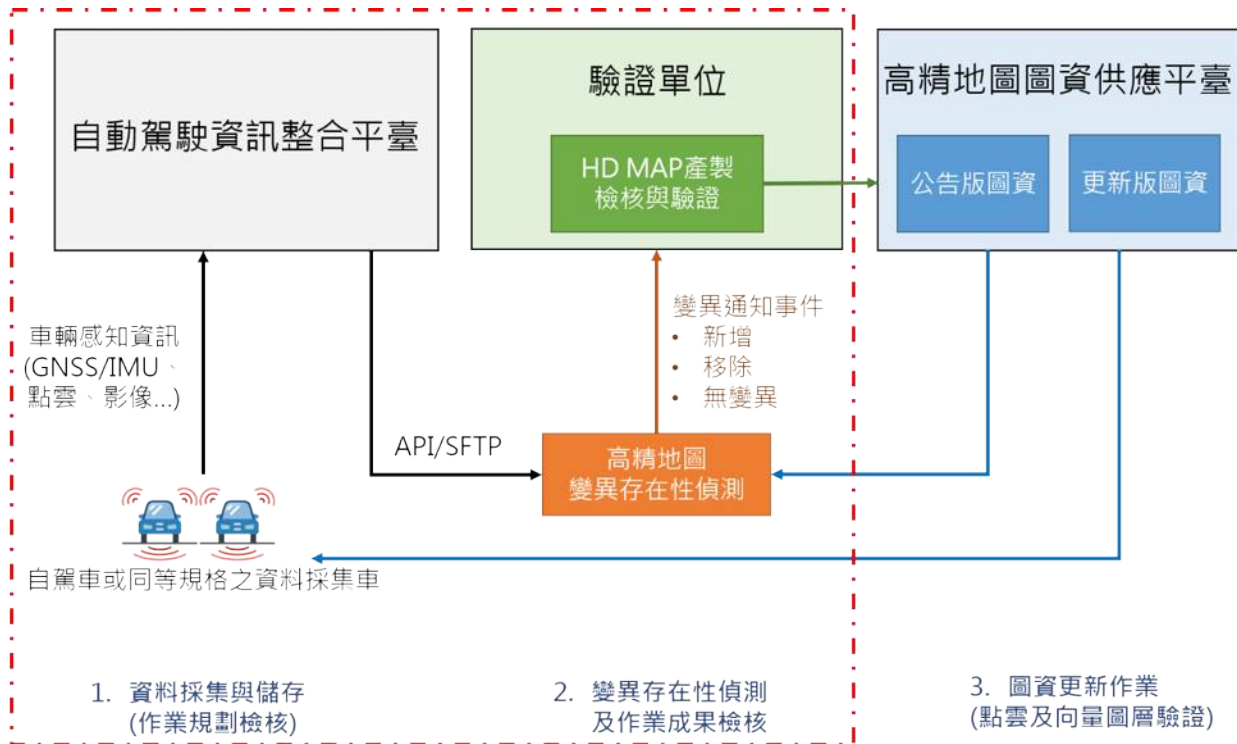


圖 2 高精地圖更新作業架構—靜態圖資

6.1.7 報告書撰寫

通過檢核之最終產出之點雲成果應依高精地圖內容及格式相關標準或需求單位之委託項目為之；同時，其成果報告書為對應之說明文件，闡述資料蒐集的規格及方式，作為高精地圖之詮釋資料，應至少包含：作業規劃資料、儀器型式與規格、驗證報告書、影像及點雲掃描報告、資料後處理成果、自我檢核結果及精度分析等，其餘則根據驗證單位要求酌予增列。

6.2 高精地圖靜態圖資更新自我檢核機制

6.2.1 自我檢核機制

- (a) 定位定向成果自我檢核：檢測 INS/GNSS 定位定向整合系統是否有發生衛星訊號脫落、衛星訊號斷訊、慣性測量元件飄移之誤差是否影響整體定位精度。
- (b) 直接地理定位成果自我檢核：檢測直接地理定位網型平差成果，確保求解之外方未參數符合合理精度範圍。

7. 作業規劃檢核

本節描述資料獲取於規劃階段之項目檢核，其檢核項目包含數據採集車掃瞄儀器設備的型式與規格說明、INS/GNSS 定位定向整合系統性能測試、掃瞄範圍規劃、各規劃路線之掃瞄設定參數以及相機影像與車輛坐標系之相對方位校準。以下依序說明各項目檢核工作之送審資料、檢核內容及方法、以及通過標準。

7.1 送審資料

送檢單位應繳交施測場域的數據採集車作業計畫書，其內容應包含之項目如下：

- (a) INS/GNSS 定位定向整合系統的性能測試及校準書面報告，且須提供 IMU 與 GNSS 的規格、系統參數、以及測試成果的精度。
- (b) 數據採集車掃瞄儀器設備的型式與規格說明，需包含 IMU、GNSS、LiDAR、以及相機。
- (c) 掃瞄範圍規劃圖。
- (d) 各規劃路線之掃瞄設定參數，包含點雲密度、視角角度大小、雷射發射頻率、以及掃瞄頻率。
- (e) 光達、GNSS、IMU 與車輛坐標系之相對方位校準：光達、GNSS 及 IMU 需事先分別與車輛坐標系進行相對方位校準，並提供率定成果檔，率定成果包含上述三種儀器之坐標轉換參數各 12 項，詳細說明見附錄 A。
- (f) 相機影像與車輛坐標系之相對方位校準：相機影像與車輛坐標系間需事先進行相對方位校準，並提供校準成果檔，同時率定成果需包含投影矩陣(Projection Matrix)之 12 項參數，詳細說明見附錄 B。

7.2 檢核內容及方法

- (a) INS/GNSS 定位定向整合系統的性能測試及校準書面報告：每次儀器經拆卸後，若發生儀器間相對關係改變時，即需重新校準。校準報告中應包含系統校準方法、日期、地點、原始校準資料、計算過程記錄(含關鍵之軟體處理畫面)和成果精度說明等相關資料，並檢查其型式與規格是否詳列於報告書中。IMU 可透過



慣性測量儀測試與校準流程，進行規格絕對精度檢測；GNSS 則可利用靜態測試基線場，進行絕對定位精度驗證。

- (b) 數據採集車掃瞄儀器設備的型式與規格說明：將檢查是否符合送審資料之要求，且(1)使用之光達需滿足多線程光達，若要順利執行變異存在性偵測，其點雲密度至少需滿足 TAICS TR-0010「高精地圖作業指引 v2」所規範之第二級點雲密度，亦即 400pts/m^2 - 2500pts/m^2 以上；若欲完成高精地圖更新製圖作業則須滿足相關檢核及驗證指引規定。(2)使用之 IMU 需滿足戰術等級以上。
- (c) 掃瞄範圍規劃：將檢查掃瞄範圍是否完全涵蓋測區。
- (d) 各規劃路線之掃瞄設定參數：將檢查是否符合送審資料之要求；點雲密度則依照製圖指引規定不同等級之精度需求而定。
- (e) 相機影像與車輛坐標系之相對方位校準：將檢查送審資料格式是否正確，以及是否包含內外方位參數。

8. 作業成果檢核

本節描述資料獲取後之作業成果檢核，其檢核項目包含數據採集車掃瞄報告書、數據採集車掃瞄未經後處理之原始資料以及點雲資料。以下依序說明各項目檢核工作之送審資料、檢核內容及方法、以及通過標準。

8.1 送審資料

- (a) 數據採集車掃瞄報告書：報告書中應包含掃瞄參數、GNSS 軌跡(含坐標、時間，其中時間記錄格式應為 GPS WEEK、GPS TIME，且須儲存為 ASCII 檔或其他通用格式)。同時須附上 INS/GNSS 定位定向整合系統成果解算報表、掃瞄姿態傾角圖型供檢核單位備查。
- (b) 掃瞄儀器所下載之資料：包含 INS、GNSS 以及經過透鏡畸變校正之影像。
- (c) 點雲資料：應繳交 LAS 格式之點雲。資料內容應包含各掃瞄點的地面三維坐標值、反射強度值、以及 GPS TIME 等資料。

8.2 檢核內容及方法

- (a) 數據採集車掃瞄報告書：
 - (1) 掃瞄參數：應配合施測路線說明掃瞄參數資訊，將檢查是否與作業規劃一致。
 - (2) 作業實施軌跡與規劃軌跡之一致性：依據 GNSS 軌跡，檢查其施測路線是否與規劃路線一致。若測區內有隧道或都市造成訊號遮蔽時，建議提供 INS/GNSS 整合解軌跡或掃瞄軌跡補充說明。
- (b) 掃瞄儀器所下載之資料：檢查送檢單位繳交項目是否符合送審資料要求，並檢查個原始資料施測日期及時間是否與數據採集車掃瞄報告書相符，檢核單位需留存原始資料備查。
- (c) 點雲資料：檢查送檢單位繳交之點雲資料是否符合格式且內容完整，並涵蓋於完整測區。

9. 變異通知事件成果檢核

本節描述變異通知事件成果檢核，檢查回報之變異通知事件是否為演算法之誤判，決定是否進行圖資更新。以下依序說明各項目檢核工作之送審資料、檢核內容及方法、以及通過標準。

9.1 送審資料

變異通知事件成果：透過變異存在性偵測演算法將警示成果輸出為 CSV(Comma-Separated Value)格式，其內容需包含物件坐標格式、坐標位置、無變異/新增/移除事件、物件種類以及物件識別碼。

9.2 檢核內容及方法

變異通知事件成果：

- (a) 通知事件成果輸出為 CSV(Comma-Separated Value) 格式，其內容如表 5 所示，變異通知事件成果範例請見附錄 C。

表 5 變異通知事件內容

欄位	說明
Time	辨識結果之輸出時刻
DataLocationType	物件坐標格式(Point/Polyline/Polygon)
DataLocation	坐標資訊，格式依據 DataLocationType
Event	事件(新增：1；移除：-1；無變異：0)
ObjectType	物件類別名稱
ObjectID	移除或無變異時須記錄物件唯一碼(ID)，有新增物件時則記錄為(-1)

- (b) 變異存在性偵測機制如圖 3 所示，測區內任一位置出現變異通知事件回報內容，可將情境區分為針對(i)高精地圖原有物件及(ii)非高精地圖原有物件。若為高精地圖原有物件，其判斷準則如公式(1)所示，若大於所設定之閾值則將移除

該物件，反之則視為無變異。若非高精地圖原有物件，其判斷準則如公式(2)，若大於所設定之閾值則將新增該物件，反之則視為無變異。

$$\frac{\text{回報移除總數}}{\text{回報移除總數} + \text{回報無變異總數}} \geq \text{閾值} \quad (1)$$

$$\frac{\text{回報新增總數}}{\text{回報新增總數} + \text{無回報事件車輛總數}} \geq \text{閾值} \quad (2)$$

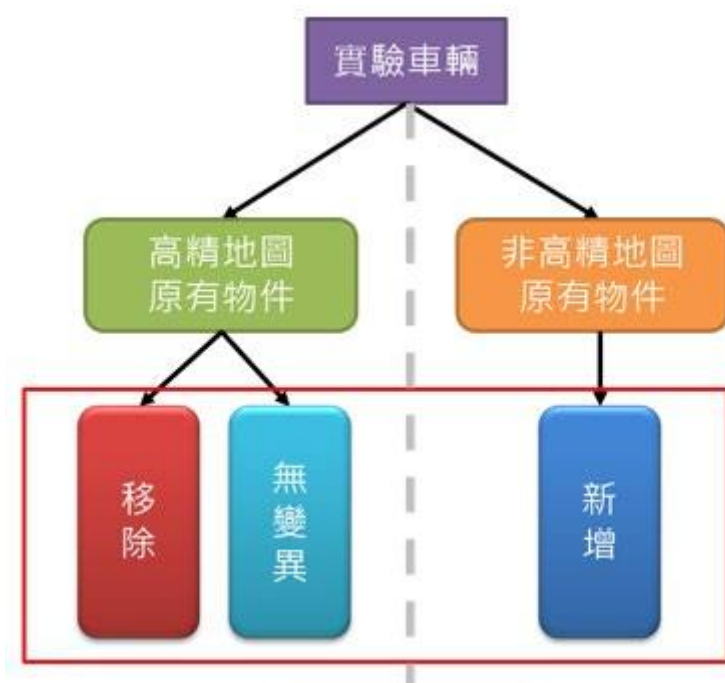


圖 3 變異存在性偵測機制

變異物件可透過掃瞄儀器之相關原始資料(如光達點雲資料、影像資料)以公告版圖資進行比對，檢查變異通知事件是否正確，後續將納入圖資更新之製圖區域，其製圖流程與標準需滿足 TAICS TR-0016「高精地圖檢核及驗證指引」以及 TAICS TS-0024「高精地圖圖資內容及格式標準」。

10. 高精地圖靜態圖資更新使用評估

透過自駕車或同等規格之數據採集車所取得之點雲資料，，須滿足 TAICS TR-0016 「高精地圖檢核及驗證指引」之要求方能視為高精地圖圖資，以及後續進行更新向量圖層使用。若不符合上述規定，點雲資料僅作為變異通知與分析使用。後續更新之高精地圖靜態圖資之向量圖層(.SHP)以及台灣高精地圖格式，其精度要求以及屬性內容，需滿足「TAICS TR-0016 高精地圖檢核及驗證指引」以及「TAICS TS-0024 高精地圖圖資內容及格式標準」。

附錄 A (規定) 光達、GNSS、IMU 與車輛坐標系之相對方位參數

光達、GNSS 及 IMU 需事先分別與車輛坐標系進行相對方位校準，並提供率定成果檔，成果包含上述三種儀器之坐標轉換參數各 12 項，坐標系間的關係如下圖所示。

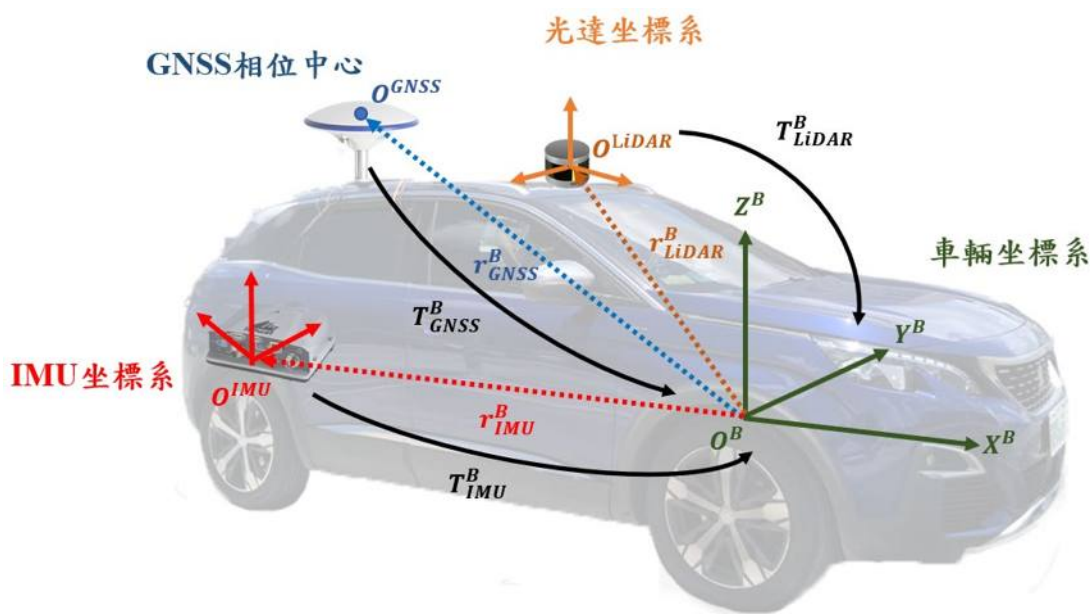


圖 A.1 坐標系間的關係圖

圖中以 O^B 、 O^{LiDAR} 、 O^{GNSS} 、 O^{IMU} 分別表示車輛、光達、GNSS 及 IMU 坐標系之三維坐標原點，而 O^{LiDAR} 、 O^{GNSS} 、 O^{IMU} 可分別透過各自的坐標轉換矩陣 T_{LiDAR}^B 、 T_{GNSS}^B 、 T_{IMU}^B 進行轉換為車輛坐標系下的 r_{LiDAR}^B 、 r_{GNSS}^B 、 r_{IMU}^B ，坐標轉換矩陣為一 4×4 矩陣，包含 12 項轉換參數，如下式所列，分別為 L_1 至 L_{12} 、 G_1 至 G_{12} 、 I_1 至 I_{12} 。



$$\begin{bmatrix} r_{LiDAR}^B \\ 1 \end{bmatrix}_{4 \times 1} = \begin{bmatrix} L_1 & L_2 & L_3 & L_4 \\ L_5 & L_6 & L_7 & L_8 \\ L_9 & L_{10} & L_{11} & L_{12} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} O^{LiDAR} \\ 1 \end{bmatrix}_{4 \times 1} = T_{LiDAR}^B \cdot \begin{bmatrix} O^{LiDAR} \\ 1 \end{bmatrix}_{4 \times 1}$$

$$\begin{bmatrix} r_{GNSS}^B \\ 1 \end{bmatrix}_{4 \times 1} = \begin{bmatrix} G_1 & G_2 & G_3 & G_4 \\ G_5 & G_6 & G_7 & G_8 \\ G_9 & G_{10} & G_{11} & G_{12} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} O^{GNSS} \\ 1 \end{bmatrix}_{4 \times 1} = T_{GNSS}^B \cdot \begin{bmatrix} O^{GNSS} \\ 1 \end{bmatrix}_{4 \times 1}$$

$$\begin{bmatrix} r_{IMU}^B \\ 1 \end{bmatrix}_{4 \times 1} = \begin{bmatrix} I_1 & I_2 & I_3 & I_4 \\ I_5 & I_6 & I_7 & I_8 \\ I_9 & I_{10} & I_{11} & I_{12} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} O^{IMU} \\ 1 \end{bmatrix}_{4 \times 1} = T_{IMU}^B \cdot \begin{bmatrix} O^{IMU} \\ 1 \end{bmatrix}_{4 \times 1}$$

附錄 B (規定) 相機影像與車輛坐標系之相對方位參數

相機影像與車輛坐標系間需事先進行相對方位校準，並提供校準成果檔，其率定成果包含投影矩陣(Projection Matrix)之 12 項參數，參數定義說明如下。對於已消除透鏡畸變之影像，其影像坐標系及車輛坐標系間的轉換可直接由投影矩陣描述之，如下圖所示。

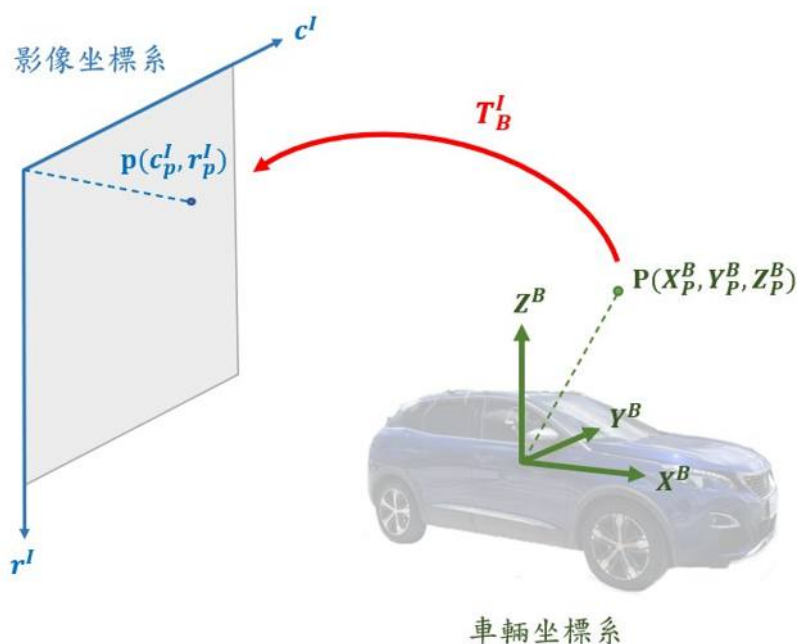


圖 B.1 影像坐標系及車輛坐標系間的轉換圖

在圖中，點 P 於車輛坐標系之三維坐標為 (X_P^B, Y_P^B, Z_P^B) ，透過投影矩陣 T_B^I ，可將點 P 轉換至影像坐標 (c_p^I, r_p^I) ，完整的計算公式如下所列。其中， s 為一常數之尺度參數，投影矩陣則為一個 3×4 矩陣， A_1 至 A_{12} 即為投影矩陣之 12 項參數。

$$s \begin{bmatrix} c_p^I \\ r_p^I \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 & A_3 & A_4 \\ A_5 & A_6 & A_7 & A_8 \\ A_9 & A_{10} & A_{11} & A_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_P^B \\ Y_P^B \\ Z_P^B \\ 1 \end{bmatrix} = T_B^I \cdot \begin{bmatrix} P \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$c_p^I = \frac{A_1 X_P^B + A_2 Y_P^B + A_3 Z_P^B + A_4}{A_9 X_P^B + A_{10} Y_P^B + A_{11} Z_P^B + A_{12}}$$

$$r_p^I = \frac{A_5 X_P^B + A_6 Y_P^B + A_7 Z_P^B + A_8}{A_9 X_P^B + A_{10} Y_P^B + A_{11} Z_P^B + A_{12}}$$

以下以電腦視覺之相機模型為例，詳細說明投影矩陣 T_B^I 之計算流程。在下式中， K 為 3×3 之相機矩陣，包含焦距 f_x 、 f_y 及像主點坐標 c_x 、 c_y 等元素，其單位皆為像元。而 R_B^I 及 t_B^I 則分別為車輛坐標系轉換至相機坐標系之 3×3 旋轉矩陣及 3×1 平移向量，其元素分別為 r_{11} 至 r_{33} 及 t_x 、 t_y 、 t_z ，並可共同構成一 3×4 矩陣： $[R_B^I | t_B^I]$ 。因此，藉由上述矩陣的相乘，便可獲取投影矩陣 T_B^I 之各項元素。

$$s \begin{bmatrix} c_p^I \\ r_p^I \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_P^B \\ Y_P^B \\ Z_P^B \\ 1 \end{bmatrix} = K[R_B^I | t_B^I] \begin{bmatrix} P \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$T_B^I = K[R_B^I | t_B^I] = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 & A_3 & A_4 \\ A_5 & A_6 & A_7 & A_8 \\ A_9 & A_{10} & A_{11} & A_{12} \end{bmatrix}$$

附錄 C (參考) 變異通知事件成果範例

變異通知事件成果檢核，通知事件成果輸出為 CSV(Comma-Separated Value)格式，
變異通知事件成果範例請見下表。

表 C.1 變異通知事件成果範例

Time	DataLocationType	DataLocation	Event	ObjectType	ObjectID
2020-10-27_16:26:49.662576675	Point	176532.322 2536829.422 46.6	1	signal_pedestrian	-1
2020-10-27_16:38:19.668582439	Point	176838.469 2536979.634 46.9063	1	signal_vehicle	-1
2020-10-27_16:23:29.489691973	Point	176987.251 2536727 46.0091	-1	V001	5
2020-10-27_16:32:33.098500013	Point	177020.154 2536275.783 45.8997	-1	P001	20104
2020-10-27_16:37:02.198299885	Point	176732.605 2536222.851 46.6572	0	P001	56

參考資料

- (1) 內政部國土測繪中心(2010)。內政部國土測繪中心採用虛擬基準站即時動態定位技術辦理加密控制及圖根測量作業手冊。
- (2) 內政部國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站。
<https://www.egnss.nlsc.gov.tw/HotNews.aspx>
- (3) ABI Research. (2018). The Future of Maps: Technologies, Processes, and Ecosystem.
- (4) Automotive Edge Computing Consortium (AECC). (2020). Operational Behavior of a High Definition Map Application White Paper Version 1.0.0.
- (5) Jo, K., Kim, C., & Sunwoo, M. (2018). Simultaneous localization and map change update for the high definition map-based autonomous driving car. *Sensors*, 18(9), 3145.
- (6) Kim, K., Cho, S., & Chung, W. (2021). Hd map update for autonomous driving with crowdsourced data. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 6(2), 1895-1901.
- (7) Tas, M. O., Yavuz, H. S., & Yazici, A. (2020). High-definition map update framework for intelligent autonomous transfer vehicles. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 1-19.
- (8) Zhang, P., Zhang, M., & Liu, J. (2021). Real-Time HD Map Change Detection for Crowdsourcing Update Based on Mid-to-High-End Sensors. *Sensors*, 21(7), 2477.

版本修改紀錄

版本	時間	摘要
v1.0	2021/10/07	出版



台灣資通產業標準協會

Taiwan Association of Information and Communication Standards

地 址 • 台北市中正區北平東路30-2號6樓

電 話 • +886-2-23567698

Email • secretariat@taics.org.tw

www.taics.org.tw