

103 年度多平台製圖技術工作案

期末報告修正本

計畫主持人：江凱偉 教授

協同主持人：曾義星 教授

楊 名 教授

饒見有 副教授

委託單位：內政部

執行單位：財團法人成大研究發展基金會

中 華 民 國 103 年 12 月 26 日

中文摘要

近年來測量與空間資訊技術正在逐漸革新，空間資訊系統之效益建構在系統空間及屬性資料時效性以及正確性，並藉此發揮它的功能並表示真實世界的現象。然而，傳統測量以及屬性調查作業從開始收集資料到空間資訊系統建置耗時，已不符合科技發展的趨勢與成本效益。移動遙測製圖技術結合精密整合式定位定向系統，並搭配多種的數位影像感測器來收集空間資料，逐步實現快速即時移動式可量測空間資料收集技術。除現有空載、車載與個人攜行之商業系統外，未來發展趨勢將與行動通訊裝置之平台與應用程式緊密結合，利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術在防災與資源調查領域應用，未來再進一步推廣室內移動製圖技術，如此可進一步發展在室內環境中的防減災應用。

自主研發適用不同平台之移動遙測製圖技術，為各國發展移動遙測製圖技術之理想目標，本年度工作案希望在 100、101 與 102 年度工作案既有成果上持續更進一步探討，包含下列與多平台製圖系統與應用相關之議題：**多平台製圖系統測試及率定實驗室應用與推廣、利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術、持續評估北斗系統對多平台製圖應用之效益、研析無人機製圖資料處理程序。**同時希望藉由積極參與國外專業領域各學會之研討會、參與論文競賽與發表高品質期刊論文持續加強專業人才訓練與先進多平台製圖技術之國際競爭力。

Abstracts

The efficiency and advantages of spatial information systems rely on the validity and time effectiveness of spatial and attribute information to work properly and express the phenomena of real world. However, traditional surveying techniques can't fit the trend of technology revolution and cost reduction due to their heavy labor works and slow project progress. Generally speaking, survey and geomatics technologies have been revolutionized since the early nineties in the last century. Advances in satellite and inertial technology made it possible to think about mobile mapping in a new way. Instead of using ground control points as references for orienting the images in space, the trajectory and orientation of the imager platform can now be determined directly. Cameras, along with positioning and orientation sensors, are integrated and mounted on a land vehicle for mapping purposes. Objects of interest can be directly measured and mapped from images that have been geo-referenced using positioning and orientation sensors. In addition to current commercially available airborne, land vehicle and portable systems, the future spectrum of the mobile mapping systems will definitely include portable communication devices, including their infrastructures and applications for general mobile mapping, disaster monitoring as well as possible extension for indoor mapping applications.

The Self-development of mobile mapping technologies applied for various platforms can be considered as the ultimate objective of geomatics communities around the globe. This project aims at developing several core technologies concerning multi-platform mobile mapping systems including professional calibration facilities and infrastructures for multi-platform mobile mapping systems, the consultant and training program for mobile mapping systems, the pilot study of developing low cost mobile mapping systems with portable communication devices and data processing strategy for UAV photogrammetric data. In addition, this project enhances Taiwan's capability of research and development for advanced mobile mapping technologies and to be comparable to regional and international geomatics and navigation communities. The progress of this project is beneficial to the development of national spatial planning program as well provide proper and professional training to young scholars and engineers thus enhance the competitiveness and academic achievement around the world.

目 錄

摘要.....	I
目錄.....	III
圖目錄.....	V
表目錄.....	XIII
第一章、前言.....	1
1.1 本案執行主軸.....	3
1.2 背景分析.....	4
1.3 工作項目.....	17
1.4 歷年工作項目關係.....	19
第二章、多平台製圖系統測試及率定實驗室應用與推廣.....	26
2.1 實驗室各測試與率定設施之持續維護與更新.....	26
2.2 研提車載製圖系統作業手冊（v.103 版）.....	43
2.3 整體車載製圖系統規劃建議與成本分析.....	60
2.4 持續調查國內多平台製圖系統之作業能量.....	65
2.5 推廣多平台製圖系統技術至非測量單位.....	81
2.7 本章小結.....	89
第三章、利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術.....	90
3.1 文獻回顧與現況未來發展趨勢.....	90
3.2 軟體架構評估.....	97
3.3 內建定位定向感測器及影像感測器之性能評估與率定.....	99
3.4 發展所需的率定與定位軟體.....	115
3.5 行動通訊裝置直接定位之效益分析.....	116
3.6 本章小結.....	119

第四章、持續評估北斗系統對多平台製圖應用之效益	120
4.1 GNSS 系統發展概況更新.....	121
4.2 GPS 與北斗系統於五都測試區之實測動態定位精度與遮蔽效應分析 ..	127
4.3 e-GPS 與北斗 RTK 於五都測試區之實測動態定位精度與遮蔽效應分析	136
4.4 北斗系統與 GPS 實測資料聯合處理策略對五都測試區車載製圖應用之效益	143
4.5 本章小節	150
第五章、研析無人機製圖資料處理程序.....	151
5.1 文獻與方法回顧	151
5.2 河道橫斷面測量與橋梁通水面積測量	152
5.3 針對河道橫斷面測量與橋梁通水面積測量提出合適之航拍與資料處理程序	170
5.4 針對大型 UAV 攜帶五相機之架構評估將原始影像拼接對製圖精度之分析	173
5.5 國內 UAV 航測能量調查	188
5.6 本章小結	191
第六章、論文期刊	192
第七章、結論與建議	193
第八章、審查會議委員意見	196
第九章、參考文獻	209
附錄	

圖目錄

圖 1.1 移動遙測製圖系統可拓展之領域	2
圖 1.2 本案研擬之執行主軸	4
圖 1.3 衛星訊號遮蔽的效應	5
圖 1.4 環架式 INS 與固裝式	6
圖 1.5 INS 之誤差行為慣性測量儀之比較	6
圖 1.6 直接定位技術之演進	7
圖 1.7 鷹眼平台	10
圖 1.8 中興與詮華光達測繪車	10
圖 1.9 SGS 光達測繪車	11
圖 1.10 自強影像測繪車	11
圖 1.11 日陞影像測繪車	12
圖 1.12 Trimble 的室內製圖系統	14
圖 1.13 機級室內製圖系統	14
圖 1.14 分月進度折線圖	18
圖 1.15 歷年工作項目目的及關係圖	25
圖 2.1 圓盤率定場的維護狀況	27
圖 2.2 錯誤偵測點導致解算雜訊	28
圖 2.3 人造標底板更新	28
圖 2.4 新舊人造標對照圖	29
圖 2.5 地板塗黑對照圖	29
圖 2.6 可拉式簾幕充當牆壁	30
圖 2.7 木板示意圖	30
圖 2.8 實際組裝木板及應用	31
圖 2.9 天花板更新後成果對照	32

圖 2.10 E0 系列牆面控制點	33
圖 2.11 E1 系列牆面控制點.....	33
圖 2.12 E2 系列牆面控制點	34
圖 2.13 E3 系列牆面控制點	34
圖 2.14 E4 系列牆面控制點	35
圖 2.15 上圖為重建前、下圖為重建後之檢核點.....	35
圖 2.16 點之重新標記範例.....	36
圖 2.17 行動通訊裝置率定與驗證場.....	37
圖 2.18 GPS 控制點位置示意.....	37
圖 2.19 Trimble Business Center 平差解算網型	39
圖 2.20 導線之各層樓點位分布情形示意圖及導線圖.....	39
圖 2.21 率定場.....	41
圖 2.22 牆面控制點(左圖)及地面控制(右圖)量測準則	42
圖 2.23 研提車載製圖系統之作業手冊項目	44
圖 2.24 一般之測繪作業程序.....	47
圖 2.25 移動製圖系統建議率定項目	49
圖 2.26 國立成功大學測量及空間資訊學系建置之移動製圖系統率定設施	51
圖 2.27 QC 與 ISO 流程比較.....	57
圖 2.28 系統直接定位成果與各檢核點坐標差異.....	58
圖 2.29 系統直接定位成果與各檢核點坐標差異直方統計圖.....	58
圖 2.30 Velodyne 的規格.....	62
圖 2.31 移動式製圖系統通用電力設計.....	65
圖 2.32 問卷調查方式之需求分析工作流程.....	66
圖 2.33 問卷調查之廠商地域分布分析.....	67
圖 2.34 MMT 2014 大合照	83
圖 2.35 MMT 2014 授課狀況	83
圖 2.36 與會人員地區分布圖.....	85
圖 2.37 多平台移動製圖系統座談會活動花絮.....	88

圖 3.1 全球智慧型手機銷量預估.....	91
圖 3.2 使用安裝於腳上的 MEMS IMU 其室內行人航位推算三維成果.....	92
圖 3.3 慣性感測器量測到的步行訊號波形.....	92
圖 3.4 行人與智慧型手機的坐標系統.....	93
圖 3.5 Kinect 內部原件示意圖.....	94
圖 3.6 Kinect 掃描室內環境之成果.....	95
圖 3.7 行為辨識及服務架構.....	96
圖 3.8 無人小型飛機搭載 Kinect 進行室內製圖.....	97
圖 3.9 國外 Trust Positioning 公司之個人導航產品.....	97
圖 3.10 IOS 系統 SensorLog 軟體與 Android 系統軟體 AndroSensor 使用者介面.....	99
圖 3.11 自主開發新一代定位定向軟體—Pointer 的軟體介面.....	99
圖 3.12 高精度位置與航向基樁之室外靜態率定場之實測.....	100
圖 3.13 Sony Z2 與已知控制點(基樁)在當地水平坐標系統的位置誤差.....	101
圖 3.14 Samsung S5 與已知控制點(基樁)在當地水平坐標系統的位置誤差.....	101
圖 3.15 iPhone 5S 與已知控制點(基樁)在當地水平坐標系統的位置誤差.....	102
圖 3.16 慣性測量儀系統誤差行為.....	103
圖 3.17 高精度雙軸轉台 MOTION DYNAMIC TES-3T.....	104
圖 3.18 靜態六位置擺放方式.....	104
圖 3.19 動態六位置施測方式.....	105
圖 3.20 本案今年度使用之智慧型手機.....	106
圖 3.21 隨機誤差在阿倫變方曲線的表现行為.....	108
圖 3.22 Sony Z2 加速度計的阿倫變方圖.....	109
圖 3.23 Sony Z2 陀螺儀的阿倫變方圖.....	109
圖 3.24 Samsung S5 加速度計的阿倫變方圖.....	110
圖 3.25 Samsung S5 陀螺儀的阿倫變方圖.....	110
圖 3.26 iPhone 5S 加速度計的阿倫變方圖.....	111
圖 3.27 iPhone 5S 陀螺儀的阿倫變方圖.....	111

圖 3.28 單一相機率定法拍攝方式示意圖.....	113
圖 3.29 率定現場.....	113
圖 3.30 內方位成果精度.....	114
圖 3.31 率定介面.....	115
圖 3.32 直接地理定為介面.....	115
圖 3.33 三台手機之各方向誤差圖.....	116
圖 4.1 GPS 星群範例.....	122
圖 4.2 GLONASS 星群範例.....	123
圖 4.3 GNSS 接收機與天線外觀(左)與車載製圖平台(右).....	127
圖 4.4 台北動態定位，GPS 週秒時間 358011~362555，路徑長 22.84 公里.....	128
圖 4.5 新北動態定位，GPS 週秒時間 365129~372242，路徑長 33.96 公里.....	128
圖 4.6 台中動態定位，GPS 週秒時間 371476~378016，路徑長 29.33 公里.....	128
圖 4.7 台南動態定位，GPS 週秒時間 20488~28257，路徑長 31.51 公里.....	128
圖 4.8 高雄動態定位，GPS 週秒時間 16336~22018，路徑長 28.38 公里.....	129
圖 4.9 北斗系統現階段亞太地區的服務範圍.....	131
圖 4.10 GPS(紅)與北斗系統(藍)之 PDOP 成果.....	132
圖 4.11 GPS 和北斗系統定位成果之誤差圖(1).....	135
圖 4.11 GPS 和北斗系統定位成果之誤差圖(2).....	136
圖 4.12 台北，GPS 週秒時間 358011~362555，路徑長：22.84 公里.....	137
圖 4.13 新北，GPS 週秒時間 365129~372242，路徑長：33.96 公里.....	137
圖 4.14 台中，GPS 週秒時間 371476~378016，路徑長：29.33 公里.....	137
圖 4.15 台南，GPS 週秒時間 20488~28257，路徑長：31.51 公里.....	138
圖 4.16 高雄，GPS 週秒時間 16336~22018，路徑長：28.38 公里.....	138
圖 4.17e-GPS 和北斗 RTK 定位成果之誤差圖(1).....	141
圖 4.17e-GPS 和北斗 RTK 定位成果之誤差圖(2).....	142
圖 4.18GPS 與北斗系統聯合處理之五都動態定位成果.....	143
圖 4.19GPS 與北斗系統聯合處理之 PDOP 成果.....	145

圖 4. 20GPS 和北斗系統聯合處理定位成果之誤差圖	147
圖 5.1 卑南溪初來橋附近斷面樁分布圖	154
圖 5.2 卑南溪第 99-1 號橫斷面圖(初來橋下斷面).....	154
圖 5.3 研究流程圖	156
圖 5.4 e-GPS 觀測已知坐標之斷面樁	156
圖 5.5 e-GPS 控制點測量	156
圖 5.6 初來橋控制點與斷面樁測量成果圖	157
圖 5.7 本計畫採用的定翼 UAV(MX-1).....	158
圖 5.8 定翼 UAV 飛行軌跡(紅色)、GCP 分佈(白圓點)、UAV 正射影像與斷面樁 連線(綠色)	158
圖 5.9 本計畫採用的直升機旋翼 UAV.....	158
圖 5.10 旋翼直升機 UAV 飛行軌跡初來橋三維點雲	159
圖 5.11 定翼 UAV 空三平差誤差分析報表.....	160
圖 5.12 旋翼直升機 UAV 空三平差誤差分析報表.....	161
圖 5.13 斷面 98 測量成果(上)、斷面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正 射影像(下)。	163
圖 5.14 斷面 99 測量成果(上)、斷面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正 射影像(下)。	164
圖 5.15 斷面 100 測量成果(上)、斷面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)。	165
圖 5.16 斷面 101 測量成果(上)、斷面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)。	166
圖 5.17 斷面 99-1 三維點雲:(上圖)右岸與(下圖)左岸斷面測量範例.....	167
圖 5.18 斷面 99-1 測量成果(上)、斷面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)。	168
圖 5.19 斷面 99-2 三維點雲:(左圖)左岸與(右圖)右岸斷面測量範例.....	168
圖 5.20 斷面 99-2 測量成果(上)、斷面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)。	169

圖 5.21 初來橋通水面多邊形編號.....	170
圖 5.22 卑南溪作業範圍.....	172
圖 5.23 AL-150 外觀.....	173
圖 5.24 五相機攝影系統.....	175
圖 5.25 五相機地面涵蓋範圍.....	175
圖 5.26 飛行任務時拍攝情形.....	176
圖 5.27 UAV 航拍軌跡與 GCP 之分布.....	176
圖 5.28 五相機同時拍攝之成果範例.....	176
圖 5.29 五相機系統之影像拼接研究流程圖.....	177
圖 5.30 相機內方位率定的現場情況.....	178
圖 5.31 五相機相對方位率定的現場情況.....	179
圖 5.32 多交會攝影三維視圖.....	180
圖 5.33 原始影像經透視轉換後的殘差與座標位置分析.....	182
圖 5.34 影像拼接與裁切.....	183
圖 5.35 拼接殘差分析.....	184
圖 5.36 影像拼接邊界分析.....	185
圖 5.37 應用相依解與獨立解在拼接成果之比較.....	186

表目錄

表 1.1 多平台移動遙測製圖技術之優缺點.....	7
表 1.2 分月進度表.....	19
表 1.3 100 年度工作項目及具體成效簡易說明.....	20
表 1.4 101 年度工作項目及具體成效簡易說明.....	22
表 1.5 102 年度工作項目及具體成效簡易說明.....	23
表 2.1 率定場相同牆面控制點差值分析比較.....	35
表 2.2 二等衛星控制點施測規範.....	38
表 2.3 GNSS 控制成果.....	38
表 2.4 導線連測情形.....	40
表 2.5 導線解算成果(以絕對誤差橢圓表示).....	40
表 2.6 高程檢核.....	41
表 2.7 牆面控制場精度指標.....	42
表 2.8 地面控制場精度指標.....	42
表 2.9 多平台製圖系統測試及率定實驗室使用單位統計表.....	43
表 2.10 系統精度分級及對應之應用.....	44
表 2.11 測繪過程常見之問題及建議的應變方案.....	52
表 2.12 低精度移動製圖應用精度規格分類表.....	53
表 2.13 中精度移動製圖應用之建議規格.....	54
表 2.14 高精度移動製圖應用之建議規格.....	55
表 2.15 車載移動製圖系統誤差來源與大小.....	56
表 2.16 系統直接定位能力驗證.....	58
表 2.17 成本預估表範例.....	59
表 2.18 建議施測檢核表.....	60
表 2.19 車載移動製圖可搭載之相關設備及使用之架構.....	61

表 2.20 系統耗電估計範例.....	64
表 2.21 業界個案訪談受訪者列表.....	69
表 2.22 國內多平台移動製圖系統業者調查表統計分析結果.....	71
表 2.23 國內多平台移動製圖系統公務機關調查表統計分析結果(1).....	77
表 2.23 國內多平台移動製圖系統公務機關調查表統計分析結果(2).....	78
表 2.24 免費名額給公務機關.....	82
表 2.25 研習會課表.....	84
表 2.26 MMT 2014 與會人數統計.....	84
表 2.27 2014 多平台移動製圖系統實務座談會.....	86
表 2.28 座談會報名統計分析.....	87
表 3.1 三台手機之內建 GNSS 定位精度分析表.....	102
表 3.2 智慧型手機搭載慣性感測器率定成果.....	107
表 3.3 三支智慧型手機的隨機誤差係數.....	112
表 3.4 內方位率定成果.....	114
表 3.5 三台手機之直接地理定位分析.....	117
表 3.6 手機誤差評估表.....	118
表 4.1 未來各衛星系統比較表.....	126
表 4.2 GPS 與北斗系統之平均可視衛星.....	129
表 4.3 GPS 與北斗系統之可視衛星圓餅圖.....	130
表 4.4 訊號失鎖情形之統計數據.....	131
表 4.5 參考系統之定位精度.....	133
表 4.6 GPS 和北斗系統定位成果之誤差統計表.....	134
表 4.7 e-GPS 與北斗 RTK 之平均可視衛星.....	139
表 4.8 訊號失鎖情形之統計數據.....	139
表 4.9 e-GPS 和北斗 RTK 定位成果之誤差統計表.....	140
表 4.10 GPS 與北斗系統聯合處理之平均可視衛星.....	144

表 4. 11 訊號失鎖情形之統計數據.....	144
表 4. 12GPS 和北斗系統聯合處理定位成果之誤差統計表	146
表 4. 13GPS、北斗系統和聯合處理之三維定位精度表	148
表 4. 14 綜合性指標之比較表	148
表 4. 15 車載製圖系統誤差來源與大小.....	149
表 5.1 MX-1 UAV 規格.....	159
表 5.2 DSM 高程誤差分析	162
表 5.3 初來橋通水面積測量成果統計.....	170
表 5.4 AL-150 UAV 之規格	174
表 5.5 各相機相對於 Cam 3 的相對方位成果	180
表 5.6 相依解系統性參數整理.....	186
表 5.7 空三平差精度分析	187
表 5.8 前方交會誤差分析	187
表 5.9 國內 UAV 航測能量調查成果(1).....	189
表 5.9 國內 UAV 航測能量調查成果(2).....	190
表 6. 1 參與國內外學術會議及提送期刊論文情況.....	192

第一章、前言

現有空間資訊系統之效益建構在系統空間及屬性資料時效性以及正確性，並藉此發揮它的功能並表示真實世界的現象。傳統測量以及屬性調查作業從開始收集資料到空間資訊系統建置相當耗時，已不符合科技發展的趨勢與成本效益。近年來測量與空間資訊技術正在逐漸革新，攝影測量製圖的技術與精密整合式定位定向系統結合，搭配多種的數位影像感測器來收集空間資料，逐步實現快速即時移動式測量及空間資料之多平台製圖技術。這類技術整合多元感測器及多元感測器系統的移動平台並具備直接地理定位能力(Direct Geo-referencing, DG)。結合衛星、飛機、直升機、船舶、汽機車等不同載具及多種高效率影像感測器，輔以全球導航衛星系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)、慣性導航系統(Inertial Navigation System, INS)、機電整合及軟體工程模擬器等元件所形成之先進製圖技術。透過使用多平台製圖技術建置空間資料，可更快速及有效規劃國土發展，進而推動空間資訊產業之成長。全球多平台製圖系統相關之空間資訊與非空間資訊產業產值(包含其應用)迄今已成長至高達每年數十億美元，未來還將持續成長(Schwarz and El-Sheimy, 2008)。

在空間資訊相關應用領域方面，多平台製圖系統的機動性以及對數位影像處理與蒐集的能力，可以顯著節省許多傳統測量所需要的人力及時間。在其他非傳統測量方面，如建立交通標誌資訊以規劃交通路線，或用來調查都市地區的基礎公共建設，如人孔、變電箱、電線桿，甚至透過影像處理技術獲取路牌、招牌上所隱含的屬性資訊，更新導航電子地圖，整合並更進一步加值定位服務技術。在載具結合上，透過無人控制載具，搭配直接定位技術滿足即時監控及救災需求。若更進一步整合人工智慧技術，開發無人自動駕駛車更能實質擴展到民生用途及軍事技術上，關於移動遙測製圖系統更廣泛之應用請參考圖 1.1。

除了傳統室外製圖應用的需求外，近年來逐漸興起室內移動製圖的相關應用，Google 於 2014 年初宣布推出 Project Tango，讓手機具備掃描與理解 3D 空間與動作的能力，開發了一部 5 吋原型手機，具備客製化的軟硬體以完整偵測手機的 3D 動作，並同時可以建立使用者周遭環境的地圖。這部手機具備每秒偵測 25 萬次 3D 測量的能力，可以即時更新手機的位置和方向，以建立使用者身處環境的 3D 地圖。此原型機具備慣性測量感測器晶片、GNSS 接收晶片、磁力計、氣壓計、相機與景深相機。換句話說，下一個世代的移動製圖技術有三個重點，其一為滿足室內與室外兼顧的無縫製圖應用之需求，其二為使用超低成本之感測器，其三則為載具無人化以進一步降低作業成本。結合個人行動裝置的高機動性，輔以高滲透率的特性，搭配快速獲取空間資訊與處理能力，未來在防減災的應用潛力無窮。

本團隊接續於 102 年執行內政部辦理「102 年度多平台製圖技術工作案」，並順利完成包含「建置多平台製圖系統測試及率定實驗室」、「國內多平台製圖系統作業能量調查與推展教育」、「評估 GNSS 系統對多平台製圖應用之效益」、「發展直升機載直接定位之災害資訊蒐集模組」、「發展直接定位高酬載無人機於大面積製圖與災害影像資訊蒐集平台」、「應用空載攝影系統於災區之偵測與簡易災損評估」等工作項目。

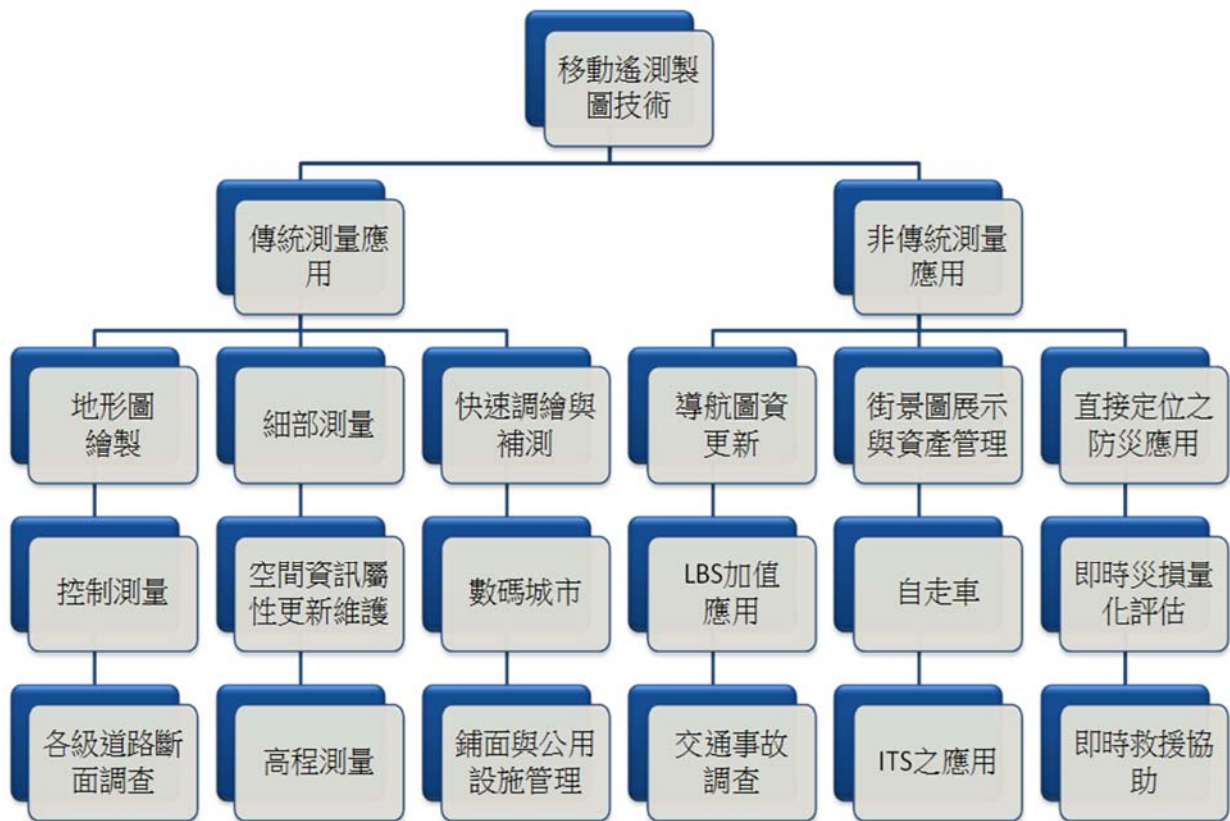


圖 1.1 移動遙測製圖系統可拓展之領域(江凱偉等人，2011)

為確保未來多平台遙測製圖成果之品質，宜針對多平台所搭載的儀器等級進行規格驗證，依相關測繪作業規範制定標準程序與精度要求等相關事宜。本案擬建構於上年度研究工作成果，持續推廣適合台灣環境之多平台製圖系統標準感測器測試程序，免費提供國內多平台系統測試與率定分析之專業服務，以致進一步確保系統穩定度與測繪成果之精度，並延續先前研究成果，研提適合國內環境之車載製圖系統作業手冊，建議發展各等級車載製圖系統應配置之設備與成本分析，並推廣多平台製圖系統技術至非測量單位。

為了呼應 Google 讓手機具備掃描與理解 3D 空間與動作的能力之發展方向，但又受限於國內各式感測器組裝的能力，加上國內智慧型手機、平板電腦普及率逐年升高，其內建的影像與定位定向感測器規格已逐漸符合低階之移動製

圖應用，所以本案擬採用與 Google 發展移動製圖專用手機不同之方向，先針對 android 與 iOS 平台評估利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術在防災與資源調查領域應用，未來再進一步推廣至室內移動製圖之應用。

目前發展迅速的 Beidou 系統已於 2012 年底正式提供區域性服務，而完整的 Beidou 系統星群預計將於 2020 年建置完成，未來不論是即時導航或高精度測量定位，皆可使用多個全球衛星導航系統的多頻觀測量，獲得更高定位精度，故 Beidou 全系統運作後對多平台製圖應用之效益是值得進一步分析的課題。故本案建構在上一年度的基礎，擬針對該系統與現有全球定位系統(Global Positioning System, GPS)在五都測試區之效益進行分析，同時進一步討論 e-GPS 與北斗即時動態定位技術(Real Time Kinematic, RTK)系統對動態定位與多平台製圖應用效益進行評估。

近年來在內政部國土測繪中心持續投入研發能量的刺激下，國內已有部分單位與民間公司具備無人機攝影測量技術，故利用無人機航拍影像進行製圖為近年來國內相關單位相當重視的議題，包括水利署對於河川橋梁地形測量上的需求，故深入研析無人機製圖資料處理程序，探討未來發展趨勢，訪談相關單位進行能量與需求之調查並持續深化無人機載移動製圖技術之應用層面。如前所述，移動製圖技術載台無人化對國內外的空間資訊產業發展新世代的多平台製圖技術是有具體影響的。

1.1 本案執行主軸

持續自主研發適用不同平台之移動遙測製圖技術與聯合作業模式，為各國發展移動遙測製圖技術之理想目標，本年度工作案希望在 100、101 與 102 年度工作案既有成果上持續更進一步探討包含下列與多平台製圖系統與應用相關之關鍵技術：(一) 多平台製圖系統測試及率定實驗室應用與推廣、(二) 利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術、(三) 持續評估北斗系統對多平台製圖應用之效益、(四) 研析無人機製圖資料處理程序。同時希望藉由積極參與國外專業領域各學會之研討會、參與論文競賽與發表高品質期刊論文持續加強專業人才訓練與先進多平台製圖技術之國際競爭力。本年度工作案研擬之執行主軸如圖 1.2 所示。

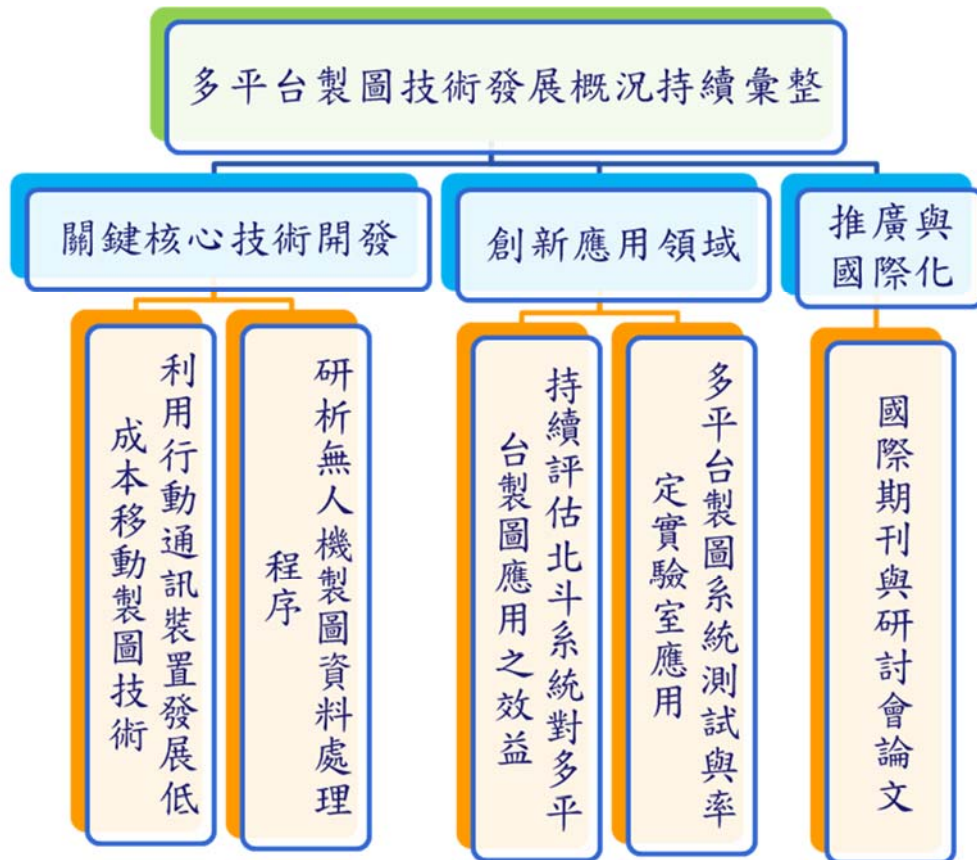


圖 1.2 本案研擬之執行主軸

1.2 背景分析

移動遙測製圖系統的觀念可溯及 20 世紀初航空攝影測量之始，以飛機為平台搭載相機，利用地面控制點及影像共軛點量測反算影像方位，此種定位方式稱為間接式定位(Indirect Geo-referencing)，此為移動遙測製圖系統的原始形式。而自 1980 年代起隨著衛星定位技術之發展，從早期使用美國 GPS 的單一系統，接下來伴隨俄羅斯的 GLONASS(GLObal NAVigation Satellite System)之發展，提供早期多系統衛星定位技術之雛型，故航空攝影測量結合雙系統衛星動態定位技術，使得求解影像方位的過程僅需少量控制點，如此可大幅節省外業人事成本與提升作業效率。歐美的空間資訊工程相關研究機構也約略在此時期，陸續提出整合衛星定位技術及數位相機的車載移動遙測技術(El-Sheimy, 1996)，但在此階段車載移動遙測只侷限於可行性探討、雛型設計與系統整合及原型系統測試。然而衛星定位技術在市區、地下道、隧道、森林等地區會受到訊號遮蔽的效應所影響，一般來說，第一種狀況為使用者接收儀無法鎖定超過 4 顆衛星，故無法獲得定位解；而第二種狀況為使用者雖鎖定超過 4 顆衛星，但其觀測量品質不佳，導致定位精度下降，如圖 1.3 所示。同時在空載系統之應用時亦常因劇烈的姿態變化而導致衛星失鎖而無法獲得定位解之狀況。

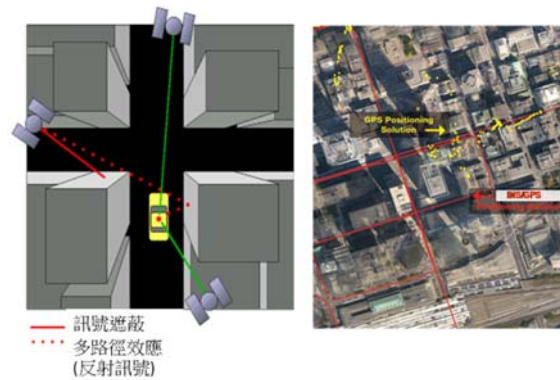


圖 1.3 衛星訊號遮蔽的效應

早期的慣性導航技術皆是為符合軍事平台之需求所建立的，因此一直被視為敏感度極高且受相關國家管制的導航系統。早期的 INS 使用機械環架式設計，其精度高但體積龐大，無法應用於移動遙測製圖中，如圖 1.4 右所示。自 1980 年起，固裝式(Strapdown)慣性測量儀(Inertial Measurements Unit, IMU)之發展因光學陀螺儀與石英加速度計技術發展普及而逐漸成為主流，這類慣性測量儀具備精度高與體積小等特性，如圖 1.4 左所示，故吸引歐美空間資訊領域研究學者深入探討將慣性導航技術引入移動遙測製圖技術之可行性。慣性導航技術需要初始的位置及姿態供加速度的轉換及積分運算。載體的初始位置可以透過輔助感測器（如衛星定位技術）給定，但姿態部分則需要一段 10 至 15 分鐘的初始校準(Alignment)的程序，初始的水平姿態可藉由加速度計在完全靜止模式下的輸出來決定，而初始的方位角則要透過陀螺儀偵測地球自轉的速度來計算。同時地球自轉需要較精密的陀螺儀(陀螺儀之飄移需小於 10 度/小時)才有辦法偵測。載體及導航坐標系的初始姿態矩陣確定之後，整個 INS 可切換至自由導航模式。此時的 INS 不像衛星接收儀需要接收外來的信號進行導航，裝載有 INS 的載體可以進行自主導航(Autonomous navigation) (Titterton and Weston, 2004)，慣性導航技術具有高採樣頻率及短時間內高精度之特性，所以可以被使用來解決衛星定位所遭遇諸如訊號遮蔽、低採樣頻率、週波脫落、易被干擾等限制。但 INS 在獨自運作的模式下其定位誤差在 5 分鐘之內約略與時間的平方成正比，如圖 1.5 所示。

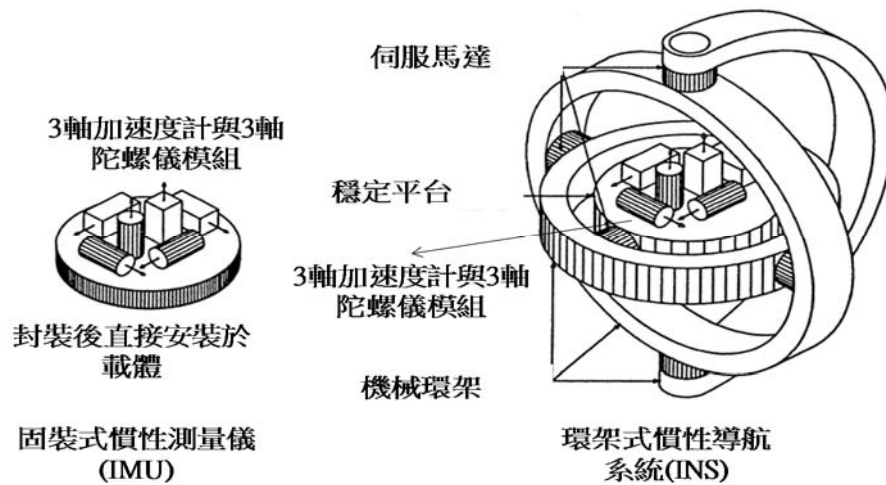


圖 1.4 環架式 INS 與固裝式

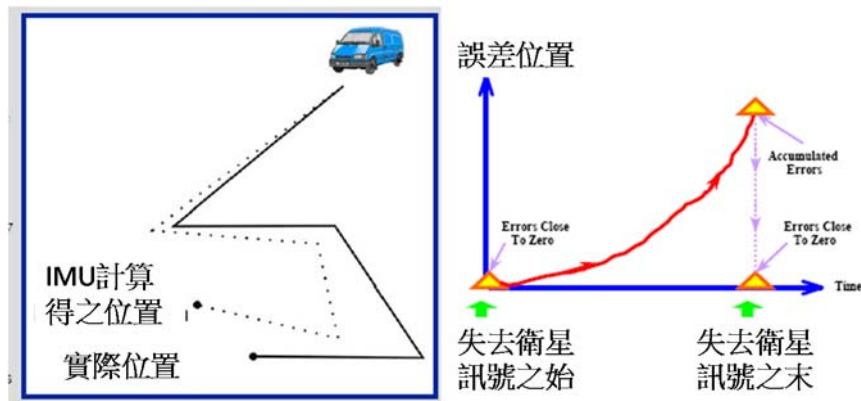


圖 1.5 INS 之誤差行為慣性測量儀之比較

而整合式定位及定向系統能夠克服單一系統之缺點且提供更穩定的定位及定向成果，故目前不管在軍用或民用的整合系統發展，皆趨向於使用慣性導航及衛星定位整合技術。主要的動機在於此二系統具有互補之特徵，衛星定位技術在無訊號遮蔽的環境下可以提供穩定的定位及導航資訊，故可用來減低慣性導航因為積分加速度計及角速度之系統誤差所造成隨時間累積的定位誤差，對於高動態運動的物體而言，衛星定位技術無法提供足夠的採樣頻率來追蹤載體的運動。另外，慣性導航技術可以提供衛星定位技術所無法提供的姿態參數。國外相關研究機構曾經嘗試以 GNSS 天線陣列的方式來獲取載體的姿態參數，但基線長度、採樣率與精度皆不符合移動遙測製圖應用領域的需求。約於 1995 年前後，整合 INS 及 GNSS 的直接定位系統於是實現，並開始應用於飛機及汽車移動遙測製圖平台，1996 年加拿大 Applanix 公司所發展的定位定向系統(Positioning and Orientation System, POS)系列產品是第一個商用的直接定位系統，圖 1.6 所示為直接定位技術的發展流程。

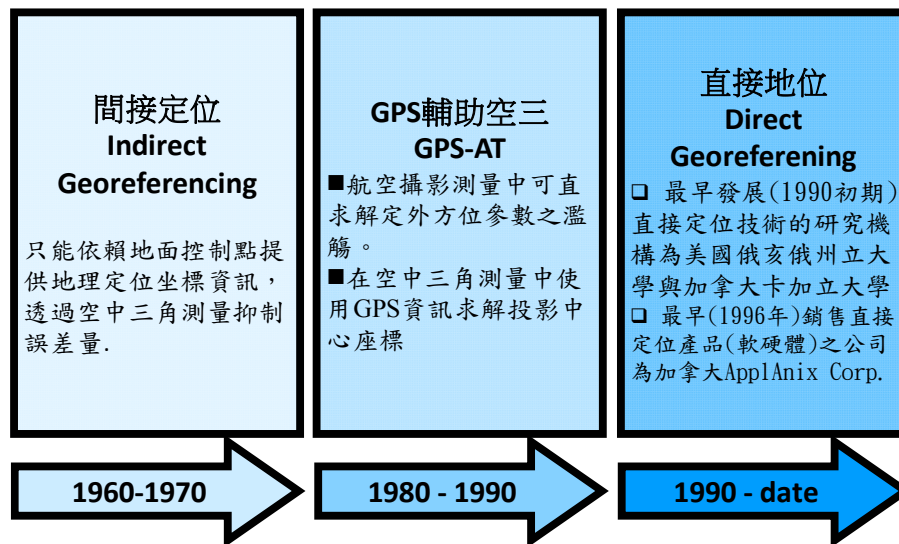


圖 1.6 直接定位技術之演進

如前所述，移動遙測製圖移動平台可以是衛星、飛機、直升機、船舶、汽車或人所搭載的定位定向感測器，可能包括 GNSS 接收儀、INS 及里程計數器等，觀測感測器系統則可以是相機、攝影機、多光譜掃描儀或雷射掃描儀等。配合不斷進步之電腦運算能力與容量，搭配各類移動平台之機動性並考量各種需求，便能在相應的領域上發揮價值，移動遙測製圖的應用面也隨之更深更廣。與現有其他空間資訊擷取技術相較之下，多平台移動遙測製圖技術並不一定可以提供更好之定位精度，這些系統具備之優缺點如表 1.1 所示(Ellum, 2001)：

表 1.1 多平台移動遙測製圖技術之優缺點

優點	缺點
<ul style="list-style-type: none"> (1) 以遙測技術快速獲取空間與屬性資料 (2) 資料可以重複使用與更新 (3) 作業效率高 (4) 提昇製圖技術自動化之程度 (5) 大幅減少作業成本（泛指施測面積之單價） (6) 多平台操作模式 (7) 符合環保意識 	<ul style="list-style-type: none"> (1) 硬體成本高 (2) 需要專業知識，特別是慣性導航系統與雷射掃描儀 (3) GNSS 訊號脫落之影響

移動製圖技術可搭載於飛機上，但其可涵蓋作業範圍與天氣依賴性之缺點與傳統航測技術相似。與傳統測量技術相較之下，車載移動製圖技術具備低的侵

入性與較佳的空間資訊擷取效率，同時因為待測目標與影像系統距離遠小於空載系統，故車載系統可以提供較完整的涵蓋面，同時車載系統可於較差天氣條件下運作，然而車載系統之缺點為其定位精度隨待測目標與影像系統之距離增加而變差，整合式定位定向系統精度受 GNSS 訊號遮蔽狀況遠較空載系統嚴重而其作業環境亦受既有路網的限制。個人攜行式的移動遙測製圖技術的機動性遠較上述二者高，具備更佳的作業彈性，唯因個人負重的限制，所以其可攜帶的系統精度自然較上述二者為低。

但目前基於國內智慧型手機、平板電腦普及率逐年升高，其內建的影像與定位定向感測器規格已逐漸符合低階之移動製圖應用，所以利用行動通訊裝置發展低成本的個人攜帶式移動製圖技術在防災與資源調查領域應用將會更將深化移動製圖技術的跨領域實用價值。

1.2.1 車載移動製圖

車載移動製圖技術的濫觴可追溯至 1980 年代初期部分加拿大的省政府及美國州政府提出的移動式高速公路設施維護系統(Mobile Highway Inventory System, MHIS)之需求。從 1980 年代迄今，目前初估至少 1000 台車載移動遙測製圖系統(含街景車)正遍布世界各地提供快速的空間資訊擷取方案，其中重要的里程碑可分為三個階段；第一階段為前 INS 時期，約自 1983 年至 1993 年；第二階段為後 INS 時期，約自 1993 年起至 2000 年；而最後一個階段為車載光達時期，約自 2000 年起至迄今。為因應不同使用者之需求，車載移動遙測製圖技術在這 30 年來其定位定向系統與觀測系統皆有明顯的變化，下面就分這三個時期簡單介紹代表性的系統與參考文獻。前 INS 時代的第一個代表性系統為加拿大亞伯達省政府與卡加利大學(University of Calgary)共同發展 Alberta MHIS。早期的車載移動製圖技術使用航位推算感測器，如陀螺儀(Gyroscopes)、加速度計(Accelerometers)及里程計速器(Odometer)等，利用相對定位的原理求取定位解。此時期所用的感測器多為類比式相機，所拍攝的照片詳實記錄公路設施的狀況，提供維修單位近即時的公路資訊。而此時期第二個代表性系統為美國俄亥俄州立大學(The Ohio State University)製圖中心(Center for Mapping)研發車載移動製圖系統，稱為 GPSVan。該系統使用 GPS 及里程計數器提供導航參數，主要感測器為兩部可動態連續拍攝立體像對的相機，透過近景攝影測量的原理可獲得特徵物的三維空間坐標，其定位精度界於 0.3 至 3 公尺間(Grejner-Brzezinska, 1996)。

後 INS 時代的代表系統為加拿大卡加利大學所研發的 VISAT 系列，該校投入車載移動製圖技術的研發已將近 30 年，首先於 1993 年順利將 INS/GPS 系統整合至 Alberta MHIS 中並發展出第一代的遙測技術架構，稱為 VISAT Van 第一代(Shin, 2005)。接下來提出的 VISAT 第二代整合了 INS/GPS、里程計數器、彩

色 CCD(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)相機、攝影機等完整架構(El-Shiemy, 1996)。這套系統為全球首度引入使用環型雷射陀螺儀(Ring Laser Gyroscope, RLG)之導航等級 INS (陀螺儀之飄移小於 0.01 度/小時)之系統，其定位精度為 0.1 至 1 公尺。該系統具備可調式攝影間隔與較高的拍攝行車速度(100km/hr)。2003 年該系統亦獲得加拿大研究學會大筆研究資金，在 VISAT 第二代的基礎上，針對硬體及相關軟體性能進行升級並打造全新的車輛，稱為 VISAT 第三代。與 VISAT 第二代相較之下，除電力系統大幅升級之外，控制電腦體積也大幅縮小，CCD 相機之性能大幅提昇並使用更高等級的 INS/GPS 整合系統。後光達時期約至迄今，與前二個階段的遙測製圖技術相較之下，其主要差異在影像擷取感測器部分新增的車載光達。

國內關於車載移動製圖系統相關的完整研發工作始於 2008 年，成功大學於 2008 年自主研發影像級車載移動製圖技術(含軟硬體)，如圖 1.7 所示，實測成果顯示無控制點直接平面定位精度為 15 公分(均方根誤差)，三維定位精度為 30 公分(均方根誤差)(Li, 2010)，而部份成果亦於美國導航學會 GNSS2010 年會發表並獲得最佳論文獎。本團隊自行研發了包含多元感測器系統整合與觀測量同步、機電設計、精密定位定向演算法、感測器率定與直接定位模組等自主研發的移動製圖關鍵技術，也成功為國家訓練相關的技術人才。其他國家之空間資訊領域學界與產業界在這段時間亦積極地發展車載影像級與光達級移動製圖技術，由這些發展趨勢可知，車載移動遙測製圖技術確實是能夠滿足空間資訊相關領域，日漸迫切需求的快速採集資料解決方案，而近年來國內外商用車載移動製圖技術之實例可參考江凱偉等人(2012)。國內目前無單位實際進行具備直接定位能力之車載光達移動測繪系統研製。

而商用系統部分，國內空間資訊領域之廠商自 2008 年起迄今陸續引進至少二套影像級的車載移動製圖系統，平均每套售價約在新台幣 1500 萬元左右。同時另有其他廠商引入多達四套車載光達級移動製圖系統，平均每套售價約在新台幣 3000 萬左右。這些商用系統已陸續承接不少政府與私人公司委託之中大型計劃。故目前至少有 6 套車載移動製圖系統可以提供移動製圖服務，同時國內至少有超過 5 家的導航圖資公司擁有總數超過 20 台的路調車(無近景攝影測量功能)定期走訪全台更新導航圖資，以提升圖資更新效率。而內政部國土測繪中心執公務機關之翹楚率先於 2012 年執行的通用版電子地圖工作案中以官方身分評估車載移動製圖系統於通用版電子地圖實作之效益。國內測繪業者的車載系統作業能量可參考 2.4.2 節。

同時在 2013 年起國內公路單位在公路設施清查與水利單位之相關應用的諸多大型計畫中亦陸續導入多平台移動製圖技術，如此可見多平台移動製圖技術已逐漸被不同領域的使用者接受並逐漸深化此類技術在空間資訊相關領域的應用空間。圖 1.8 所示為中興測量顧問公司與詮華國土測繪有限公司分別採購的加

拿大制 Optech's Lynx Mobile Mapper M1 光達測繪車。其上配備雷射掃瞄系統、戰術等級慣性測量儀(IMU)、全球導航衛星系統(GNSS)、里程計(DMI)、高畫素數位相機與。控制單元。

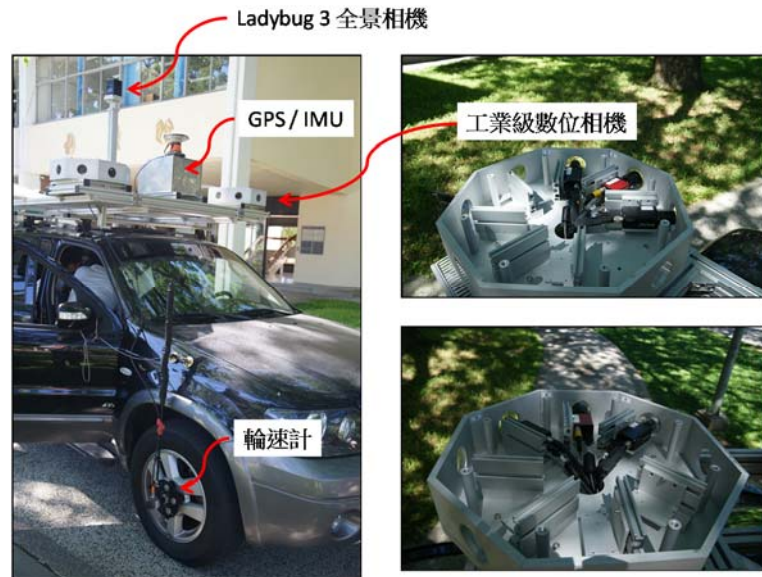


圖 1.7 鷹眼平台

項目	規格說明
掃瞄系統	加拿大 Optech Lynx M1
掃瞄器(每秒點數)	2組(各500KHz)
最大掃瞄距離	200m (20%目標反射率)
旋轉繞速度	80Hz-200Hz
測距精度	8mm (1 sigma)
絕對精度	±5cm (1 sigma)
眼安全性能	Class 1
工業級相機	4組(各500萬畫素)
車行速度	可達100km/hr



圖 1.8 中興與詮華光達測繪車

圖 1.9 所示為國際檢驗公司(SGS)所採購的奧地利製 RIEGL VMX-450 光達測繪車。其上配備雷射掃瞄系統、戰術等級慣性測量儀(IMU)、全球導航衛星系統(GNSS)、里程計(DMI)、高畫素數位相機與控制單元。



圖 1.9 SGS 光達測繪車

圖 1.10 所示為自強工程顧問公司所採購的日本製 IWANE 影像測繪車。其上配備全景相機、導航等級慣性測量儀(IMU)、全球導航衛星系統(GNSS)、里程計(DMI)、高畫素數位相機與控制單元。



圖 1.10 自強影像測繪車

圖 1.11 所示為日陞空間資訊有限公司所採購的大陸製立德影像測繪車。其上配備工業相機、戰術等級慣性測量儀(IMU)、全球導航衛星系統(GNSS)、里程計(DMI)、高畫素數位相機與控制單元。

上述各家系統的具體規格請參閱相關網站(在此不予贅述)，這些系統的參考售價從影像車新台幣約 2 千萬等級到光達車的 4 千萬等級。

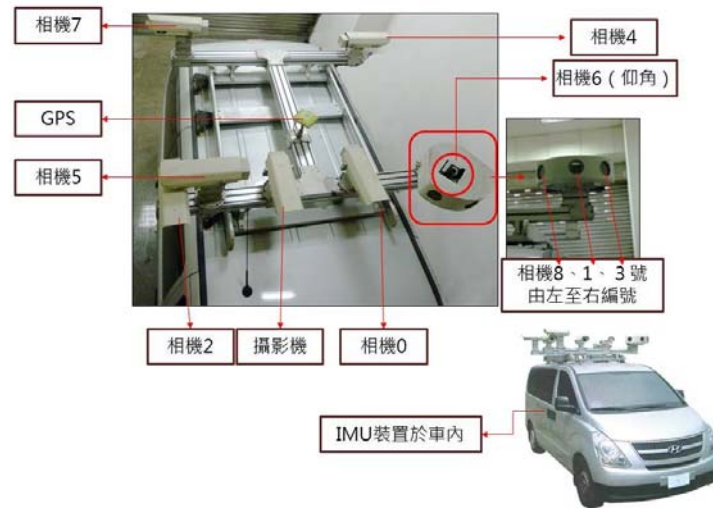


圖 1.11 日陞影像測繪車

1.2.2 空載移動製圖

空載移動製圖技術的發展可追溯自 1990 年代初期，與車載移動製圖技術相似，其中重要的里程碑可分為三個階段：第一階段為前 INS 時期，約自 1985 年至 1995 年；第二階段為後 INS 時期，約自 1995 年起至 2000 年；而最後一個階段為空載光達時期，約自 2000 年起至迄今。在前 INS 時期，歐美諸多學者提出以 GPS 多天線陣列之方式提供飛機的姿態(Cohen and Parkinson, 1992; El-Mowafy and Schwarz, 1994)，如此可應用至空中三角之解算程序中，但此種設計所提供之精度(0.1 至 0.03 度)受限於應用在航測飛機上可安置多天線陣列之基線長度(2 至 10 公尺)與 GPS 整數週波未定值之解算問題，故無法成為具備直接定位能力的空載移動遙測製圖技術主流產品(Mostafa and Schwarz, 1999)。

在前 INS 時期，約自 1990 年代初期歐美已有諸多學者已認知到慣性測量儀對發展空載移動製圖技術之必要性(Cannon and Schwarz, 1990)，而最早配置慣性測量儀之研究型空載移動遙測製圖技術，為由加拿大卡加利大學空間資訊工程系所開發(Skaloud et al., 1996)。其無控制點直接定位精度約為 30 ~ 40 公分。而空載系統之發展落後於車載系統之原因在於高精度 INS 的取得。在 1990 年初期發展的車載系統絕大部分只使用輪速計與陀螺儀，而空載系統對於完整的 INS 提供高精度三軸姿態解之需求更勝於車載系統，卡加利大學於 1993 年領先全世界引入 INS 應用於車載系統，故不難理解空載移動製圖技術之研發時程略晚於車載系統之原因。

同時美國俄亥俄州立大學之製圖中心於 1998 年發展類似的空載製圖系統(Airborne Integrated Mapping System, AIMS)，其無控制點直接定位精度約為 20 ~ 30 公分。引入直接定位技術之後，其人力以及時間成本可以大量減少，製圖效率大量提高。根據 Grejner-Brzezinska 等人(2007)之統計，直接定位航測製圖成本

可以節省至少 70%，而其精度亦可滿足絕大部分業主的需求且其製圖效率亦可提升至少 60%。Ip 等人(2004)整合了傳統使用地控點之間接定位（空三）與直接定位發展出使用整合式定向演算法(Integrated Sensor Orientation, ISO)之空載移動測繪系統以提升空載移動測繪系統之穩定性。最後一個階段為空載光達時期，與前二個階段的空載遙測製圖技術相較之下，其主要差異在影像擷取感測器部分搭載雷射掃描儀或光達。空載雷射掃描最早之實驗可追溯至 1970 至 1980 年代，但一直到雷射掃描儀與 INS/GPS 整合式定位定向系統之相關軟硬體技術成熟後，自 1995 年後才逐漸引入空間資訊領域之相關應用(Axelsson, 1999)。

國內有部分大型測量公司與農林航測所等單位陸續引進空載移動測繪系統從事測圖作業，但無單位實際進行具備直接定位能力之空載移動測繪系統研製。成功大學測量及空間資訊系於 2009 年進行空載傾斜攝影之直接定位系統之先期研究，並逐漸掌握相關之關鍵技術。同時除了使用各式量測型相機所開發之空載移動測繪系統外，在 2000 年前後陸續有廠商與研究單位如工研院、交通大學、中央大學與成功大學等機構因應公務機關委託案之故陸續引進了光達之空載移動製圖系統，這些空載光達系統在莫拉克風災後執行不少大型的政府計畫，目前國內沒有任何研究機構從事空載光達移動製圖系統之研發工作。國內測繪業者的空載系統作業能量調查結果可參考 2.4.2 節。

國土測繪中心近年展開研製利用無人機進行測圖作業之技術與開發必要的作業程序（林永仁等人，2011），早期是以搭配傳統空三模式以符合測繪製圖精度之需求，2013 年起更進一步發展無地面控制點的直接地理定位模式以符合防災與中低精度之快速製圖應用之需求。國土測繪中心對無人機攝影測量技術與應用的掌握度與世界先進國家相較亦絲毫不遜色。國內測繪業者的無人機載系統作業能量調查結果可參考 5.5 節。

1.2.3 個人攜行移動製圖

個人攜行移動製圖技術的發展可追溯自 2000 年代初期，加拿大卡加利大學空間資訊工程系發展出輕量且低成本之個人攜行移動製圖系統之原型，在相機與待測物距離維持 30 公尺之條件下，該系統無控制點平面直接定位精度為約為 20 公分，高程精度約為 10 公分。系統硬體成本在新台幣 50 萬元以下，本原型只使用數位磁羅盤而非使用慣性測量系統提供姿態訊息，唯數位磁羅盤在都市地區易受磁場干擾而呈現不穩狀態，未來宜以慣性測量儀取而代之以提供更穩定之姿態訊息(Ellum, 2001)。個人攜帶式製圖系統尤其有利於災區之測量，於第一時間以人員攜帶系統進入災區蒐集空間資訊，以有效達到災損評估及災區域監控之目的。圖 1.12 所示為 Trimble 所發展的室內移動製圖系統(Trimble Indoor Mobile Mapping Solution)，此系統搭載光達、全景相機、慣性測量儀與輪速計；因本系統強調室內製圖之應用，所以就不搭載 GNSS 接收機。圖 1.13 為 Google

Tango 計畫所發展中的手機級室內製圖系統，內含景深相機、一般相機、二個電腦視覺處理器、磁力計、氣壓計與慣性感測器。上述 Trimble 的系統至少要價新台幣 5 百萬元，而 Tango 計畫的系統單價就在新台幣五萬元之內。國內目前並沒有業者引進或自主發展成熟的系統。



圖 1.12 Trimble 的室內製圖系統(摘自 <https://www.trimble.com>)

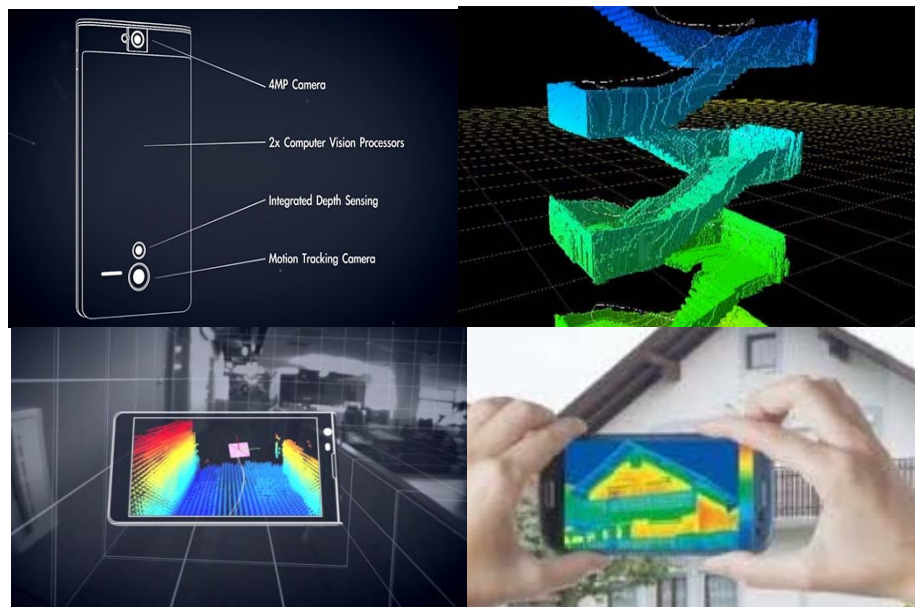


圖 1.13 機級室內製圖系統(摘自 <https://www.google.com/atap/projecttango/>)

空間資訊在行動裝置時代愈來愈唾手可得，免費 GPS 導航服務也不再稀奇，隨著適地性服務(Location Based Service, LBS)相應而生，空間資訊業者下一步目標將從戶外的廣大天地轉進建築物內，同時發掘出更大商機。室內圖資又被稱作

「人的地圖」，有別於戶外 GPS 導航規劃車走的路線，室內圖資規劃人在室內走動路線，已成為圖資業者下一波進攻目標。Google 及微軟(Microsoft)也對室內圖資及導航展現高度興趣，Google 目前正於美國、澳洲、日本及台灣執行室內商家圖資建立計畫，並引發業者高度興趣。微軟則推出網站，可在室內照片上新增內外部資料，讓消費者獲得更多資訊。微軟表示室內圖資具有高度重要性，身入其境的室內圖資可對消費者產生視覺性及情緒性的影響。然室內製圖系統的最大技術困難，在於缺乏統一性圖資來源，不像戶外圖資可以透過現有多平台製圖技術取得。另一個主要問題，則是室內圖資屬性的更新頻率，例如百貨公司內的專櫃就常更迭不停，導致維護困難。無論如何，許多廠商著眼室內圖資潛在商機，已紛紛投入發展。主要方法包括使用建築藍圖或派人測量，然此方法耗時費力，亦難以讓圖資達到可用標準。所以未來進一步將多平台製圖系統之應用能延伸到室內圖資之建置可視為新一代移動製圖技術的發展趨勢。對防災應用而言，室內製圖與定位技術亦佔有舉足輕重的地位；舉例而言，當年 911 恐怖攻擊後，美國紐約警消單位執行救援任務的最大困擾之一就是二棟摩天大廈之人力配置與追蹤，事後檢討報告提出若有現場空間資訊可以即時回傳並精確掌握救援人員的位置，後續在救援人力的派遣決策上就會有更精確的依據，如此或可減少人員傷亡，故在 2013 年美國聯邦救災署委託加拿大卡加利大學與 Trusted Positioning Inc.發展適合室內場景的人員定位與空間資訊傳送的設備，其中一個議題就是評估利用手持裝置進行人員定位與空間資訊傳送的可行性分析。

1.2.4 船載移動製圖

船載移動製圖技術之發展與應用可追溯至 2005 年(Zach et al., 2011)，其主要之系統架構沿用車載光達之移動製圖系統架構，並增加穩定平台之功能以克服海象對精度之影響。Zach 等人於 2011 年發表利用 RIGEL VMX-250 搭配 GNSS 接收儀、戰術等級慣性測量儀至於船上並於義大利威尼斯地區沿運河掃描相關古蹟，針對河道兩旁的目標物進行掃描，並記錄在河道上行駛軌跡。該研究初步成果顯示，在短時間內可以得到高解析度的成果。而未來希望可以達到更高密度更高解析的資料，並提高掃描與資料處理的速度，對於建物的微小損壞或精細的建物紋理或圖形可更仔細地描繪出來；而對於潮溼的建物或外牆，可藉由測量反射率的研究，取得更多不同所需的資訊做進一步相關的探討。

上述的船載移動製圖系統主要之應用為透過海上的載台進行繪製陸地上之地形地物。而傳統海測船搭載之海測系統元件包含船隻載具、測深儀(單音束測深儀或多音束測深儀)、海上定位儀器、湧浪補償器(Heave Compensator)、船隻姿態收集器 (Motion Sensor)及電羅經(Gyro Compass)。與船載移動製圖系統載系統元件組成之概念相似，但其目的在於繪製海底下之地形地物；換言之，就定位定向系統而言二者差異不大，都是透過衛星定位技術與慣性導航技術提供製圖所

需的外方位元素，遙測感測器部分就以測深儀取代光達或是數位相機以獲得製圖所需的幾何資訊。

本團隊連續三個年度陸續執行內政部辦理「100 年度發展與應用多平台遙測製圖技術工作案」、「101 年度多平台製圖技術工作案」與「102 年度多平台製圖技術工作案」，並順利完成所有工作項目。這些工作成果之意義本不在與現有商用系統競爭，而是希望透過自主研發與設計之關鍵技術以擴大空間資訊專業人才之訓練、落實測繪品質管理、強化年輕學者國際競爭力與提升國內空間資訊工程領域之技術水準。

鑑於目前國內使用多平台製圖作業之工作項目發展普及，運作中的空載系統與車載系統分別至少有 10 套與 6 套以上，為確保未來多平台遙測製圖成果之品質，宜針對多平台所搭載的儀器等級進行規格驗證，依相關測繪作業規範制定標準程序與精度要求等相關事宜。本案建構於上年度工作成果，持續推廣適合台灣環境之多平台製圖系統標準感測器測試程序，免費提供國內多平台系統測試與率定分析之專業服務，以進一步確保系統穩定度與測繪成果之精度，並延續先前研究成果研提適合國內環境之車載製圖系統作業手冊，建議發展各等級車載製圖系統應配置之設備與成本分析，並推廣多平台製圖系統技術至非測量單位。

為了呼應 Google 讓手機具備掃描與理解 3D 空間與動作的能力之發展方向，但又受限於國內各式感測器組裝的能力，加上國內智慧型手機、平板電腦普及率逐年升高，其內建的影像與定位定向感測器規格已逐漸符合低階之移動製圖應用，所以本案擬採用與 Google 發展移動製圖專用手機不同之方向，先針對 android 與 iOS 平台評估利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術在防災與資源調查領域應用，未來再進一步推廣至室內移動製圖之應用。目前發展進度迅速的 Beidou 系統已於 2012 年底正式提供區域性服務，而完整的 Beidou 系統星群預計將於 2020 年建置完成，未來不論是即時導航或高精度測量定位，皆可使用多個全球衛星導航系統的多頻觀測量獲得更高定位精度，故 Beidou 全系統運作後對多平台製圖應用之效益是值得進一步分析的課題。故本案建構於上一個年度基礎上，擬針對該系統與現有 GPS 在五都測試區之效益進行分析，同時進一步討論 e-GPS 與北斗 RTK 系統對動態定位與多平台製圖應用效益進行評估。

近年來在內政部國土測繪中心持續投入研發能量的刺激下，國內已有部分單位與民間公司具備無人機攝影測量技術，故利用無人機航拍影像進行製圖為近年來國內相關單位相當重視的議題，包括水利署對於河川橋梁地形測量上的需求，故深入研析無人機製圖資料處理程序及探討未來發展趨勢，訪談相關單位進行能量與需求之調查並持續深化無人機載移動製圖技術之應用層面。如前所述，移動製圖技術載台無人化對國內外的空間資訊產業的發展新世代的多平台製圖技術是有具體影響的。

1.3 工作項目

根據服務建議徵求書，本案於 103 年 3 月 20 日至 103 年 12 月 1 日期間預計執行的工作項目如下：

一、多平台製圖系統測試及率定實驗室應用與推廣

1. 實驗室各測試與率定設施之持續維護與更新。
2. 研提車載製圖系統作業手冊 (v.103 版)。
3. 整體車載製圖系統規劃建議與成本分析。
4. 持續調查國內多平台製圖系統之作業能量。
5. 推廣多平台製圖系統技術至非測量單位。
6. 辦理實務座談會與教育訓練課程。

二、利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術

1. 文獻回顧與現況未來發展趨勢。
2. 軟體架構評估。
3. 內建定位定向感測器及影像感測器之性能評估與率定。
4. 發展所需的率定與定位軟體。
5. 行動通訊裝置直接定位之效益分析。

三、持續評估北斗系統對多平台製圖應用之效益

1. GNSS 系統發展概況更新。
2. GPS 與北斗系統於五都測試區之實測動態定位精度與遮蔽效應分析。
3. e-GPS 與北斗 RTK 系統於五都測試區之實測動態定位精度與遮蔽效應分析。
4. 北斗系統與 GPS 實測資料聯合處理策略對五都測試區車載製圖應用之效益。

四、研析無人機製圖資料處理程序

1. 文獻回顧與現況未來發展趨勢。
2. 針對河川水道斷面測量評估合適之航拍與資料處理程序。
3. 針對橋梁監測與通水斷面測量評估合適之航拍與資料處理程序。
4. 針對大型無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)攜帶五相機之架構評估將原始影像鑲嵌對製圖之影響。

五、論文期刊

1. 繳交期刊或研討會論文文稿至少 4 篇，其中 1 篇需提送國際期刊（SCI/EI 等級）。

本團隊執行本案之各項任務時程，遵照本案之工作計畫書預定時程進行，並於 103 年度 3 月起每個月工作專案月報回報至內政部地政司，作為每月進度檢核依據。表 1.2 為執行本案之分月進度表，圖 1.14 為分月進度折線圖，統計至 11 月底止，本團隊於各項任務皆如期完成進度。

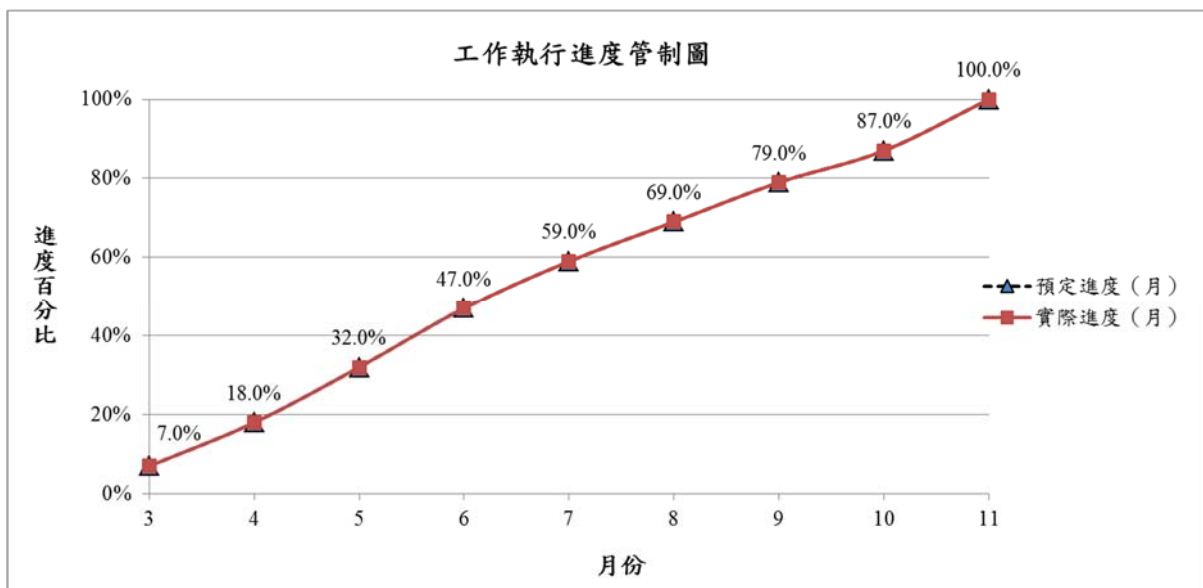


圖 1.14 分月進度折線圖

表 1.2 分月進度表

任務名稱	權重	年度	2014								
		月份	3	4	5	6	7	8	9	10	11
多平台製圖系統測試及率 定實驗室應用與推廣	20%	預定	1.0%	3.0%	3.0%	2.0%	3.0%	2.0%	1.0%	2.0%	3.0%
		實際	1.0%	3.0%	3.0%	2.0%	3.0%	2.00%	1.00%	2.00%	3.00%
利用行動通訊裝置發展低 成本的移動製圖技術	20%	預定	2.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%		
		實際	2.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.00%	3.00%		
持續評估北斗系統對多平 台製圖應用之效益	20%	預定	1.0%	3.0%	3.0%	3.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	3.0%
		實際	1.0%	3.0%	3.0%	3.0%	2.0%	2.00%	2.00%	2.00%	3.00%
研析無人機製圖資料處理 程序	20%	預定	1.0%	2.0%	3.0%	3.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	3.0%
		實際	1.0%	2.0%	3.0%	3.0%	2.0%	2.00%	2.00%	2.00%	3.00%
研討會與期刊論文	10%	預定			2.0%	2.0%		1.0%	2.0%	2.0%	
		實際			2.0%	2.0%		1.00%	2.00%	2.00%	
工作計劃書	2%	預定	2.0%								
		實際	2.0%								
期中報告	4%	預定				2.0%	2.0%				
		實際				2.0%	2.0%				
期末報告	4%	預定									4.0%
		實際									4.0%
總進度	100%	預定	7.0%	18.0%	32.0%	47.0%	59.0%	69.0%	79.0%	87.0%	100.0%
		實際	7.0%	18.0%	32.0%	47.0%	59.0%	69.0%	79.0%	87.0%	100.0%

1.4 歷年工作項目關係

本團隊首先於民國 100 年因環境多變、自然災害頻繁，隨著政策為求防救災之快速作業，國內移動製圖系統逐漸蓬勃發展，本團隊承接內政部辦理「100 年度發展與應用多平台遙測製圖技術工作案」，並順利完成包含「多平台定位技術資料彙整」、「規劃整合慣性導航系統」、「評估引進及建立國內慣性測量儀之標準率定程序」、「設計新解算模式之定位定向演算法」、「評估發展多元空載傾斜攝影定位系統技術及其應用」、「建置空間資訊整合展示平台」、「評估建置個人攜帶式定位系統之可行性」、「教育訓練及推廣」等工作項目，旨在發展國內移動製圖技術包含車載、空載及個人攜行，並嘗試引進、設立符合台灣作業需求之標準，提供業界一可遵循之指標(江凱偉等人，2011)。表 1.3 為 100 年度各工作項目與具體成效之簡易說明。

本案成功地發展自主研製多平台移動遙測製圖設備能力與應用軟體研發能量，厚植未來國際自動化測繪技術競爭力。且成功引進戰術等級的慣性測量儀並研製多元感測器整合定位定向系統，搭配創新的定位定向演算法，以商用系統近半之成本提供顯著提升的效能。本案成果除可加速國土規劃外，並藉以培養優質人才、提升學術水準及國家競爭力。

表 1.3 100 年度工作項目及具體成效簡易說明

各年度工作項目	具體成效
100 年度發展與應用多平台遙測製圖技術工作案	
多平台定位技術 資料彙整	針對包含車載、空載、個人攜行與船載多平台定位技術之沿革進行深入回顧並提供探討不同平台之應用實例。並逐一探討移動制圖定位技術感測元件，及研擬自我檢核機制。
規劃整合慣性 導航系統	引進無 ITAR 管制高精度戰術等級慣性量測儀，並進行多感測器聯合運作所需之硬體整合，以及自主開發、設計多感測器整合演算法，最終與商用系統比較、分析。
評估引進及建立國內慣性 測量儀之標準率定程序	因慣性測量儀為移動製圖平台之核心，其精度對製圖成果影響最巨，故參考國外文獻，研擬慣性量測儀之率定程序及項目，並條列出率定所需之設備，評估引進之可能性。
設計新解算模式 之定位定向演算法	自主研發新式定位定向演算法，其發展之軟體為 CAINS-21，在整合部分除具備商用系統所用之演算法，更加入多項輔助功能，在平滑部分，更提出類神經網路概念，提升精度，對於實際作業之成本及方便性，亦研究整合精密單點定位、e-GPS 虛擬主站演算法之定位精度比較分析。
評估發展多元空載傾斜攝 影定位系統技術及其應用	發展五鏡頭大範圍傾斜攝影系統，同時彙整、收集所需文獻、理論，開發傾斜攝影系統資料處理及相關地理資訊應用所需之操作平台。
建置空間資訊 整合展示平台	針對至少包含 5 個領域的淺在使用單位進行訪談，進而開發以空載傾斜為基本架構之空間資訊處理平台，以及說明軟體設計之概念，其中本平台更包含 GIS 基本功能，並同時開發單機版、網路版。
評估建置個人攜帶式 定位系統之可行性	利用 6 台類單眼相機建置環景個人攜行定位系統，其單點定位約 5~6 分鐘，而最終製圖精度可達公分等級。
教育訓練與推廣 及論文期刊	發表數篇期刊以及爭取國際學術活動主辦權。

江凱偉等人(2011)提出未來更須發展多平台移動遙測製圖技術資料融合架構提供更有效率的空間資訊採集、分析與應用。同時研發更強健的定位定向演算

法以克服都市地區 GNSS 訊號漏失，對多平台移動遙測系統性能之影響，設置建立專業的多平台遙測系統(不含衛星遙測系統)率定及測試中心以確保國內移動遙測製圖作業之品質，與結合內政部 e-GPS 主站發展適用多平台遙測系統之新式後處理 VRS 多元感測器動態定位定向演算架構以進一步提升多平台移動遙測系統之性能與減少作業成本。

本團隊於 101 年度接續前一年度工作案之建議事項，發展移動製圖所需之率定場及檢驗場，同時為可利用於台灣現有之 e-GPS 系統及適應高遮蔽率環境，執行內政部辦理「101 年度多平台製圖技術工作案」，並順利完成包含「建置多平台製圖系統測試及率定實驗室」、「研製抗 GNSS 訊號脫落及干擾之定位定向系統演算法」、「結合內政部 e-GPS 系統，發展新式定位定向演算架構於應用領域」、「評估戰術等級定位定向系統之應用」、「多平台製圖系統聯合作業模式之研究」等工作項目目(江凱偉等人，2012)，旨在可最大限度整合國內現有資源與提升移動製圖技術。表 1.4 為 101 年度各工作項目與具體成效之簡易說明。

江凱偉等人(2012)提出宜持續發展適合台灣環境之多平台製圖系統標準感測器測試程序與精度規範，提供國內多平台系統測試與率定分析之專業服務，以進一步確保系統穩定度與測繪成果之精度，並先以車載製圖平台研提作業程序與規範。目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，惟欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，建議針對國內多平台製圖系統現有作業能量進行普查，並建立多平台製圖技術之諮詢支援機制。

北斗系統已於 2012 年底正式提供區域性服務，而完整的北斗系統星群預計將於 2020 年建置完成，未來不論是即時導航或高精度測量定位，皆可使用多個全球衛星導航系統的多頻觀測量，獲得更高定位精度，建議宜針對該系統對多平台製圖應用效益進行初期評估。同時國內目前各類大型災害相關空間資訊多以直升機為資訊獲取平台，但國內目前並無針對直升機平台量身訂做具備直接定位能力之災害資訊蒐集系統，為落實多平台製圖技術在防災之相關應用，宜依災防中心建議發展直升機載直接定位之災害資訊蒐集模組。

國內已有部分單位與民間公司具備無人機攝影測量技術，但共同限制為航程短、載重輕與酬載功能不足，即便已逐漸廣泛使用在防減災、國土監測與地圖測繪等領域，但基於上述限制，其功能與發展便受限於傳統之作業模式無法精進，建議引入高酬載與長滯空無人機平台，並發展自主的直接定位酬載技術，以符合更高精度與更廣泛的加值應用，並發展快速且有效的空間資訊分析與決策為防減災應用之基本要件，為提昇多平台製圖技術於災害空間資訊之應用處理效益，可發展災區範圍偵測與簡易災損評估相關之空間資訊工具，供決策單位使用。

表 1.4 101 年度工作項目及具體成效簡易說明

各年度工作項目	具體成效
101 年度多平台製圖技術工作案	
<p>建立多平台製圖系統測試及率定實驗室</p>	<p>分析多平台製圖系統潛在系統誤差並提出改正演算法，同時設計提升效能之架構。並為求後續供業界精度、品質之穩定性，規劃並建置多平台製圖系統率定實驗室，其中包含慣性量測儀定位定向實驗室、高精度航向靜態基線場、單相機及多相機之率定場、軸角及固定臂率定場以及動態測試平台。</p>
<p>研製抗 GNSS 訊號脫落及干擾之定位定向系統演算法</p>	<p>分析 GNSS 訊號脫落對於定位定向系統精度影響，並分析靜態初始化時間長短對直接地理定位精度影響，並提供快速靜態初始化之模式，可縮短至 5 分鐘，最終提供混合式定位定向整合架構，相較於商用之緊耦合系統，提供一測試範例，其提升 36% 直接地理定位效益，有效克服 GNSS 訊號脫落之影響。</p>
<p>結合內政部 e-GPS 系統，發展新式定位定向演算架構於應用領域</p>	<p>對 e-GPS 核心技術 VRS 做相關文獻收集，並分析主站空間相關性對後處理定位之限制，同時研發 VRS 技術後處理整合式定位定向演算法，並規劃該演算法試作區，評估應用於地籍測量之可行性。</p>
<p>評估戰術等級定位定向系統之應用</p>	<p>對於戰術等級定位定向系統之應用，以船測為應用範例，將本系統與 GNSS 多天線陣列做比較分析。</p>
<p>多平台製圖系統聯合作業模式之研究</p>	<p>針對個人攜行、車載及空載平台發展資料聯合處理架構，更建立雲端運算服務導向架構，並針對體地利用調查聯合作業模式進行模組開發，最終發展國土地利用調查與影像管理多平台移動測繪管理系統以作為實作範例。</p>

本團隊接續於 102 年執行內政部辦理「102 年度多平台製圖技術工作案」，該年度持續 100、101 年度執行成果之建議發展方向，延伸推廣國內移動製圖技術並針對救災發展進一步技術，該年度工作案包含「建置多平台製圖系統測試及率定實驗室」、「國內多平台製圖系統作業能量調查與推展教育」、「評估 GNSS 系統對多平台製圖應用之效益」、「發展直升機載直接定位之災害資訊蒐集模組」、「發展直接定位高酬載無人機於大面積製圖與災害影像資訊蒐集平台」、「應用空載攝影系統於災區之偵測與簡易災損評估」等工作項目，表 1.5 為 102 年度各工作項目與具體成效之簡易說明。(江凱偉等人，2013)，該年度工作案旨在針對民間企業推廣、調查和溝通移動製圖技術，同時針對防救災發展直升機載災害資

訊模組、無人機與災害影像蒐集平台以及後端所需之軟體，因著重於防救災，故各平台的直接地理定位能力為優先考量，對於提升多平台製圖應用範疇，則評估多衛星星系對多平台製圖應用之效益，其中也包含了北斗系統。

表 1.5 102 年度工作項目及具體成效簡易說明

各年度工作項目	具體成效
102 年度多平台製圖技術工作案	
建立多平台製圖系統 測試及率定實驗室	延續 101 年度工作案完成各子率場之設置，並設計多平台率定實驗室簡介摺頁作為宣傳之用，同時規劃最常用之車載製圖平台規範。
國內多平台製圖系統 作業能量調查與推展教育	對國內製圖業者進行調查，並舉辦實務座談，並發展多平台移動製圖系統網頁，同時於網頁上提供相關作業技術支援機制，最後製作科普教育影片作為宣導。
評估 GNSS 系統 對多平台製圖應用之效益	分析 GNSS 系統之發展與趨勢，更針對北斗系統與 GPS 聯合定位精度分析。
發展直升機載直接定位 之災害資訊蒐集模組	針對直升機平台救災工作發展直接定位酬載，包含相關硬體及軟體以及簡易直接地理定位模組，在完成及相關率定後，可於無已知點情況下快速量測目標物之三維座標，以供救災使用。在地面測試環境中，30 公尺物距其精度能達致 10 公分，然因空勤總隊協調未果，並無實際飛行之動態測試。
發展直接定位高酬載無人 機於大面積製圖與災害影 像資訊蒐集平台	完成大型無人機與 GPS/IMU 及多相機攝影系統之整合，並完成該系統之率定及三維定位精度分析，並分別研提適合製圖及災害資訊蒐集需求之作業模式及測試，最終完成其效益評估。
應用空載攝影系統於災區 之偵測與簡易災損評估	開發簡易災損評估模組，包含淹水與崩塌範圍之自動化偵測以及人工數化之編修工具以及相關量測工具，並研提災害對道路及建物之簡易災損評估模式，最終以無人機影像進行崩塌量估算之可行性分析。

江凱偉等人(2013)建議持續推廣適合台灣環境之多平台製圖系統標準感測器測試程序，免費提供國內多平台系統測試與率定分析之專業服務，至以進一步確保系統穩定度與測繪成果之精度，並延續先前研究成果，研提適合國內環境之車載製圖系統作業手冊，發展各等級車載製圖系統應配置之設備與成本分析，並推廣多平台製圖系統技術至非測量單位。國內智慧型手機、平板電腦普及率逐年

升高，其內建之影像與定位定向感測器規格已逐漸符合低階移動製圖應用，未來宜針對 Android 與 iOS 平台評估利用行動通訊裝置發展低成本之移動製圖技術在防災與資源調查領域應用。完整的北斗系統星群預計將於 2015 年建置完成，未來不論是即時導航或高精度測量定位，皆可使用多個全球衛星導航系統的多頻觀測量，獲得更高定位精度，建議針對該系統與現有 GPS 在五都測試區之效益進行分析，同時進一步討論 e-GPS 與北斗 RTK 系統對動態定位與多平台製圖應用效益進行評估。

有鑑於利用無人機航拍影像進行製圖為近年來國內相關單位相當重視的議題，包括水利署對於河川橋梁地形測量上的需求，建議彙整相關文獻報告，探討未來發展趨勢，訪談國土測繪中心與相關單位進行能量與需求之調查，同時沿用上年度 UAV 拍攝之五相機資料進行原始影像鑲嵌，以減少影像及航線數量，並測試此作法對空三平差、DSM 製作與立體製圖之影響。

本年度 103 年，對於歷年發展多平台製圖技術所需之率定及實驗室持續維護及推廣，推行「多平台製圖系統測試及率定實驗室應用與推廣」之工作項目；而對於通訊裝置已內建製圖系統所需之硬體，可嘗試用來發展移動製圖相關技術，對於精度並無要求至製圖等級，以防救災為目的，旨在藉由通訊裝置高普及率，若可快速直接地理定位則可提升防救災之效率，故而推行「利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術」，此工作項目主要延續 100 年度「評估建置個人攜帶式定位系統之可行性」，搭配系統成本考量、作業效率與來自災防中心使用者需求所研議的項目；接續 100 年度「設計新解算模式之定位定向演算法」、101 年度「結合內政部 e-GPS 系統，發展新式定位定向演算架構於應用領域」與 102 年度「評估 GNSS 系統對多平台製圖應用之效益」等工作項目之成果，因為北斗系統近幾年迅速發展，本年度持續推行「持續評估北斗系統對多平台製圖應用之效益」；接續 102 年度「發展直接定位高酬載無人機於大面積製圖與災害影像資訊蒐集平台」，本年度為求資料正確性及效率，提出「研析無人機製圖資料處理程序」之工作項目，而本年度整體目的亦為持續歷年計劃之宗旨：移動製圖技術提升與推廣以及防救災應用。圖 1.15 說明各年度工作項目之目的及延續關係。

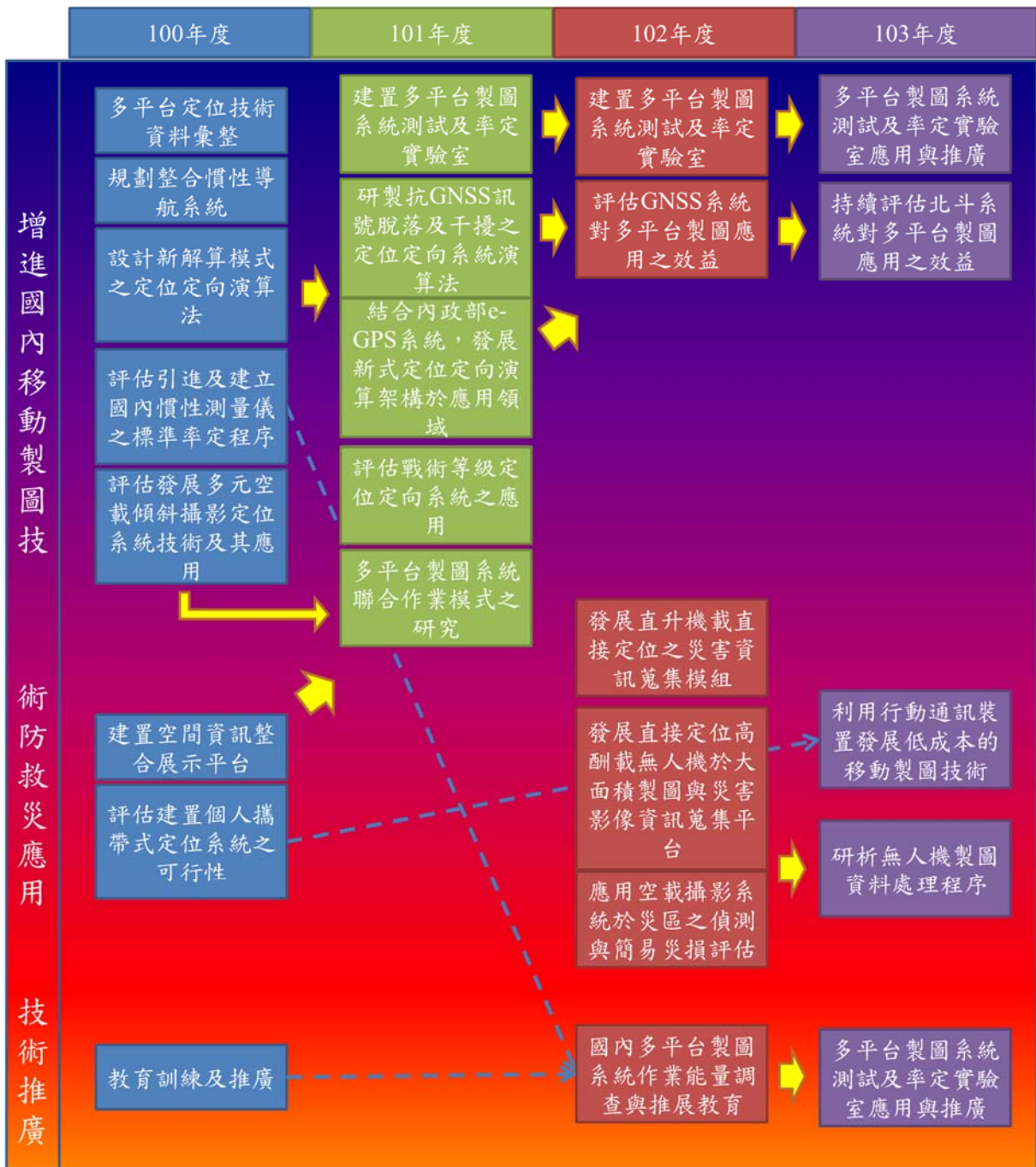


圖 1.15 歷年工作項目目的及關係圖

第二章、多平台製圖系統測試及率定實驗室應用與推廣

本團隊執行「101 年度多平台製圖技術工作案」與「102 年度多平台製圖技術工作案」，開始著手建置包含專業慣性測量儀率定及測試、整合式定位定向系統測試與率定等功能之實驗室。除此之外也建置包含單一相機內方位率定、多組相機相對方位率定場之影像感測器子系統測試與率定實驗室、車載與個人製圖系統率定功能之多平台製圖全系統室外率定場等，這些設施迄今以提供至少十家國內業者進行相關諮詢與率定服務。本年度將持續推廣適合台灣環境之多平台製圖系統標準感測器測試程序，免費提供國內多平台系統測試與率定分析之專業服務，至以進一步確保系統穩定度與測繪成果之精度，並延續先前研究成果研提適合國內環境之車載製圖系統作業手冊，建議發展各等級車載製圖系統應配置之設備與成本分析，並推廣多平台製圖系統技術至非測量單位。本案於期末報告延續期中報告之成果執行了如下之工作項目：

1. 實驗室各測試與率定設施之持續維護與更新
2. 研提車載製圖系統作業手冊 (v.103 版)
3. 持續調查國內多平台製圖系統之作業能量
4. 推廣多平台製圖系統技術至非測量單位
5. 辦理實務座談會與教育訓練課程

相關內容將於後續章節詳述之。

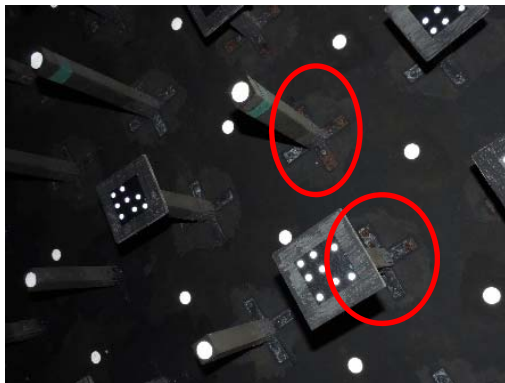
2.1 實驗室各測試與率定設施之持續維護與更新

本案自 100 年度持續建置多平台製圖系統所需之各式率定場及驗證場，包含數個室內及室外場，隨著自然使用的破損與脫落，且待率定與驗證感測器的多樣化，率定場與驗證場持續維護與更新是必須的，本節針對今年度維護與更新的部分進行說明。

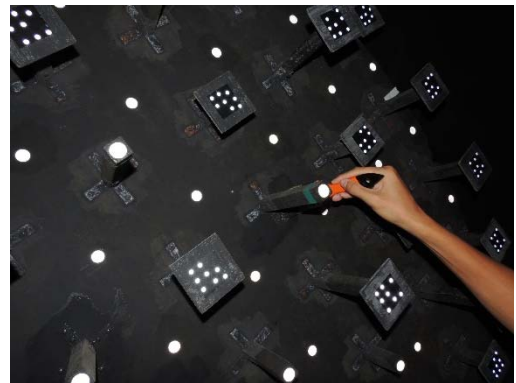
2.1.1 率定場的維護與更新

本案針對室內相機內方位率定部分，陸續共建置了三個率定場：(1)單一相機內方位率定場、(2)多組相機相對方位率定場、(3)Ladybug 環場率定場。各更新方式及破損狀況如下說明：

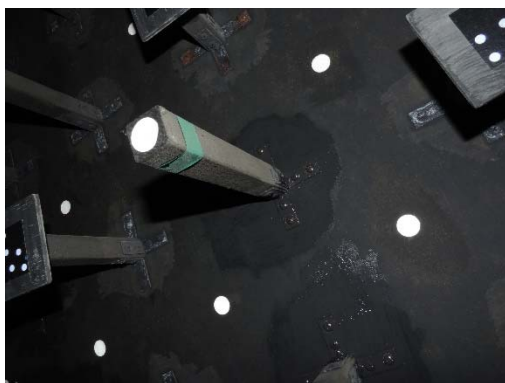
1. 單一相機內方位率定場：本率定場可適用於鏡頭 FOV 範圍在 18 度~90 度或焦距範圍在 18 mm~110 mm 之全像幅(36 mm x 24 mm)相機。由於該圓盤率定場位於地下室環境，圓盤上久經潮濕場會有發霉及生鏽的情況產生，位於接縫處則特別明顯，如圖 2.1(a)所示。這個情況會導致軟體在進行特徵偵測時產生許多錯誤的結果，如圖 2.2 紅圈處的點位，即為雜訊的誤判而造成的錯誤點，因此必須避免此種發霉及生鏽情況產生。本案將整個圓盤重新油漆，成果如圖 2.1(b)、(c)、(d)所示，使圓盤上的雜點降到最低程度，以利後續作業進行。



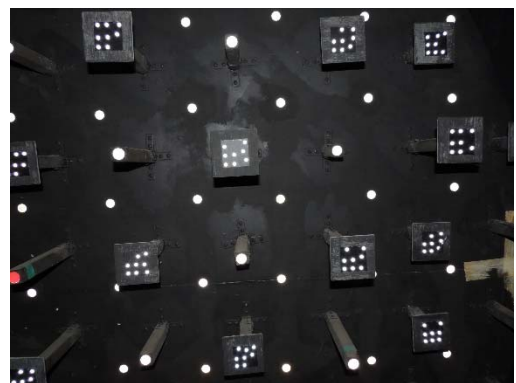
(a) 接縫處生鏽及發霉嚴重



(b) 圓盤重新油漆工作概況



(c) 有無油漆之明顯差異



(d) 完成油漆之局部成果圖

圖 2.1 圓盤率定場的維護狀況

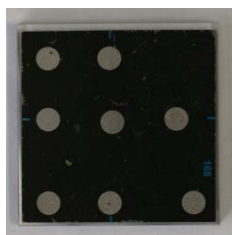


圖 2.2 錯誤偵測點導致解算雜訊

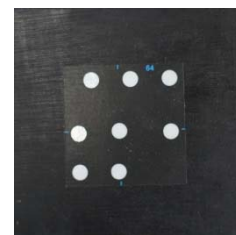
2. **多組相機相對方位率定場**：在多相機率定場的維護部分，舊有的標以壓克力片為主，但其邊緣透明，當相機解析度低時，容易與白色標點混和而難以辨識。另外此區面積較上述環景率定場大，標的數量明顯不足，且標表面亦因長期使用而有破損。據此本工作項目則針對以下幾點作更新：

● **底板更新：**

將標改貼在黑色木板上以增加黑色面積，如圖 2.3 所示。



(a) 壓克力板為底的人造標



(b) 黑色木板為底的人造標

圖 2.3 人造標底板更新

● **標的數量更新：**

由於舊有標的數量過少，空間分布上密度過低，故此項目則與環景率定場相同，將舊有的標更新為新式的人造標，如圖 2.4(b)，在數量上從 200 組提升至 1000 組，藉此增加人造標的密度。

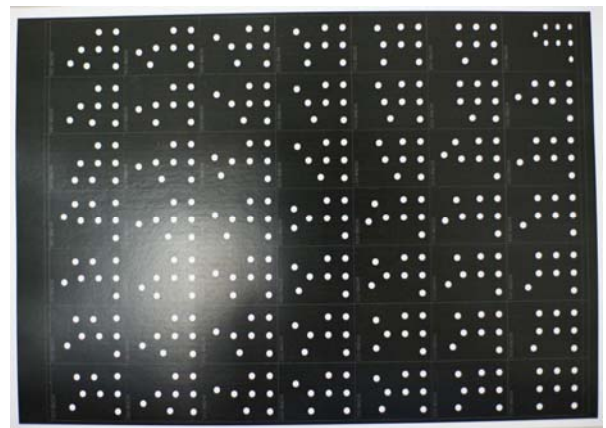
3. Ladybug 環場率定場：

- 地板塗黑：

由於舊有設置的人造標是由 A4 紙列印建置，長時使用會因受潮有脫落或扭曲變形等問題，如圖 2.4(a)所示，因此進行補標及增加標點的工作項目，此外舊有標的數量僅有約 200 組，而預計佈設的新式人造標則有 1000 組，預期能加密標的分布並且改善其幾何排列情況，預計使用的新式人造標如圖 2.4(b)。另外環場率定場因地面有許多花紋(黑白相間的雜點)，如圖 2.5(a)所示，常導致軟體錯誤判讀匹配點，因此我們進行地板塗黑的工作，成果如圖 2.5(b)所示。

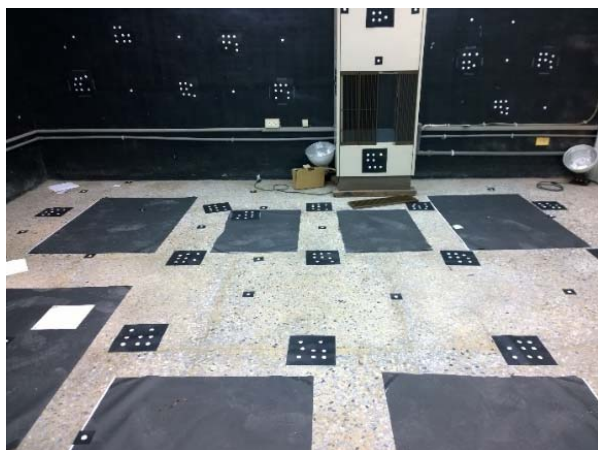


(a) 舊人造標多以脫落且扭曲變形



(b) 新式人造標(局部)

圖 2.4 新舊人造標對照圖



(a)地板非全黑且含有雜點



(b)地板塗黑成果圖

圖 2.5 地板塗黑對照圖

● 移動式木板組裝：

由於環場率定場並非四面皆為牆壁，其中有一面為可拉式簾幕，如圖 2.6，根據以往使用經驗，人造標位於其上常有位移的情況產生，這會造成作業上的錯誤情況發生，因此本案將多塊木板組裝為可移動式的木板，如圖 2.7，並且將其表面塗成黑色以降低雜訊之干擾來克服特徵萃取的錯誤問題，如圖 2.8(a)、圖 2.8(b)所示。實際運用於率定場前後對照圖則如圖 2.8(c)、(d)。



圖 2.6 可拉式簾幕充當牆壁



圖 2.7 木板示意圖



(a) 拼裝後成果圖



(b) 木板進行塗黑作業



(c) 新增木板為固定牆面前



(d) 使用木般代替簾幕

圖 2.8 實際組裝木板及應用

● 天花板塗黑：

最後，人造標脫落處經常產生白色黏貼痕跡及掉漆的情況，以圖 2.9(a)為例子，天花板已經不堪使用，因此針對這個情況我們也是進行塗黑作業，成果如圖 2.9(b)所示。



(a) 人造標脫落痕跡明顯

(b) 重新粉刷油漆後

圖 2.9 天花板更新後成果對照

整體而言，這些影像率定與測試設施皆設置在本系地下室，故未免會有受潮與發霉的現象，目前正與本系中期空間配置規劃一併考量，評估利用本校經費設置大型除溼設施之可行性。

2.1.2 驗證場的維護與更新

● 多平台製圖系統室外率定場及驗證場(歸仁校區)

本案於歸仁校區設置多平台製圖系統室外率定場及驗證場，於建立之初，採用噴漆方式，由於自然環境變化，使得漆脫落或變模糊。本案針對該部分重新製作及編號，並以建置時之規範重新測量、計算得到各標之絕對坐標，其點號定義沿用先前模式，主要是以建物牆面之十字交線中心或黑色人造標中當作率定控制點，如圖 2.10 至圖 2.14。

對於標的永續性，驗證場中檢核點則是分布在歸仁校區主要道路兩旁的水泥樁上，原粉刷白底黑色圓形標因氣候因素造成標面脫落等現象，重建作業為將標及編號以列印方式設計再將其護貝，最後以強力膠黏著劑黏貼，降低模糊可能性。

同時為開放於測量、非測量業界率定，其所使用之感測器持續多樣化，率定場中，E4 系列點進行加密，以適應較高解析度且焦距較短之相機，對於解析度較差之相機，於驗證場中，增設直徑 15 和 20 公分不同大小之新點，且各個標旁皆可清楚視得該標點編號，重建前後如圖 2.15，可方便用於直接地理定為精度分析，而各點均勻分佈於率定場及驗證場以適應未來之所需。



圖 2.10 E0 系列牆面控制點



圖 2.11 E1 系列牆面控制點

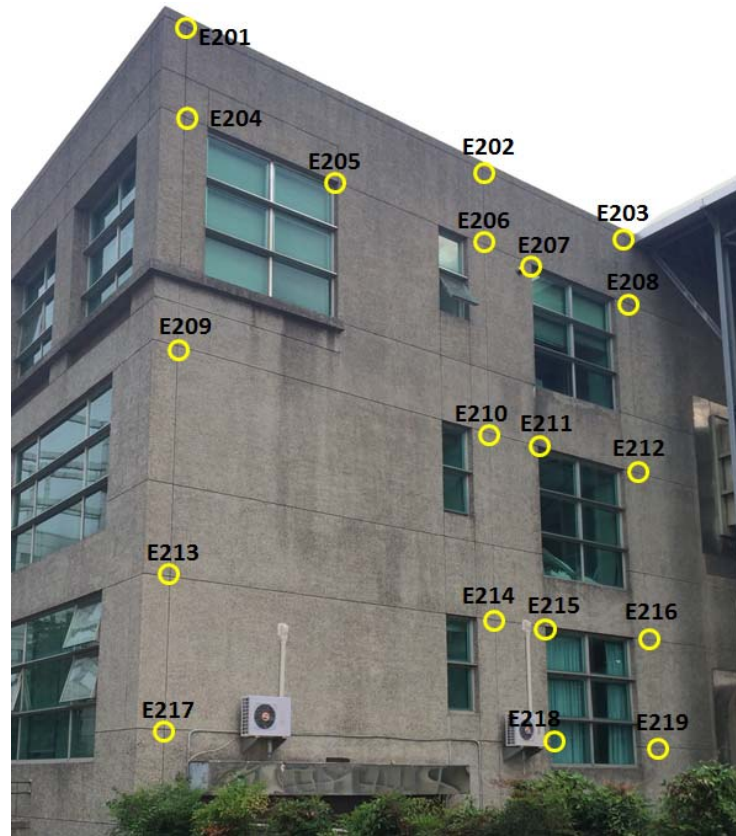


圖 2.12 E2 系列牆面控制點



圖 2.13 E3 系列牆面控制點



圖 2.14 E4 系列牆面控制點

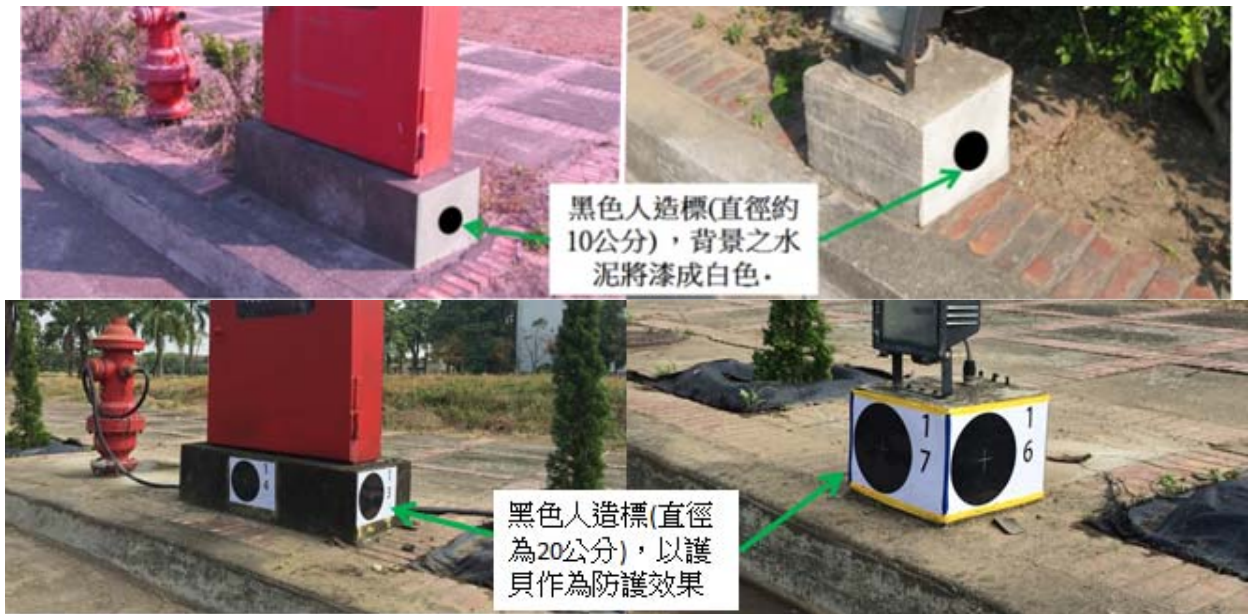


圖 2.15 上圖為重建前、下圖為重建後之檢核點

本次率定場重建仍使用部分現有之牆面控制點，表 2.1 為前後期率定場相同牆面控制點差值分析比較，皆為公分等級精度，符合本案使用需求。

表 2.1 率定場相同牆面控制點差值分析比較

	E (m)	N (m)	h (m)
平均值	-0.0031	0.0013	0.0001
標準差	0.0125	0.0103	0.0130
均方根	0.0127	0.0102	0.0129

● 個人攜行室外驗證場(自強校區):

另外，於自強校區也設立個人攜行式室外驗證場。建立驗證場之初，其地面控制點已設立釘子並使用立可白進行標記，雖然所佈設之檢核點皆位於牆面上，並不易發生破壞，但進行驗證時往往需要觀測地面控制點的坐標，以便坐標轉換，使用立可白容易發生掉落的情形，因此利用噴漆重新標記各個地面控制點的點號及搭配點之記，足夠後續驗證場之使用。點之重新標記範例，如圖 2.16 所示。



圖 2.16 點之重新標記範例

2.1.3 新增行動通訊裝置率定與驗證場

在成功大學測量及空間資訊學系館增設一新率定場，其目的在執行行動通訊裝置之率定與直接地理定位之效益分析，該率定場位於系館頂樓，具有良好透空度，且便於行動通訊裝置之率定與測試，對於製圖感測器之多變性，於標之設計採取白底、黑標，其中黑標直徑達 20 公分，可適用解析度較低的相機，且於中心點畫十字線，足夠高解析度之相機應用，其設置如圖 2.17 所示，同時計畫於各樓層增設室內驗證場，故規劃單一條導線作為日後使用，依據 Mautz(2012) 歸納目前室內定位技術之規格與應用需求精度約在 3-5 公尺之間，故本案室內驗證場精度就設定在 1 公尺等級。



圖 2.17 行動通訊裝置率定與驗證場

建置模式如 101 年度多平台製圖系統室外測試與率定場作業模式(江凱偉等人, 2012), 控制點與檢核點之量測採用:(1)GNSS 靜態測量得到 GNSS 控制點, (2)以三邊測量加密控制點與檢核點, 最後以(3)光線法三維定位測量牆面及物徵控制點與檢核點。而製作成果如下:

- GNSS 控制測量:

此率定場內設置 5 個 GNSS 控制點, 測區內有一個 24 小時連續接收雙系統衛星資料基準站(CN11), 其連測所得之 WGS84 坐標成果可作為控制點良好的上級已知參考點位, 如圖 2.18 示。

●: 控制場 GNSS 控制點

■: 控制場 GNSS 已知點

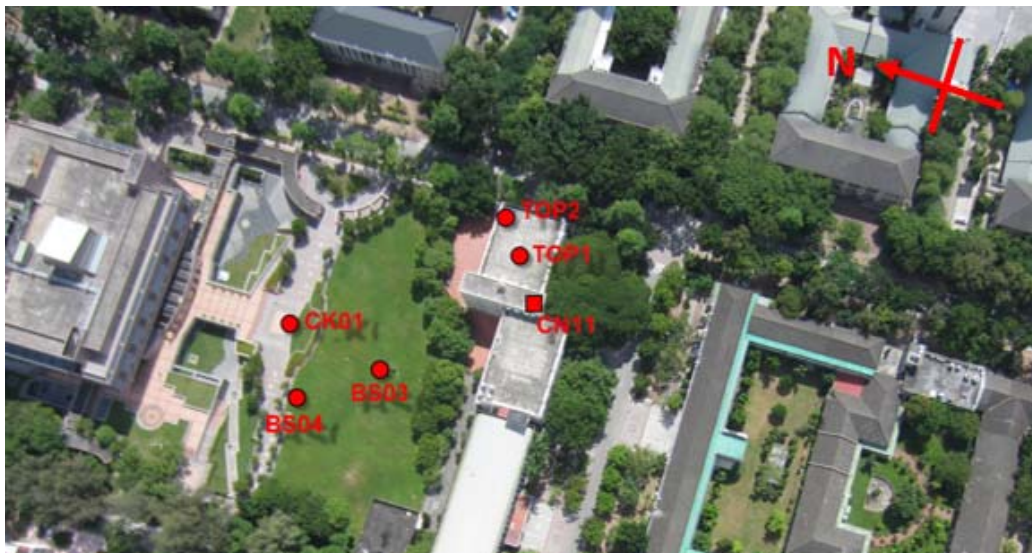


圖 2.18 GPS 控制點位置示意

本控制場量測作業參考我國二等衛星控制點施測規範進行施測, 以 5 組 Leica SR530 接收機搭配 Leica AT502 天線為靜態測量作業儀器。本測量作業僅有一個觀測時段, 無進行任何換站, 採用同時段同步觀測, 其同步觀測時間為 60 分鐘。二等衛星控制點施測規範見表 2.2。

觀測後，以 Trimble Business Center 網型平差軟體進行相對差分與網型平差等觀測數據解算，見圖 2.19。表 2.3 為各點位標準差。解得各 GNSS 點位坐標後，依率定之需求將坐標系統轉換至台灣 2 度 TM 或當地水平坐標框架下之坐標，進行後續測量之運用。

表 2.2 二等衛星控制點施測規範 (內政部，2007)

使用之星曆		精密星曆
圖形 閉合差	閉合圈中之基線源自不同觀測時間數	≥ 3
	閉合圈中獨立觀測之基線數	≥ 2
	各閉合圈中之基線數	≤ 10
	閉合圈總邊長	$\leq 300\text{km}$
	可剔除之基線數目佔總獨立基線數比例	$\leq 15\%$
	各分量之平均閉合差	$\leq 25\text{cm}$
	各分量之閉合差對閉合圈總邊長之比數	$\leq 5 \times 10^{-6}$
	全系各分量之平均閉合差對閉合圈總邊長之比數	$\leq 3.5 \times 10^{-6}$
基線 重複性	重複觀測基線水平分量之差值	$\leq (20 + 4 \times 10^{-6}L)\text{mm}$
	重複觀測基線垂直分量之差值	$\leq (50 + 10 \times 10^{-6}L)\text{mm}$
成果 精度	邊長標準誤差	$\leq (10 + 2 \times 10^{-6}L)\text{mm}$
	95% 信心區間	$\leq (20 + 4 \times 10^{-6}L)\text{mm}$

表 2.3 GNSS 控制成果

		BS03	BS04	CK01	TP01	TP02
標準差 (mm)	X	0.32	0.27	0.28	0.26	0.27
	Y	0.76	0.48	0.52	0.49	0.47
	Z	0.93	0.63	0.67	0.64	0.63

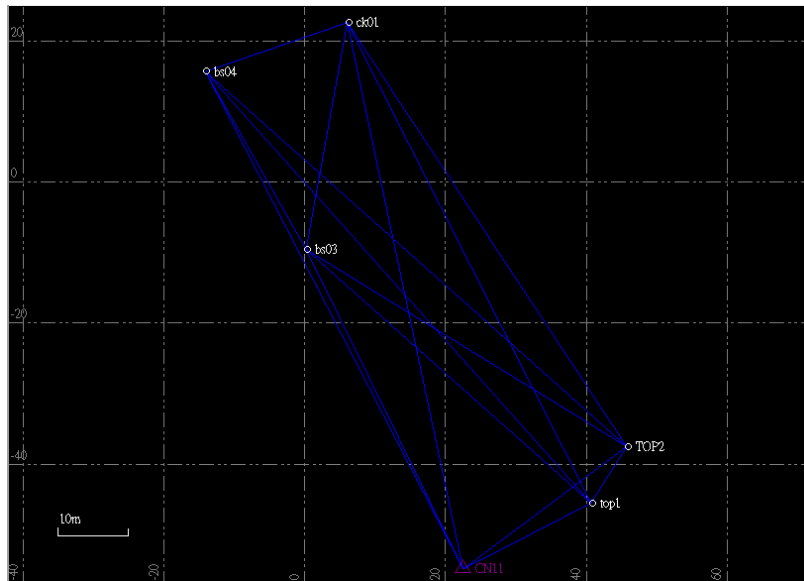


圖 2.19 Trimble Business Center 平差解算網型

● 導線測量:

本階段測量作業，採 GNSS 點為已知點構成附合導線，以角度和水平位置閉合條件供檢核進行導線測量，為控制場提供良好之坐標引據點位。

觀測時須檢核正倒鏡數據外，對於同一邊長也進行往返之觀測以減少人為錯誤。以 A1 與 A2 邊為例，除架站 A1 時觀測 A2 點，搬站至 A2 時也須重複觀測 A2 與 A1 段。此外，為使後續之牆面控制點與檢核點量測有適當位置之控制點為坐標引據之用，導線點位置之佈設甚為重要。圖 2.20、表 2.4 為本測區之導線連測情形示意圖。表 2.5 為解算成果以絕對誤差橢圓來表示，其信心區間為 95%。

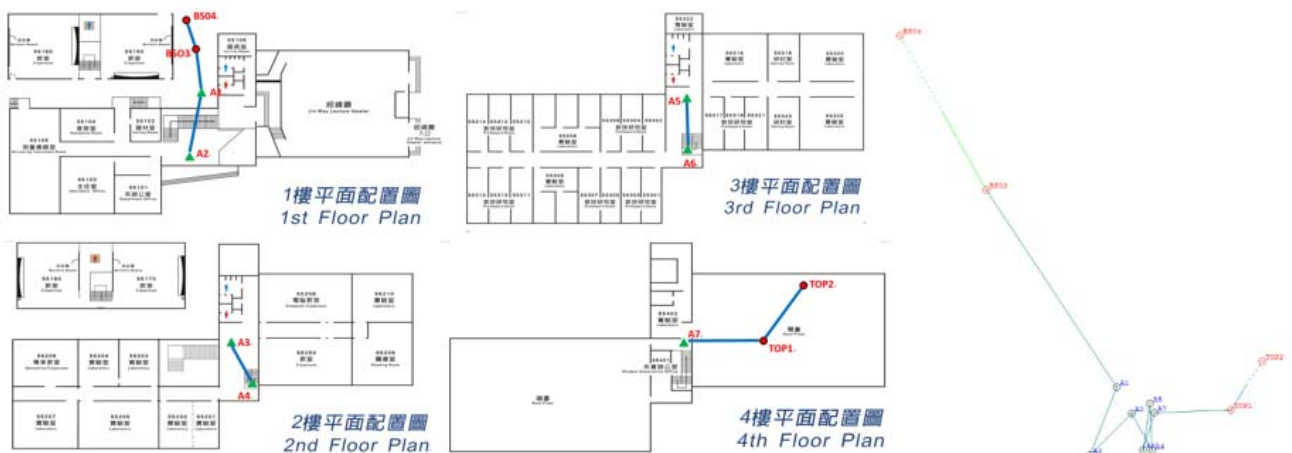


圖 2.20 導線之各層樓點位分布情形示意圖及導線圖

表 2.4 導線連測情形

導線	BS04→BS03→A1 →A2 →A3→A4→A5→A6→A7→TOP1→TOP2
-----------	---

然而導線測量，考量點位間距過密而有誤差累積之情形，導線點之數量與分布必須受到掌控。在此情況下，將無法滿足擁有多數量之牆面控制點、物徵檢核點以及需有多個控制點位進行多次觀測的率定場與檢定場。因此必須採用相當精度之控制點加密測量方式，方能使本控制場獲得良好地面控制點以進行相應之測量運用。

表 2.5 導線解算成果(以絕對誤差橢圓表示)

點號	長軸(m)	短軸(m)	方位角
A1	0.043	0.013	147° 15' 31"
A2	0.054	0.032	177° 56' 19"
A3	0.059	0.037	11° 08' 58"
A4	0.061	0.038	7° 25' 54"
A5	0.057	0.037	12° 52' 51"
A6	0.046	0.036	30° 56' 45"
A7	0.038	0.004	87° 57' 46"
BS03	0.001	0.001	154° 12' 06"
BS04	0.001	0.001	150° 45' 07"
TOP1	0.001	0.001	32° 59' 11"
TOP2	0.001	0.001	32° 35' 59"

● 高程控制測量:

本控制場以 BS03 GNSS 控制點為高程參考點。在高程測量方式之選定短測線採對向觀測法(Reciprocal Observations)，三角高程測量引測得之系統可轉換為任一高程系統(Tilk-Thies, 1986)。在小測區範圍情況下，垂線偏差與地球曲率影響甚小，考量控制場高程精度需求與水準測量有較健全的規範下，本測區以 GNSS 控制點 BS03 為高程起始原點，採三角高程測量作為控制場之高程控制測量。由於本測區僅只有一條導線測量路線，故高程測量在施測時與其一 GNSS 控制點連測，以 GNSS 控制測量平差解算所得之橢球高與由三角高程測量結果計算而得之高程進行比對，此間之差異量即可作為另一個施測評估指標。表 2.6 高程檢核比較結果，其成果已符合本案使用之精度需求。

表 2.6 高程檢核

點號	GPS 結果與水準計算差值 (m)
TOP1	0.028

● 全站儀採光線法三維定位:

透過前述階段求得導線點之三維坐標後，便得以進行光線法三維定位作業。圖 2.21 顯示全區範圍，本次作業即是將多平台製圖系統室外測試與率定場各牆面與地面控制點之檢核點進行施測，得其三維坐標。

牆面點設置以 A4 大小白紙為基底，並於其中間繪製直徑為 20cm 的黑色圓形，於圓心處繪製白色十字以便後續量測，黏著劑使用矽利康來進行黏貼，以強化其於牆面上的位置。地面點設置則是使用電火膠布直接黏貼於地面上，必於適當的間隔進行黏貼作業。

在此一量測階段，除儀器採用具備雷射測距之全站儀，使直接觀測牆面與地面的情形得以達成外，還必須訂定相應的量測準則以避免不同觀測者觀感不同而造成量測點位不一致的情形。在牆面控制點中，以黑色圓心十字交線中心作為觀測瞄準點，如圖 2.22 左圖示。地面控制點，則以膠布右上角處為瞄準點，如圖 2.22 右圖示。

●：控制場 GNSS 控制點

■：控制場 GNSS 已知點

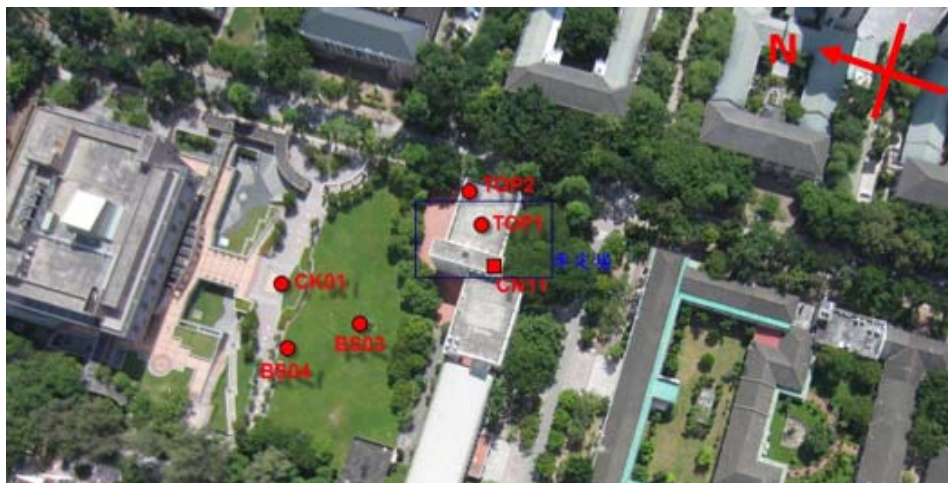


圖 2.21 率定場



圖 2.22 牆面控制點(左圖)及地面控制(右圖)量測準則
(十字紅標表示觀測者應瞄準之瞄準線)

建立量測準則後，以全站儀採光線法進行牆面及物徵檢核點的三維定位。首先在坐標已知的加密控制點上架設全站儀並後視另一坐標已知點後，對牆面控制點、地面控制點進行觀測得到水平、俯仰角及距離觀測量，經數學及坐標計算，便得各牆面控制點、地面控制點之三維物空間坐標。經剔除錯誤之點位坐標成果，其餘合乎現況之點位將提供系統率定與檢核之用。表 2.7 為本牆面控制場精度指標，表 2.8 為本地面控制場精度指標。

表 2.7 牆面控制場精度指標

	dE (m)	dN (m)	dh (m)
均值	0.0014	0.0011	0.0034
標準差	0.0013	0.0036	0.0009
最大差異量	0.0034	0.0100	0.0060

表 2.8 地面控制場精度指標

	dE (m)	dN (m)	dh (m)
均值	0.0018	0.0003	0.0030
標準差	0.0030	0.0052	0.0010
最大差異量	0.0060	0.0106	0.0060

由表 2.7、2.8 可知，多平台製圖系統室外測試與率定場之點位三維坐標標準差均為公分等級，差異量最大約為 0.01m，足以符合系統率定之需求。表 2.9 為自 101 年度起截至目前為止尋求本團隊提供率定與測試協助之廠商之清單。

表 2.9 多平台製圖系統測試及率定實驗室使用單位統計表

	整合式定位定向 子系統之率定場	影像感測器子系 統率定場	多平台製圖全系 統室外率定場
儀科中心(101 年)	■	■	■
九晟電子 (101、102 年)	■		■
帕斯卡科技 (102、103 年)	■		■
自強工程 (102、103 年)	■	■	■
台灣國際航電 (102、103 年)	■		■
北極星測繪(102 年)	■		■
經緯衛星資訊 (101、102、103 年)	■	■	■
日成航太(102 年)	■	■	■
資策會(103 年)	■		
勤歲國際(103 年)		■	■
工研院南分院 (103 年)	■		

2.2 研提車載製圖系統作業手冊 (v.103 版)

由於目前國內尚無針對車載移動製圖系統制定的作業程序與規範，而國外也在近幾年才逐漸落實並完善此類手冊，故去年度國立成功大學測量及空間資訊學系提出之草案架構，係參考美國交通研究委員會 2013 年的 NCHRP (National Cooperative Highway Research Program)，以及美國佛羅里達交通部 2012 年的 TML Guideline (Terrestrial Mobile LiDAR Surveying & Mapping Guidelines)，並根據國立成功大學測量及空間資訊學系在測繪領域之經驗，預先草擬車載移動製圖系統的作業手冊所需涵蓋的內容。但有鑑於目前現有之參考文獻多著重在以光達為主之施測應用，且多平台製圖系統適用的各式測量與非測量領域中，空間資訊蒐集之應用方向卻相當廣泛，故無法針對特定的製圖任務制定詳細規範，宜由不同應用之精度需求進行分級並提出原則性的作業程序。

國立成功大學測量及空間資訊學系於 102 年度之多平台移動製圖技術工作案，提出針對研提車載製圖系統之作業手冊的草案，涵蓋項目見下圖 2.23。而測繪業務若按照應用的精度需求，大致可分成三個等級見下表 2.10。而 103 年度期望通過邀請具有實務經驗之單位，採公開討論方式落實具體的手冊內容，將草案精簡並補強，針對不同應用之精度需求進行分級，並提出原則性的作業程序，供業主依其應用需求搭配現行規範並參酌本車載製圖系統作業手冊中之原則，落實在其相關合約中。今年度舉辦之「多平台移動製圖系統實務座談會」之課程講座，已順利落幕，各界測繪相關人士提供的建議與經驗相當寶貴，從今年始逐漸落實至手冊中，並持續蒐集更多經驗回饋與作業建議，完善本車載系統作業手冊，不定時更新以符合現況之需求，供各單位用做於事務作業時之參考。



圖 2.23 研提車載製圖系統之作業手冊項目

表 2.10 系統精度分級及對應之應用

應用分級	低精度應用	中精度應用	高精度應用
精度分級	三維直接地理定位 誤差大於 100 公分	三維直接地理定位 誤差 30~100 公分	三維直接地理定位 誤差小於 30 公分
應用領域	<ul style="list-style-type: none"> ● 初步測繪規劃 ● 交通設施清查 ● 交通統計 ● 一般資產調查 ● 圖資更新 ● 防災應用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 工程規劃 ● 資產清查和管理調查 ● 環境調查及測量 ● 土方或崩塌地測量 ● 淹水線測量 ● 城市測繪和建模 ● 海岸帶侵蝕分析 	<ul style="list-style-type: none"> ● 工程地形測量 ● 控制測量 ● 地籍測量 ● 變型測量 ● 結構及橋樑間隙測量 ● 建物測量 ● 鑑識測量

2.2.1 名詞解釋

英文名詞：

- DG：直接地理定位(Direct Geo-referencing)，由 INS/GNSS 系統提供攝影中心外方位參數，配合其他已知條件，能夠直接求定影像上像點之物空間位置。
- DT：系統精度行走飄移率(Distance travel)，單位距離誤差飄移量。
- GNSS：全球導航衛星定位系統(Global Navigation Satellite System)，包含美國與其他各國的衛星系統之統稱。
- GPS：全球定位系統(Global Positioning System)，由美國建立之衛星網構成。
- IMU：慣性測量元件，提供加速度與角速度等慣性觀測量。
- INS：慣性導航系統，由 IMU 與計算單元整合，能夠提供包含位置與姿態訊息等導航解。
- LC：鬆耦合架構(Loosely Coupled)，INS/GNSS 整合類型之一，演算法基於衛星的定位解，至少需四顆衛星才能解算。
- MMS：移動製圖系統(Mobile Mapping System)，具備 DG 能力的測繪平台，能夠提升測繪之效率。
- NHC：非諧和約制(Non-Holonomic Constraint)，假設載體移動時，側向及垂直方向加速度觀測量為零的約制演算法。
- PDOP：衛星定位的位置精度指標。
- QA：定量分析(Quantitative Analyses)。
- QC：品質的控制(Quality Control)。
- TC：緊耦合架構(Tightly Coupled)，INS/GNSS 整合類型之一，演算法基於衛星的觀測量，只要一顆衛星即能解算。
- ZUPT：零速更新(Zero Velocity Update)，假設載體靜止時三軸加速度觀測量應為零的約制演算法。
- ZIHR：航向約制(Zero Integrated Heading Rate)，假設載體靜止時航向應不變的約制演算法。

中文名詞：

- 主站(實體地面控制站)：以靜態衛星定位測量一點位坐標作為差分 GNSS 之參考。
- 移動站：相對於主站而持續移動之衛星定位點。
- 虛擬主站：因基線過長而透過內差實體主站得到較近之主站坐標。
- 基線：移動站與主站之距離。
- 檢核點：已知坐標但未納入解算之點位，將成果與已知坐標比較，並計算誤差，用於精度分析。
- 控制點：已知坐標之點位且有納入解算，例如用於架設主站或實施控制點輔助更新。
- 連結點：出現於兩張以上不同影像，用於連結影像之點位。
- 透空程度：於特定仰角(一般為 15 度)以上，天空可視且無遮蔽之程度，一般以透空圖表示。
- 輪速計：基於輪胎轉數計算載體速度之感測器。
- 光達：利用雷射光及其反射測量物點三維坐標或距離之儀器。
- 雙頻雙系統接收機：雙頻係指能接收兩種衛星訊號之頻段，雙系統則是指能夠接收兩種系統之衛星訊號，例如 GPS 與 GLONASS。
- 率定：透過特殊的方法求定感測器誤差的過程稱為率定。
- 精(確)度：觀測或解算之成果和已知真值比較之誤差，誤差越大精度越低，反之亦然。
- 飄移：慣性感測器誤差隨時間累積之現象。
- 多位置測試：用於率定慣性感測器系統誤差的方法之一。
- 阿倫變方分析：為一種統計方法，用於計算慣性感測器的隨機誤差。
- 初始對準：於 INS/GNSS 整合系統啟動時，尋找起始方位之過程。
- 內方位參數：相機的焦距、像主點像坐標與透鏡畸變參數等。
- 外方位參數：相機的物空間坐標與姿態。
- 固定臂：兩不同感測器坐標系統原點的位置偏移量。
- 軸角參數：兩不同感測器其坐標系統差異的旋轉量。
- 視覺里程技術：利用影像計算速度或位置用於輔助定位之技術。

2.2.2 作業程序之規劃建議

國立成功大學測量及空間資訊學系依照使用車載移動製圖系統之經驗與參考文獻，列出下圖 2.24 之常見的作業程序。程序包含：任務規劃、實地踏勘、系統檢測、系統初始化、直接地理定位、資料後處理、成果分析與報表製作。其中任務規劃、實地踏勘、系統檢測三步驟應在測繪任務執行前完成。測繪時則包含系統初始化與直接地理定位的步驟。最後內業任務則包含資料後處理、成果分析與報表製作。

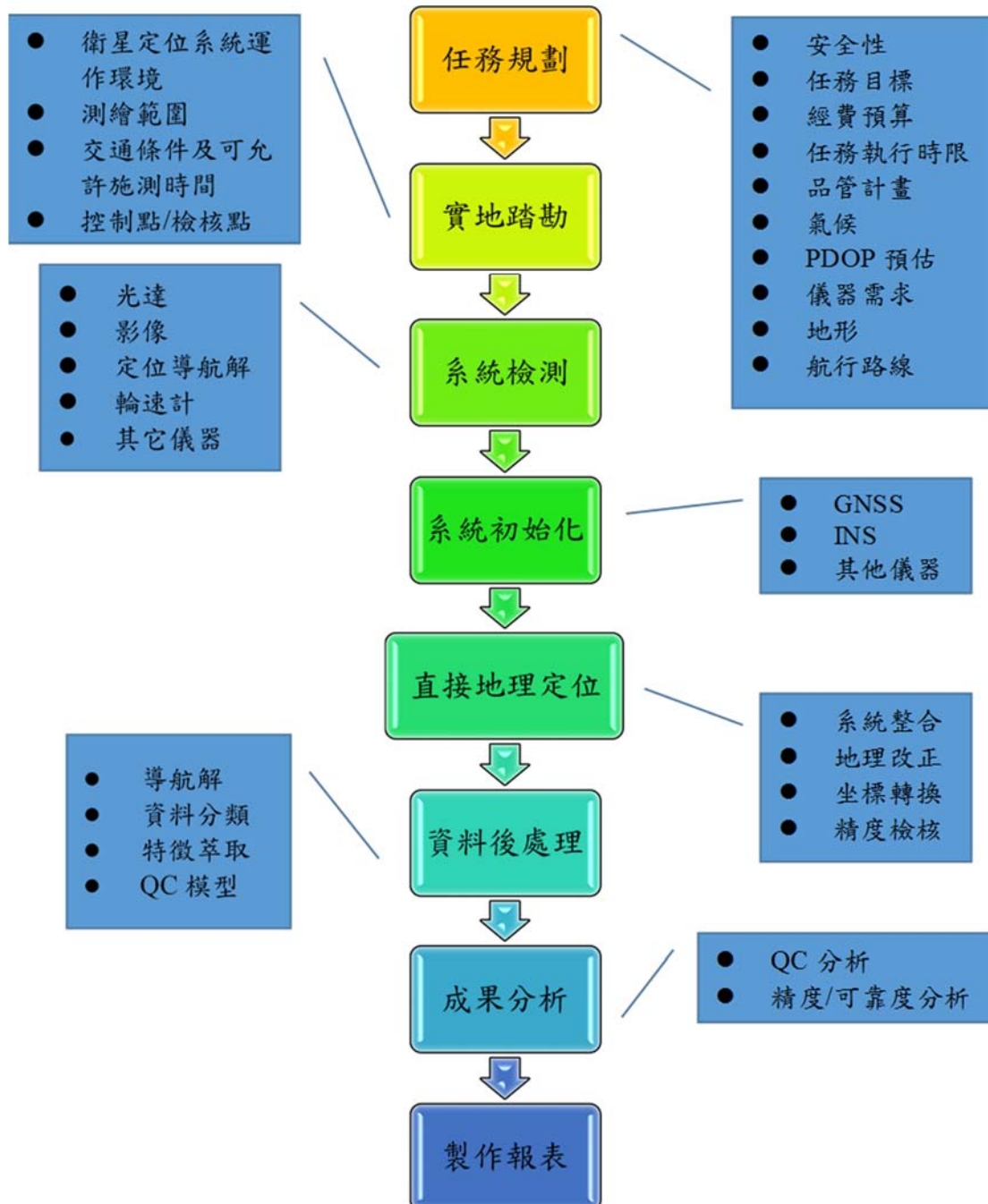


圖 2.24 一般之測繪作業程序

2.2.2.1 任務規劃

施測前，應預先規劃的項目包含施測環境的安全條件、本次任務目標、經費預算、任務執行時限、衛星定位系統運作環境、測繪範圍、交通條件及可允許施測時間等，均應符合前述建議之規範或國家相關標準，防止意外或特殊狀況發生。

測繪路線之規劃，有鑒於現有商用系統多已能提供緊耦合之解算架構，再搭配輪速計或視覺里程技術與雙系統雙頻衛星接收儀，傳統以路線各段透空程度與接收衛星顆數規劃路線之原則可以適當調整；故只要衛星數量多於二顆且其觀測量殘差無異常，則緊耦合之解算架構皆能有效提供符合規格之定位定向解以供後續應用。

2.2.2.2 實地探勘

路線規劃完成後，建議實車探勘測區路線，透過定位定向系統解算後之各狀態與品質資訊及相關作業精度需求，規劃實施地面控制點輔助之相關細節，可透過在輪速計輔助的計算模式下，整合式定位定向系統在衛星訊號脫鎖期間的定位誤差累積行為與行走距離間之關聯判斷，以系統精度行走飄移率表示(%DT)。

施測前之探勘亦須確保主站與測量地區之距離，基線長度是否在規範之條件，過長的基線可能會使成果精度低於目標精度。建議可選擇二至三處控制點架設主站，分別靠近起點及終點，除預防主站因設備或人為疏失而必須重測的風險外，亦能有效約制誤差。同時地面控制主站接收儀的規格至少要與移動站相似以確保作業品質。

2.2.2.3 系統檢測

各種用於資料收集、處理或整合調整的儀器，精度亦需要符合規範之精度等級。而在任務前皆須經過率定，以驗證系統精度，並確認無任何異常。此外，各儀器間彼此的相對關係也需率定，故除了在室內實驗室進行部分參數的率定外，組裝完成的移動製圖系統亦須透過戶外率定場進行實測率定。各類率定程序可參考 102 年度多平台製圖技術工作案的計劃報告中，「整合式定位定向子系統之率定場與測試程序」章節(江凱偉等人，2013)。多平台製圖系統測試及率定應實施之項目與流程略圖見圖 2.25，詳細內容在此不多加贅述。

測試率定實驗室	
衛星定位系統	慣性測量儀
1.系統輸出初檢 2.初始航向檢測(絕對及相對)	1.系統輸出初檢 2.初始航向檢測(絕對及相對) 3.規格絕對精度檢測 3.1 靜態多位置測試 3.2 動態多位置測試 3.3 溫度測試 3.4 阿倫變方分析
靜態測試基線場	
衛星定位系統	慣性測量儀
1.絕對定位精度驗證 2.絕對定向精度驗證 3.絕對定速精度驗證	1.絕對定向精度
動態測試平台	
衛星定位系統	慣性測量儀
1.相對定位精度驗證 2.相對定向精度驗證 3.相對定速精度驗證	(無GNSS訊號脫落及GNSS訊號脫落60秒) 1.相對定位精度驗證 2.相對定向精度驗證 3.相對定速精度驗證

圖 2.25 移動製圖系統建議率定項目

2.2.2.4 系統初始化

現有定位定向系統於進入動態定位模式之前皆需進行初始化，程序始於GNSS之初始化，大約只需花1~2分鐘，接下來進入一段約10~15分鐘的慣性導航之標準初始對準程序。

故車載系統進行初始化過程中，載體先靜止完成傳統初始對準程序後，依照矩形、L型或圓形軌跡繞行約15至20分鐘以進一步提升航向精度，結束任務時也依循上述模式反向運作。

2.2.2.5 直接地理定位

系統初始化完成後，即可開始測繪任務，包含軌跡路線與影像資料收集等等。

測繪過程需注意各感測系統間是否整合完善，運作情形是否良好。同時，若各感測器間存在坐標系統之差異，應一併記錄供後續資料後處理時之參考。施測過程間也應即時檢核資料精度，例如衛星定位系統之 PDOP 值與衛星顆數等等，並記錄以供後續軌跡解算時之參考。

2.2.2.6 資料後處理

資料解算之方式與步驟按使用軟體而異，亦不屬於本車載製圖系統作業手冊涵蓋之範疇，故本手冊僅提供關於資料收集與使用系統之建議，以及不同精度之應用需求所可能需要採取的資料演算架構。細節可參閱第四章以及過往多平台製圖技術工作案的計劃報告。

2.2.2.7 成果分析與製作報表

成果分析之方式請參閱第五章。另報表製作可能受計畫執行之目的與需求，以及各公司實務作業上之傳統影響，而存在差異，因此本手冊僅提供精度評估之建議以及建議之測繪任務檢核表。

2.2.2.8 其他應注意之事項與應變方案

若實地探勘發現測區過大不易完全使用實體地面控制站，則建議在定位定向軟體功能支援後處理虛擬主站的技術下，引入部分虛擬主站加密，同時需在實體地面控制站率定虛擬主站技術引入的系統誤差，以便進一步移除該系統誤差對定位定向解之影響。

GNSS 在市區、地下道、隧道、森林等地區仍然會受到訊號遮蔽的效應所影響，實際作業時可能遭遇到第一種狀況為使用者接收儀無法所鎖定超過 4 顆衛星，故無法獲得定位解；而第二種狀況為使用者雖鎖定超過 4 顆衛星，但其觀測量品質不佳，導致定位精度不佳。長時間的衛星訊號失鎖，在演算法部分建議透過零速更新(Zero Velocity Update, ZUPT)、零速航向約制(Zero Integrated Heading Rate, ZIHR) 及非諧合約制(Non-Holonomic Constraint, NHC)等，延長純慣性導航的支撐時間及精度。亦可以整合磁力計、輪速計、氣壓計等，約制慣性定位誤差之飄移。若安全及其他條件允許，在這些衛星訊號不良或易受遮蔽的地區，可加設檢核點以檢驗該段成果之精度。

若系統檢測時，發現儀器設備的精度資訊未知，通常可由製造商提供或經由率定驗證來獲取，並由專家或實務人員之經驗決定該儀器是否能符合成果所需的精度。國立成功大學測量及空間資訊學系建置有室內慣性感測器率定場、室內影像感測器率定場、室外多平台製圖系統率定場等，各項設施見下圖 2.26。

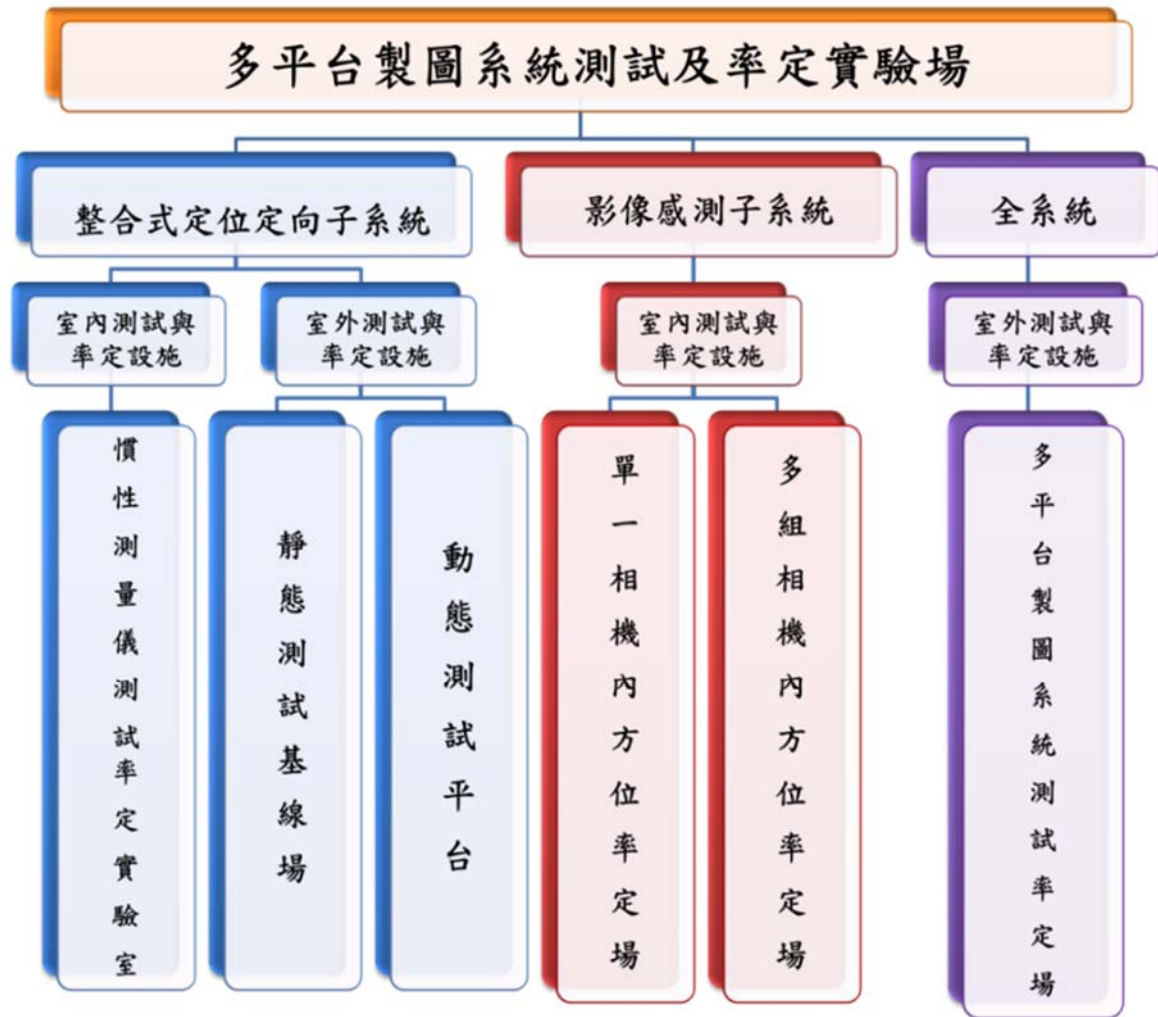


圖 2.26 國立成功大學測量及空間資訊學系建置之移動製圖系統率定設施

測繪過程中須隨時注意並記錄衛星訊號的品質，以及訊號脫落的時間和路段長度，確保慣性測量儀失去衛星訊號輔助的時間沒有超出預期，防止定位精度過低。

若採用光達等測距儀器，光達的有效距離可由儀器廠商的規格及性能分析報告書提供，點雲精度會與目標距離成反比。而使用者的精度需求則視任務目的來決定，並根據相關標準文件以及廠商與專家的建議，協助判斷任務適合之儀器規格及有效距離。資料收集應確保有重疊掃描的多餘觀測，一般建議兩個相鄰的掃描有 5% 至 15% 的重疊（掃描距離的百分比）。控制點分佈位置亦有一定考量，應盡量均勻分佈於測區。表 2.11 整理本小節文中所述之測繪過程常見的問題及建議的應變方案。前述各種應變措施具體之建議使用時機可參酌第四章之內容。

表 2.11 測繪過程常見之問題及建議的應變方案

施測常見問題	解決方法或應滿足之條件
衛星數量少於二顆或觀測量殘差異常	<ul style="list-style-type: none"> ● 緊耦合架構。 ● 輪速計或視覺里程技術。 ● 雙系統雙頻衛星接收儀。 ● 地面控制點輔助的頻率： 輪速計輔助的計算模式下，衛星訊號脫鎖期間行走 100 公尺後其定位誤差將飄移 10 公分(0.1%DT)，若精度需求為 30 公分，應實施為至少 200 公尺一次(以上述系統為例)。
主站架設及選點	<ul style="list-style-type: none"> ● 選擇二至三處控制點架設主站，靠近起終點。 ● 地面控制主站接收儀的規格要與移動站相似。 ● 若測區過大不易使用實體地面控制站，建議引入部分虛擬主站加密，同時需在實體地面控制站率定虛擬主站技術引入的系統誤差。
儀器率定及檢測	<ul style="list-style-type: none"> ● 驗證系統精度，並確認無任何異常。 ● 率定各儀器間彼此的相對關係。 ● 組裝完成的移動製圖系統亦須透過戶外率定場進行實測率定。
系統初始化	<ul style="list-style-type: none"> ● GNSS 之初始化約需 1 至 2 分鐘。 ● 慣性導航標準初始對準程序約 10 至 15 分鐘。 ● 中階戰術等級系統需手動輸入初始姿態。 ● 高階戰術等級系統應先實施靜態初始對準。 ● 導航等級系統可全程實施靜態初始對準。 ● 載體先靜止完成傳統初始對準程序後，依照矩形或圓形軌跡繞行約 15 至 20 分鐘可進一步提升航向精度，結束任務時也依循上述模式反向運作。

2.2.3 針對不同精度建議之應變作業程序

為配合不同的應用目的及精度需求，應有不同之方案解決所需的系統及測量之環境。不同的系統需求除影響成果精度外，專案耗費的成本亦是考量之一，若建置一高精度且高成本的系統但僅用於低精度之應用，不但浪費系統資源，同時也壓縮專案利潤及其他需要經費的項目。另一方面，若建立一套低成本但精度卻無法達到任務需求之系統，除專案無法完成以外，最後可能還需添購更高等級之設備，則原先設備的支出就顯得多餘且不必要。

本手冊擬依不同應用之精度需求進行分級並提出原則性的作業程序，業主再

依其應用需求搭配現行規範並參酌本手冊提出的作業程序原則落實在其相關合約中。下表 2.12 至表 2.14 分別列出針對低、中及高精度移動製圖之應用需求，國立成功大學測量及空間資訊學系建議之設備規劃、必要的施測及資料演算方式。同時國立成功大學測量及空間資訊學系也建議採用不同之演算法及輔助感測器，以彌補對成果精度不利的因子。

表 2.12 低精度移動製圖應用精度規格分類表

低精度移動製圖應用		
直接地理定位精度(3-D)		>1m
移動站及地面控制主站 GNSS 衛星接收儀規格		測量級 GNSS 單系統雙頻載波相位(GPS)
PDOP 最大值		5
最低 GNSS 衛星顆數		無限制(使用緊耦合架構)
慣性測量儀	等級	中階戰術等級
	陀螺飄移穩定性	1-5 度/小時
	加速度計飄移穩定性	1-5mg
率定		必要
採樣率		>100Hz
衛星脫落 60 秒， 無輪速計輔助 之定位定向系 統精度(1 σ)	水平定位	≤ 30 公分
	垂直定位	≤ 15 公分
	俯仰角定向	≤ 0.05 度
	航向角定向	≤ 0.1 度
無衛星脫落，無 輪速計輔助之 定位定向系統 精度(1 σ)	水平定位	≤ 5 公分
	垂直定位	≤ 10 公分
	俯仰角定向	≤ 0.03 度
	航向角定向	≤ 0.05 度
光達率定		需要
相機率定		需要
檢核點定位精度		1-1.5m
最大基線長度		8km
搭配輪速計或視覺里程技術		必要
搭配輪速計或視覺里程技術定向系統 水平定位精度(無 GNSS 輔助)		$< 0.3\%$ DT (系統精度行走飄移率)
零速更新(ZUPT)		必要
零速更新 (ZUPT) 實施頻率	GNSS 訊號通識良好區域	每十分鐘實施一分鐘
	GNSS 訊號脫鎖或品質不佳 區域	每五分鐘實施一分鐘
地面控制點輔助		必要
地面控制點輔助間隔(補點間隔= 定位精度/系統精度行走飄移率)		若要求直接地理定位精度為 1 公尺，系統行走飄移率為 0.1%，則至少每 1 公里需實施地面控制點輔助。
初始對準		手動輸入+動態初始對準(約 15 分鐘)
本表所列之 GNSS 訊號脫落條件包含下列二項：		
● 因為遮蔽效應導致可視衛星少於一顆		
● 因為可視衛星訊號不佳，刪除後導致可視衛星少於一顆		

表 2.13 中精度移動製圖應用之建議規格

中精度移動製圖應用		
直接地理定位精度(3-D)		0.3m-1m
移動站及地面控制主站 GNSS 衛星接收儀規格		測量級 GNSS 雙系統雙頻載波相位 (GPS+GLONASS)
PDOP 最大值		4
最低 GNSS 衛星顆數		無限制(使用緊耦合架構)
慣性測量儀	等級	高階戰術等級
	陀螺飄移穩定性	0.1-1 度/小時
	加速度計飄移穩定性	0.1-1mg
率定		必要
採樣率		>100Hz
衛星脫落 60 秒，無輪速計輔助之定位定向系統精度(1 σ)	水平定位	<=15 公分
	垂直定位	<=10 公分
	俯仰角定向	<=0.015 度
	航向角定向	<=0.05 度
無衛星脫落，無輪速計輔助之定位定向系統精度(1 σ)	水平定位	<=3 公分
	垂直定位	<=5 公分
	俯仰角定向	<=0.01 度
	航向角定向	<=0.015 度
光達率定		需要
相機率定		需要
檢核點定位精度		0.3m-1m
最大基線長度		8km
搭配輪速計或視覺里程技術		必要
搭配輪速計或視覺里程技術定向系統 水平定位精度(無 GNSS 輔助)		<0.1% DT (系統精度行走飄移率)
零速更新(ZUPT)		必要
零速更新(ZUPT) 實施頻率	GNSS 訊號通識良好區域	每十分鐘實施一分鐘
	GNSS 訊號脫鎖或品質不佳區域	每三分鐘實施一分鐘
地面控制點輔助		必要
地面控制點輔助間隔(補點間隔= 定位精度/系統精度行走飄移率)		若要求直接地理定位精度為 0.3 公尺，系統行走飄移率為 0.05%，則至少每 0.6 公里需實施地面控制點輔助。
初始對準		靜態(約 5 分鐘)+動態(約 10 分鐘)
<p>本表所列之 GNSS 訊號脫落條件包含下列二項</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 因為遮蔽效應導致可視衛星少於一顆 ● 因為可視衛星訊號不佳，刪除後導致可視衛星少於一顆 		

表 2.14 高精度移動製圖應用之建議規格

高精度移動製圖應用		
直接地理定位精度(3-D)	<0.3m	
移動站及地面控制主站 GNSS 衛星接收儀規格	測量級 GNSS 雙系統雙頻載波相位 (GPS+GLONASS)	
PDOP 最大值	3	
最低 GNSS 衛星顆數	無限制(使用緊耦合架構)	
慣性測量儀	等級	中階導航等級
	陀螺飄移穩定性	0.01-0.1 度/小時
	加速度計飄移穩定性	50-100ug
率定	必要	
採樣率	>100Hz	
衛星脫落 60 秒，無輪速計輔助之定位定向系統精度(1 σ)	水平定位	≤ 5 公分
	垂直定位	≤ 5 公分
	俯仰角定向	≤ 0.005 度
	航向角定向	≤ 0.01 度
無衛星脫落，無輪速計輔助之定位定向系統精度(1 σ)	水平定位	≤ 3 公分
	垂直定位	≤ 5 公分
	俯仰角定向	≤ 0.002 度
	航向角定向	≤ 0.005 度
光達率定	需要	
相機率定	需要	
檢核點定位精度	<0.3m	
最大基線長度	5km	
搭配輪速計或視覺里程技術	必要	
搭配輪速計或視覺里程技術定向系統水平定位精度(無 GNSS 輔助)	<0.05% DT (系統精度行走飄移率)	
零速更新(ZUPT)	必要	
零速更新(ZUPT) 實施頻率	GNSS 訊號通識良好區域	每十分鐘實施一分鐘
	GNSS 訊號脫鎖或品質不佳區域	每二分鐘實施一分鐘
地面控制點輔助	必要	
地面控制點輔助間隔(補點間隔=定位精度/系統精度行走飄移率)	若要求直接地理定位精度為 0.2 公尺，系統行走飄移率為 0.01%，則至少 2 公里需實施地面控制點輔助。	
初始對準	靜態(約 15 分鐘)	
<p>本表所列之 GNSS 訊號脫落條件包含下列二項</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 因為遮蔽效應導致可視衛星少於一顆 ● 因為可視衛星訊號不佳，刪除後導致可視衛星少於一顆 		

2.2.4 檢核機制

(a) 平台定位技術自我檢核方法

自我檢核機制(QC)為系統發生 GNSS 週波脫落、GNSS 訊號斷訊、INS 飄移造成的誤差累積等情況時，利用警告系統所訂定合理的誤差範圍，做為平台定位技術自我檢核方法。表 2.15 所示為車載移動製圖系統誤差來源與大小，由系統運作時所儲存的 INS/GNSS 等不同感測器資料，經過計算後有多少比例的資料達到合理的精度範圍，驗證系統是否正常運作 (江凱偉等人，2011)。

表 2.15 車載移動製圖系統誤差來源與大小(El-Sheimy, 1996)

誤差來源	預估大小	對 δr_i^m 影響
INS/GNSS 位置誤差	2-10 公分	2-10 公分。
INS/GNSS 姿態誤差	1-5 arcminutes	實際距離 30 公尺約 1-4 公分。
率定誤差 δR_s^b	1-3 arcminutes	實際距離 30 公尺約 1-2.5 公分。
率定誤差 δa^b	0.1-0.3 公分	實際距離 30 公尺約 2-6 公分。
目標物位置與幾何誤差 δr^S	0.5 pixel	實際距離 7 公尺時約 0.5 公分，實際距離 30 公尺時約 2.5 公分。
目標物位置與幾何誤差 δS^i	0.5 pixel	實際距離 7 公尺時約 2.5 公分。實際距離 30 公尺時約 16 公分。
同步誤差 $V\delta T$	1-2 msec	當時速 60 公里時約 1.8-3.6 公分。
同步誤差 $\omega\delta T$	1-2 msec	當 ω 為每秒 30 度時存在 1.8-3.6 arcmin 的影響(實際距離 30 公尺時約 1.5-3 公分)。

(b) 影像量測及率定之自我檢核機制

利用自我檢核機制做為影像率定考量，能夠得到新的外方位參數，圖 2.27 為自我檢核機制與整合式感測器定向(ISO)流程比較圖。以下為自我檢核機制流程：

- 直接地理定位系統剩餘誤差最小化，包含軸角與相機參數。
- 透過多餘的軸角值與檢核點(check point)驗證直接定位系統。
- 偵測率定誤差，包含 IMU/影像感測器的固定臂與系統同步問題。
- 當自我檢核區域內存在已知地面控制點時，偵測出錯誤的基站坐標及當地基準平移誤差。

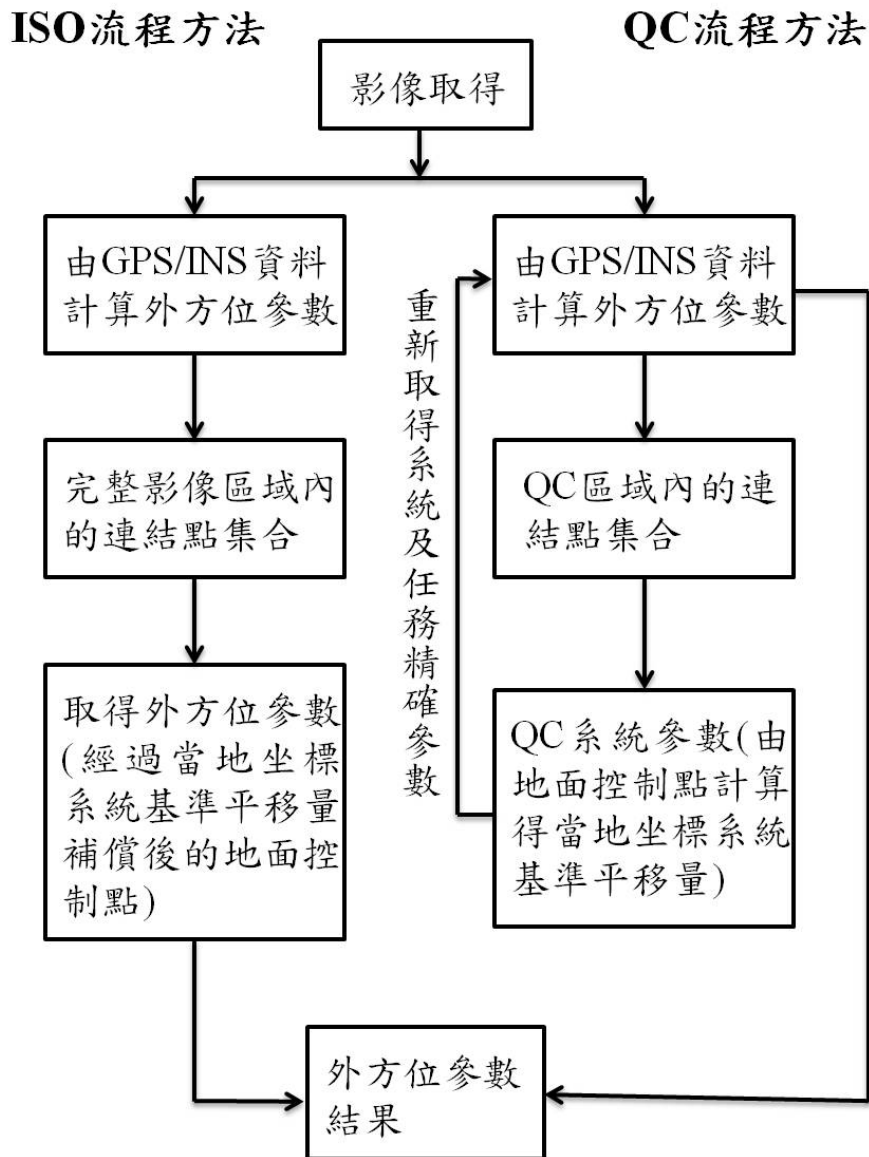


圖 2.27 QC 與 ISO 流程比較

(c) 檢核點精度分析

檢核點直接地理定位精度分析是驗證多平台移動製圖系統精度最直觀之方法，即系統精度的定量分析(QA)。表 2.16 則為本系發展之鷹眼平台在檢定場直接定位能力之各項驗證指標範例，項目包含最大及最小定位誤差、平面及垂直方向定位誤差以及均方根誤差(RMSE)。而另一種統計方式則為直接定位誤差圖與直方統計圖。圖 2.28 為各檢核點與真值之差值範例圖，折線分布圖中點與點間並無關係(依點號順序排列)，連線僅為易於分析系統直接定位能力變動情形。圖 2.29 則是顯示所有檢核點之定位精度的統計範例圖。

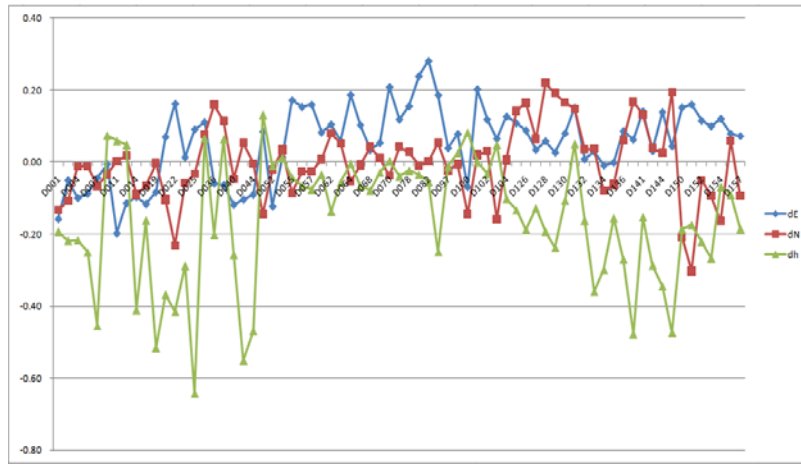


圖 2.28 系統直接定位成果與各檢核點坐標差異(縱軸單位：公尺)

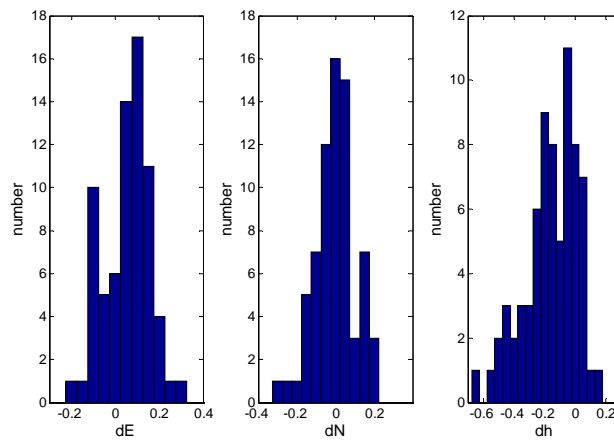


圖 2.29 系統直接定位成果與各檢核點坐標差異直方統計圖(橫軸單位：公尺)


表 2.16 系統直接定位能力驗證

	東(公尺)	北(公尺)	橢球高(公尺)
數量	71		
平均值	0.051	-0.002	-0.159
標準差	0.103	0.103	0.174
均方根誤差	0.115	0.102	0.234
平面誤差	0.154		
高度誤差			0.234
三維	0.280		

2.2.5 成本分析

企業執行專案的最終目的不外是營利，而目前之硬體精度及價格，使得建構一套移動製圖系統之成本並不低廉。因此如何在專案精度需求、專案經費、公司未來發展方向及移動製圖系統間，決定一套適合的投資及建置方案就顯得相當重要。下表 2.17 列出執行移動測繪任務可能的花費成本，並比較不同項目的花費比例。

表 2.17 成本預估表範例

類型	內容	花費比例	備註
設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 光達 ● 慣性測量儀 ● 衛星定位系統 ● 相機 ● 主站設備/維護 		<ul style="list-style-type: none"> ● 與精度或解析度需求有關 ● 系統率定成本亦可能須納入考量
車輛	<ul style="list-style-type: none"> ● 購買租借費用 ● 車輛維護 ● 油資 ● 保管費 		<ul style="list-style-type: none"> ● 改裝費用視精度需求而異
人	<ul style="list-style-type: none"> ● 駕駛薪資 ● 操作員薪資 ● 地面控制測量 		<ul style="list-style-type: none"> ● 取決於測繪範圍大小
交通	<ul style="list-style-type: none"> ● 交通旅費 ● 餐飲雜費 		
資料處理	<ul style="list-style-type: none"> ● 軟體版權 ● 人員訓練 ● 資料儲存維護 		

2.2.6 核表單

建議施測檢核表，如表 2.18 所示。

表 2.18 建議施測檢核表(NCHRP, 2013)

任務開始前	
計畫負責人/主持人	
計畫測繪目標	
地圖/圖資單位(unit)	
坐標系統	
儀器率定	
儀器使用規劃	
安全規劃	
路線規劃	
地控點輔助頻率	
零速更新實施頻率	
航速預估	
控制網/主站規劃	
衛星透空度與 PDOP 預估	
檢核點規劃	
任務施測後	
衛星定位系統精度報告[含 DOP 值、觀測衛星顆數、定位精度等]	
慣性測量儀精度報告[含衛星訊號脫落時純慣性定位精度、IMU/GNSS 整合定位精度及其誤差圖等]	
檢核點直接地理定位精度報告[含誤差圖、精度統計表]	

2.3 整體車載製圖系統規劃建議與成本分析

車載移動遙測製圖系統整合的定位定向感測器可能包括 GNSS 接收儀、INS 及航位推算(Dead Reckoning, DR)感測器等，觀測感測器系統則可以是相機、攝影機、多光譜掃描儀或雷射掃描儀(Laser Scanner)。鑒於多平台製圖系統可適用的各式測量與非測量領域空間資訊蒐集之應用相關廣泛，若按照應用的使用者精度需求分級可分類如表 2.10。車載移動製圖系統為因應不同應用目的之精度需求，須搭配對應精度等級的硬體設備。而針對製圖應用中，各種用於資料收集、處理或整合調整的儀器，其精度都需要符合規範之精度等級，以確保測繪製圖結果之精度能達到業主或國家規範的要求。儀器設備的精度資訊可由製造商提供

或經由率定驗證來獲取，並由專家或實驗者之實地經驗決定該儀器是否能符合成果所需的精度。表 2.19 提供部分車載移動製圖系統可搭載之相關設備及整合架構。

表 2.19 車載移動製圖可搭載之相關設備及使用之架構


系統設備	相關類型
數位影像系統	(1) 像幅式數位相機 (2) 多光譜線掃描儀 (3) 光達
高精度定位定向系統	(1) 衛星定位系統： ● 單星系或多星系 ● 單頻或雙頻 (2) 慣性測量儀： ● 微機電、戰術、導航及戰略等級
多系統融合定位定向演算法	(1) 鬆耦合、緊耦合會混合式架構 (2) 各種濾波器及平滑器
輔助感測器	(1) 輪速計 (2) 氣壓計 (3) 磁力計 (4) 視覺里程計
電力系統	(1) 純電池供電 (2) 具線上回充能力之電力系統 (3) 發電機
感測器支架系統設計	(1) 平台式 (2) 高架式 (3) 平台加高架式 (4) 快拆式
資料擷取系統	(1) 筆電 (2) 工業電腦 (3) 一般個人電腦
載台	(1) 轎車 (2) SUV (3) 箱型車 (4) 貨卡車

故本案將依照表 2.13 所列之中精度應用(0.3~1 公尺)，參酌國內外發展現況與軟硬體取得成本，針對該需求提出相對應的整體車載移動製圖系統之軟硬體規劃，與相對應的成本分析以利未來發展之參考。以下之成本為以自行組裝為前

提所估算的，累計總金額應該會比商用全系統低至少 30%。

就數位影像系統而言，目前影像感測器技術有 CCD 與 CMOS(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor)。CCD 影像感測器大都需要多組電源來驅動，電源設計相當複雜，也比較耗電；CMOS 影像感測器只需單一電源即可驅動，可簡化電源設計的複雜度，並可較 CCD 影像感測器省電，對可攜式的電子產品而言，CMOS 影像感測器的這個優點就相當吸引人。市場上的 CMOS 與 CCD 工業級相機在同一種規格下至少相差一倍，但目前市場上的 CMOS 級工業相機就本團隊的實測成果顯示其影像有畸變與色差的問題，在動態測試的環境下影像品質不夠穩定，所以建議選用 CCD 等級的工業相機。至於規格考量相機驅動訊號精度、影像拍攝與儲存及精度需求等因素，建議採用 500 至 800 萬畫素即可，畫素過高有影像拍攝與儲存時間延遲的問題，至於此類規格的工業相機單價約在新台幣 8 萬元至新台幣 15 萬元之間。

若有全景影像需求，市面上也有現成的全景相機可以選購，每台相機畫素從 300 萬到 500 萬都有，共有至少 6 台相機提供 360 度之全景影像，此類相機一組約在新台幣 50 萬元至新台幣 80 萬元間，而單眼相機就不適用這類高用量的應用。目前的商用車載移動光達系統皆採全系統(含定位定向系統、光達、相機、快拆支架、電源與資料擷取與處理軟軟體)販售，如前述，目前國內至少有四套車載光達系統在運作，全系統要價約在 4 千萬以內，其使用的光達感測器規格可參考他們的型錄，在此就不予贅述。本團隊曾嘗試將現有的地面光達整合到本系現有的車載系統，但原廠的授權費太高，所以目前暫緩執行。本團隊目前評估中的替代光達感測器為美商 Velodyne 的 HDL-64E，規格如圖 2.30 所示，目前已獲得國外原廠技術支援的承諾。



Specifications	
Sensor:	<ul style="list-style-type: none"> • 64 lasers/detectors • 360 degree field of view (azimuth) • 0.08 degree angular resolution (azimuth) • 26.8 degree vertical field of view (elevation) -+2 up to -24.8 down with 64 equally spaced angular subdivisions (approximately 0.4) • <2 cm distance accuracy • 5-15 Hz field of view update (user selectable) • 50 meter range for pavement (~0.10 reflectivity) • 120 meter range for cars and foliage (~0.80 reflectivity) • >1.3 M points per second • Operating temperature - 10° to 50° C • Storage temperature - 10° to 80° C
Laser:	<ul style="list-style-type: none"> • Class 1 - eye safe • 905 nm wavelength • ~10 ns pulse width • Dynamic laser power selection for larger dynamic range
Mechanical	<ul style="list-style-type: none"> • 15V ± 1.5V @ 4 amps • <29 lbs. • 10" tall cylinder of 8" OD radius • 300 RPM - 900 RPM spin rate (user selectable) • Environmental Protection IP67
Output	<ul style="list-style-type: none"> • 100 MBPS UDP Ethernet packets

圖 2. 30Velodyne 的規格(摘自 <http://velodynelidar.com/>)

該硬體規格或許不若上述測量級的商用系統，但因為它的硬體架構開放性高，若是縮短掃描距離，還是可以符合前述中低精度的應用領域，這類精度的市場需求佔空間資訊領域的七成至八成。目前所有的 Google 自走車與國外許多自行研發車載光達系統之機構皆使用這個型號的光達感測器進行環境感知與測繪之應用，其售價約在台幣 4 百萬。其他類似的光達感測器有 Faro focus 3DX300 與 ZF 9012 等產品，其規格請參考該公司網站，在此不予贅述。

定位定向系統的需求可參酌表 2.12 所建議之規格，以中精度的需求而言，此類系統的單價含輪速計、多星系多頻載波相位 GNSS 接收儀與高階戰術等級慣性測量儀應該在新台幣 300 萬元至新台幣 400 萬元之間，若是自行設計與組裝的系統，單價可進一步減低至新台幣 250-350 萬元之間，細節可參考(江凱偉等人，2011)。採購此等級的儀器需留意美國國務院輸出許可的問題，原則上若是歐洲與其他國家自行產製的 IMU 就無此困擾，歐洲與加拿大的輸出許可對民用需求較為寬鬆，中國對 0.5 度/時等級以上的 IMU 實施更嚴格管制。美國國務院的出口許可審核時間一般耗時約半年至一年，只要使用到管制清單內的感測器元件就需申請。非經正常管道取得的系統易衍生法律問題，這點需特別留意出進口文件的完整性，對於從事自主研發的業者而言，引進這些系統需註明支援原始觀測資料之選項。

目前的商用定位定向演算法應該都已經提供緊耦合演算法架構，唯部分公司的軟體只支援該公司的硬體，反之亦然，採購軟硬體需特別留意軟硬體對原始觀測資料之支援性，此類軟體一般在新台幣 50 萬元到新台幣 100 萬元之間，保固期滿後每年授權維護費約新台幣 15 至 20 萬元，定位定向演算法的詳細討論可參考(江凱偉等人，2011)。

輔助感測器部分可以選用氣壓高度計、輪速計輔助，單價都在新台幣 20 萬元之內，唯需確認原廠支援此類輔助感測器之資料擷取，但自行組裝之系統不在此限。輪速計有外接式，即在輪圈外加輪轉感測器，此類設計優點為安裝簡單但其缺點容易遺失，本團隊與國內廠商自行開發出內接式的輪速計，成本低但需要專業的安裝服務，成本較國外系統便宜近半，目前國內有三套車載系統使用這型號的輪速計，累計里程已超過上千公里，精度與外購系統相似，但節省後勤成本。

電力系統需精確估算各感測器的耗電量，再多加一些保險值，故建議至少需提供 2000 瓦以上的電力才能讓系統平順地運作，由於車載移動製圖平台上裝置大量感測器、電腦及相關輔助設備，故載體本身所提供之電源並無法符合需求，必須改善電力系統。表 2.20 為系統之電力估計範例，圖 2.31 則是通用電力系統範例，於車子運行時自動充電，不需另行充電。此類設計的缺點是電源干擾需妥善處理，否則會影響系統正常運作，此類電源系統含施工約在新台幣 10 萬元之內。若是採純電瓶供電也是可行的方案，為須留意監測電流與定期更換電瓶，此類方案現在有更佳的選擇，美加的知名研究機構在設計自走車時直接選用油電車以避免此類的問題，外接的發電機因有噪音、振動與空氣汙染問題故不適用在

此類的用途。自行研製車載系統時電源系統扮演重要的角色，其中妥善處理各感測器的干擾問題為最重要的一個環節。

表 2.20 系統耗電估計範例(李育華，2010)

設備	使用電量(瓦)
控制電腦(2+1)	700
Lidar(2)(預期裝置)	10
CCD 相機(8)	240
電源轉換器	110
IMU	30
GNSS	80
控制器	30
GPS 航向儀	100
輪速計	30
氣壓高度計	20
保留	1150
總計	2500

支架系統之設計若以率定及操作觀點，尤以平台式設計為佳，目前有些系統使用高架設計以提供更完整的全景影像，此時要留意車的重心以維持行車安全，目前國內廠商的施工報架含料在新台幣 10 萬元至新台幣 20 萬元之間，取決支架之結構。同時留意快拆式的設計以符合驗車的相關規定。目前商用系統皆採快拆式設計，細節為各家專利，但基本原則是把各感測器集中配置在一個精密設計的支架平台，而這個平台可以輕易地與車頂支架結合與分解。此種設計的優點是所有的感測器相對關係維持不變，使用者不須因拆卸儀器支架衍生重新率定的問題，同時也能彈性的選擇作業載台以配合不同作業需求。但考量支架的穩固性，快拆式的設計就不適用高架式的平台。



圖 2.31 移動式製圖系統通用電力設計

2.4 持續調查國內多平台製圖系統之作業能量

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域皆得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成國內多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時，所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估系統是否能達到作業需求之精度。同時因此類系統整合諸多昂貴的感測器與相當複雜的資料處理模組，國外儀器製造商所提供的教育訓練課程與建議的作業程序多半是從他們系統發展過程中所得之經驗彙整。但國外系統測試的環境有別於台灣，且還須考慮系統整合等議題。

所以原廠建議的方法並不一定適合台灣的現況。故在前述多平台製圖系統測試及率定實驗室架構下，邀請國內外多平台製圖系統領域的專家以辦理座談會或研習會方式進行定期授課與線上問題諮詢的方式，與國內業者與公務機關分享多平台製圖系統的實務經驗與基本的理論，同時能更進一步提供這類系統國內外之未來發展趨勢，並建構國內多平台移動製圖系統的硬體規格與作業程

序等共識，落實於手冊的內容。

今年度針對國內多平台移動製圖系統現有作業能量進行擴大規模之普查，不僅是國內空間資訊企業生存發展的需要，也是延伸空間資訊與多平台移動製圖系統發展對國家經濟發展與社會民生的貢獻，從而實現國內多平台移動製圖系統事業和空間資訊產業的永續發展。今年度完成了如下之工作項目：

1. 國內多平台移動製圖系統業者名單清查。
2. 國內多平台移動製圖系統業者背景統計分析，
3. 國內多平台移動製圖系統業者問卷調查
4. 國內多平台移動製圖系統公務機關問卷調查

此調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，對於多平台移動製圖系統所需的支援與輔導，調查方法將採用紙本問卷與線上問卷的方式進行，於回收後進行彙整分析，供主管機關參考與本計畫後續工作項目參考之用。問卷之內容涵蓋下列項目：

1. 產業面向：調查廠商對於多平台移動製圖系統的認知以及對產業衝擊的看法。
2. 資源面向：調查廠商擁有的多平台移動製圖系統資源。
3. 產品面向：調查廠商應用多平台移動製圖系統的方式。
4. 環境面向：調查廠商運用多平台製圖系統的經費來源管道。
5. 發展面向：調查廠商期望學界與政府單位提供的支援機制。

問卷調查方式之需求分析工作流程見圖 2.32 所示。

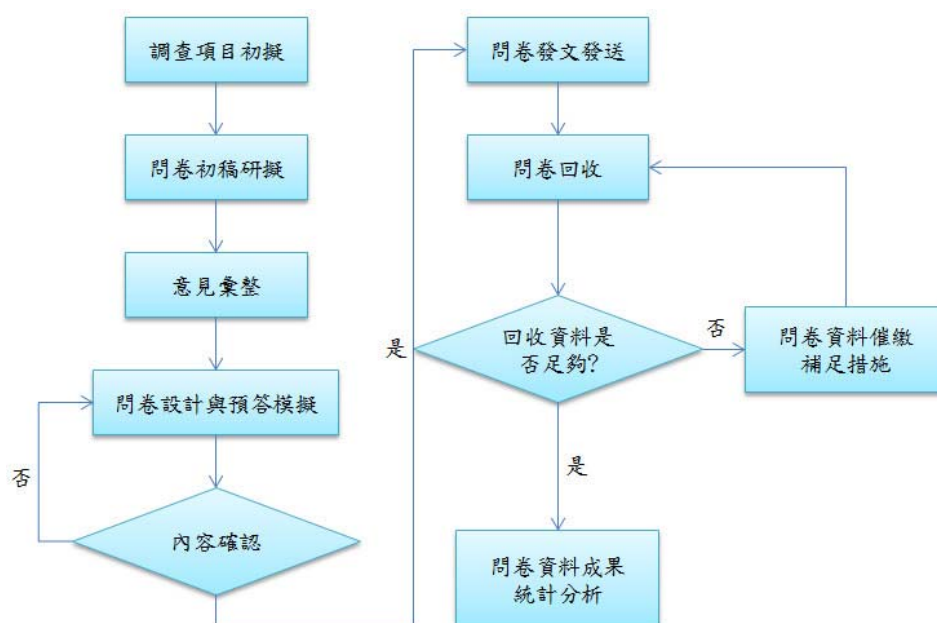


圖 2.32 問卷調查方式之需求分析工作流程

調查對象將聚焦在以潛在或有使用多平台移動製圖系統之業者與公務機關為調查對象，了解實際應用上的需求與建議。另外，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者及國內產製導航圖資之業者。測繪業者之地域分布見下圖 2.33。

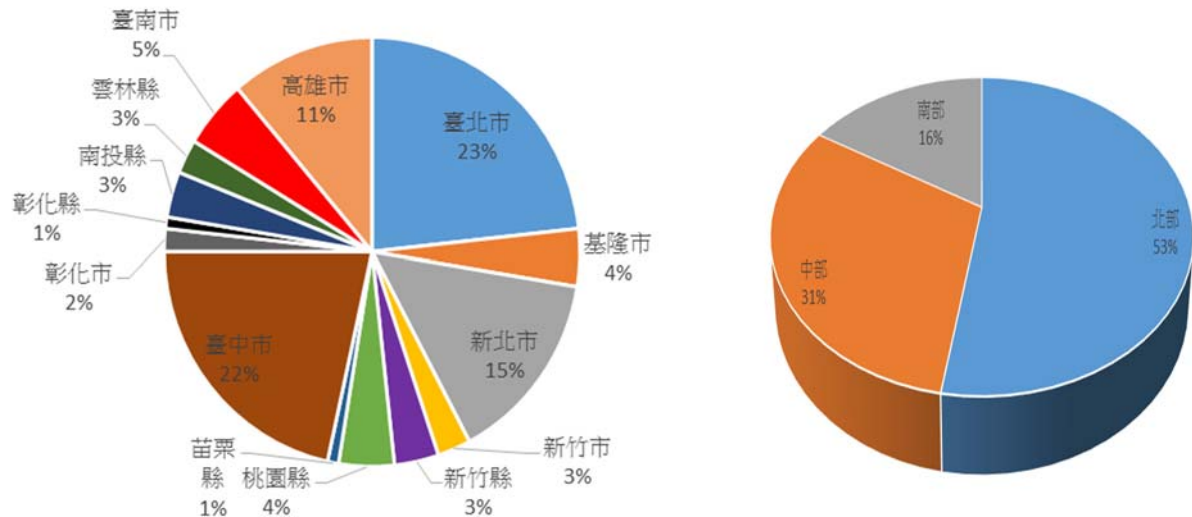


圖 2.33 問卷調查之廠商地域分布分析

本次問卷第一階段廠商調查之資料收集始於 103 年 6 月 27 日，止於 103 年 7 月 11 日，附錄 1 所示為「國內多平台移動製圖系統業者調查表」，測繪業者數目，臺灣地區核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者 109 家，以及於公共工程委員會申領執業執照之測量技師所屬公司，共 119 家業者。其中歇業或停業之 11 家業者不在調查對象內，同時本次問卷也發文國內產製導航圖資之業者共 8 家，因此發文調查之對象總共 116 家業者。另外也一併提供線上問卷之網址，供廠商擇一填答。問卷調查測繪業者清冊如附錄 2 所示。但因此次調查回收率不到 2 成，故在第二階段舉辦實務座談會時又針對與會者進行第二次的問卷調查，相關內容將於後續章節說明。

2.4.1 國內多平台移動製圖系統業者與公務機關調查

此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，並建立基本統計資料，以提供各界經營決策之參考。調查方法將採用個案訪談實調方式進行，並輔以問卷方式輔助調查，個案訪談實調方式具體調查對象將聚焦在以潛在或有使用多平台移動製圖系統之業者與公務機關為調查對象，了解實際應用上的需求與建議。另外，今年度辦理多平台移動製圖系統實務座談會過程中，已邀請國內九間主要應用多平台移動製圖系統進行測繪業務相關之民

間公司進行專題演講，於座談會中充分參與討論溝通多平台移動製圖系統，並分享他們的案例與對多平台製圖技術之優缺點之看法。而問卷調查方式之調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

● 業者個案訪談調查

業者個案訪談實調方式之調查方式，實際調查日期為 103 年 10 月 24 日。表 2.21 為為受訪者業界列表，而具體調查項目如下：

■ 訪談單位：

- (1) 中興測量有限公司。
- (2) 詮華國土測繪有限公司。
- (3) 迅聯光電有限公司。
- (4) 自強工程顧問有限公司。
- (5) 群立科技股份有限公司。
- (6) 經緯衛星資訊股份有限公司。
- (7) 日陞空間資訊有限公司。

■ 訪談議題：

- (1) 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。
- (2) 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。
- (3) 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。
- (4) 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。
- (5) 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。
- (6) 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。
- (7) 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。
- (8) 瞭解企業實施多平台移動製圖系統應用計劃的成效。
- (9) 企業對多平台移動製圖系統經營之困難情形及未來經營策略。
- (10) 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。
- (11) 無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。

(12) 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。

(13) 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供關鍵性技術諮詢與服務資源。

表 2.21 業界個案訪談受訪者列表

單位	姓名	職稱	訪談日期
中興測量有限公司	林志交	經理	2014/10/24
詮華國土測繪有限公司	彭德熙	航測部經理	2014/10/24
迅聯光電有限公司	楊丞勳	總經理	2014/10/24
自強工程顧問有限公司	李明軒	測量技師	2014/10/24
群立科技股份有限公司	楊進雄	測量技師	2014/10/24
經緯衛星資訊股份有限公司	羅正方	總經理	2014/10/24
日陞空間資訊有限公司	游勳喬	總經理	2014/10/24

業界個案訪談報告詳如附錄 3 所示，這些業者的作業能量皆充分呈現在他們所做的案例分享，同時業者也在座談會中反映需要公務機關持續協助推廣相關技術到傳統與非傳統空間資訊的公務機關與民間業者，期擴大空間資訊技術的市場，同時也論及制定作業程序的相關議題。在訪談表中，我們整合業者對於多平台移動製圖的看法與訪談表內容，逐項來看，在對於研擬多平台移動製圖的標準作業上，各家業者都表示贊成。認為標準化程序有助於推動專案進行與多平台製圖技術的發展。但也有業者對於在制定標準化前也必須在製圖規範上先下功夫。而技術諮詢方面，也希望能提供協助，在投入多數金錢與載台與儀器上，也希望有足夠的人才與技術協助。

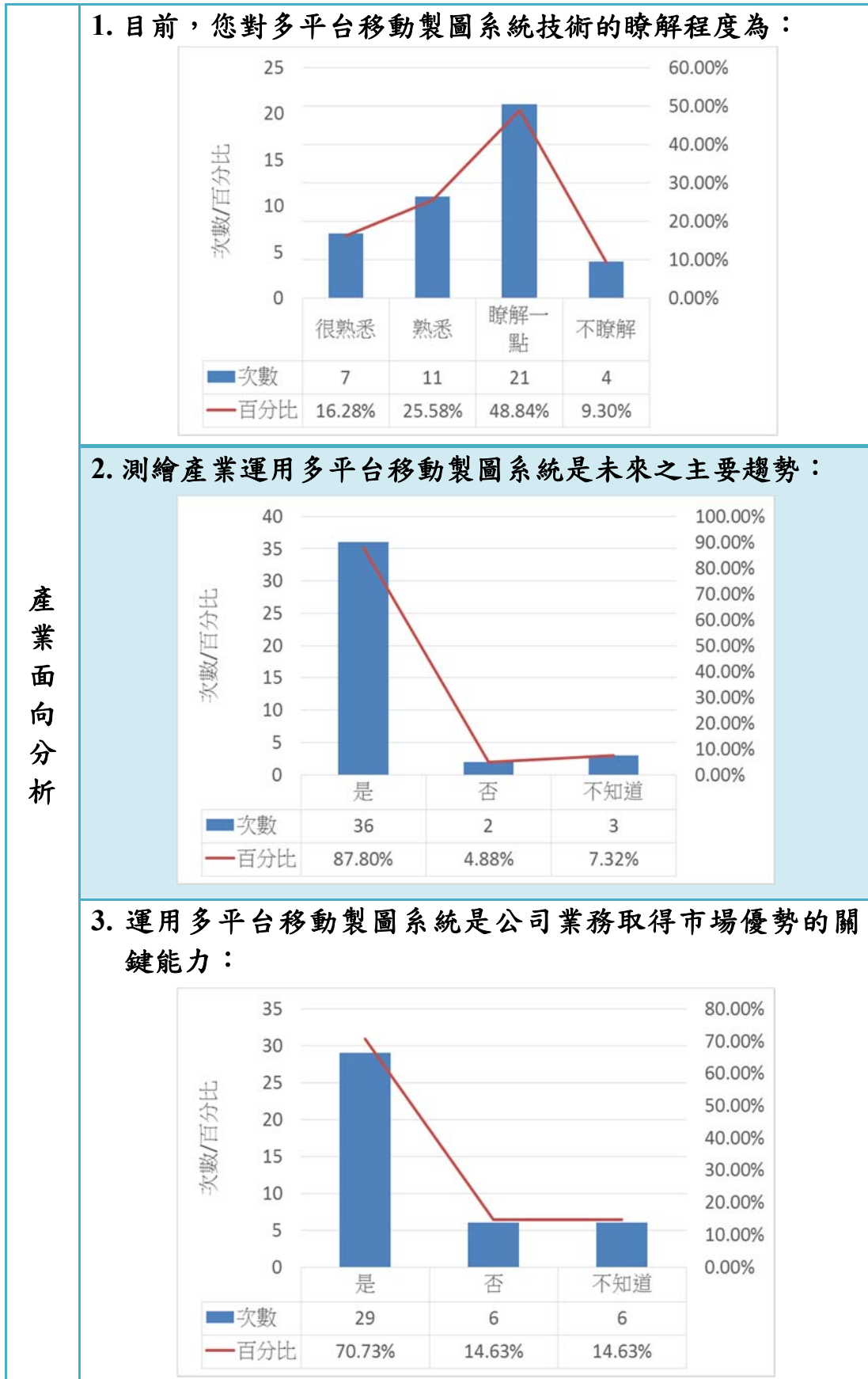
而在業務與產品市場所面臨的困境上，有業者提到產品性價比對於公家是合理，但是對於業界來說則是有所虧損，提出了政府工程減少與市場飽和等等意見。對於多平台移動製圖應用的看法上，幾乎全部業者都是表示支持，希望能夠有效的推廣與應用。而企業實施多平台移動製圖的成效中，可以有效節省測繪時間，並且有助於與國際接軌，甚至推廣技術到各世界上。另一方面考量到系統經營之困難與為來策略中，多數業者提到儀器的價格與維護多數仍嫌昂貴，認為政府應該多提供輔助與重視在這塊領域上。在推動創新與研發的困難項目來看，業者提出了多項問題，如機電整合能力短缺，整合系統的開發，與相關人才的訓練上都是需要政府輔助。最後的建議與需求中，大多數業者皆提到 SOP 的標準化流程與推廣活動是必需的，在台灣的 MMS 領域中，希望訂定長遠計畫來逐一實

現，列為國家計畫中，在產學與政府計畫上，藉此培育人才與相關技術。

2.4.2 問卷調查

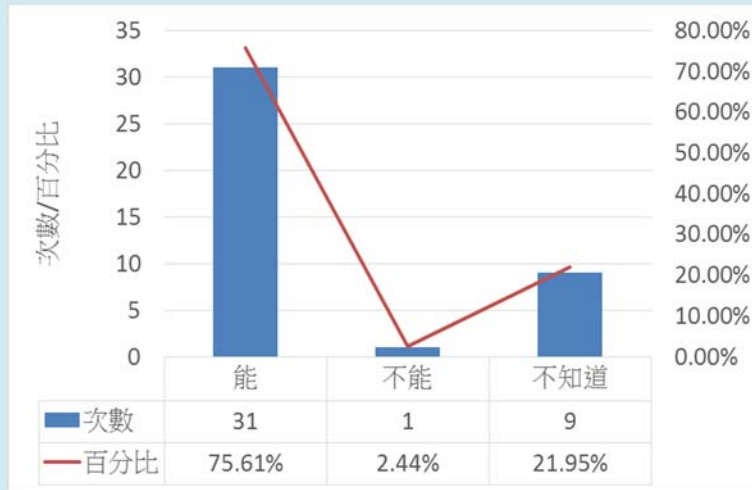
此項調查之目的為瞭解當前國內非執掌空間資訊與測繪業務之機關使用多平台移動製圖系統之可行性，並推廣多平台製圖技術之非空間資訊領域應用，希望藉由本問卷了解公務機關對多平台移動製圖系統的應用需求並提供所需之背景資訊。本次問卷調查方式之資料收集，測繪業者共發送 116 份，最終完成測繪業者有效回收樣本 42 份，無效問卷 1 份(回覆內容不完整)，公務機關發送 18 份，有效回收樣本 9 份，詳細資料如附錄 4 所示。國內多平台移動製圖系統業者調查表統計分析結果如表 2.22 所示。國內多平台移動製圖系統公務機關調查表統計分析結果如表 2.23 所示。

表 2.22 國內多平台移動製圖系統業者調查表統計分析結果

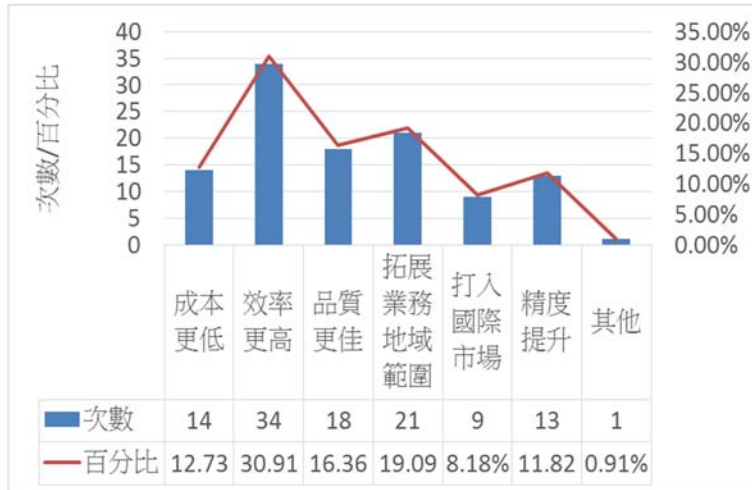


產業面向分析

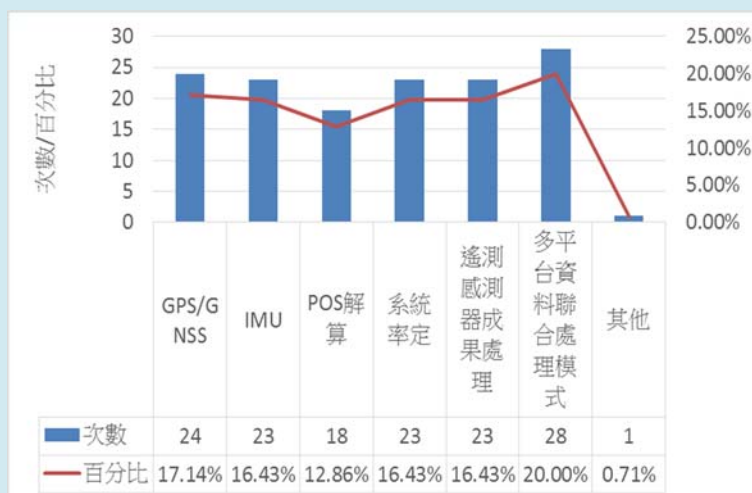
4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值：



5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項)：

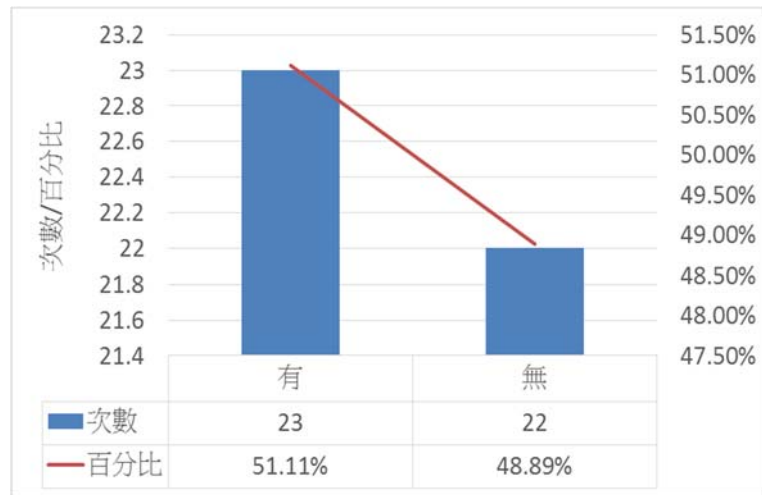


6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項)

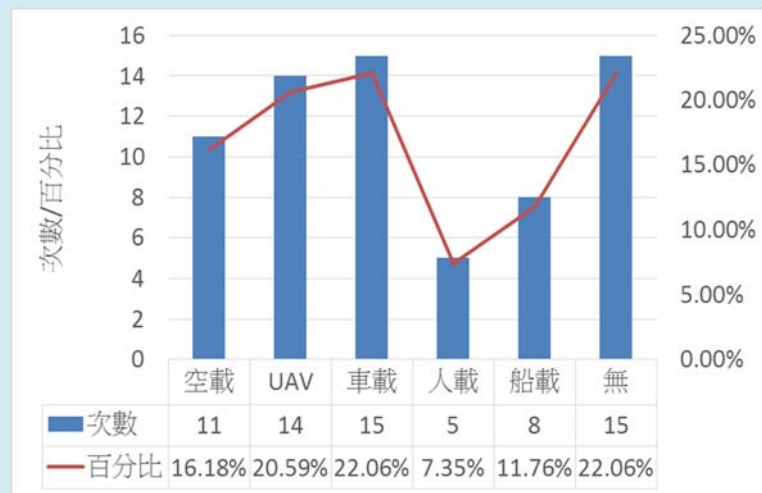


資源面向分析

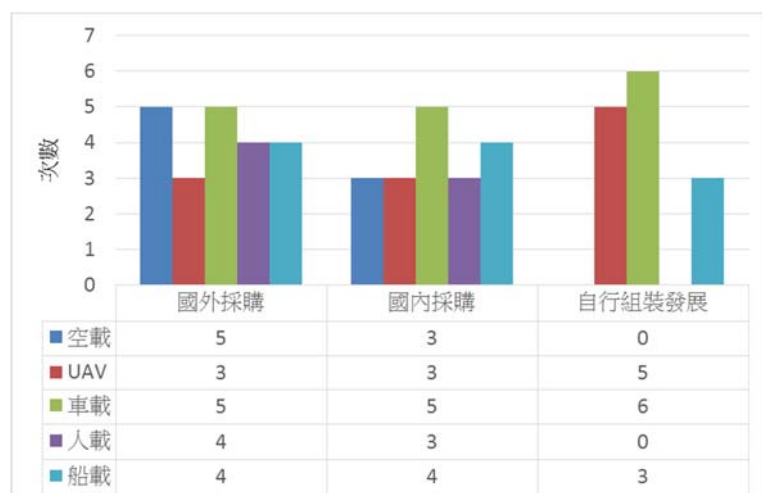
1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務：



2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)：



3. 移動製圖系統取得方式：

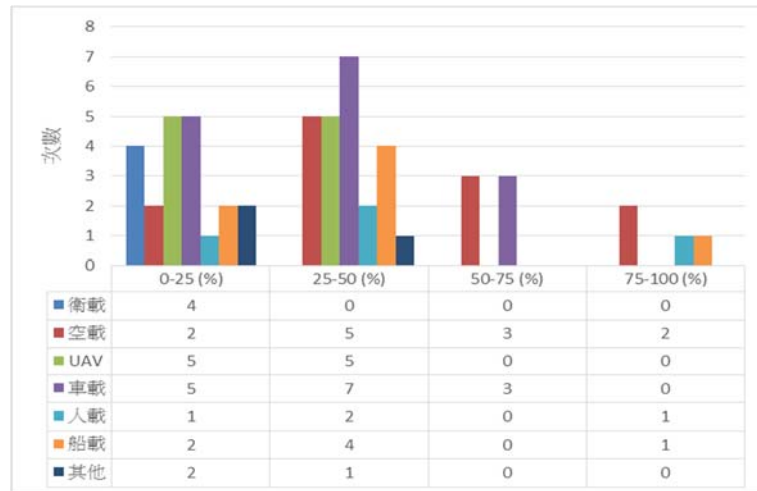


資源
面
向
分
析

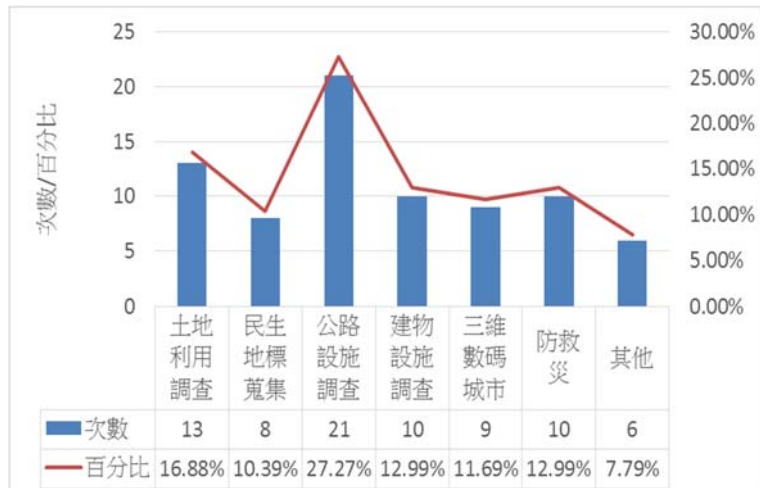
4. 移動製圖系統國外採購取得來源：

- (1)空載： Leica、Riegl、Optech、IGI、Vexcel、Intergraph
- (2)UAV：ZeroTech、Sensefly、Phantom、Microdrone
- (3)車載：IWANA、Riegl、Optech
- (4)人載：Z+F、Rigel、Leica
- (5)船載：Reson、Riegl、R2Sonic、IXBLUE、IXSEA、TELEDTNE

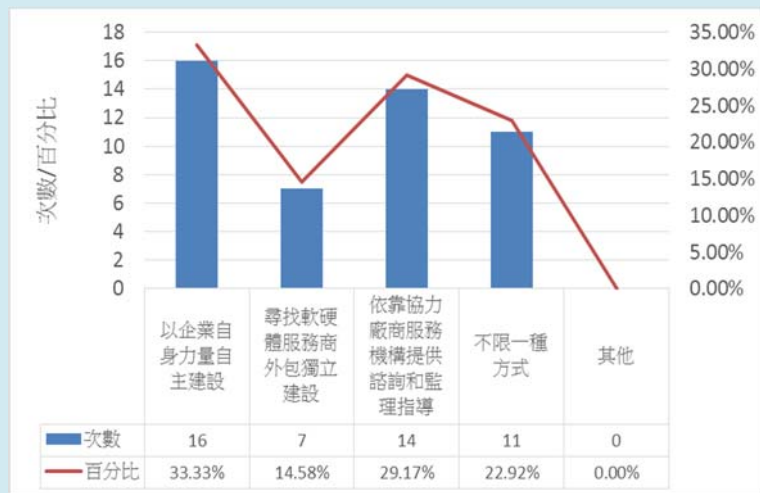
5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務型式比例 (請依主要形式填寫百分比)：



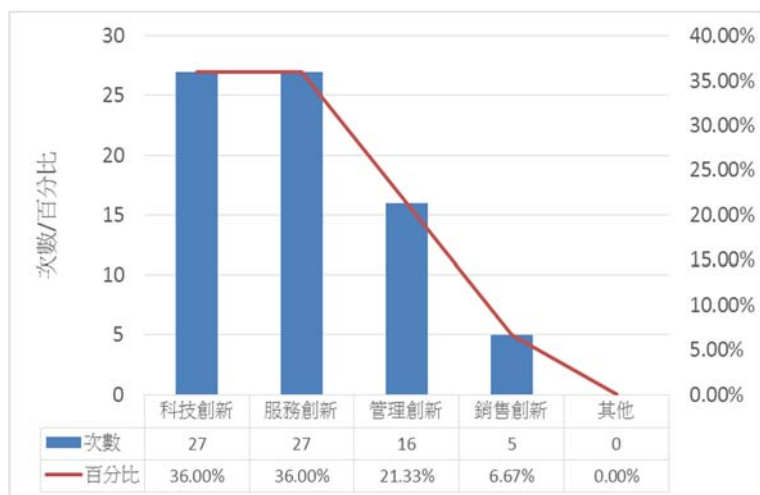
1. 目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項)：



2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時，客戶軟硬體需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可勾選多項)：



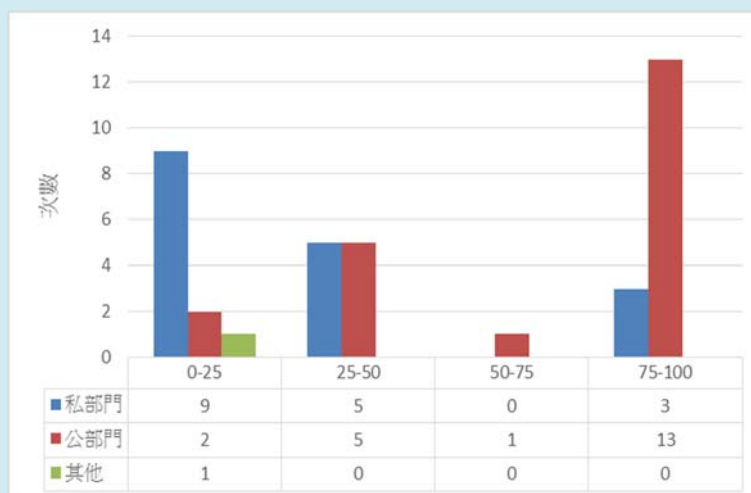
3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項)：



產品
面向
分析

環境面向分析

4. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為：

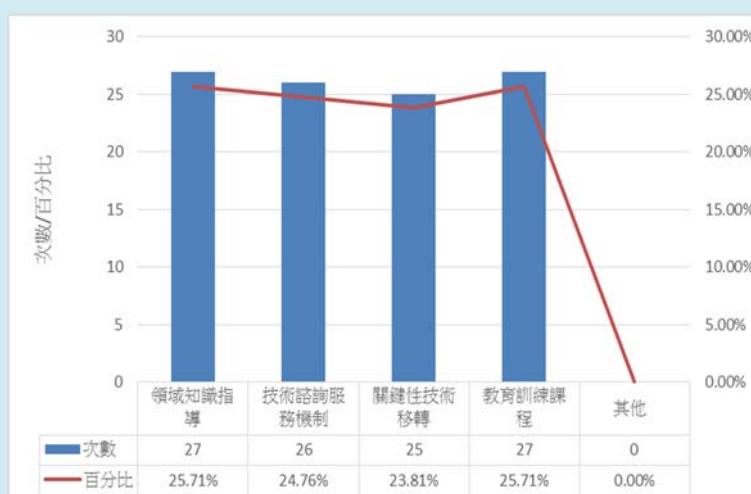


發展面向分析

1. 您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項)：



2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項)：



最後，您對「多平台移動製圖系統」的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

● 岳達科技股份有限公司：

制訂相關規格，標準。

● 自強工程顧問有限公司：

本系統可製作之前無法到的優質成果，希望政府相關單位給予支持，並多擬訂相關規範及資料，系統升級創新。

● 子關工程有限公司：

多平台移動製圖並非主要趨勢，90%測量公司仍以傳統測量為主，只有少數公司能誇入此領域。

● 天中天工程有限公司：

政府請學術界專家當領導，組織一個專業團隊，以國家力量做後盾，將此技術銷售至國外如中東地區的石化業。

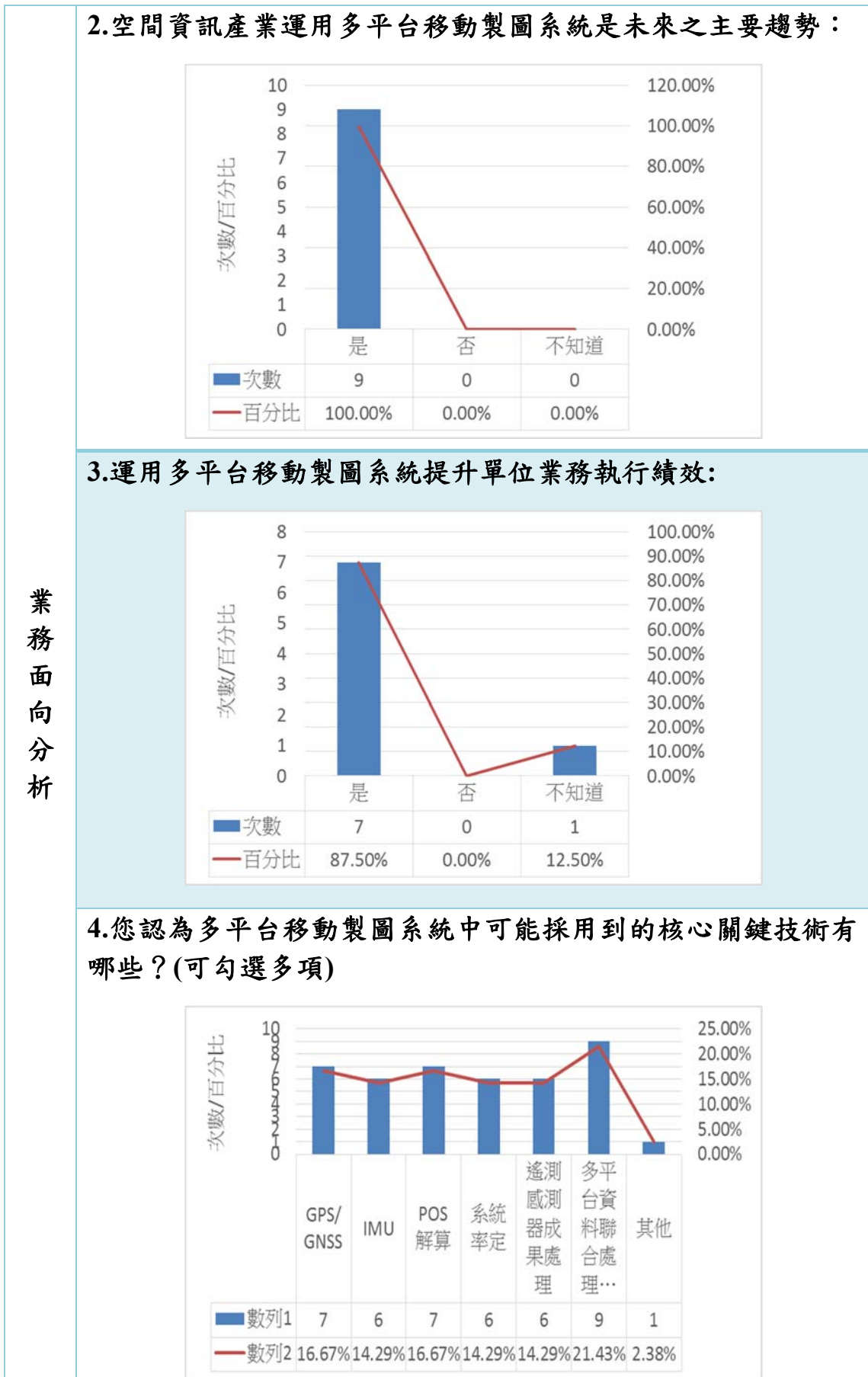
從業界調查問卷中，我們可以發現到多數業者仍對移動製圖系統的技術感到陌生，但是對於未來發展與科技感到興趣，認為多平台移動製圖的技術未來即將變為主流趨勢，能帶給公司更多優勢與市場價值。而多半傳統測繪業者皆偏向為人力外業，因此，從產品面向的第五題的圖表中，可以看出目前業者多數認為移動製圖可提升效率，甚至拓展市場到不同領域上。

而調查的業者中，有一半以上的業者擁有移動製圖系統的專案進行，目前以車載與 UAV 占大多數。其中，國外與國內採購的比例接近，顯示國內已有一定實力與一定數量的公司在多平台移動製圖發展，也有不少自行組裝的業者，以車載的製圖平台占多數，所以目前執行專案與應用上以車載居多，如公路設施調查與土地利用調查。在產品面向中我們也可看到目前移動製圖的建置中，業者除了依靠廠商服務之外，也有多數企業能以自身力量來自主建設。從環境面向來看，多數公司專案經費來源為公部門，且希望可以多搭配政府的政策支援，並建立標準化程序，多予以資金與人才培育等服務資源。

表 2.23 國內多平台移動製圖系統公務機關調查表統計分析結果(1)

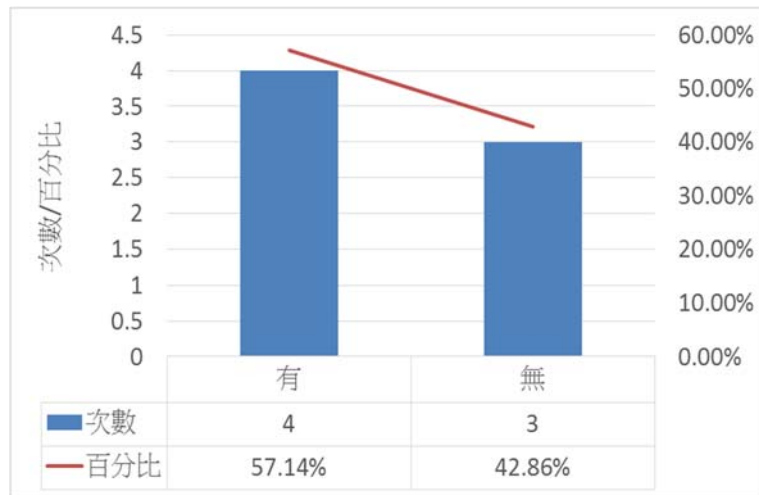


表 2.24 國內多平台移動製圖系統公務機關調查表統計分析結果(2)

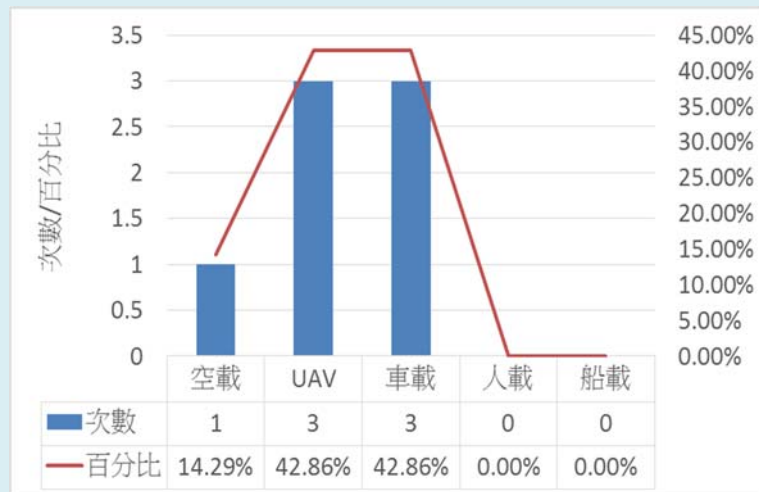


資源面向分析

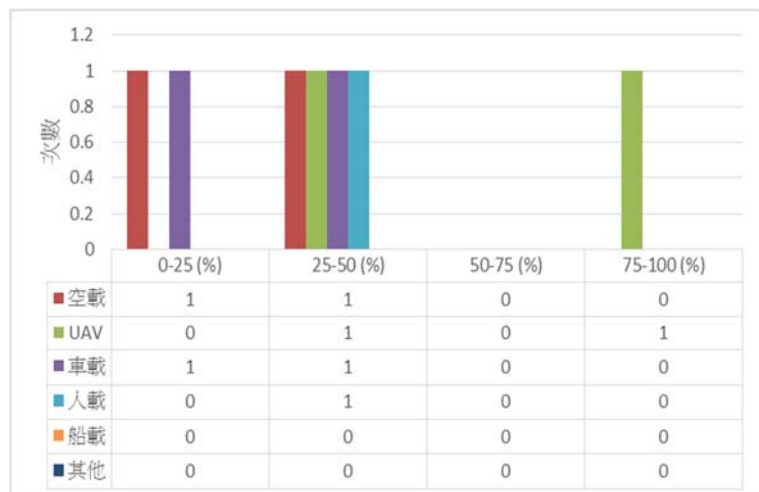
1.目前貴單位有無委託廠商運用多平台移動製圖系統執行業務:



2.目前受貴單位委託廠商使用之移動製圖系統平台型式(可勾選多項):



3.目前貴單位委託廠商運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比):



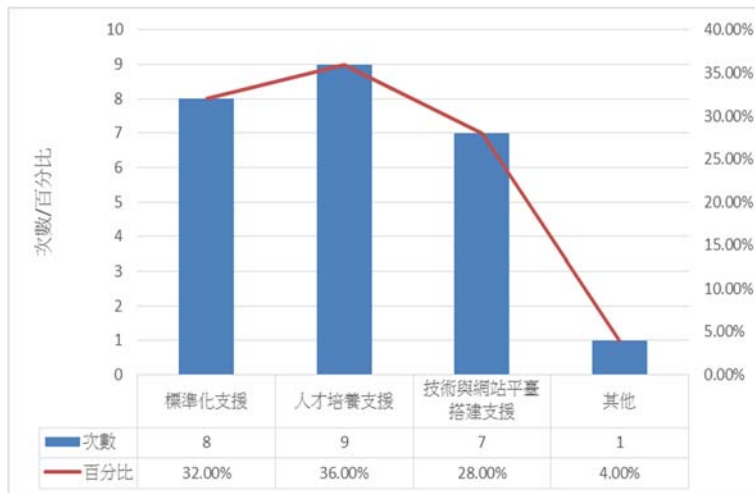
成果面向分析

1.目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項):

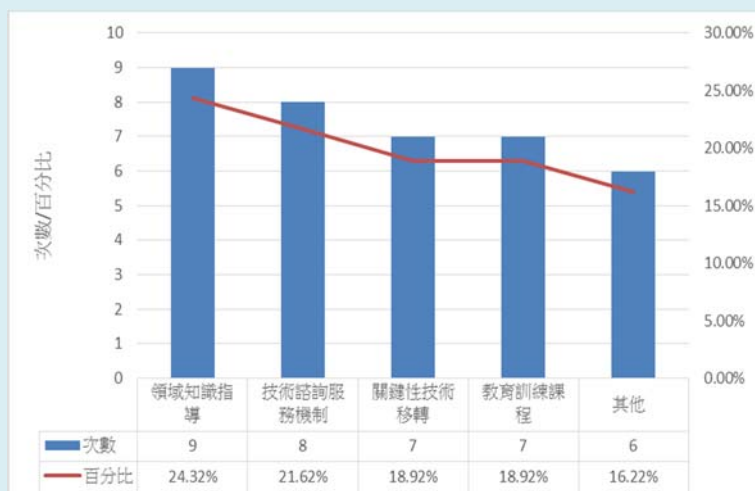


發展面向分析

1.關於多平台製圖技術之應用，您希望在哪些方面獲得支援(可勾選多項):



2.在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項)



對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法：

- 因應新興之平台移動製圖系統，使測繪工作已非困難，但此類較難檢核，應制訂相關之精度成果分析，並檢核方式。
- 不同精度之需求應分級處理。
- 符合國際趨勢。
- 有利統一國內業界給商用製圖做法。
- 降低新興測繪業入 MMS 製圖作業門檻，間接促進本系統推廣及多元化發展。
- 倘未來測繪車普及至須立法管理階段時，將成為重要作業規範參考。

對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議：

- 建立常見 Q&A，如網站形式。
- 個案性協助，以專案小組型式合作。

對「多平台移動製圖系統」在貴單位職掌業務的應用看法還有哪些需求和建議：

- 持續深入推廣精進研究方案。
- 提出創新式國際趨勢研究規劃，以協助主關機關帶領國內產學具發展之效。

在公務機關方面，對於多平台移動製圖系統技術的瞭解也不甚熟悉，但認為未來主要趨勢且可大幅提升業績效率。而委託廠商用運用多平台移動製圖系統技術各占一半，也多以車載與 UAV 為主。以土地利用調查與民生地標蒐集占多數。在發展面向上也希望可以訂定標準化的程序，與提供人才培養的支援。給予在技術與相關領域知識上的指導。

2.5 推廣多平台製圖系統技術至非測量單位

為持續推廣多平台製圖系統技術至非測量單位，本案在 6 月舉辦的 2014 年國際移動製圖技術研習會中提供多達 26 個免費名額給公務機關，機關名稱請參考表 2.24，其中有超過 12 個名額是提供給非測量單位，為因課程時間較長，公假與出差安排不易，所以導致實際參與此次活動的公務機關代表約為 10 人，其中約 3 人來自非測量單位。

同時本案於下半年度辦理的實務座談會也秉持同樣的原則，廣邀非測量單位參與以持續推廣多平台製圖系統技術。而實務座談會與教育訓練之說明詳如次節。

表 2.25 免費名額給公務機關

序號	單位名稱	序號	單位名稱
1	新竹市政府地政處	14	桃園縣政府交通局
2	新北市政府地政局	15	臺南市政府交通局
3	桃園縣政府地政局	16	臺北市政府交通局
4	臺南市政府地政局	17	臺中市政府交通局
5	臺北市政府地政局	18	國家災害防救科技中心
6	臺中市政府地政局	19	交通部公路總局
7	交通部臺灣鐵路管理局	20	經濟部水利署南區水資源局
8	台灣中油	21	行政院農委會林務局
9	台灣電力公司	22	內政部國土測繪中心
10	交通部臺灣區國道高速公路局	23	高雄市政府地政局
11	行政院農委會林務局農林航空測量所	24	內政部地政司
12	新竹市政府交通局	25	經濟部中央地質調查所
13	高雄市政府交通局	26	科技部

2014 年國際移動製圖技術研習會(The International Summer School on Mobile Mapping Technology 2014, MMT 2014) 是由國際遙感探測學會(International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, ISPRS)、國際大地測量學會(International Association of Geodesy, IAG)、及美國導航協會(Institute of Navigation, ION)官方支持，並由加拿大卡加利大學、美國俄亥俄州立大學、廈門大學以及成功大學共同主辦，承蒙內政部與成功大學的聯合經費資助下方得以順利進行。本次研習會於 2014 年 6 月 9 日至 13 日假成功大學舉行，目的在於發表創新移動製圖技術。國際移動製圖技術系列之研習會在 2012 年由成功大學首次舉辦，當年有 108 位來自 19 個國家的青年學子及專業人士一同交流與分享移動製圖在各國家的發展與展望。本次研習會提供極佳一個技術分享與交流的平台，讓與會者除了可以分享各自經驗外，更可以了解移動製圖技術相關產業的進步以及各項創新的產品和服務。藉由來自世界公認於移動製圖技術的首屈一指領導者之經驗分享，期許創造更多測繪製圖領域之專業人才。

MMT 2014 於活動第一天舉行開幕式，由成功大學測量及空間資訊學系江凱偉老師主持，邀請成功大學工學院副院長曾義星老師代表成功大學、加拿大卡加利大學 Naser El-Sheimy 教授代表主辦委員會、美國俄亥俄州大學 Charles K. Toth 教授代表 ISPRS、澳洲墨爾本大學 Allison Kelly 教授代表 IAG 分別致詞，原 ION 代表 Dorota A. Grejner-Brzezinska 教授因故未能趕上當天的開幕式，最後由明年度 MMT 研習會主辦廈門大學李軍教授代表宣傳。圖 2.34 為 MMT 2014 研習會開幕式後的大合照。



圖 2.34 MMT 2014 大合照

本次研習會分為四大主題：慣性導航及融合多傳感器之應用、光達技術與應用、攝影測量及移動製圖系統、室內測繪及工業應用，由加拿大卡加利大學 Naser El-Sheimy 教授、Ayman Habib 教授、美國俄亥俄州立大學 Dorota A. Grejner-Brzezinska 教授、Charles K. Toth 教授、廈門大學李軍教授、王程教授以及大陸中南大學武元新教授蒞臨教學，除了介紹各講師專長移動製圖基礎概論外，針對最新的技術研發給與會者更深一層的透視和想像，本次研習會也特地安排無人機系統的實地展示，此種戶外實機教學模式也應該為國內研討會之創舉，所有國外講師皆參與這項活動，並給予高度評價，演講實況及 UAV 展示現場如圖 2.35 所示，而表 2.25 為本次研習會課表。



圖 2.35 MMT 2014 授課狀況

表 2.26 研習會課表

	6/9 (Mon.)	6/10 (Tues.)	6/11 (Wed.)	6/12 (Thur.)	6/13 (Fri.)
8:30-10:00	Check In	Theme 2: LiDAR Technologies and Applications-I	Theme 1: Inertial Navigation, Multi-Sensor Fusion and Applications-III	Theme 3: Photogrammetry and Mobile Mapping Systems-I	Theme 2: LiDAR Technologies and Applications-III
10:30-12:00	Keynote Speeches	Theme 2: LiDAR Technologies and Applications-II	Theme 1: Inertial Navigation, Multi-Sensor Fusion and Applications-IV	Theme 3: Photogrammetry and Mobile Mapping Systems-II	Theme 2: LiDAR Technologies and Applications-IV
12:00-13:30	Lunch	Lunch	Lunch	Lunch	Lunch
13:30-15:00	Theme 1: Inertial Navigation, Multi-Sensor Fusion and Applications-I	Theme 4: Indoor Mapping and Other Industry Applications-I	UAV Air Show	Theme 3: Photogrammetry and Mobile Mapping Systems-III	Theme 4: Indoor Mapping and Other Industry Applications-III
15:30-17:00	Theme 1: Inertial Navigation, Multi-Sensor Fusion and Applications-II	Theme 4: Indoor Mapping and Other Industry Applications-II		Theme 3: Photogrammetry and Mobile Mapping Systems-IV	Theme 4: Indoor Mapping and Other Industry Applications-IV

在國外指導委員會的建議下，本次研習會亦針對產業應用之案例亦邀請空間資訊業者代表數人蒞臨分享心得。研習會人數統計如表 2.26，報到率達 92%，與會者來自美國、加拿大、澳洲、日本、泰國、中國大陸以及國內各大專院校製圖相關系所之專業人士及學生，簽到表可參考附錄 5。

表 2.27 MMT 2014 與會人數統計

單位：人			
註冊人數	103	學生	55
		專業人士	32
		貴賓	14
		工作人員	2
報到人數	95	學生	52
		專業人士	27
		貴賓	14
		工作人員	2

2.6 辦理實務座談會與教育訓練課程

本案以「多平台移動製圖系統發展現況與展望」為題舉辦一場實務座談會，邀請國土及區域規劃、永續產業、地理資訊業界等專業領域之產、官、學界菁英，就多平台移動製圖系統資源面向、產業面向、產品面向、環境面向、發展面向等方向提出宏觀的見解，並廣邀各界人士參與意見交流研討，期許透過學術理論與實務經驗的對話與互動，共同激盪出新思維、新作法，為多平台移動製圖系統發展提出具體且具前瞻性的規劃與發展策略，作為擬定多平台移動製圖系統標準作業程序與技術服務規劃行動方案之參考，提供政府相關部門、民間、規劃專業者具體行動之依據。

多平台移動製圖系統實務座談會議程如表 2.26 所示，其中邀請 10 家擁有多平台製圖系統之知名業界經理人擔任主講人。本座談會已於 103 年 10 月 24 日（星期五）於台中市日內瓦會議廳舉辦完成，發文邀請臺灣地區核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者 100 家，學界、公務機關與研究單位 28 家與會。功能包括座談規劃、座談議程、交通資訊、聯絡我們、講義下載並提供各界上網報名。座談會最後統計出席人數地區分布圖，如圖 2.36，總計 66 人（含 12 位主講人，不含工作人員）參與此次活動。座談會報名清冊如附錄 6 所示。座談會報名統計分析如表 2.28 所示。

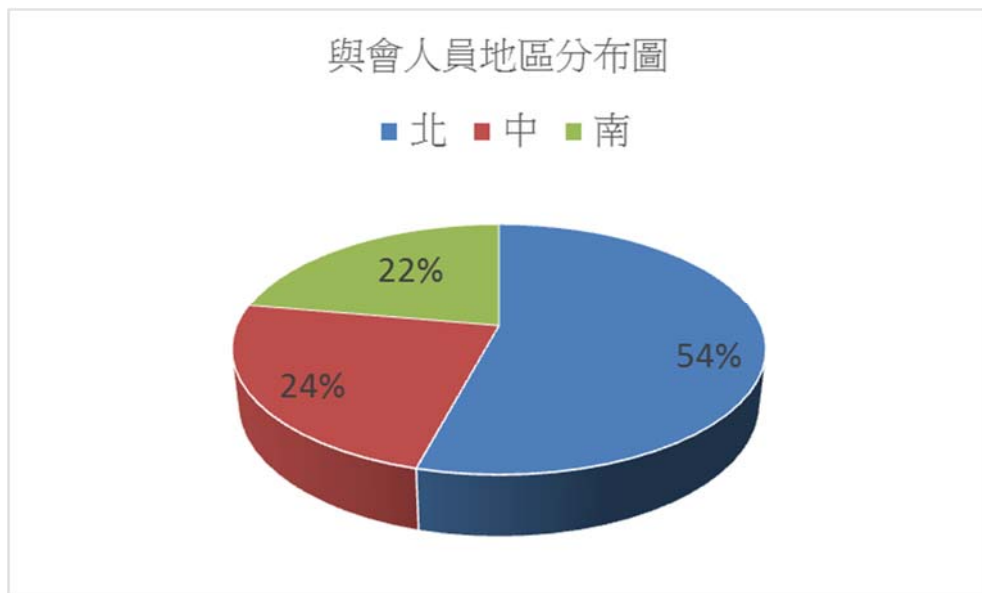


圖 2.36 與會人員地區分布圖

表 2.28 2014 多平台移動製圖系統實務座談會

時間	場	主題		主講人	說明
09:00~09:30		報到			
09:30~10:00	開場	主席致詞 來賓&活動介紹		江凱偉 教授	內政部地政 司 成大測量與 經緯衛星資 訊
10:00~10:20	1	無人飛行載具系統在MMS上的		羅正方 總經理	經緯衛星資 訊
10:20~10:40	2	車載光達作業及應用分析		鐘育翔 工程師	台灣檢驗科 技
10:40~11:00	3	移動測繪系統的應用與推廣		游勳喬 總經理	日陞空間資 訊
11:00~11:10		茶敘			
11:10~11:30	4	以定翼無人機進行城市模型之		曾建文 工程師	宏遠儀器 有限公司
11:30~11:50	5	多尺度光達測繪系統成果整合及 應用		林志交 技術研 發室經	中興測量 有限公司
11:50~13:00		午餐			
13:00~13:20	6	應用移動製圖系統進行地理資		李明軒 測量技	自強工程顧 問
13:20~13:40	7	跨載具影像掃描系統		楊丞勳 總經理	迅聯光電 有限公司
13:40~14:00	8	多感測器製圖應用於 湖庫地形測量		彭德熙 測量技	詮華國土測 繪
14:00~14:20	9	Pix4mapper於MMS上運用		楊進雄 先生	群立科技 股份有限公
14:20~14:30		茶敘			
14:30~15:00	10	無人飛行載具系統於測繪圖資更 新及災害應變之發展與應用		施錦揮 技士	國土測繪中 心
15:00~15:30	11	多平台製圖系統測試及率定實驗 室之設置現況		江凱偉 教授	成大測量與 空間資訊學 系
15:30~16:00	12	車載製圖系統作業手冊內容簡介		江凱偉 教授	成大測量與 空間資訊學
16:00~16:30	13	定翼型無人飛行載具於攝影測量 與遙感探測之應用		饒見有 副教授	成大測量與 空間資訊學
16:30~17:00	14	多平台製圖系統作業實務研討&座談			
17:00~		散會			

表 2.29 座談會報名統計分析

人數	報名人數	產	29
		官	26
		學	16
		研	0
	報名人數總計		61
	實際報到人數總計		52
	現場追加報名人數		13
單位	報名單位	產	24
		官	12
		學	1
		研	1
	報名單位總計		38
	實際參與單位總計		30
	現場追加單位總計		9
公務員時數簽證人數		14	
技師時數簽證人數		14	

圖 2.37 所示為座談會當天活動花絮與盛況。邀請國土及區域規劃、永續產業、地理資訊業界等專業領域之產、官、學、研各界菁英，就多平台移動製圖系統資源面向、產業面向、產品面向、環境面向、發展面向等方向提出宏觀的見解，並廣邀各界人士參與意見交流研討，期許透過學術理論與實務經驗的對話與互動，共同激盪出新思維、新作法，為多平台移動製圖系統發展提出具體且具前瞻性的規劃與發展策略。為了讓測繪各界能更快地掌握此一工作案之精髓，以及正確地執行相關業務，故舉辦此座談會以讓有需要之各機關皆能從中獲得相關資訊，並妥善利用之。



圖 2.37 多平台移動製圖系統座談會活動花絮

會中並針對多平台製圖系統測試及率定實驗室應用與推廣與車載製圖系統作業手冊內容進行說明並徵詢相關修正意見，迄今有中興測量、自強工程顧問與經緯衛星資訊等公司針對部分文字進行口頭討論、經討論後也認同草案中提出的作業程序。

2.7 本章小結

對於「實驗室測試與率定設施之持續維護與更新」之工作項目，本節說明目前各率定場及驗證場破損、脫落及不足之處，及更新重新補強之作法及成果，同時統計目前已使用之測繪業者。

對於「研提車載製圖系統作業手冊 (v.104 版)」之工作項目，基於去年度提出之車載作業系統規範草案，研提車載製圖系統作業手冊(v.104)。除精減去年內容方便使用者閱讀外，也修改內容使其切合車載作業系統之方向。此外，也著手開始規劃公開討論的時程，以落時手冊之規範。

對於「整體車載製圖系統規劃建議與成本分析」之工作項目，針對車載中精度規格所需儀器，包含定位定向系統、影像感測器、電力系統及周邊設施，分別評估成本。

對於「持續調查國內多平台製圖系統之作業能量」之工作項目，本案對於測繪業者共發出 116 份問卷調查，回收 42 份有效問卷，以及公家單位發送 18 份，回收 9 份有效問卷，同時針對 7 名業者進行個別訪談，多數回復仍對移動製圖系統的技術感到陌生，但是對於未來發展與科技感到興趣，認為多平台移動製圖的技術未來即將變為主流趨勢，能帶給公司更多優勢與市場價值。

對於「推廣多平台製圖系統技術至非測量單位」之工作項目，本案已於今年六月舉辦 2014 年國際移動製圖技術研習會(MMT2014)，本次研習會參加者廣至測量及非測量單位，其中會議分為四大主題：慣性導航及融合多傳感器之應用、光達技術與應用、攝影測量及移動製圖系統、室內測繪及工業應用，同時更展示 UAV 作業，將多平台技術推廣至各個層面。

對於「辦理實務座談會與教育訓練課程」之工作項目，本案舉辦座談會並邀請國土及區域規劃、永續產業、地理資訊業界等專業領域之產、官、學、研各界菁英，就多平台移動製圖系統資源面向、產業面向、產品面向、環境面向、發展面向等方向提出宏觀的見解，並廣邀各界人士參與意見交流研討，期許透過學術理論與實務經驗的對話與互動，共同激盪出新思維、新作法，為多平台移動製圖系統發展提出具體且具前瞻性的規劃與發展策略。

第三章、利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術

行動通訊裝置已相當普及且其內建之感測器相當完備，通常包含 GNSS 接收機、加速度計及陀螺儀等定位定向感測器，於影像感測器部分也含有高畫質相機，儼然已具備相當充足之移動製圖系統所需設備，相對於測量級移動製圖系統具有低成本且高普及之優勢，提供後續資料建置相當大的便利性。然而，低成本行動通訊裝置移動製圖系統，其內建感測器因低成本所需，其規格精度通常較低，對於所建置資料精度令人存疑。但若是針對精度要求不高的防救災，因高普及率可有效提升其效益。目前利用行動通訊裝置回報災損之機制已逐漸成形，這可見於每逢重大災害期間各新聞台都開放民眾上傳災情影像，目前 google 已提供災害地圖的功能以供災情之更新，唯這些影像只供判釋，無法進行更進一步獲取可量測的空間資訊。

本章針對行動通訊裝置低成本移動製圖系統，評估其內建感測器性能並利用測量級移動製圖系統模式率定，同時發展所需的率定及定位軟體，最終以直接地理定位表示其成果。

3.1 文獻回顧與現況未來發展趨勢

在過去的 20 年間，地理空間資訊的需求正持續不斷地快速增長，並朝低成本、高密度、高精度與快速收集的方向發展。針對製圖與地理資訊系統等應用，上述需求已經透過多平台製圖系統而實現。這類系統允許搭載在汽車、飛機及船隻上，整合導航與遙感探測技術以獲取空間中的三維坐標。其優點相較於傳統方法更能夠節省人力及時間的成本，且系統獲得之精度，適合在大多數的製圖和工程應用。然而，這樣的成果其花費並不便宜，由於所使用的平台、導航設備和影像感測器，即便是等級較低的整套系統成本也超過 20 萬美元。多數廠商使用移動測繪系統進行業務賺取獲利，但移動測繪系統的製造商並不會因此而增加更多利潤，其歸咎於系統的高成本使得使用廠商多是少量購買或是透過租賃模式以減低花費，因此移動製圖系統本身的市場並不大。換言之，傳統的移動測繪系統雖能提升資料收集的效率，但其售價卻限制了本身在市場的普及與發展(Al-Hamad and El-Sheimy, 2014)。

3.1.1 智慧型手機的發展現況

現今手機的發展越來越成熟，手機製造商們減少了電腦與手機之間的效能差距而誕生了智慧型手機。尤其近幾年智慧型手機的快速普及，統計資料見圖 3.1，而使用者可以隨時隨地攜帶行動裝置的特性，讓使用者位置相關的服務開

始獲得廣大的注意。隨著適地性服務、4G 移動網路和定位科技的進步，個人導航服務已經是大部分行動裝置的指標。根據統計在 2009 年至 2010 年間，美國持有手機的人口中，已經有 57% 的人口使用他們的手機進行導航服務(Saedi et al., 2011)。而絕大多數智慧型手機都配備了全球衛星定位系統、微機電系統 (Micro Electro Mechanical Systems, MEMS) 慣性感測器、高性能的計算處理器和高畫素的相機。另外的統計數據也表明大約有 75% 的智慧型手機在 2012 年同時配備有加速度計和陀螺儀，這使得智慧型手機能滿足移動製圖系統最基本的設備需求。除此之外，法國市場研究機構 Yole Development 公司更進一步統計出約有 49700 萬支的智慧型手機單位配有加速度計和陀螺儀。因此，全世界的智慧型手機用戶與製造商都開始尋找在過去傳統的語音通話與簡訊以外，搭載有這些感測器的智慧型手機所能提供的服務與應用，像是資料收集與製圖任務等(Al-Hamad and El-Sheimy, 2014)。

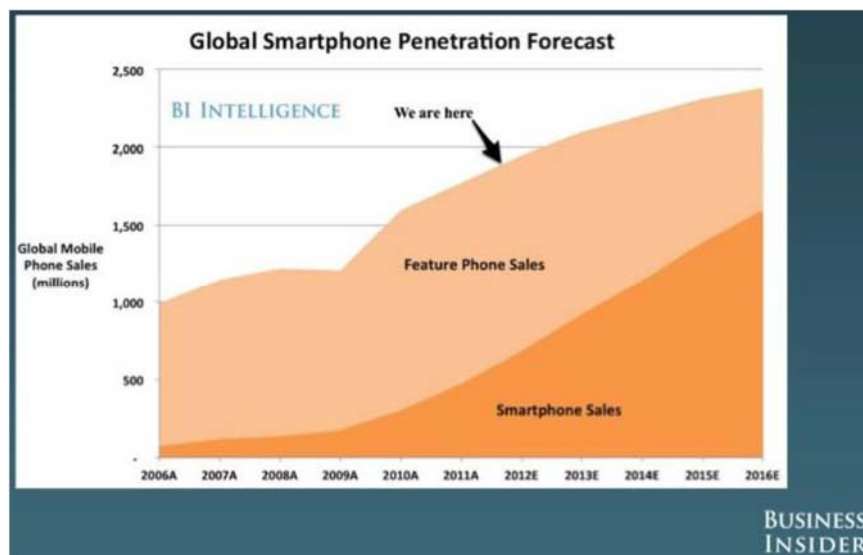


圖 3.1 全球智慧型手機銷量預估(Blodget et al., 2012)

3.1.2 行人導航之方法回顧與挑戰

基於行人的室內導航方法可以分為行人航位推估法與傳統慣性積分方法，前者透過步伐的偵測及步長的估算得到移動距離，搭配磁力計提供的航向與氣壓計提供的高度，達到仿三維的室內定位導航，國外的成果範例見圖 3.2。針對步伐偵測的精度，國內外對於行人航位推估法之研究，著重在將慣性感測器裝置在人體不同部位，或是各種訊號處理和辨識技術，期望達到最好的計步與感測精度。而偵測的方法不論是基於加速度或是角速度，其原理都是根據訊號波形進行偵測如圖 3.3，可分為過零線法(Beauregard and Haas, 2006)、波峰偵測(Fang et al., 2005; Ladetto, 2000)、自相關偵測(Weimann and Abwerzger, 2007)、姿態相位偵測(Cho and Park, 2006)、快速傅利葉轉換(Levi and Judd, 1999)以及直接測量法(Grejner Brzezinska et al., 2007)等。步長估計的公式有許多種，但其基本原理都

是從現有感測器提供的資訊進行推估，像是加速度、角速度、走路頻率、身高以及經驗公式等。行人航位推算的仿三維精度可分為距離精度與航向精度，步伐偵測與步長估計影響距離精度，而航向精度對於定位精度之影響甚劇，假使距離無誤差，航向誤差仍會大幅惡化實際位置與導航解之距離。因此也有許多研究著重於磁力計的率定或是姿態角的更新(Saad and Ali, 2013)。國內工業研究院的微感測部門目前以行人航位推算法達到移動一百公尺，距離誤差兩公尺航向誤差兩度。

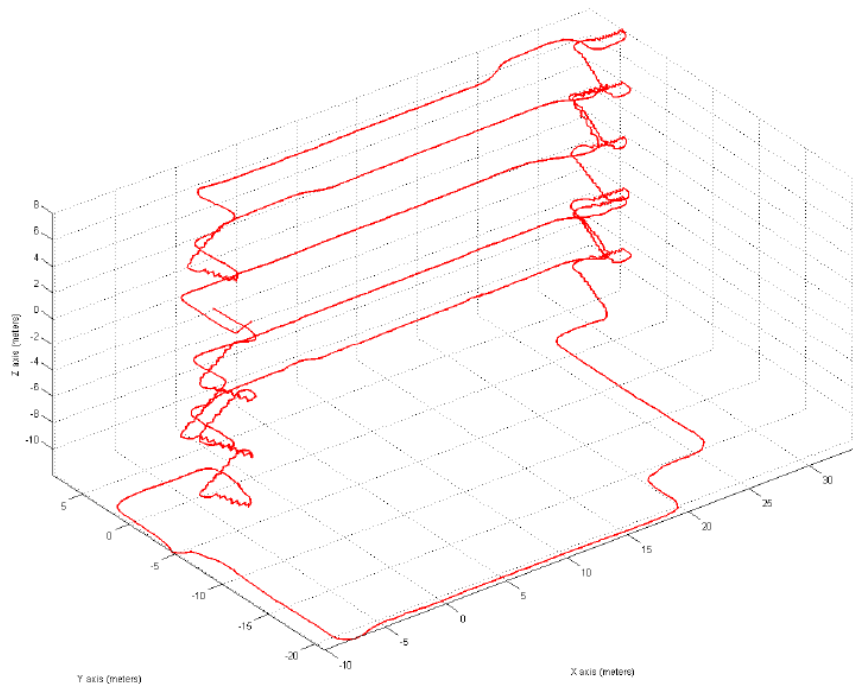


圖 3.2 使用安裝於腳上的 MEMS IMU 其室內行人航位推算三維成果 (Haala et al., 2011)

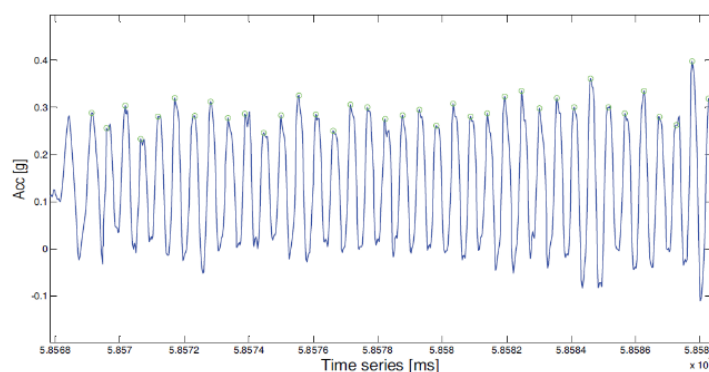


圖 3.3 慣性感測器量測到的步行訊號波形(Chen et al., 2011)

傳統慣性積分法用於行人模式的困難在於因為其不同於其他導航系統，慣性感測器的感測器座標系統需與載體座標系統隨時保持重合的關係。個人導航的行動裝置無法固定位置，兩者的坐標系統詳見圖 3.4。意即手機位置會隨著使

用者移動而改變，換言之，走路時頻繁的震動以及人與手機間相對坐標系統的快速變換，使得定位誤差會快速增加。這項致命的缺失使得國際上針對行人室內導航之研究大多捨棄此一方式。但是相較於行人航位推算的仿三維結果，若傳統積分方式的精度能夠提升，將能提供真實的三維導航解，尤其是能夠提供真實且連續的高度與姿態資訊。其中姿態的訊息對於製圖應用更是相當重要，而各種輔助更新的來源或是約制條件也被提出，應用在傳統慣性積分上，期望能提升定位精度。另一方面，訊號分析與濾波技術也能夠有效濾除震動雜訊，辨識並保留行人運動的真實訊號提升定位精度。

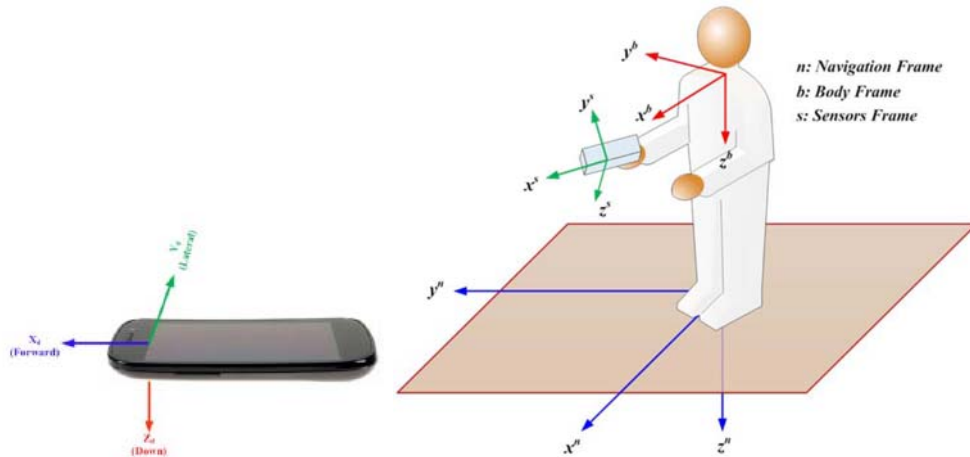


圖 3.4 行人與智慧型手機的坐標系統(Saad and Ali, 2013)

在戶外視野開闊的條件下，智慧型手機與內建之衛星定位系統的整合導航解，其定位精度很容易能夠達到 5 至 10 公尺，但衛星訊號很容易被建物遮蔽，使得一般室外常用的衛星定位系統無法直接使用在室內環境，因此室內導航必須參考其他的輔助更新來源。像是透過無線網路(Wireless Local Area Network)或藍芽傳輸(Bluetooth)，後者搭配行人航位推算法其定位精度能達到 2.8%的距離相對精度(Chen et al., 2011)。此外，若有室內圖資供應的前提下，地圖匹配的輔助效果也相當好(Attia, 2013)。此外，智慧型手機具有的硬體設備是有潛力能夠取代傳統的地面移動製圖系統與 GNSS 設備。而主要的困難在於智慧型手機的感測器精度很低，含有很大的誤差使得導航結果的位置與外方位參數精度降低，尤其在沒有外部的絕對更新輔助時，其精度將無法滿足製圖應用的需求。視覺里程技術是透過手機獲得的匹配影像，計算外方位參數作為更新來源，能夠消除來自 IMU 和 GNSS 的方位累積誤差。使用一組匹配影像提供的匹配點和核幾何的約制，能夠降低初始外方位參數的誤差。外方位參數加上相機率定取得的內方位參數，就能夠從影像進行直接地理定位，以光束法平差軟體獲得物點物空間三維坐標。光束法平差使用共線方程式，假設物點、像點與相機投影中心共線。初步成果已清楚地表明，智慧型手機的確有潛力成為移動製圖系統的平台之一(Al-Hamad and El-Sheimy, 2014)。

3.1.3 深度感測器

為了達到製圖的目的，除了使用智慧型手機搭載的相機外，也有許多關於使用測距相機(Range Camera)的研究。體感裝置 Kinect 感應器近年來廣泛受到業界與學術界使用，透過內建的感測器與視差數學模型，使 Kinect 不僅提供彩色的影像資料更提供三維的影像深度資料，其中深度資料的精度隨著距離的遠近有所變化，可達到毫米至公分等級(Kourosch and Sander, 2012)。隨著軟硬體設備的提升，搭載多感測器的 Kinect 體感設備成本下降許多。因此，有許多以 Kinect 為主所開發的應用程式或研究正在逐漸發展，其中室內製圖便是國際上相當關注的領域。在製圖需求的前提下，許多研究皆有提出有關 Kinect 的率定方式，Haala 等人在 2011 年採用光束法平差的方式以 Australis 軟體，來解算相機之間的相對關係與透鏡參數，透過影像匹配探討製圖成果。而 Kourosch 和 Sander 在 2012 年探討了相機率定後參數之間的相對關係(Kourosch and Sander, 2012)，以及影像與深度資料的精確度，用以評估室內製圖的可行性及應用。Kinect 內部元件展示見圖 3.5。簡而言之，Kinect 其原理與效果和光達類似，但成本及精度則遠低於光達，其掃描成果範例見圖 3.6。

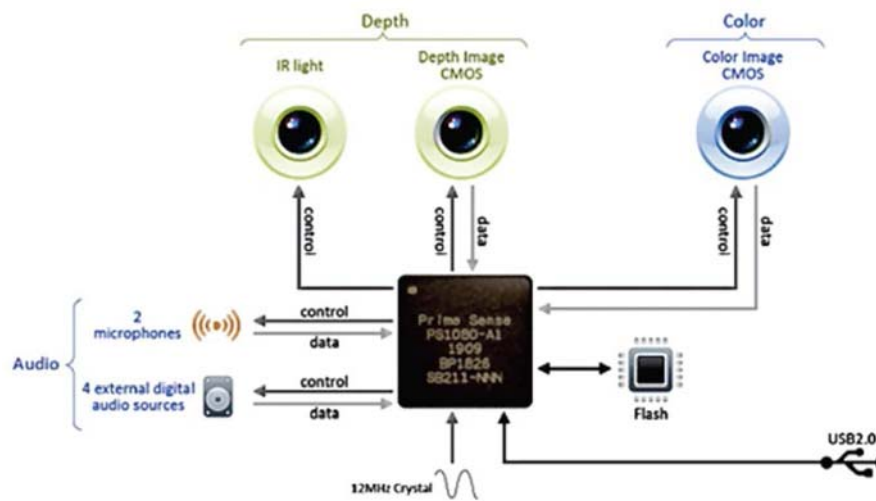


圖 3.5 Kinect 內部原件示意圖

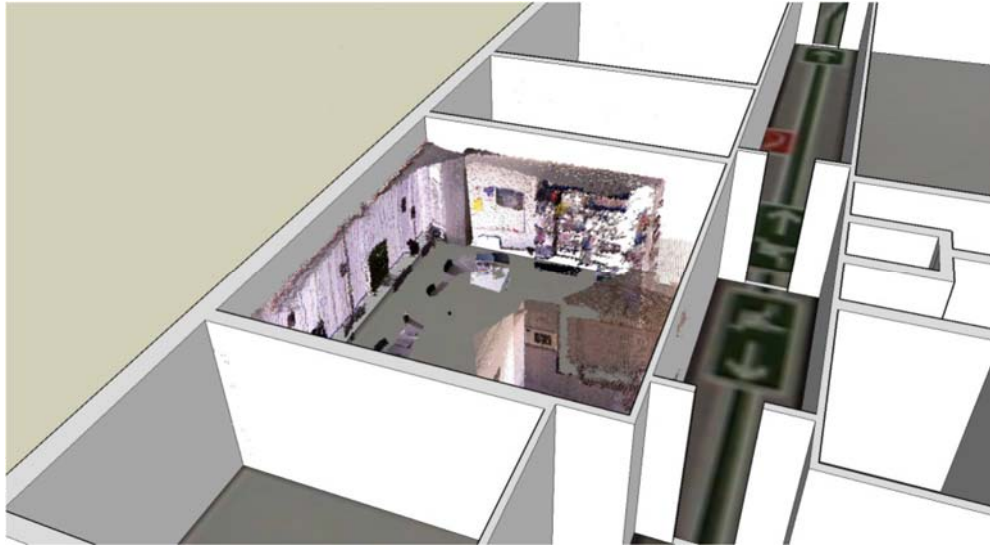


圖 3.6 Kinect 掃描室內環境之成果(摘自 Haala et al., 2011)

3.1.4 個人行為模式分析

行為辨識對於個人行動導航在諸多層面皆有其必要性。使用者情境就是將使用者的狀態進行特徵化，分析的結果能夠提供導航系統針對不同行為模式切換適合的導航定位及約制演算法，以確保各種行為下之定位精度。換言之，行為辨識系統考慮情境資訊是為了適應無使用者介入下的情況，而這些情境資訊也可以提供個人導航系統以進行特定服務。例如當使用者正在室內購物中心行走，行為辨識系統會載入此建築物的平面圖以進行最佳路徑導航或是地圖匹配演算法等。行為辨識的研究普遍使用加速度計，因為它們具有體積小、低成本、重量輕、耗能小等優點。Bao 和 Intille 在 2004 年進一步的深入研究(Bao and Intille, 2004)，使用 5 組穿戴式雙軸加速度計，偵測 20 個動作。感測器資料經快速傅立葉轉換處理，取得訊號的算術平均值、頻譜能量、頻率域熵等相關特徵，行為辨識運作則經由機械學習演算法工具套件中的決策表(Decision Table)、決策樹(Decision Tree)、基於實例學習演算法(Instance-Based Learning)、單純貝氏分類器(Naive Bayes Classifiers, NBC)等執行。Ravi 和 Dandekar 在 2005 年也使用相同的工具套件進行研究，不過僅使用 1 個三軸加速度計並穿戴在骨盆位置，研究基礎等級分類器演算法與元分類器，包含投票、堆疊和階層式框架等。

雖然大部分行為辨識的研究都使用穿戴式感測器，不過仍有部分研究傾向使用行動裝置收集資料以進行行為辨識。Yang 在 2009 年(Yang, 2009)尋找了數款在智慧型手機中可使用的感測器，像是擴聲器、加速度計、陀螺儀、全球導航衛星系統和相機等，進行行為辨識與移動社交網路應用。他們發展了以手機為中心的感測系統 CenceMe，可以固定自身位置，根據身體位置、訓練階段進行行為辨識。此外，該研究也收集來自十位使用者的加速度計資料，並訓練這些資料進行行為辨識。Yang 在 2009 年更進一步使用 Nokia N95 手機發展了一組行為辨識系統，辨識站立、坐、走路、跑步、開車、騎腳踏車等行為。雖然研究達到了相

當高的預測精度，然而僅考慮少數行為而且其訓練及測試系統的資料僅來自 4 個使用者。Brezm 在 2009 年也使用 Nokia N95 型手機進行研究(Brezm, 2009)，並發展了即時行為辨識系統進行 6 個使用者的行為辨識。在此系統中，行為辨識模型根據每個使用者進行訓練，也就是說沒有一個普遍的模式可適用於新的使用者(Brezm, 2009)。Kwapisz 等人在 2010 年亦使用 N95 手機的三軸加速度計進行行為辨識，藉著將加速度計持續放在使用者的口袋內辨識日常活動。此研究大部分行為達到相當高精度的結果，超過 90% 時間能辨識正確。然而，他們並沒有考慮所有行為和在不同位置攜帶手機的影響(Kwapisz, 2010)。如果僅有一顆加速度計可使用，最好的辦法就是將受到重力分量影響的訊號進行分段以及辨識與垂直方向相關的資訊(Kunze and Lukowicz, 2008)。Pei 等人於 2010 年使用智慧型手機進行身體行為辨識以提升室外導航解，採用行人航位推算結合 WLAN 定位。在室內導航時，使用簡單的時間域特徵和決策樹分類器以辨識六個普通動作，例如：靜態、手擺動站立、手機在手中正常行走、手擺動正常行走、走路和掉頭，此研究達到 95% 的成果精度(Pei, 2010)。受到此一研究的啟發，Zhao 等人在 2010 年利用加速度計與陀螺儀進行行為辨識，針對六個不同裝置的位置，包含說話、發簡訊、口袋中、皮帶上、被包上、懸掛的行為辨識，使用支持向量機分類演算法(Support Vector Machine, SVM)達到了 85% 的成果精度(Zhao, 2010)。圖 3.7 則是加拿大卡加利大學於 2013 年提出的行為辨識與服務架構(Saedi, 2013)。

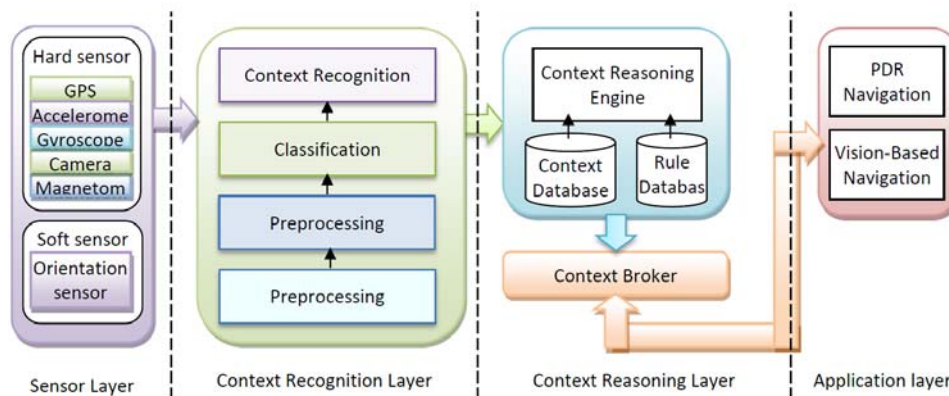


圖 3.7 行為辨識及服務架構(Saedi, 2013)

3.1.5 室內製圖於產學界之現況

除了以行人作為手機製圖系統的平台以外，國外也有許多研究針對機器人或無人小型飛行載具(參見圖 3.8)。該研究為美國華盛頓大學利用無人小型飛機搭載 Kinect 達到室內製圖的效果。至於商品化的層面，國外目前已有公司推出室內導航軟體，如圖 3.9 所示已具備相當的導航以及模式切換之能力，但相較於廣大的室內應用市場而言這類公司數目仍相當稀少，且尚不具備整合製圖能力的商品。而美國蘋果公司也於近期提出室內導航技術相關的專利申請。除此之

外，美國 google 公司也於今年成立 Tango 專案，打造特製的室內製圖手機，希望發展即時的室內導航及製圖技術。因此，現階段使用室內手機進行室內導航之技術已趨成熟，尤其在行人航位推算方法，但目前仍未有具體的研究成果能夠整合智慧型手機的室內行人導航與影像或點雲進行製圖等相關應用，大多是僅就兩者作獨立的評估分析。而在室內使用無人小型飛機更是國外近年來最新的議題。另外，現今非常熱門的穿戴式裝置也將是未來應用在室內製圖的選項之一。



圖 3.8 無人小型飛機搭載 Kinect 進行室內製圖(WASHINGTON, 2013)

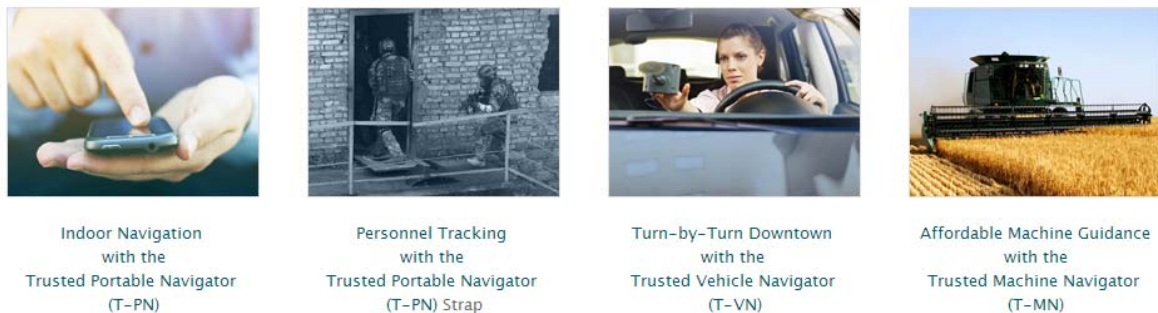


圖 3.9 國外 Trust Positioning 公司之個人導航產品
(<http://www.trustedpositioning.com/>)

3.2 軟體架構評估

為完成行動通訊移動製圖系統之運作及執行力分析，需發展一系列之軟體，包含資料下載及轉換、加速度計及陀螺儀率定、相機率定、定位定向計算、系統率定及直接地理定位計算與分析。

對於後處理資料計算，首要步驟為資料採集，於影像收集並編號無太大問題，然而行動通訊裝置其內建之定位定向原始資料，受限於各廠商之獨立開發，需針對各家廠牌使用不同軟體下載資料，並對各別資料做不同模式轉換，轉換成定位定向軟體所需之觀測量，並符合軟體開發之原理依據，故首要步驟為因應各家廠牌，找尋可下載原始觀測量軟體，並針對測試行動通訊軟體逐一開發轉換模

式，轉成所需資料。本案為 iOS 系統選用的感測器軟體為 SensorLog，圖 3.10 左為使用者介面，提供 GNSS 定位資訊包含經緯度、高程、水平方向精度與垂直方向精度。慣性測量儀則包含三軸方向加速度計值 ($G, 9.81m/s^2$) 與三軸方向陀螺儀值 (rad/s)。磁力計輸出包含三軸方向磁力計值(高斯)、磁北、真北。圖 3.10 右為本案為 Android 系統選用的感測器軟體為 AndroSensor。定位資訊包含經緯度、高程、三軸方向精度、三軸方向加速度計輸出 (m/s^2)、三軸方向陀螺儀輸出 (rad/s)、三軸方向磁力計值(高斯)。

對於定位定向計算，預計作業模式以接近測量級車載移動製圖系統作業方式運作，首先於透空良好處進行 5 至 10 分鐘之動態初始化，於作業中盡量避免有側向移動及原地旋轉情形，以符合演算法之理論假設，最終在停止於透空良好處 5 至 10 分鐘。以此運作模式為前提，利用「100 年度發展與應用多平台遙測製圖技術工作案」之成果-CAINS 軟體做一更新、改寫，並應用「101 年度多平台製圖技術工作案」之成果-混合式定位定向演算法，發展行動通訊裝置移動製圖系統所需之定位定向計算軟體(江凱偉等人，2012)。圖 3.11 為自主開發新一代定位定向軟體-Pointer 的軟體介面，對於新一代定位定向軟體 Pointer 相較於 CAINS，新增了完整的檢視介面，可載入各式底圖，並可輸出 kml 與一般軟體結果進行比較，同時在功能部分，亦提供 GNSS 處理功能，新增緊耦合整合模式，以及線上平滑、航向約制等功能。該軟體之測試版目前已交由勤崙、台灣國際航電、加拿大卡加利大學與越南胡志明礦業大學測試並持續偵錯中。

對於系統之固定臂及軸角之率定需先行設置率定場，該率定場被設立在成功大學測量及空間資訊學系頂樓，其透空度佳且便於研究作業，細節請參照 2.1.3 節；而在率定模式方面，以最常見之二階段率定法進行相關率定。

對於直接定位效益分析，需先行設置檢驗場，該檢驗場為模擬實際應用可能場景設置，為室外自強檢驗場及預計設立室內檢驗場並分佈在測量及空間資訊學系各樓層。於直接地理定位效益分析，可應用「102 年度多平台製圖技術工作案」之成果-直升機載直接地理定位模組進行分析(江凱偉等人，2013)。

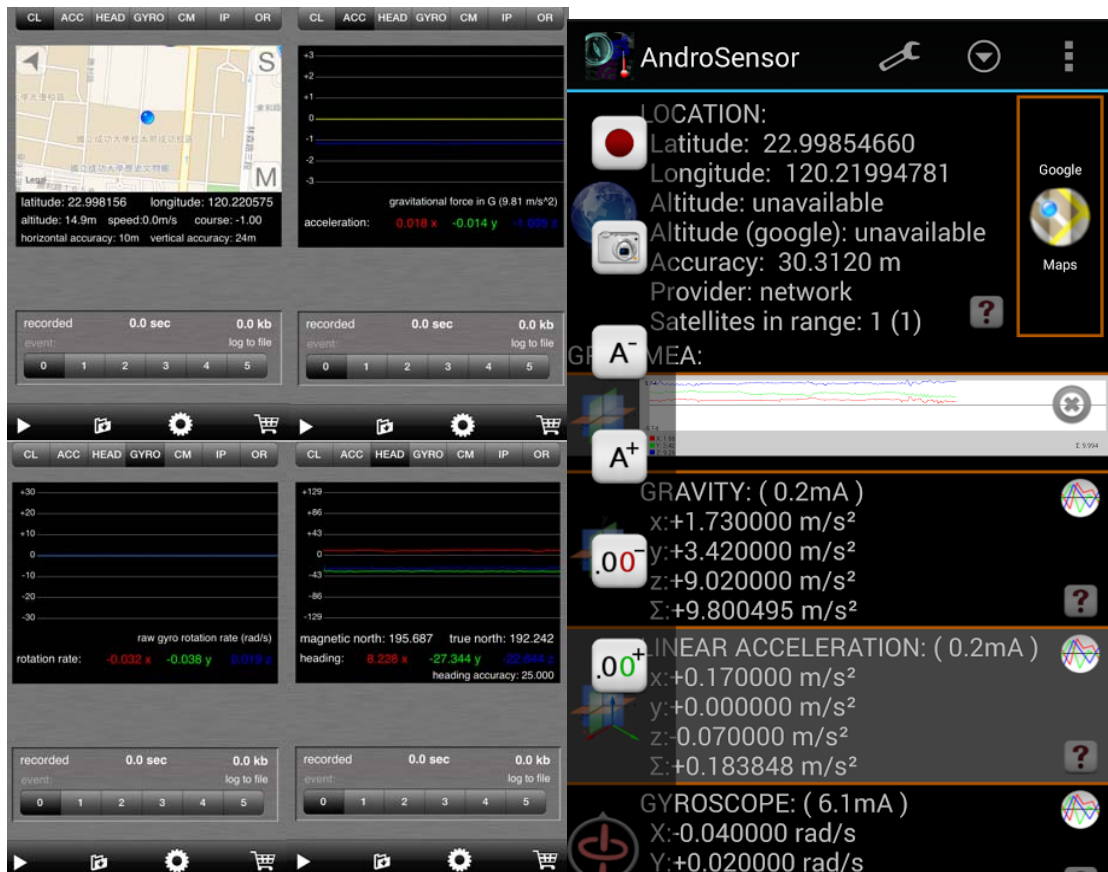


圖 3.10 IOS 系統 SensorLog 軟體與 Android 系統軟體 AndroSensor 使用者介面

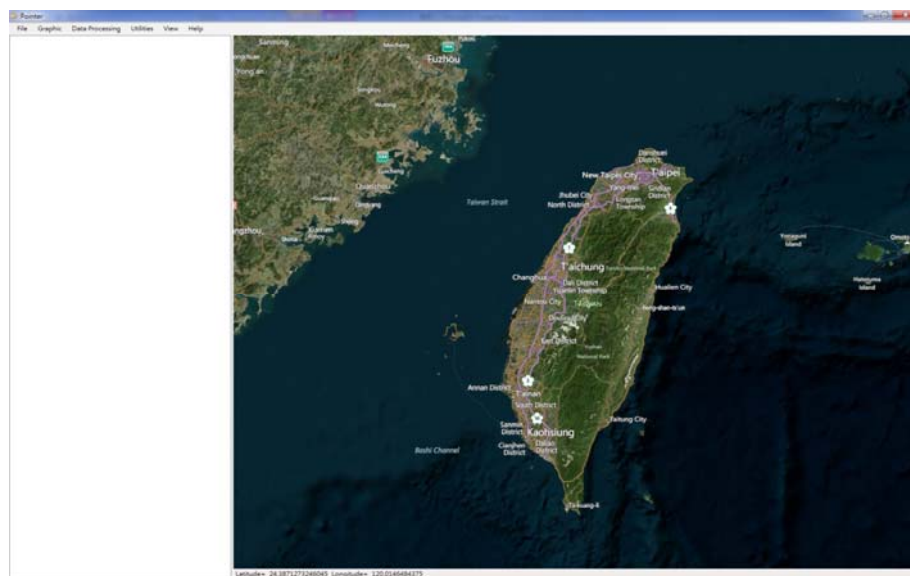


圖 3.11 自主開發新一代定位定向軟體—Pointer 的軟體介面

3.3 內建定位定向感測器及影像感測器之性能評估與率定

對於行動裝置作為移動製圖系統之評估，其所使用之內建感測器主要為定位定向感測器的 GNSS、IMU 和屬於影像感測器的內建相機，本節嘗試以測量方式分別分析、率定內建感測器之性能。

● 內建 GNSS 精度分析

衛星定位系統的性能評估方式，透過測量及空間資訊學系在成功大學成功校區已設置完成具有 5 個基樁的室外基線率定場進行，該基線場具備高精度位置坐標與航向，各基線方位角與基樁位置皆已利用測量及空間資訊學系館頂樓的內政部國土測繪中心設置之 e-GPS 基站為主站，完成高精度之靜態測量程序，如圖 3.12 所示，各基樁絕對坐標之標準偏差約在 0.2 至 0.5 公分之間，而基樁連線之方位角之標準偏差約在 0.01 至 0.0001 度之間（與基樁基線距離有關）。



圖 3.12 高精度位置與航向基樁之室外靜態率定場之實測

如前所述，室外靜態測試基線場之功能，在於透過事先完成精密測量之基樁提供精密的方位及坐標參考訊息，以商用免費 App 軟體開啟智慧型手機之衛星定位功能，於透空良好的地區移動約數分鐘，待其定位結果穩定收斂。雖然受限於手機內部衛星定位晶片之相位中心無法確定，僅能將手機盡可能放置於基樁中心，但因此而造成之定位誤差遠小於手機衛星定位精度之量級。擺後完畢後實施靜態衛星定位測量三十分鐘，再將 App 軟體輸出之手機衛星定位結果之經緯度與橢球高，以基樁為原點轉至當地水平坐標，即可得到位置誤差。本案的室外靜態測試基線場針對測試項目可提供之精度規格可參考「102 年度多平台製圖技術工作案」之年度總報告書(江凱偉等人，2013)。

本案原規畫使用之三大廠智慧型手機(HTC M8、Samsung S5、iPhone 5S)，但由於 HTC M8 於 IMU 原始資料做隱密性處理，而非正常之觀測量，故於期末報告時，將 HTC M8 更換為 Sony Z2，而各手機之衛星定位經度驗證成果如下：圖 3.13 為 Sony Z2 之位置誤差圖；圖 3.14 為 Samsung S5 之位置誤差圖；圖 3.15 為 iPhone 5S 之位置誤差圖。統計分析之結果含三方向平均值、標準差與均方根值，詳見表 3.1。

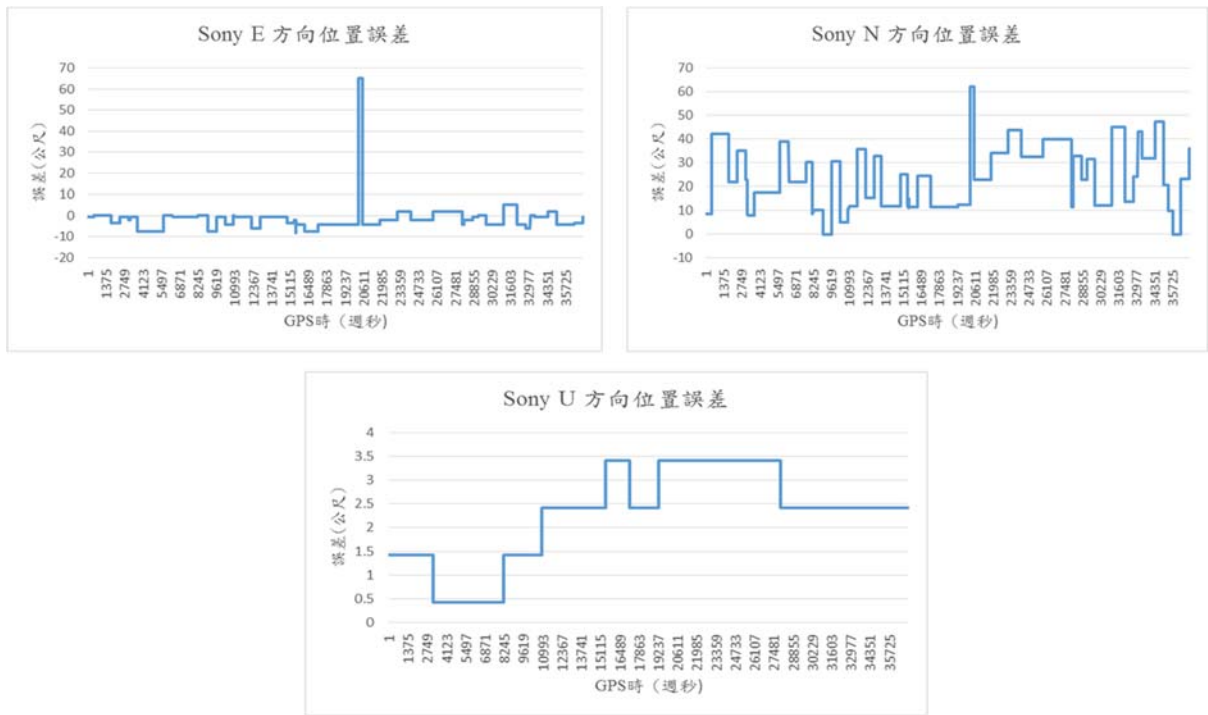


圖 3. 13 Sony Z2 與已知控制點(基樁)在當地水平坐標系統的位置誤差

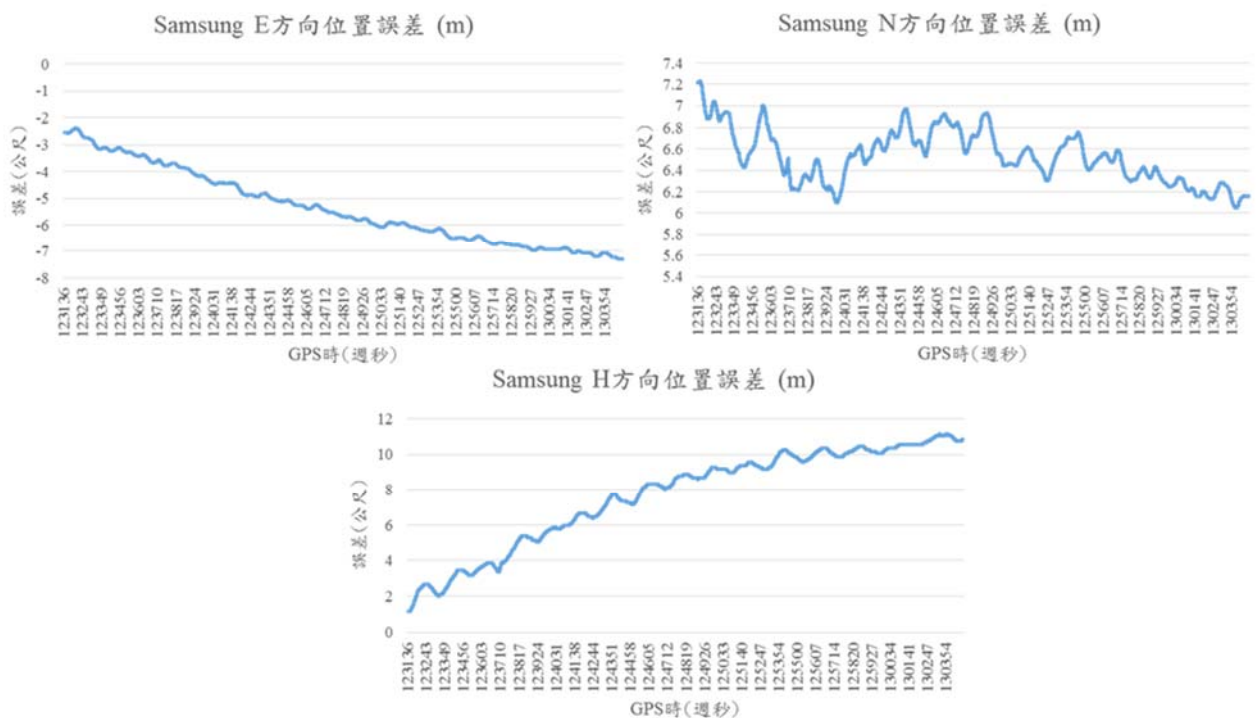


圖 3. 14 Samsung S5 與已知控制點(基樁)在當地水平坐標系統的位置誤差

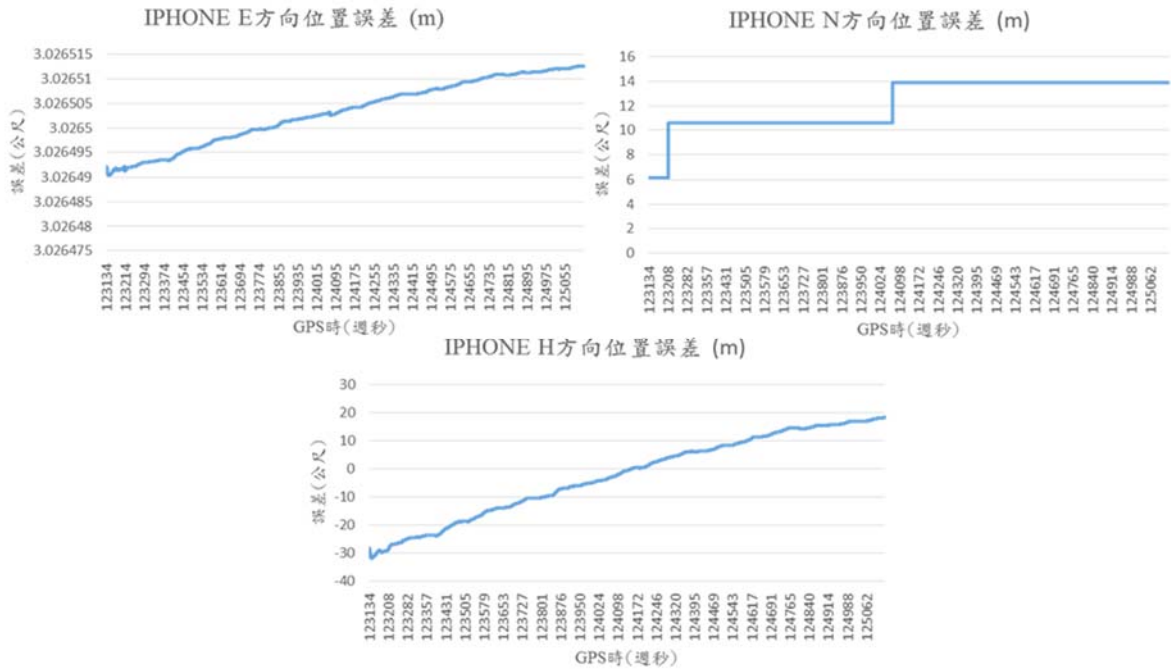


圖 3. 15 iPhone 5S 與已知控制點(基樁)在當地水平坐標系統的位置誤差

表 3. 1 三台手機之內建 GNSS 定位精度分析表

Sony Z2			
(公尺)	E	N	H
平均值	-1.687	24.330	2.270
標準差	6.251	12.964	0.982
均方根值	6.475	27.568	2.473
Samsung S5			
(公尺)	E	N	H
平均值	-5.340	6.531	7.665
標準差	1.401	0.246	2.778
均方根值	5.521	6.535	8.153
iPhone 5S			
(公尺)	E	N	H
平均值	3.027	12.167	-2.488
標準差	6.59044E-06	2.017	14.640
均方根值	3.027	12.333	14.849

● 內建 IMU 之參數率定

慣性測量儀已經被使用在許多應用上，像是多平台製圖系統、載具導航、體感遊戲、智慧型手機、精密機械以及軍事用途等。尤其在導航相關應用領域中，慣性測量儀的精度往往直接影響系統的效能與成本，而系統的效能及價格則決定系統在市場的銷售前景。因此，智慧型手機考量到商品價格及成本配比，內建的慣性測量儀通常屬於低成本且低精度之等級。基於這些原因，評估並改善智慧型手機內建之慣性測量儀的精度就變得非常重要，因為此一步驟將決定智慧型手機能夠達到的導航精度，以及是否需要更多的輔助演算法或更新來源。

影響慣性測量儀的誤差可以分為兩大類，一類為系統誤差，另一類則是隨機誤差，前者包含偏差(Bias)、尺度因子(Scale factor)及非正交因子(Non-orthogonality)，後者則包含角度隨機遊走(Angle Random walk, ARW)、速率隨機遊走(Velocity Random Walk, VRW)及白雜訊(White noise)等等。偏差、尺度因子及雜訊對慣性測量儀的影響及誤差行為見下圖 3.16。偏差會使得觀測量與真值間存在一個常數的偏移，可以細分成開機偏差與過程中偏差，前者隨每次系統開機而改變，後者則是隨溫度或時間在同一次運行中改變。尺度因子則是實際觀測量與理想真值間存在的比例關係。非正交因子因近年來生產與安裝技術的提升，該誤差在量產商品上普遍應遠低於前兩者，因此暫不考慮此項誤差。以智慧型手機搭載的慣性感測器等級，可以預見開機偏差(Turn on bias or Run to run bias)以及溫度效應造成的影響極大，使得原始資料有起始的偏差且偏差會隨時間和溫度增加而變化。因此如何求得系統及隨機誤差，必要時建立誤差溫度或時間模型，對於實際應用這類低精度的微機電慣性測量儀而言非常重要。另一方面，一般手機搭載的慣性測量儀多半來自國外製造商，這些智慧型手機所使用的規格型號也不一定有公開，使得使用者缺乏對系統的精度概念，難以評估適合的應用或研擬補償對策。因此，對智慧型手機內建的慣性感測器進行誤差率定與性能評估是具有相當重要的意義與用途。

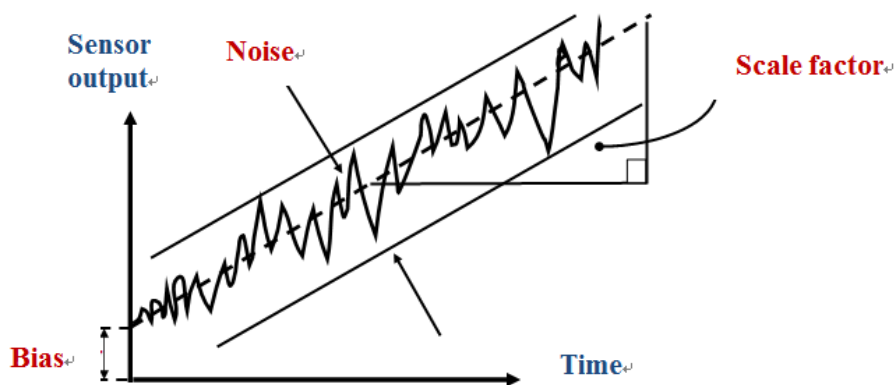


圖 3.16 慣性測量儀系統誤差行為

慣性測量儀的率定可以求得系統誤差，並據此改正觀測量以提升系統精度。國際上已有許多率定方法，像是六位置靜態率定法(Artese and Trecroci, 2008)、多位置率定法(Hayal, 2010)及動態率定等等。本案基於圖 3.17 中瑞士生產之高精度雙軸轉台 MOTION DYNAMIC TES-3T，針對前述智慧型手機搭載之慣性測量儀發展性能評估與率定程序，透過資料位置的對稱性，以及靜態與動態測試的搭配，對微機電慣性測量儀進行率定，能夠適用於這類無法偵測地球自轉的低精度陀螺。由於率定對象的精度很低，誤差變化的幅度也遠大於高等級的感測器，因此使用標準六位置率定法已經足以滿足需求，使用過於複雜或精細的率定反而浪費了許多時間成本。靜態六位置使用於加速度計，擺放方式見下圖 3.18，放置台面需要處於水平狀態；動態六位置適用於陀螺，施測方式見下圖 3.19，透過轉檯提供穩定等速的正反轉作為率定參考值。



圖 3.17 高精度雙軸轉台 MOTION DYNAMIC TES-3T

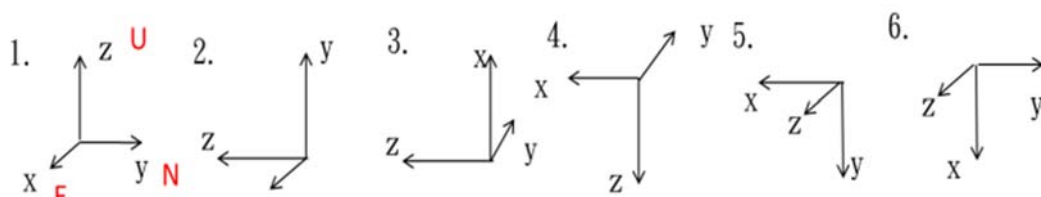


圖 3.18 靜態六位置擺放方式

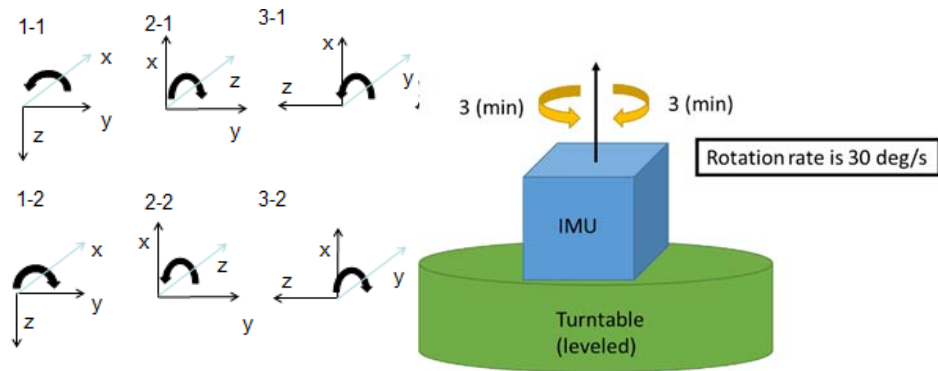


圖 3.19 動態六位置施測方式

率定資料將以平均法及最小二乘法解算(Hayal, 2010)，前者普遍使用在標準六位置率定法中，將同一軸朝上及朝下的觀測量相加消去真值，除以二後得到該軸的偏差。尺度因子則是實際觀測量與真值的比值，將上下的觀測量相加後減去兩倍真值，再除以兩倍真值即得到該軸之尺度因子。其公式如下：

$$b = \frac{l^{up} + l^{down}}{2} \quad (3.1)$$

$$S = \frac{l^{up} - l^{down} - 2 \times k}{2 \times k} \quad (3.2)$$

b 為偏差； l^{up} 為軸朝上之觀測量； l^{down} 為軸朝下之觀測量；S 為尺度因子；k 為理論的真值或參考值。

最小二乘法將不同位置的三軸觀測量組成方程式，依據最小二乘法原理，求解其中的未知參數，即偏差、尺度因子及非正交因子。其公式如下：

$$\begin{bmatrix} l'_x \\ l'_y \\ l'_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + s_x & 0 & 0 \\ -\theta_{yx} & 1 + s_y & 0 \\ \theta_{zx} & -\theta_{zy} & 1 + s_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l_x \\ l_y \\ l_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

l' 為實際觀測量；S 為尺度因子； θ 為非正交因子；b 為偏差；l 為真值。

經過上列公式後得到的偏差及尺度因子，能夠以以下列公式對觀測量進行誤差補償。

$$l_\omega = \omega + b_\omega + S_\omega \omega + \varepsilon(\omega) \quad (3.4)$$

$$l_f = f + b_f + S_f f + \varepsilon(f) + \delta g \quad (3.5)$$

l 為觀測量； ω 及 f 分別為陀螺及加速度計的真值； b 為偏差； S_ω 及 S_f 為尺度因子； ε 為雜訊； δg 為重力加速度的理論值。

本案今年度針對三家廠商推出之新款智慧型手機進行效能分析，評估之型號分別為 Sony Z2、Samsung S5 以及 iPhone 5S 見下圖 3.20。



圖 3.20 本案今年度使用之智慧型手機

針對三支智慧型手機搭載的加速度計與陀螺儀，按上述方法分別做靜態與動態率定解算，其成果見下表 3.2。表中可以看出三支手機搭載之慣性測量儀三軸的精度效能，以此作為後續導航演算法或行人航位推算中濾波器模型的先驗知識，並用於適當的補償觀測量以提升成果精度。然而，一次率定結果無法作為系統效能的依據，僅能作為誤差量級的概略參考。率定仍須多次試驗，以評估各系統誤差參數的穩定性與重複性，尤其是這類低階微機電慣性感測器，其誤差變動的範圍較大，更需多次率定以建立正確的系統誤差評估，提升模型的準確性與觀測量補償的效果。

表 3.2 智慧型手機搭載慣性感測器率定成果

	加速度計					
	Bias (m/s^2)			Scale (ppm)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Sony Z2	0.1145	0.0631	0.5734	3457	6781	16224
Samsung S5	-0.0931	-0.0488	0.7764	-212.4	-1744.5	5439.1
IPHONE 5S	-0.0669	0.0106	-0.0071	-2143.3	-1654.0	-684.8
	陀螺儀					
	Bias (deg/s)			Scale (ppm)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Sony Z2	0.4791	-0.3886	0.2569	-18742	5824	11644
Samsung S5	-0.0115	-0.6300	0.2209	-3338.0	-3811.6	-3216.5
IPHONE 5S	0.6312	-0.1305	0.1256	2693	15911	21043

雖然慣性測量儀的隨機誤差普遍小於系統誤差，但對於這類低精度低成本的感測器而言，隨機誤差也已經大到足以產生明顯的影響。阿倫變方(Allan Variance)最初是用來分析原子鐘，這個方法特別適合用來分析具時間序列的資料，近來有人將其用來分析衛星及慣性測量儀的資料(Hou, 2004；Friederichs, 2010)。阿倫變方能夠辨認在觀測量中存在的主要隨機誤差類型，而頻率譜密度函數(Power Spectral Density, PSD)能夠描述訊號或觀測量在不同頻率的能量分布，基於前述兩者的關係，隨機誤差參數就可以被求定。因此，除了率定程序以外，本案也使用這種方法對微機電慣性測量儀的隨機誤差進行分析。其基本原理可以大致分解成以下幾個步驟(Hou, 2004)：

1. 將資料以固定時間間隔分群。
2. 計算各群的平均值。
3. 由相鄰兩群的差值組成差值序列。
4. 計算此序列的均方和並除以二，得到阿倫變方值。
5. 改變時間間隔，重複前述步驟，得到對應不同時間間隔的阿倫變方值序列。
6. 將阿倫變方值與對應的時間間隔以對數形式繪圖。

標準阿倫變方之公式如下：

$$\sigma_y^2(\tau) = \frac{1}{2(M-1)} \sum_{i=1}^{M-1} [\bar{y}_{i+1} - \bar{y}_i]^2, \quad (3.6)$$

阿倫變方圖中隨機誤差的理論行為見圖 3.21(IEEE 952, 1997)。除了標準阿倫變方外，還有 Modified Allan Variance, Hadamard Allan Variance 等等，這些變形的阿倫變方值在一般狀況下它們的結果非常相近。一般使用兩小時靜止觀測資料進行阿倫變方分析。頻率譜密度函數是用來描述訊號及觀測量在不同頻率的能量分布。依據阿倫變方與頻率譜密度函數間的關係，可以求定隨機誤差的參數。頻率譜密度函數與阿倫變方的關係式如下：

$$\sigma^2(T) = 4 \int_0^\infty S_\Omega(f) \cdot \frac{\sin^4(\pi fT)}{(\pi fT)^2} df \quad (3.7)$$

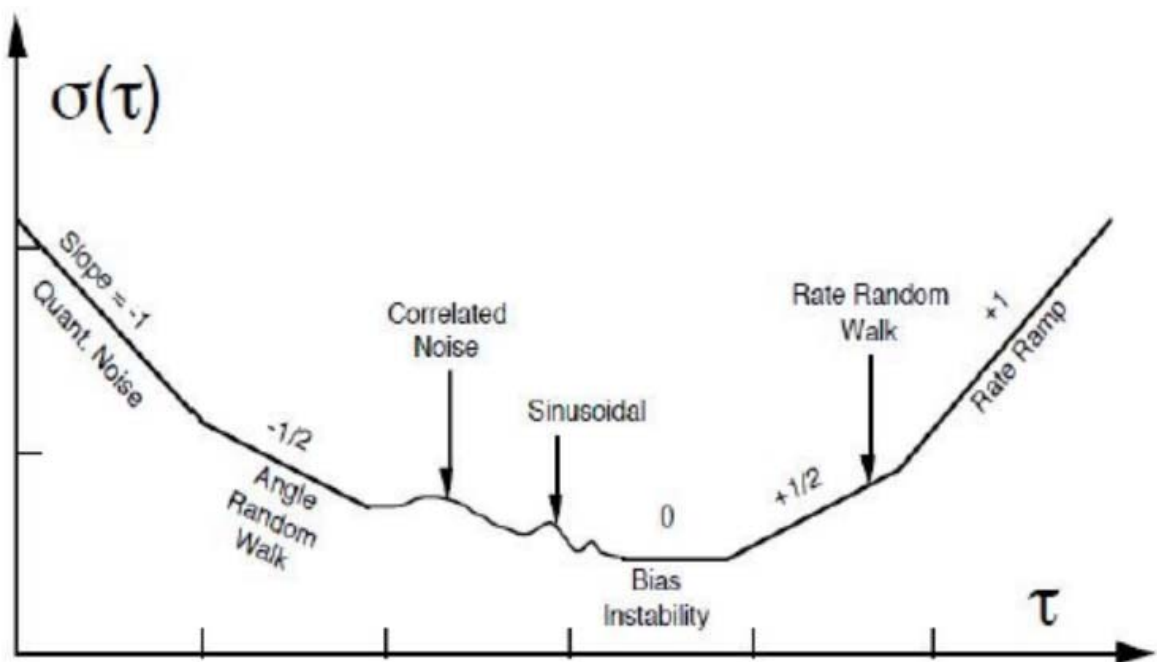


圖 3.21 隨機誤差在阿倫變方曲線的表现行為

三支智慧型手機搭載的加速度計與陀螺儀之阿倫變方展示於圖 3.22 至圖 3.27，隨機誤差分析見下表 3.3。依照過去經驗與本次分析圖所顯示，一般較常見的隨機誤差為隨機遊走與偏差不穩定性，因此本次分析著重這兩項隨機誤差。但 iPhone 5S 的加速度計與 Samsung S5 的陀螺可能具有相關雜訊，此類誤差由訊號自己本身產生，故將於本案期末前進行多次測試，以確定是否有此項雜訊存在與觀測量中。此外，阿倫變方分析得到的各項隨機誤差係數之精度，也一併列於表 3.3 中。而各隨機誤差的穩定性也需經多次測試方可驗證，但依據隨機誤差之來源、定義與統計的原理，每次阿倫變方分析之結果差異不大，即低階微機電慣性感測器的隨機誤差穩定性較系統誤差好。然而阿倫變方圖的分析仰賴人工判斷，這會使得不同人判別的結果存在差異。

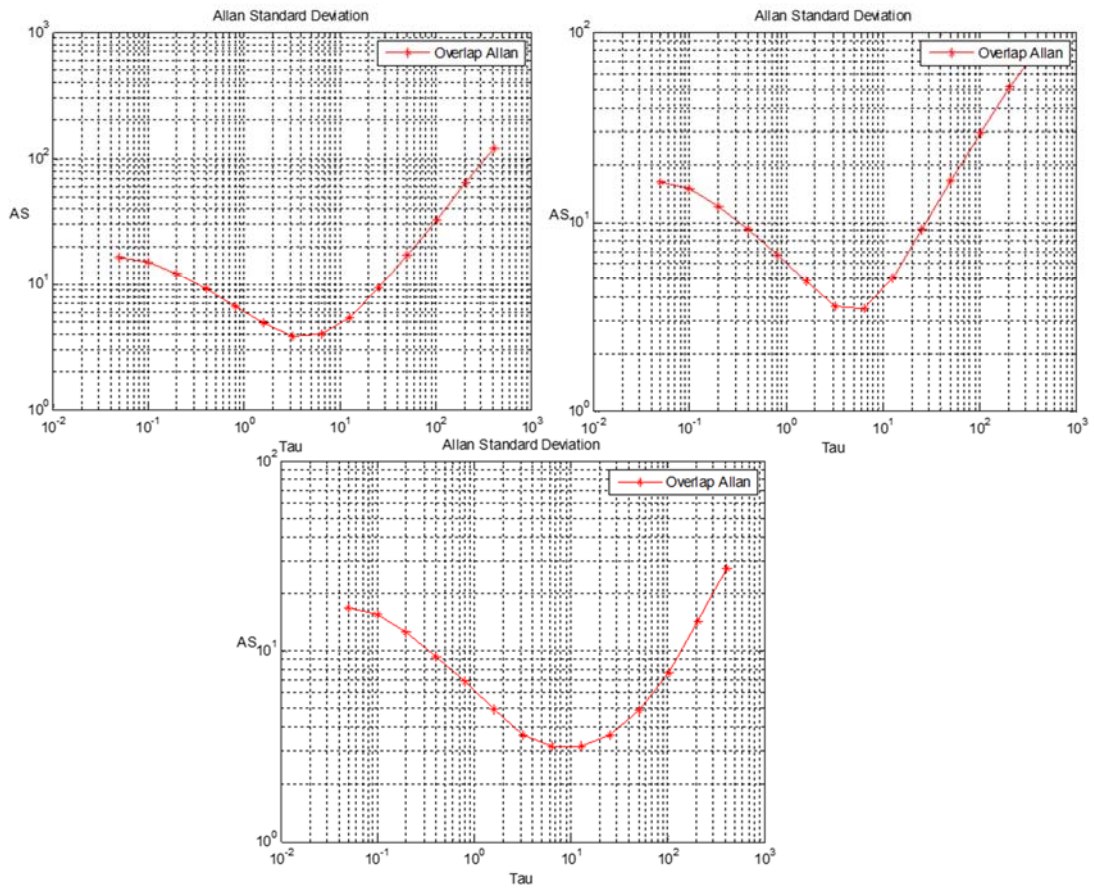


圖 3.22 Sony Z2 加速度計的阿倫變方圖

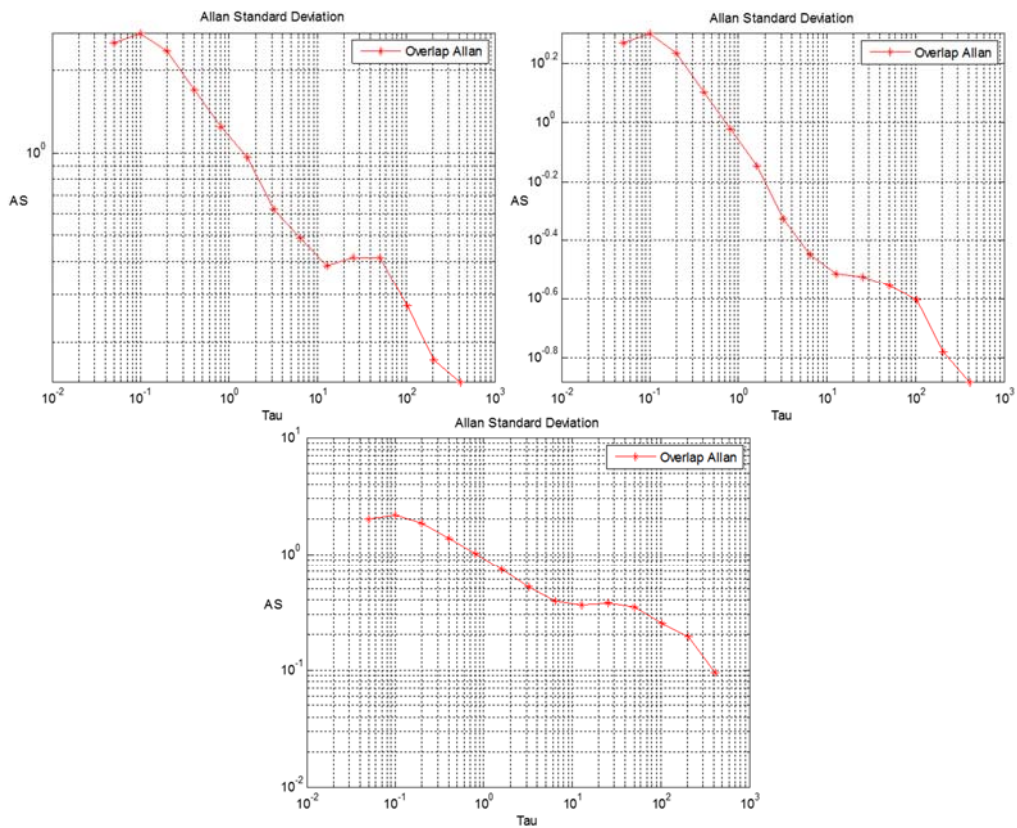


圖 3.23 Sony Z2 陀螺儀的阿倫變方圖

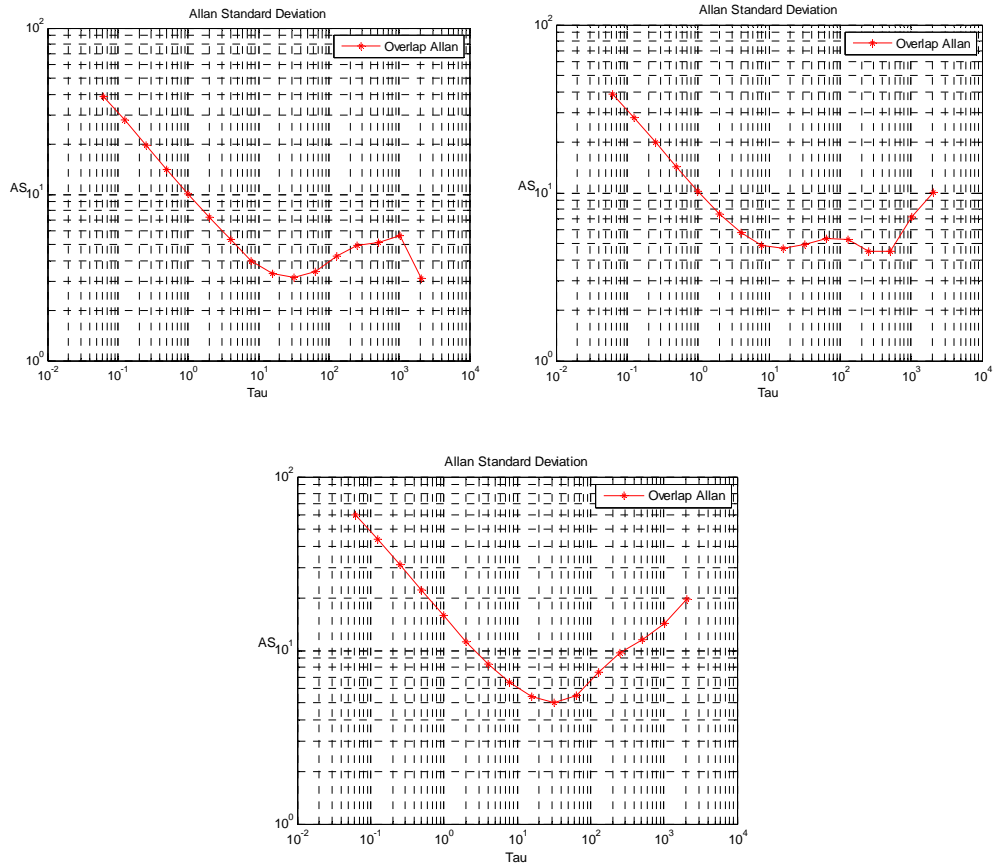


圖 3.24 Samsung S5 加速度計的阿倫變方圖

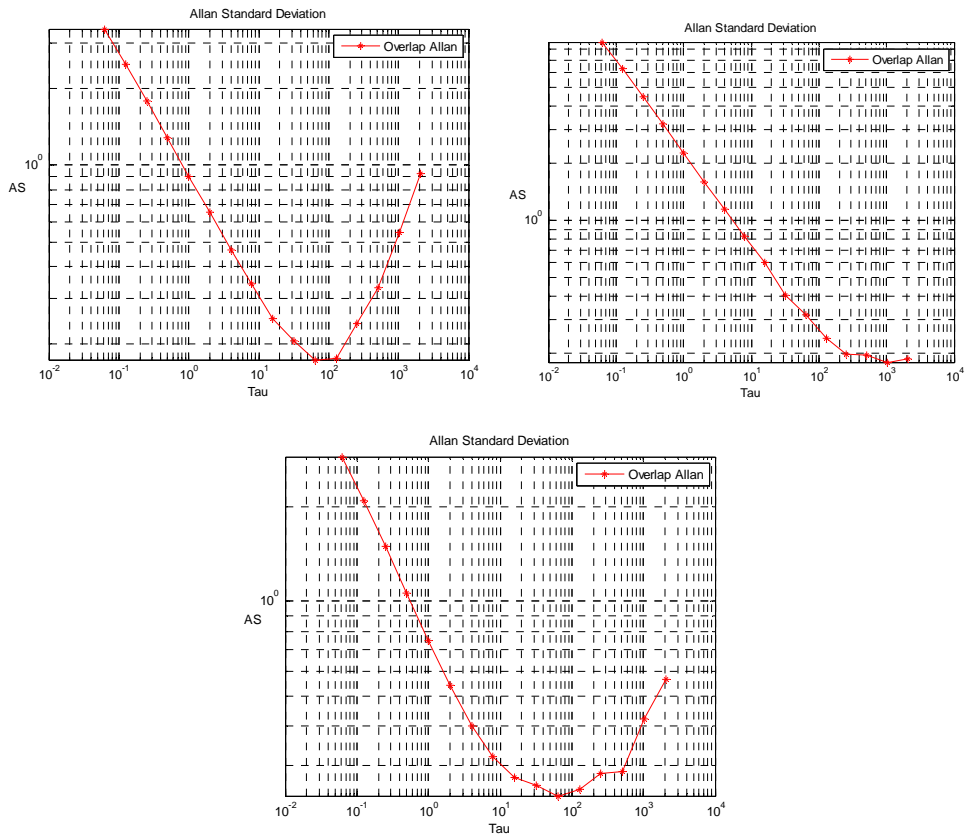


圖 3.25 Samsung S5 陀螺儀的阿倫變方圖

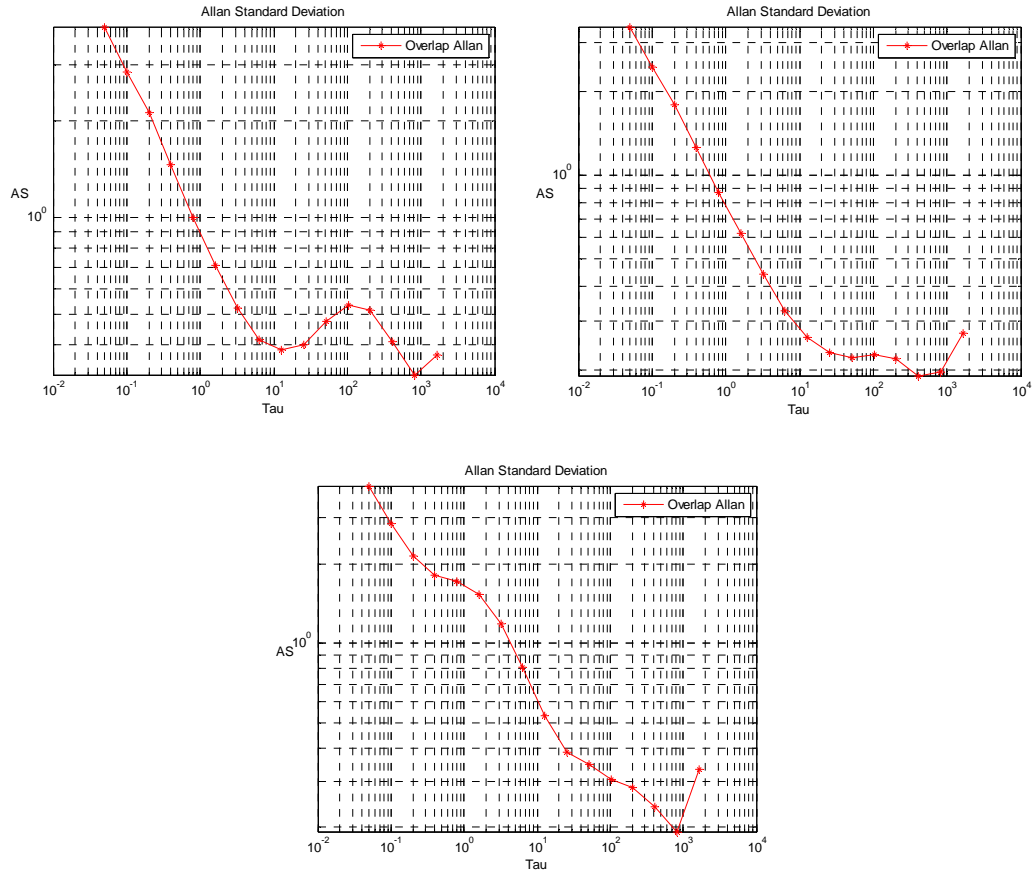


圖 3.26 iPhone 5S 加速度計的阿倫變方圖

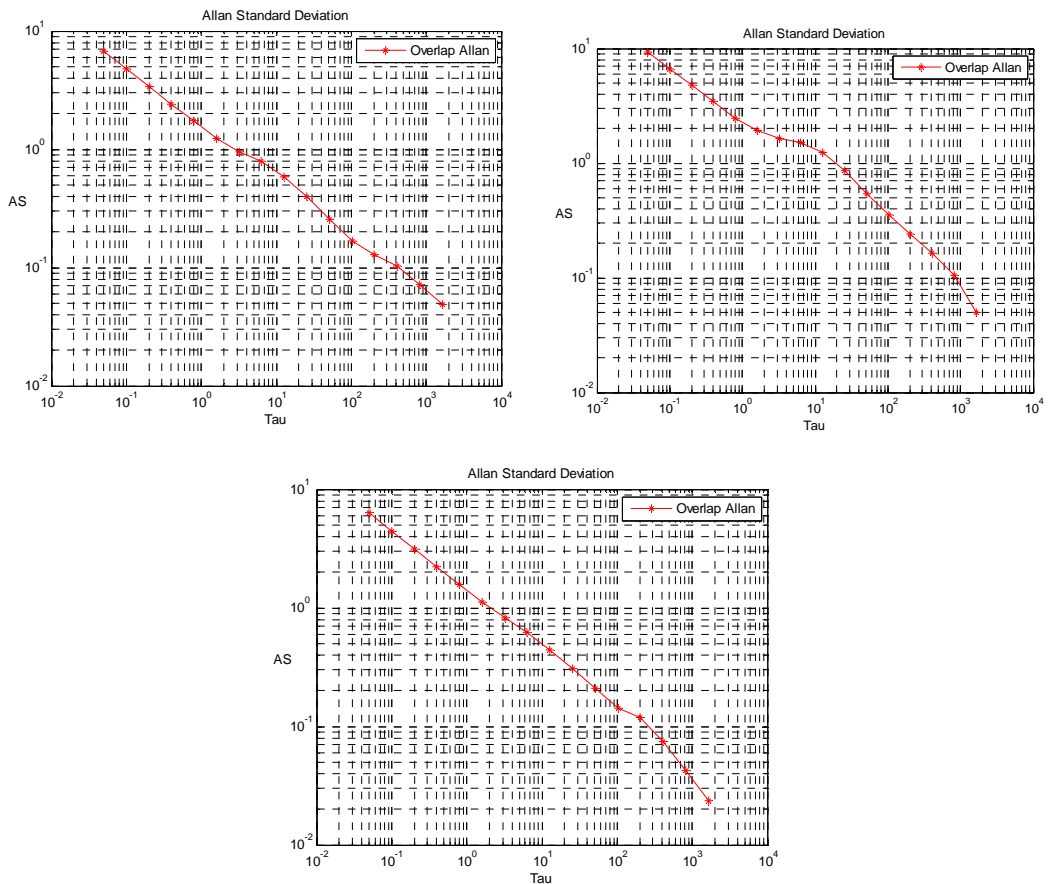


圖 3.27 iPhone 5S 陀螺儀的阿倫變方圖

表 3.3 三支智慧型手機的隨機誤差係數

	加速度計					
	Velocity Random Walk (m/s/ \sqrt{h})			Bias instability (m/s/h)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Sony Z2	0.96847	0.09671	0.10243	5.804	5.2243	4.7369
	1.05%	1.49%	1.49%	1.49%	2.11%	2.11%
Samsung S5	0.16692	0.16695	0.26163	4.7811	6.7145	7.4812
	2.36%	1.18%	2.36%	4.72%	13.58%	4.72%
IPHONE 5S	0.01539	0.01326	0.03423	0.58325	0.28674	0.29049
	1.49%	2.11%	4.22%	2.98%	17.37%	25.34%
	陀螺儀					
	Angle Random Walk (deg/ \sqrt{h})			Bias instability (deg/h)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Sony Z2	0.02020	0.01506	0.01505	0.58166	0.46368	0.54189
	2.98%	2.98%	2.11%	2.98%	2.98%	2.98%
Samsung S5	0.01506	0.03770	0.01249	0.26018	0.27126	0.36133
	3.33%	3.33%	1.67%	6.70%	28.79%	6.70%
IPHONE 5S	0.02556	0.03638	0.02378			
	1.49%	1.49%	8.49%			

因此，針對不同手機平台進行系統效能評估與驗證，能夠獲取發展室內導航定位之先驗知識，做為整合濾波器中的協變方模型之參考，而通過率定與補償也 能夠有效提升智慧型手機內建之慣性感測器精度，改善導航定位之精度。

對於影像感測器部分，本案以單一相機內方位率定場進行內建影像感測器 之率定，該率定場有一可旋轉的圓盤率定場，大小約 3 * 4 * 2.5 (m3)，其上均勻 佈置了不同高度的木柱與 Australis 編碼過之人造標，以產生三度空間率定場提 高焦距率定之精度。拍攝時每旋轉圓盤 22.5°或 45°拍攝兩張相片，一張正拍一 張旋轉相機 90°以避免參數間之高相關性。經過此種拍攝程序後，其效果如同環 繞此圓盤四周以交會式拍攝的效果，圖 3.28 為拍攝程序之示意圖，圖 3.29 為率 定現場。

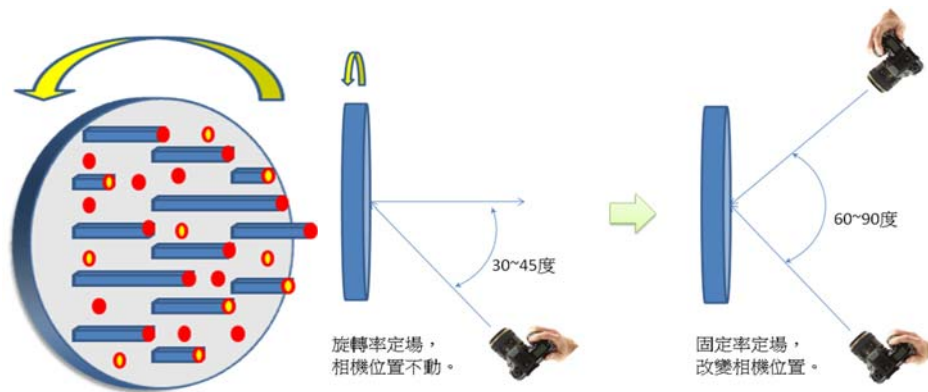


圖 3. 28 單一相機率定法拍攝方式示意圖



圖 3. 29 率定現場

拍攝時考慮到交會幾何強度，讓平差成果較穩定可靠且提高定位精度。因此，拍攝時固定相機位置，每旋轉圓盤 22.5°或 45°拍攝一張照片，旋轉 360°後旋轉相機 90 度再重複上述程序一次，最後面對圓盤正中間再拍兩張照片共得 18-34 張。相機拍攝時要考慮人造標在影像中的位置，要盡量使整個像幅尤其是影像角落佈滿人造標，以提供影像外圍之坐標觀測量，適切的描述透鏡畸變狀況。由於每個標上面是由八個特殊排列的白點所組成，因此軟體能透過白點之間的相對關係自動辨識出每個標的代碼，減少人工辨識的時間。因手機影像感測器為非量測型相機，其焦距會隨著物距自動調整，此會導致最終精度下降，其最終具體定位成果，而表 3.4 為 3 支手機於固定距離下內方位率定成果，圖 3.30 為其精度成果。

表 3.4 內方位率定成果

		Sony Z2	Samsung S5	IPHONE 5S
畫素	(百萬)	2000	1500	800
像元大小	(mm)	0.0015	0.0011	0.0015
焦距	f (mm)	4.4816	4.7649	4.1982
像主點	X ₀	-0.0072	-0.0102	-0.0253
	Y ₀	-0.0387	0.0044	0.0192
透鏡畸變	K ₁	-1.564e-002	-1.15E-02	-4.44E-03
	K ₂	3.022e-003	1.88E-03	3.86E-04
	K ₃	-1.844e-004	-9.04E-05	-2.18E-06
	P ₁	-5.954e-005	1.72E-04	3.97E-05
	P ₂	1.825e-005	2.03E-04	-1.94E-05

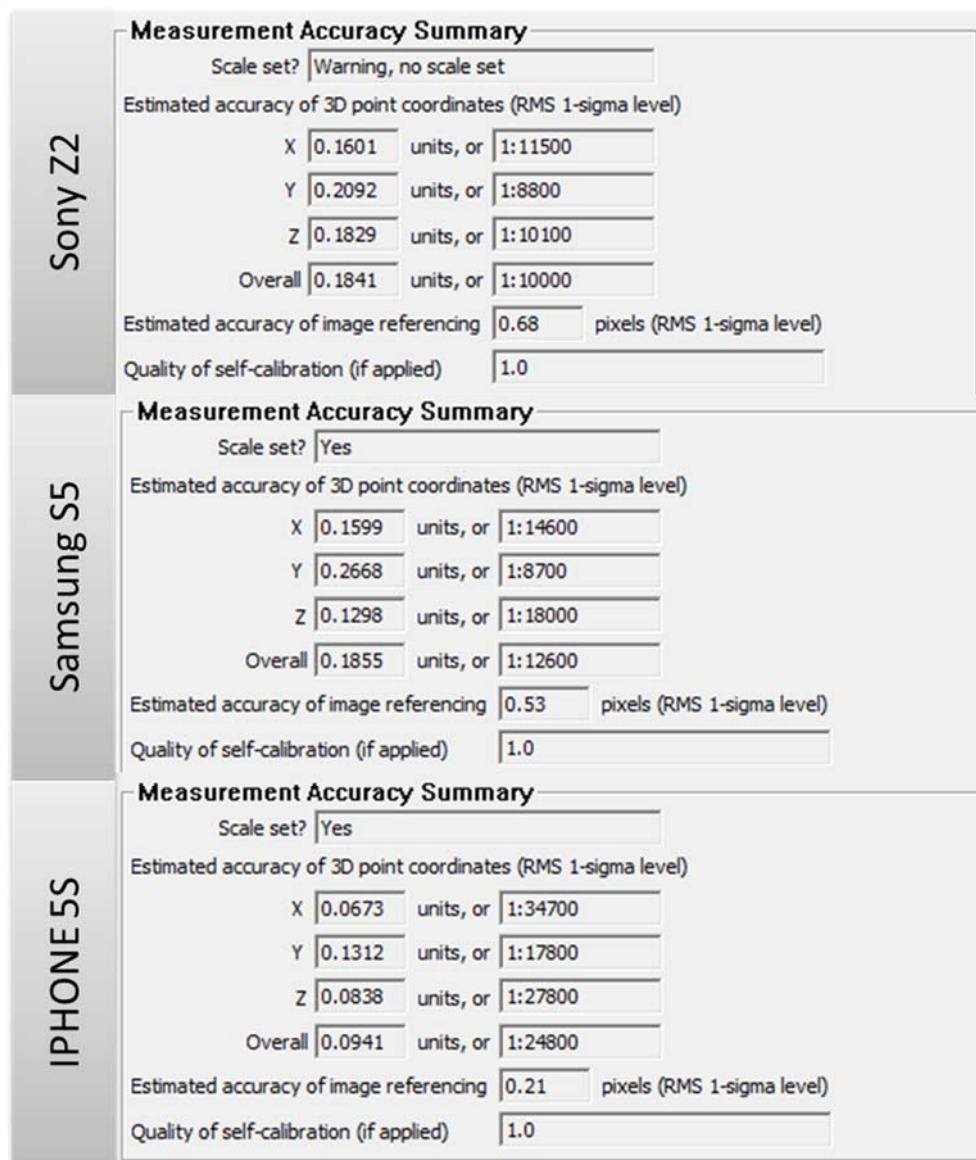


圖 3.30 內方位成果精度

3.4 發展所需的率定與定位軟體

對於行動通訊裝置所需率定軟體，為續用 102 年度直升機移動製圖系統之軟體，其核心演算法為二階段率定及直接地理定位(江凱偉等人，2013)。圖 3.31 及圖 3.32 為率定及直接地理定位介面。

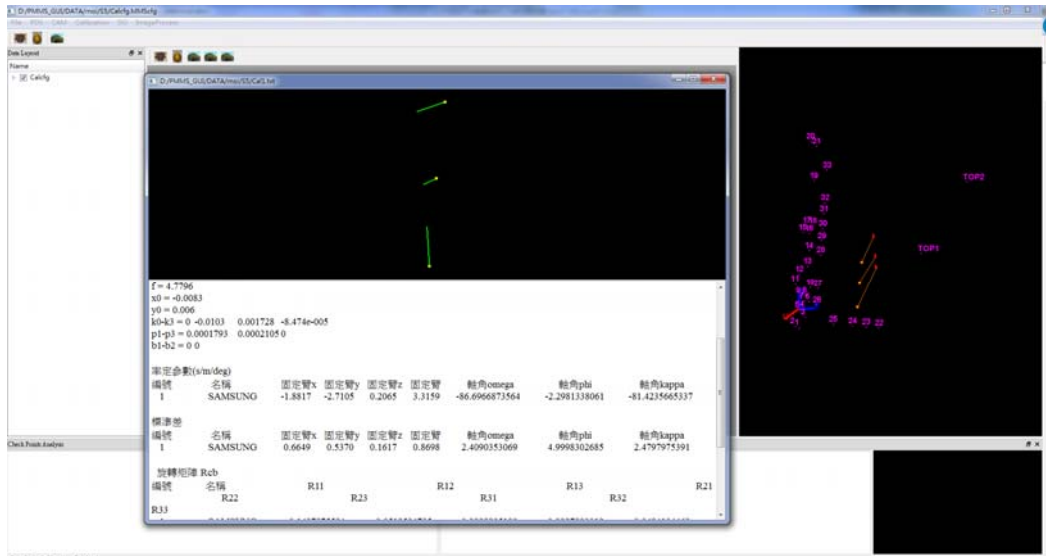


圖 3.31 率定介面

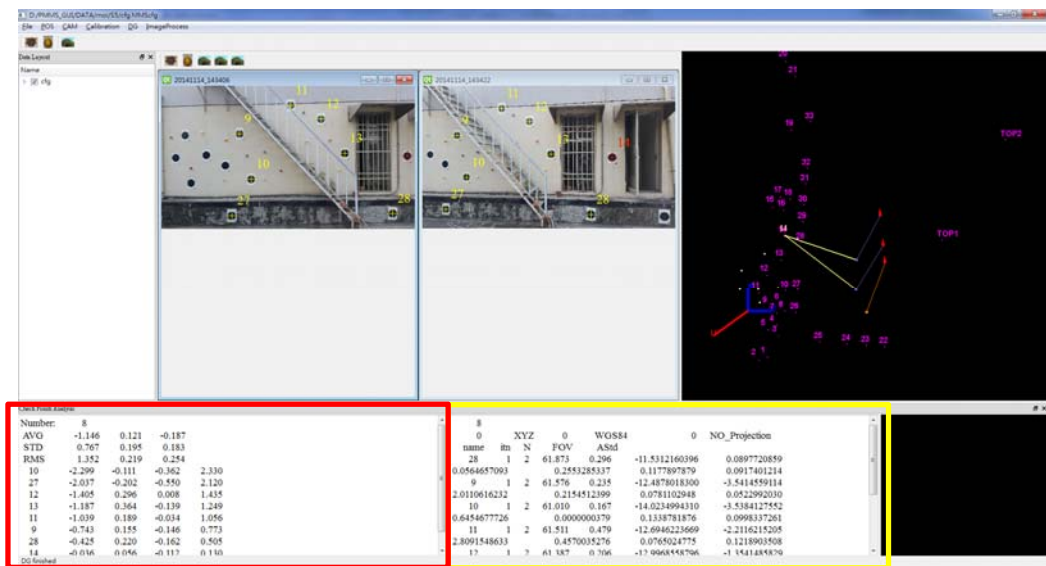


圖 3.32 直接地理定為介面

在軟體撰寫方面，相較 102 年度直升機資料處理模組，可直接輸入軌跡與三維已知點，並可選擇其中一個已知點作為原點，直接將軌跡座標轉換為當地水平坐標系，可直接與基於當地水平坐標系的空三結果，計算率定成果。相較使用 TWD97 2TM 投影，利用當地水平坐標系，可避免因軌跡座標轉換與空三控制點方法或參數不一致，所造成的系統誤差。在直接地理定位部分，除可即時顯示直接地理定位成果，如圖 3.32 黃框區，同時在品質評估部分，根據軌跡及率定成果提供的精度，依誤差傳播理論可推估直接地理定位內部精度值，可作為品質評

估指標；另外，同時可藉由已輸入的已知點與輸入興趣點的點名比較，分析各點的三維誤差，並即時顯示其統計分析，包含：平均值、標準差及均方根，如圖 3.32 紅框區。

3.5 行動通訊裝置直接定位之效益分析

為測試行動通訊裝置之直接地理定位精度，於成功大學測量及空間資訊學系系館頂樓率定及驗證場進行實驗。實驗從一已知點為起點，開啟手機 App 軟體，收 IMU 之原始資料及 GPS 即時定位位置資訊，並靜止一段時間作初始化約 30 秒至 120 秒，完成初始化以手持方式前進並拍攝控制場，在於透空良好處結束並靜止一段時間作結束初始化。

在多次實驗測試後，於作業中有許多值得注意的操作模式，因整合定位定向演算法之特性，於行進間慣性感測器與載體之相對關係須為固定，故作業時手機須保持拍照姿勢運動，且須避免原地自轉的運動模式。另外，手機之 GPS 即時定位存在不可忽略的誤差，此狀況會造成短時間的位置偏移，故於實驗時由已知點為起點，可先行計算 GPS 定位系統誤差，其後在於軌跡剔除所造成的偏移。

本案針對三台手機分別進行實驗，以驗證其精度。圖 3.33 為三台手機之各方向誤差圖，而表 3.5 為三台手機之直接地理定位分析。

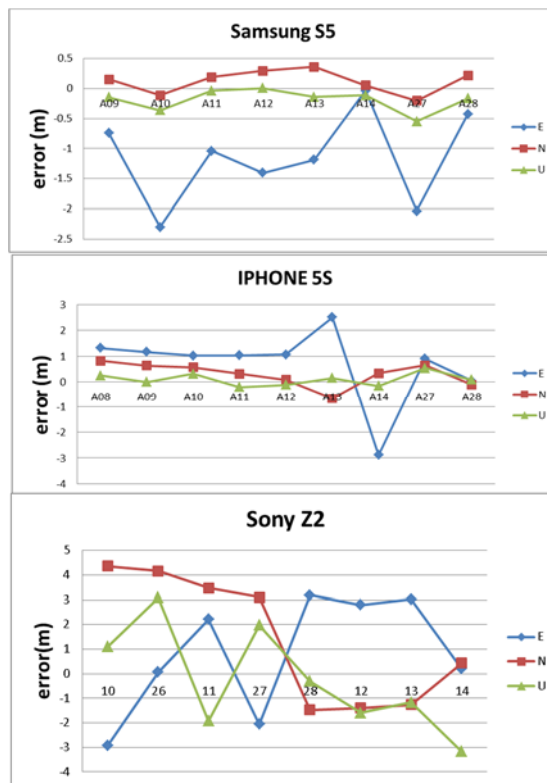


圖 3.33 三台手機之各方向誤差圖

表 3.5 三台手機之直接地理定位分析

公尺		Samsung S5(8)	Iphone 5S(9)	Sony Z2(8)
平均值	E	-1.146	0.685	0.807
	N	0.121	0.291	1.423
	H	-0.187	0.090	-0.255
	2D	1.153	0.745	1.636
	3D	1.168	0.750	1.656
標準差	E	0.767	1.481	2.379
	N	0.195	0.464	2.610
	H	0.183	0.246	2.136
	2D	0.791	1.552	3.531
	3D	0.812	1.571	4.127
均方根	E	1.352	1.555	2.367
	N	0.219	0.525	2.825
	H	0.254	0.248	2.014
	2D	1.370	1.642	3.686
	3D	1.393	1.660	4.201

由直接地理定位結果可得知，雖然 Samsung 結果最佳、iphone 5S 次之、Sony 最差，另外手機 GPS 定位本身極為不穩定，此會影響直接地理定位之穩定性，故仍需進行多次驗證與分析。而由此次成果顯示，iphone5S 及 Samsung 經特殊運作模式及藉由已知點所得之座標差進行簡易差分後移除偏移，可達至 2 公尺左右之直接地理定為精度。而藉由此次成果預估手機之誤差量級，如表 3.6 所示，其中因為採靜止拍照，故無同步誤差之考量。未來將持續發展手持裝置專屬的移動製圖應用程式與作業程序，並特別規劃室內外防減災的應用場景以進行效益評估。

表 3.6 手機誤差評估表

誤差來源	預估大小	對 δr_i^m 影響	特性
定位誤差	1~5 公尺	實際距離 5 公尺約 1~5 公尺(移除偏移後)	對於同一張影像上的任意點，誤差影響皆一致，其誤差量與 GNSS 之觀測品質有高相關。
定向誤差	2~5 度	實際距離 5 公尺約 20~50 公分	相機與目標物之間的距離方程式。
率定誤差 δR_s^b	2~5 度	實際距離 5 公尺約 20~50 公分	相機與物體之間的距離影響三維坐標精度，誤差值為一常數。
率定誤差 δa^b	1~5 公分	實際距離 5 公尺約 1~5 公分	取決於相機的三維配置，關鍵點在於相機基座的製作。
目標位置與幾何誤差 δr^S	0.5 pixel	實際距離 5 公尺時約 20~50 公分	取決於相機的三維配置，導致橫向(across-track)誤差。
目標位置與幾何誤差 δS^i	0.5 pixel	實際距離 5 公尺時約 10~20 公分	取決於相機的三維配置，其說明關於縱向誤差，關鍵點在於相機基座的製作。
同步誤差 $V\delta T$	0	皆為靜止拍攝	引入縱向誤差，可藉由時鐘卡降低誤差。
同步誤差 $\omega\delta T$	0	皆為靜止拍攝	其說明關於橫向誤差，為相機與物體的距離誤差大小方程式。

3.6 本章小結

對於「**文獻回顧與現況未來發展趨勢**」之工作項目，已針對發展現況、行人導航之方法回顧與挑戰、深度感測器、個人行為模式分析、室內製圖於產學界之現況做說明。

對於「**軟體架構評估**」之工作項目，評估完整計算結果所需之軟體，包含手機內作業系統 IOS 及 Androind 所使用之 APP，以及說明後端定位定向系統所使用之軟體—Pointer。

對於「**內建定位定向感測器及影像感測器之性能評估與率定**」之工作項目，針對不同手機平台進行系統效能評估與驗證，並獲取發展室內導航定位之先驗知識，做為整合濾波器中的協變方模型之參考，而通過率定與補償也能夠有效提升智慧型手機內建之慣性感測器精度，改善導航定位之精度，同時以量測型相機率定方式，嘗試率定智慧型手機之相機鏡頭。

對於「**發展所需的率定與定位軟體**」之工作項目，對於率定及定位軟體為沿用 102 年度直升機載直接地理定為軟體模組，可直接使用當地水平坐標系進行運算，並可即時顯示即平均值、標準差及均方根值。

對於「**行動通訊裝置直接定位之效益分析**」之工作項目，於成功大學測量及空間資訊學系系館頂樓實驗，藉由特定作業模式以及起始已知點移除偏移，手機直接地理定位可達約 1-2 公尺之直接地理定位精度，同時試做其誤差評估表。

第四章、持續評估北斗系統對多平台製圖應用之效益

完整的北斗系統星群預計將於 2015 年建置完成，未來不論是即時導航或高精度測量定位，皆可使用多個全球衛星導航系統(GNSS)的多頻觀測量，獲得更高的定位精度，去年度針對靜態觀測環境下分析北斗系統的精確單點定位以及精確相對定位成果，由於硬體設備之限制去年度未將衛星接收儀架設到多平台製圖系統上實際接收動態資料測試，故本年度利用車載製圖系統搭載衛星接收儀與天線於五都測試區進行實測，利用多頻率觀測量分析差分處理的成果，並根據多個指標來比較 GPS 與北斗系統的表現，同時進一步探討多系統的 GNSS 多頻觀測量對多平台製圖應用的效益。

GNSS 泛指各種導航衛星系統，其中較著名的系統為美國的 GPS、俄羅斯的 GLONASS、歐盟的 Galileo 以及中國的北斗，然而，除了這四種系統外，尚還包括日本的 QZSS、法國的 DORIS、以及印度的 IRNSS 等，各國都積極地發展著全球導航衛星系統。

GPS 為美國政府自 1970 年代末期開始進行研製和發展的衛星定位導航系統，目前有 32 顆衛星運行於衛星軌道上。由於設計至今已有四十多年的時間，其定位精度已經漸漸無法滿足日益增進的使用需求，因此，美國已經著手進行 GPS 系統之現代化，增加更新的電碼觀測量並且改善原有的電碼觀測量品質，以及更重要的是將原有的雙頻觀測系統提升為三頻觀測系統。

與 GPS 同時期發展的 GLONASS 是由俄羅斯政府所研發和運作，目前的系統有 31 顆衛星，由 24 顆工作衛星、3 顆維修中衛星、3 顆備份衛星及 1 顆測試衛星所組成，分布於三個軌道面上。GLONASS 系統目前正積極地進行類似 GPS 現代化的計畫，該計畫除了預計發展新一代的導航衛星來取代現有老化的衛星外，並計劃將現有的雙頻觀測系統提昇至三頻觀測系統，除此之外，未來現代化的 GLONASS 系統將會提供與 GPS、Galileo 以及北斗相容的碼分多址(Code Division Multiple Access, CDMA)之編碼方式。

歐盟預計於 2019 年布置完成 30 顆衛星的 Galileo 衛星系統，同樣會提供三頻的觀測量，並且其訊號與 GPS 完全相容。與現有 GPS 系統相比，將會提供更多的衛星顆數、更多的觀測頻率以及更好的訊號品質，從而進一步提昇現有 GPS 衛星定位的精度、可靠度以及效率。

北斗衛星導航系統(BeiDou Navigation Satellite System, BDS)是由中國所建置的一個自主發展、獨立運行的全球衛星導航系統。於 2012 年 12 月 27 日，北斗衛星導航系統正式提供亞太地區的區域運行服務，且在 2014 年於南京舉辦的中國衛星導航會議(CSNC)上宣布，將加快其系統的發展，隨著明年預計開始發射

的新一代衛星，期望能夠在 2017 年完成第三階段的發展，當全面完成部署後，北斗衛星導航系統的空間星座屆時將包含 5 顆地球靜止軌道(GEO)衛星、27 顆中軌道(MEO)衛星、3 顆傾斜同步軌道(IGSO)衛星。

由此可知，這四個全球尺度的導航衛星系統將成為 GNSS 之主要核心，未來在即時導航或高精度測量定位的應用中，只要衛星接收機可支援多個衛星系統的多頻觀測量，便可提高衛星分布的幾何強度、增加觀測量的多餘觀測數，以獲得更高的定位精度與可靠度。因此，本案擬針對多平台製圖系統應用之特性，透過 GPS 與北斗系統的多頻率觀測量處理演算架構、多平台系統聯合資料處理的作業技術、作業環境與動靜態模式來探討 GPS 和北斗系統在台灣都市中不同遮蔽程度下的影響，並且分析北斗系統的動態定位精度以及應用在移動式多平台製圖系統的效益。透過車載測繪平台於都市中不同環境條件的測試區進行實測，針對北斗系統對多平台製圖應用之效益進行評估，並於期末報告中完成了如下之工作項目：

- 一、GNSS 系統發展概況更新。
- 二、GPS 與北斗系統於五都測試區之實測動態定位精度與遮蔽效應分析。
- 三、e-GPS 與北斗 RTK 系統於五都測試區之實測動態定位精度與遮蔽效應分析。
- 四、北斗系統與 GPS 實測資料聯合處理策略對五都測試區車載製圖應用之效益相關內容將於後續章節詳述之。

4.1 GNSS 系統發展概況更新

4.1.1 GPS 現代化

GPS 現代化的計畫實質上是延伸第一代 GPS 在過去三十年所獲得的重大成功，來加強 GPS 對美軍現代化戰爭中的支撐和保持全球民用導航領域中的領導地位。而該計畫的主要目的在除了提昇軍用系統抵抗干擾能力及導航定位精度，以便更加的支持與保障軍事行動；亦著手規劃對民用系統提供性能提昇的相關設計。整個 GPS 現代化第一步是先在 2000 年 5 月 1 日將 SA 效應關閉；接下來即為將一個新的軍用訊號及第二個民用訊號(L2C)加到 L2 頻率上，並新增第三個民用訊號加到 L5 頻率上；最後一步則是研究未來 GPS 衛星導航的需求，研發新一代的 GPS 系統-GPS III，設計 GPS III 的系統架構來取代 GPS II。

GPS 系統現代化計畫中，2005 至 2009 年所發射的 GPS Block IIR-M 衛星已經開始傳送 L2C 觀測量。此觀測量為調制在 L2 頻道的最新民用電碼觀測量，除了可以幫助地面接收儀對於 L2 載波觀測量的連續接收、減少由訊號失鎖所產生的週波脫落之外，更提供了訊號強度較 L1 C/A 電碼觀測量更強、品質更好的 L2 電碼觀測量以消滅電離層效應，提昇定位精度。GPS Block IIR-M 系列之衛星是

Block IIR 的第二部份，目前共有 7 顆 Block IIR-M 衛星正在軌運作中 (PRN 17、PRN 31、PRN12、PRN15、PRN29、PRN07 與 PRN05)。第二步的重大改變是發展 GPS Block IIF 系列的衛星，此系列目前規劃總共包含 12 顆衛星，預計在 2016 年將所有 Block IIF 衛星發射完畢。GPS IIF 系列衛星自 2010 年起陸續發射，截至 2014 年 5 月 16 日止，共已發射六顆 (PRN 25、PRN01、PRN24、PRN27、PRN30、PRN06)，加上今年八月及十月所發射第七、第八顆 (PRN09、PRN03)，目前共有八顆已順利運作中。GPS Block IIF 衛星除了能夠發送所有 Block IIR-M 的訊號外，還增加了第三個頻率 L5 (1176.45 MHz) 的觀測量，並增加第三個民用訊號到 L5 頻率上，至此 GPS 將正式由雙頻觀測躍升為三頻觀測系統 (楊名與江凱偉，2009)。圖 4.1 所示為 GPS 星群範例。

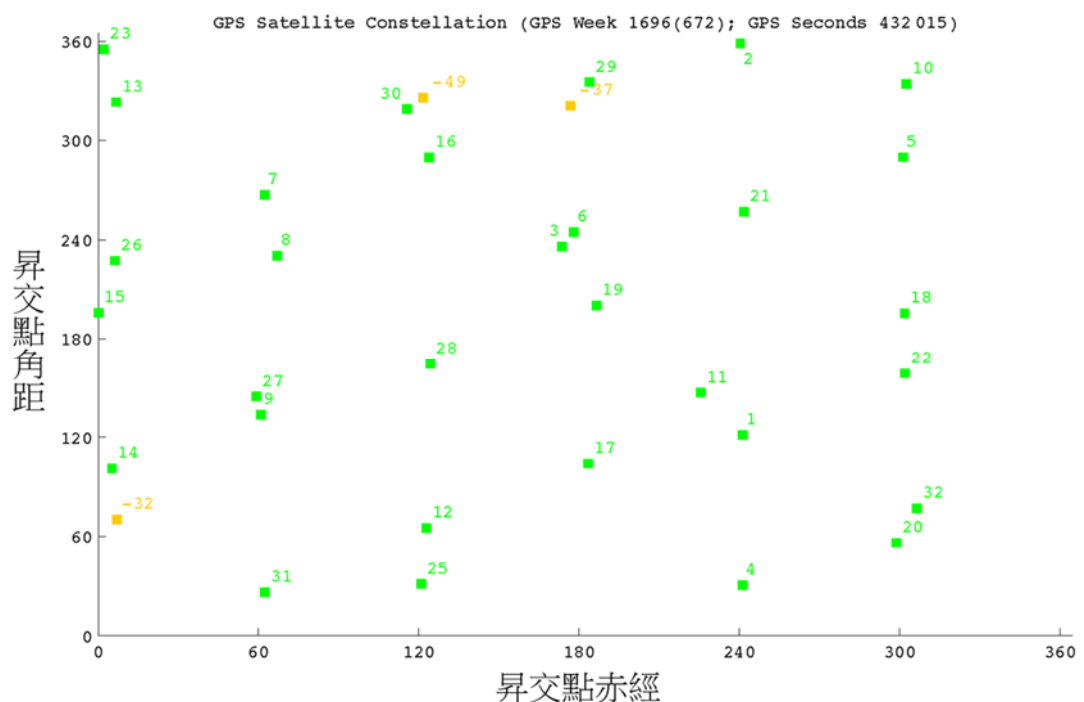


圖 4.1 GPS 星群範例

目前除了可以使用調制在 L1 上的民用訊號外，在 2014 年 4 月 28 日起，美國空軍宣布開始傳送調制在 L2 上的 L2C 以及 L5 上的 L5C 民用導航訊號，Block IIR-M 可以廣播 L2C，而 GPS IIF 則能夠傳送 L2C 及 L5C 兩種訊號。對於目前廣大的即時 GPS 動態單點定位使用者而言，三頻的觀測量能夠增加訊號的多餘觀測量並藉由消除電離層干擾，可大幅提昇單點定位的精度；除此之外，現代化的 GPS 並針對訊號的可靠度、完整性、連續性及抗干擾性等性能做大幅的提昇。而對使用差分定位的應用而言，增加的第三個頻率可以更有效的估計電離層效應並提供基線求解之用 (Chiang et al., 2008)。

4.1.2 GLONASS 現代化

GLONASS 自 1976 年就開始建置，直至 1995 年系統建置可稱完善，但隨之而來的俄羅斯經濟情勢走低與資金不足的問題，且衛星壽命僅有三年之久，衛星數目由 1995 年的 26 顆直線下降至 2001 年的 7 顆，系統因失修、衛星顆數不斷減少等因素而陷入困境。直到 2001 年俄羅斯總統發起一項計畫要振興 GLONASS，於是開啟了 GLONASS 的現代化。該計畫的第一步是發射新一代的 GLONASS-M 衛星，來取代原本的 GLONASS 衛星，將衛星壽命從原本的三年提高到 7~8 年外，還在 L2 頻率中增加了第二個民用訊號；第三步是於 2010 年起，研發第三代的 GLONASS 導航衛星稱為 GLONASS-K，GLONASS-K 衛星壽命將會比 GLONASS-M 衛星再提高至十年以上，並增加第三個頻率 L3(1201.74MHz~1208.51MHz)，並在 L3 上增加第三個民用訊號，此種訊號的可靠度與精度都有所提升。

GLONASS 系統於 2011 年底為止，已發射 GLONASS-M 的第 24 顆衛星，並成功在軌道運行中，恢復該系統原有的衛星顆數，提供全球覆蓋的高精度導航服務。於今年 2014 年的 3 月 23 日發射的 GLONASS-M 衛星，也已成功到達軌道運行中，已經達到 24 顆工作中衛星、以及 2 顆備用衛星(712、714)。圖 4.2 所示為 GLONASS 星群範例。

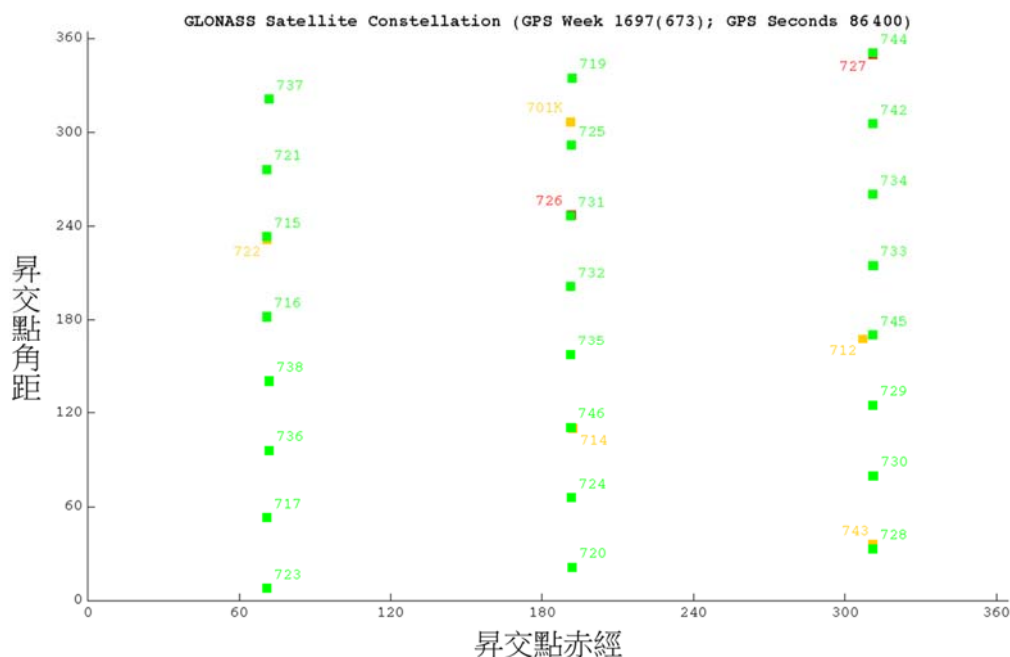


圖 4.2 GLONASS 星群範例

2014 年 6 月 14 日俄羅斯發射一顆 GLONASS-M 衛星(755)，目前已能順利提供服務。第一顆新一代的 GLONASS-K(701K)已在 2011 年發射，第二顆

GLONASS-K(702K)型的試驗衛星亦於 2014 年 11 月 30 日發射，這兩顆 GLONASS-K 試驗衛星仍在飛行測試階段，尚未正式開始運作。俄羅斯政府除了致力於提升 GLONASS 系統的性能外，並與美國及歐盟針對未來整合 GPSIII、Galileo 及 GLONASS 的未來 GNSS 達成相關技術合作。自 2011 年發射的 GLONASS-K 衛星已引進 L3OC 的民用訊號，2014 年後所推出的 GLONASS-M 也能夠傳送 L3OC，CDMA 衛星訊號的引進，可以想見未來的 GLONASS 提供三頻民用訊號以供高精度導航、定位及時間等相關應用領域之用外，更能夠提供廣泛使用者的需求、增加與其他 GNSSs 的兼容性。最新型的 GLONASS-K 系列衛星之 L1 及 L3 載波將播送碼分多址(CDMA)的訊號(L1OC、L3OC)。因此，未來如果 GLONASS 能夠成為穩定的信號來源，整合現代化後的 GPS 及 GLONASS 的多頻率 GNSS 應能較現有的 GPS/GLONASS 系統具備更高的定位精度(Zinoviev, 2005)。未來包含了 GPS、GLONASS、Galileo 與 Beidou 皆會播送 CDMA 的訊號，這有助於硬體製造商設計價格更為低廉但精度更高之多系統接收儀，同時軟體設計者亦能利用多頻的多系統訊號設計更為有效的聯合資料處理演算法(楊名與江凱偉，2009)。

4.1.3 Galileo

Galileo 系統是由歐盟所正在建置的衛星定位系統，繼美國的 GPS、俄羅斯的 GLONASS、中國的北斗系統後，第四個可以提供民用的衛星導航系統。與前述三種系統不同的是，Galileo 系統主要的建置目的是提供民用導航。該系統之建置主要分成三期(Hein et al., 2002):第一期自 2001 年迄今，為系統研發、設計階段，最主要的項目是進行衛星驗證(In-Orbit Validation, IOV)。第二期則是完成剩下 26 顆衛星發射，以及地面監設施的建置完成，第三期則完成整個系統的設置並開始提供商業運轉，屆時完整的 Galileo 系統將包含 30 顆衛星(24 顆運作、6 顆備用衛星)，預計於 2017 年完成星座的部署。於 2011 年及 2012 年分別發射兩顆衛星共四顆驗證衛星，2013 年進入驗證階段，今年 4 月所公布的衛星驗證成果顯示：在 95%信賴區間下，定位精度在水平優於 8 公尺、垂直方向優於 9 公尺，表明目前部署的 Galileo 系統及地面監控設施表現相當出色。2014 年 8 月 22 日所發射的第一、二顆的 FOC(fully operational capability)衛星，但根據報告顯示該兩顆衛星並未到達其預定的軌道，歐洲太空總署目前仍在極力挽救中。

Galileo 衛星的頻率設計分為 4 種頻率，分別為 E5a (1176.45 MHz = GPS L5)、E5b (1207.14 MHz)、E6 (1278.75 MHz)、以及 E1 (1575.42 MHz)頻率，預計實際開放給一般使用者使用的公開頻率將只有前 3 個，而只有付費使用的商業服務才可使用到第 4 個頻率(Hein et al., 2002)，因此未來的大地測量型 GNSS 接收儀應當是以接收 3 頻為主。

4.1.4 北斗(BeiDou)系統

北斗衛星導航定位系統(BeiDou Navigation Satellite System)是中國自主發展研發、獨立運行的全球導航衛星系統，致力於向全球使用者提供高精度的定位、導航、時間服務，並能進一步提供授權服務給更高需求的授權使用者，兼具了軍用與民用之目的。1994年，中國正式開始北斗衛星導航試驗系統（北斗一號）的研製，並在2000年至2003年共發射了三顆試驗衛星，初步構成北斗衛星導航試驗系統。2007年4月，第一顆北斗二號的衛星成功發射並進入軌道運行，直至2012年10月25日止，共發射了16顆北斗二號衛星，其中共有14顆工作中衛星（5顆地球靜止軌道衛星、4顆中軌道衛星、5顆傾斜同步軌道衛星），並於2012年12月27日，北斗衛星導航系統正式提供亞太地區的區域運行服務，覆蓋範圍：東經55°至東經180°、南緯55°至北緯55°，已包括整個東南亞地區。2014年於南京舉辦的中國衛星導航會議(CSNC)中宣布，將加快北斗系統的發展，期望能夠在2017年完成系統的建置。完整的北斗系統屆時將包含35顆衛星，其中有5顆地球靜止軌道(GEO)衛星、27顆中軌道(MEO)衛星、3顆傾斜同步軌道(IGSO)衛星，能夠提供完整的全球覆蓋率，建構全球性的導航衛星系統。

目前根據各個衛星系統的發展概況，目前正在陸續發射的GPS Block IIF衛星以及新一代的GPS III皆能夠發送三頻的訊號、2014年後所推出的GLONASS-M及未來的GLONASS-K也增加了第三個頻率，預計在2017年後，待Galileo與北斗系統陸續建置完成後，使用多個衛星系統的多頻觀測量勢必能夠為使用者帶來更高的衛星可視度以及精度更高的定位成果，未來不論是導航用途的低精度即時動態定位或者是大地測量需求的高精度後處理動態或靜態的基線解算，使用者皆能夠使用多系統的GNSS接收儀來獲得更佳的定位成果。表4.1所示為未來GNSS各系統的參數比較表。

表 4.1 未來各衛星系統比較表

	GPS	GLONASS	Galileo	BeiDou
衛星顆數	32	31	30	35
軌道面數	6	3	3	7
軌道傾角 (度)	55	64.9	56	55
軌道高度 (公里)	20200	19100	23222	MEO:21528 GEO、IGSO:35786
運行週期	11 小時 56 分	11 小時 15 分	14 小時 05 分	MEO:12 小時 50 分 GEO:24 小時 00 分
時間系統	GPST	GLONASST	GST	BDT
座標系統	WGS-84	PZ-90.11	GTRF	CGCS2000
使用頻率 (MHz)	L1:1575.42 L2:1227.60 L5:1176.45	G1:1602+k×0.5625 G2:1246+k×0.4375 G3:1202.025	E1:1575.42 E5a:1176.45 E5b:1207.14 E6:1278.75	B1:1561.098(E2) B2:1207.14(E5b) B3:1268.52(E6)
傳輸方式	CDMA	FDMA/CDMA	CDMA	CDMA
服務	軍用/民用	軍用/民用	商用/開放	授權/開放

我國目前非常廣泛地使用 GPS 精密定位以及差分解算，隨著北斗系統的迅速發展，未來的 GNSS 正逐漸演進為具備多系統多頻率之特性，因此，使用多個全球衛星導航系統的多頻率觀測量，大幅提升現有的定位精度是可預期的。

4.2 GPS 與北斗系統於五都測試區之實測動態定位精度與遮蔽效應分析

對於多平台製圖與導航定位的應用而言，GNSS 在動態定位上的精度表現以及使用者所得到的定位資訊是備受關注的，同時，GNSS 所提供的定位成果在一般的即時導航或是高精度的移動式測繪平台扮演相當重要的角色。對於目前的 GNSS 發展概況，使用多頻可以更有效的估計電離層效應並提供基線求解之應用，但是在透空度不良的都市測試區，其遮蔽會讓使用者同時接收到的衛星顆數減少並且影響接收到的衛星訊號，除了天空視角完全被遮蔽的情況下，造成完全接收不到衛星訊號，有時也會接收到品質不良的反射訊號，進而降低定位的精度，因此，本年度選定了代表性的五都作為測試區，不在於分析各城市的定位成果好壞，而是因為五都綜合了遮蔽較為嚴重的市區場景以及透空良好的郊區場景，以下針對五都綜合測試場景的衛星狀況與定位成果分析其精度與遮蔽效應。

4.2.1 測試系統

本團隊所使用的測試儀器為多系統多頻的 GNSS 接收機與天線，此 GNSS 接收機支援了 GPS 的 L1、L2 與 L5、GLONASS 的 G1 與 G2 以及北斗系統的 B1、B2 與 B3，儀器外觀與實驗所用的車載製圖平台如圖 4.3 所示。



圖 4.3 GNSS 接收機與天線外觀(左)與車載製圖平台(右)

4.2.2 GPS 與北斗系統之動態定位成果

本團隊於今年度利用車載製圖平台針對 GPS 與北斗系統完成了五都測試區的實測，每個測試區的測試環境皆包含開闊測區、高樓大廈林立處、高架橋下、綠色隧道等等。圖 4.4 至圖 4.8 分別為 GPS 與北斗系統套疊在 Google Earth 上的五都測試軌跡，其中紅線為 GPS、藍線為北斗系統，以及個別的移動站資料接收時間與路徑長。



圖 4.4 台北動態定位，GPS 週秒時間 358011~362555，路徑長 22.84 公里

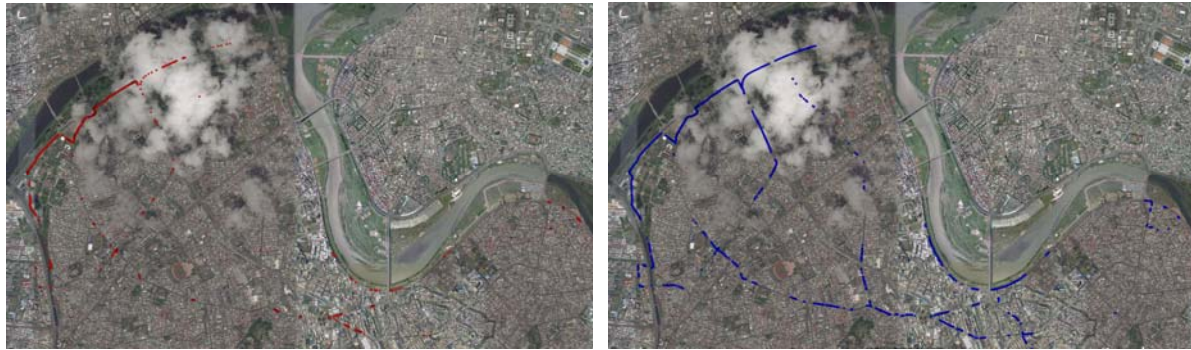


圖 4.5 新北動態定位，GPS 週秒時間 365129~372242，路徑長 33.96 公里



圖 4.6 台中動態定位，GPS 週秒時間 371476~378016，路徑長 29.33 公里

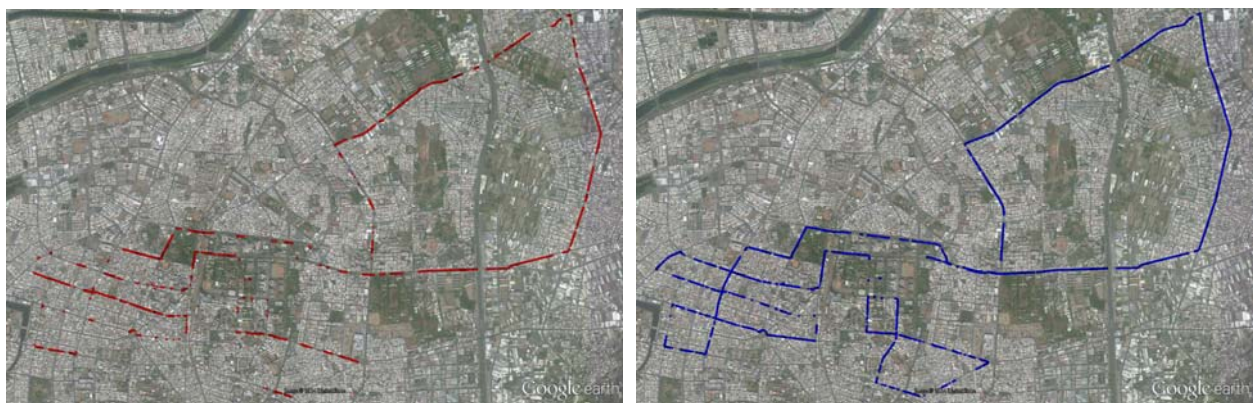


圖 4.7 台南動態定位，GPS 週秒時間 20488~28257，路徑長 31.51 公里

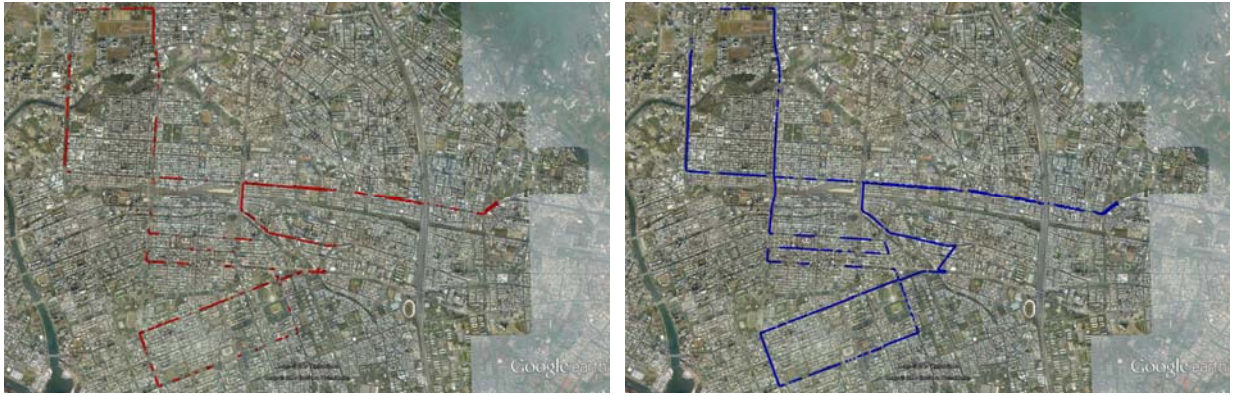


圖 4.8 高雄動態定位，GPS 週秒時間 16336~22018，路徑長 28.38 公里

透過 Google Earth 的軌跡套疊展示，可明顯看出移動站會有不連續的情形，主要是受到測試區上空與周遭的遮蔽影響，若是無法同時間接收到四顆衛星，則會造成訊號失鎖導致無法提供定位成果，因此，以下針對測試環境的遮蔽效應進行分析和討論。

4.2.3 GPS 與北斗系統之遮蔽效應分析

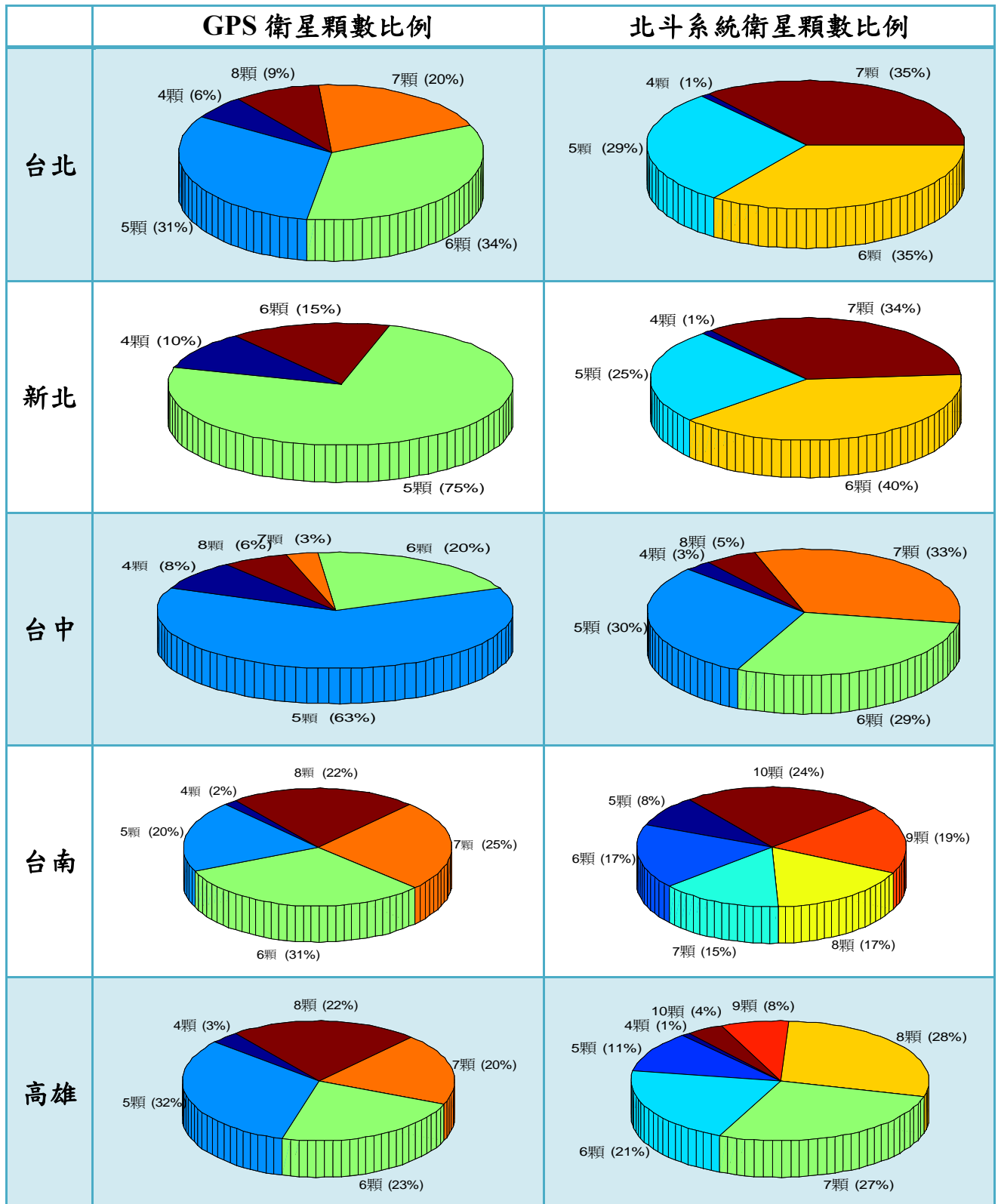
由於車載製圖平台在五都測試區中，遮蔽情形會影響移動站天線同一時間所能接收到的衛星顆數，導致可視衛星的數量下降，表 4.2 為測試期間的平均可視衛星數。

表 4.2 GPS 與北斗系統之平均可視衛星

	GPS	北斗系統
台北	5.95	6.05
新北	5.05	6.07
台中	5.36	6.08
台南	6.47	7.92
高雄	6.26	7.09

由表 4.2 中可看出，在本案所選定的五都測試場景中，北斗系統的可視衛星皆優於 GPS，平均可視衛星的數量也都可達到 6 顆以上，對於動態定位的有效解算是相當有幫助的，另外，南部測試場景（台南和高雄）的可視衛星情形也較優於中北部測試場景（台北、新北和台中）。表 4.3 統計了測試期間的可視衛星比例，並以圓餅圖的方式表示。

表 4.3 GPS 與北斗系統之可視衛星圓餅圖



從表 4.3 的成果可看出，北斗系統在所選定的五都測試區中可視衛星 6 顆以上的比例皆明顯高於 GPS，原因是目前北斗系統所提供的衛星定位導航服務，範圍主要涵蓋亞太地區，南緯 55 度到北緯 55 度、東經 55 度到東經 180 度為一般服務範圍，如圖 4.9 所示，因此根據衛星運行情形與分佈狀況，在台灣測試區中能接收到的北斗可視衛星理論上應該都會高於 GPS。



圖 4.9 北斗系統現階段亞太地區的服務範圍（擷取自維基百科）

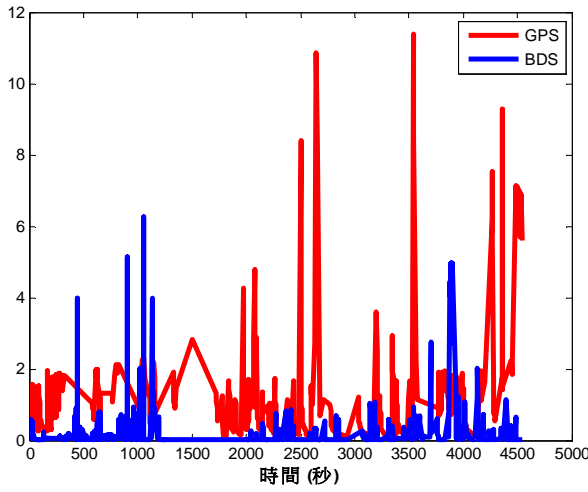
另一方面，在測試期間若因為遮蔽而沒有可視衛星或不到 4 顆時，會造成訊號失鎖以致無法提供定位成果，表 4.4 統計了 GPS 與北斗系統的訊號失鎖時間及其所占的比例。

表 4.4 訊號失鎖情形之統計數據

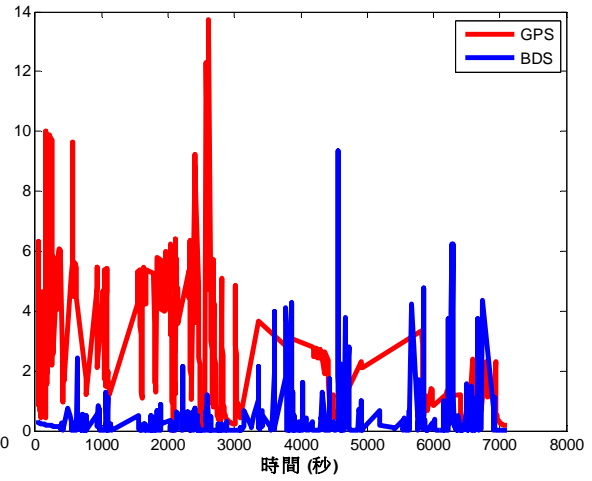
	GPS		北斗系統	
	失鎖時間（秒）	比例（%）	失鎖時間（秒）	比例（%）
台北	2842	62.53	1612	35.47
新北	5746	80.77	3833	53.88
台中	4196	64.15	2853	46.22
台南	3152	41.28	1253	16.43
高雄	2886	50.78	1201	21.13

根據表 4.4 的統計數據對應各軌跡成果（圖 4.4 至圖 4.8），可確實看出在選定測試區中受到透空度狀況以及遮蔽效應的影響，導致訊號失鎖的情形發生，其為移動站軌跡不連續的原因，而 GPS 訊號失鎖的情形也比北斗系統嚴重，失鎖時間大約都在 1.4 倍以上。

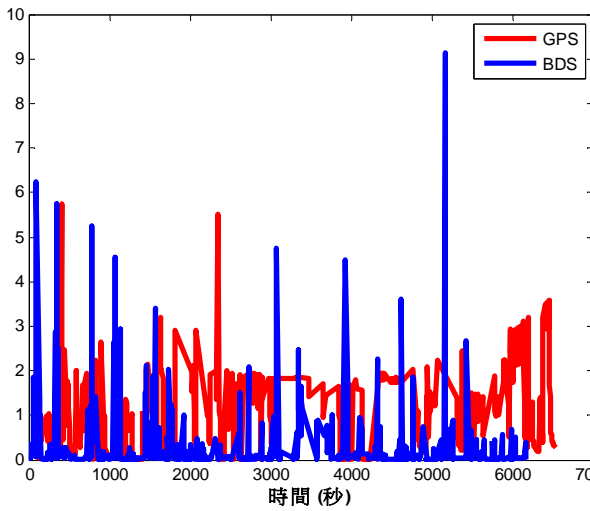
在選定測試區中衛星訊號也同樣會受到衛星幾何分佈的影響，直接反應在動態定位的 PDOP 值(Positional Dilution Of Precision)，若是遮蔽越嚴重或是衛星幾何分佈越差則 PDOP 值會越大，代表三維的定位精度越差，圖 4.10 所示為測試期間 PDOP 隨時間的變化圖以及平均值。



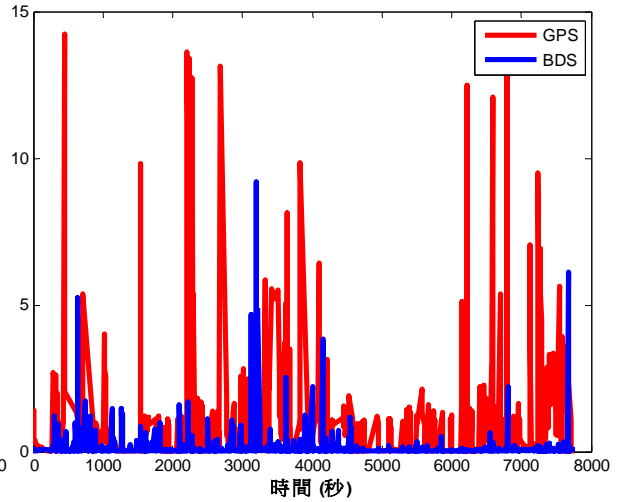
台北，GPS：0.616，BDS：0.101



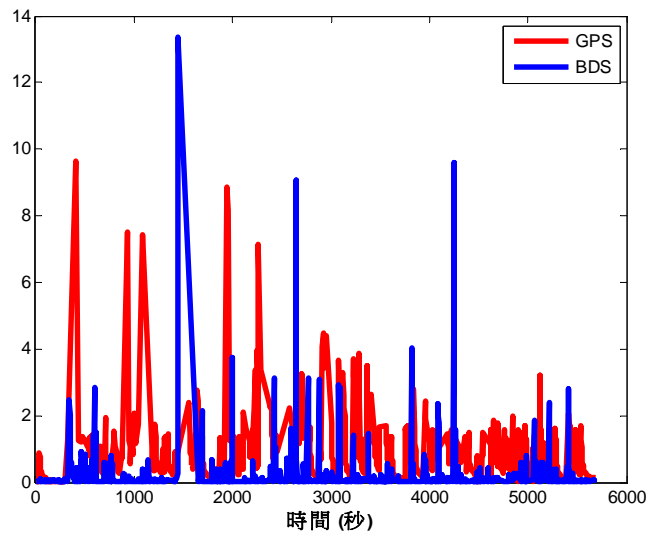
新北，GPS：1.512，BDS：0.122



台中，GPS：0.501，BDS：0.113



台南，GPS：0.423，BDS：0.063



高雄，GPS：0.547，BDS：0.092

圖 4. 10GPS(紅)與北斗系統(藍)之 PDOP 成果

PDOP 值代表了衛星幾何因素對定點精度的影響，也就是在測量或是定位時所接收到的衛星在幾何結構上的強度，從圖 4.10 中的 PDOP 變化圖可看出測試期間不管是 GPS 或北斗系統都會有一些劇烈變化的情形，此現象再次說明了移動站當時可能受到遮蔽的影響造成較差的衛星幾何狀況，使得衛星訊號強度比較不穩定。

4.2.4 GPS 與北斗系統之動態定位精度分析

本團隊所利用的車載製圖平台，同時搭載了戰術等級 INS、大地等級 GNSS 接收機與輪速計，其 INS/GNSS 的整合定位解皆可達到公分級的精度，因此，可用來當作參考系統針對 GPS 和北斗系統的動態定位成果分析最大誤差量與均方根誤差，參考系統利用了獨立的慣性觀測量與 GNSS 訊號，因此，和測試系統的 GPS 或北斗成果不會有相依性的問題。

在進行每次測試前，會先量測 INS 到實驗儀器 GNSS 天線的相對位置向量 (Lever-Arm)，INS/GNSS 整合系統所提供的定位解會再利用相對位置向量化算到天線的位置進行定位成果比較與三維精度分析。表 4.5 與表 4.6 分別為參考系統的定位精度以及 GPS 和北斗系統的誤差統計表。

表 4.5 參考系統之定位精度

參考系統的精度 (公分)				
台北	新北	台中	台南	高雄
25.02	38.37	25.11	4.84	19.32

表 4.6 GPS 和北斗系統定位成果之誤差統計表

最大誤差 (公尺)						
	GPS			北斗		
	E	N	U	E	N	U
台北	9.09	7.96	9.63	2.42	5.10	9.19
新北	5.59	7.97	9.97	2.96	4.41	6.08
台中	9.91	10.00	9.85	5.00	8.55	7.26
台南	7.52	9.94	9.78	3.19	2.70	9.32
高雄	8.29	9.35	9.99	1.76	5.20	7.80
均方根誤差 (公尺)						
	GPS			北斗		
	E	N	U	E	N	U
台北	1.40	1.61	2.15	0.61	1.26	1.39
新北	1.16	1.68	3.15	0.73	1.18	2.41
台中	3.74	3.56	4.08	2.12	3.31	3.54
台南	0.91	1.06	2.02	0.28	0.24	0.60
高雄	1.40	2.40	3.28	0.49	1.55	1.17

透過 INS/GNSS 的整合定位解針對 GPS 與北斗系統的定位成果進行分析，都是在 GPS 和北斗系統皆有定位解的情形下，若是 GPS 或北斗系統沒有定位解則不會進行精度分析。

根據表 4.6 所呈現的統計數據，GPS 和北斗系統的三維定位精度皆可在 5 公尺內，而北斗系統在三維的均方根誤差皆小於 GPS 在三維的均方根誤差，最大誤差的情形也優於 GPS。因此，在 GPS 和北斗系統皆有定位解的情形下，北斗系統能提供較好的定位成果。

圖 4.11 為 GPS 和北斗系統三方向的誤差圖，由於前面所提到的，只有在 GPS 和北斗系統皆有定位解才會進行精度分析，所以誤差圖中的橫軸並不是以時間來排序，而是在雙系統都有定位解時按照時間先後所排序的連續點號。

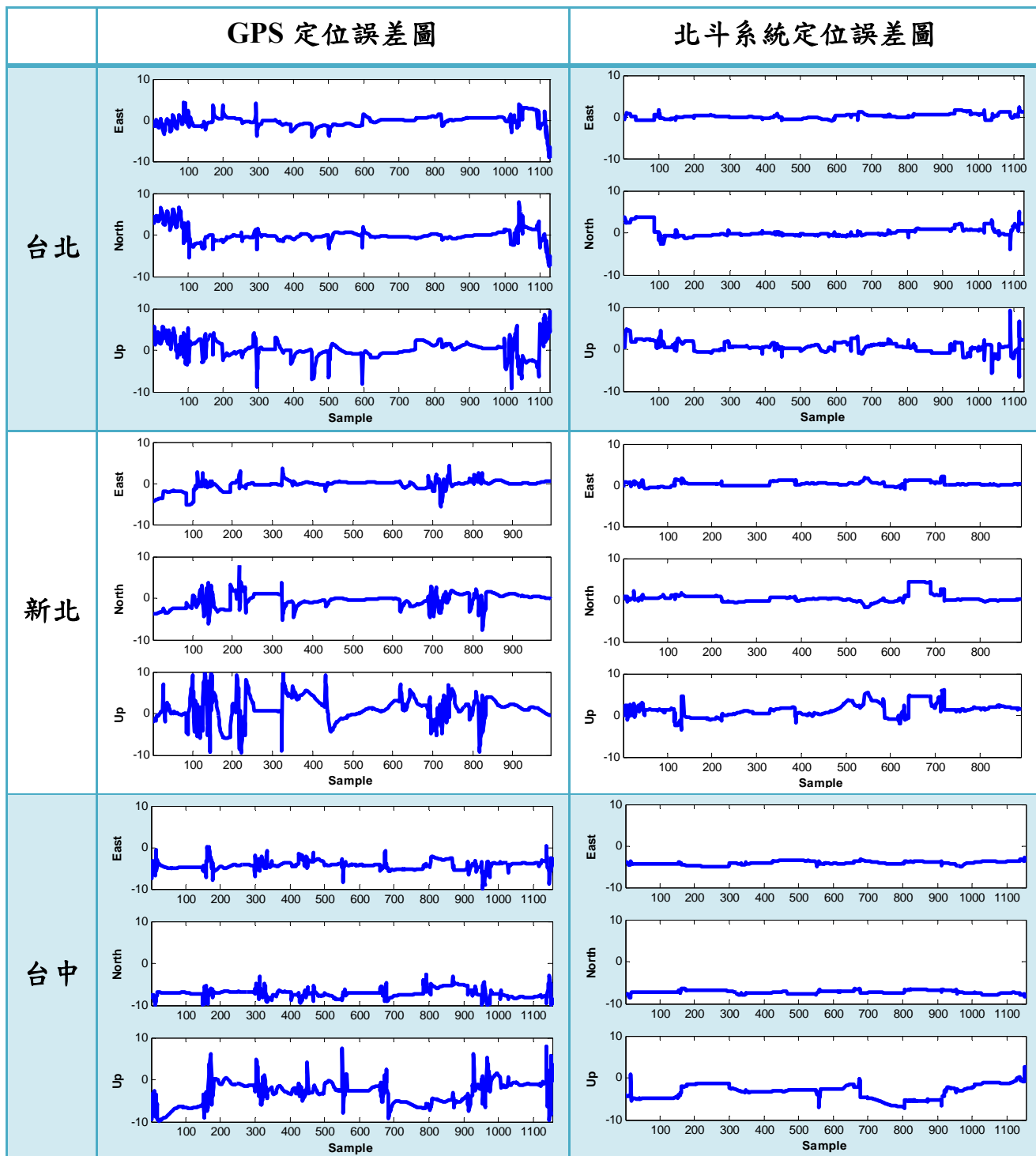


圖 4. 11GPS 和北斗系統定位成果之誤差圖(1)

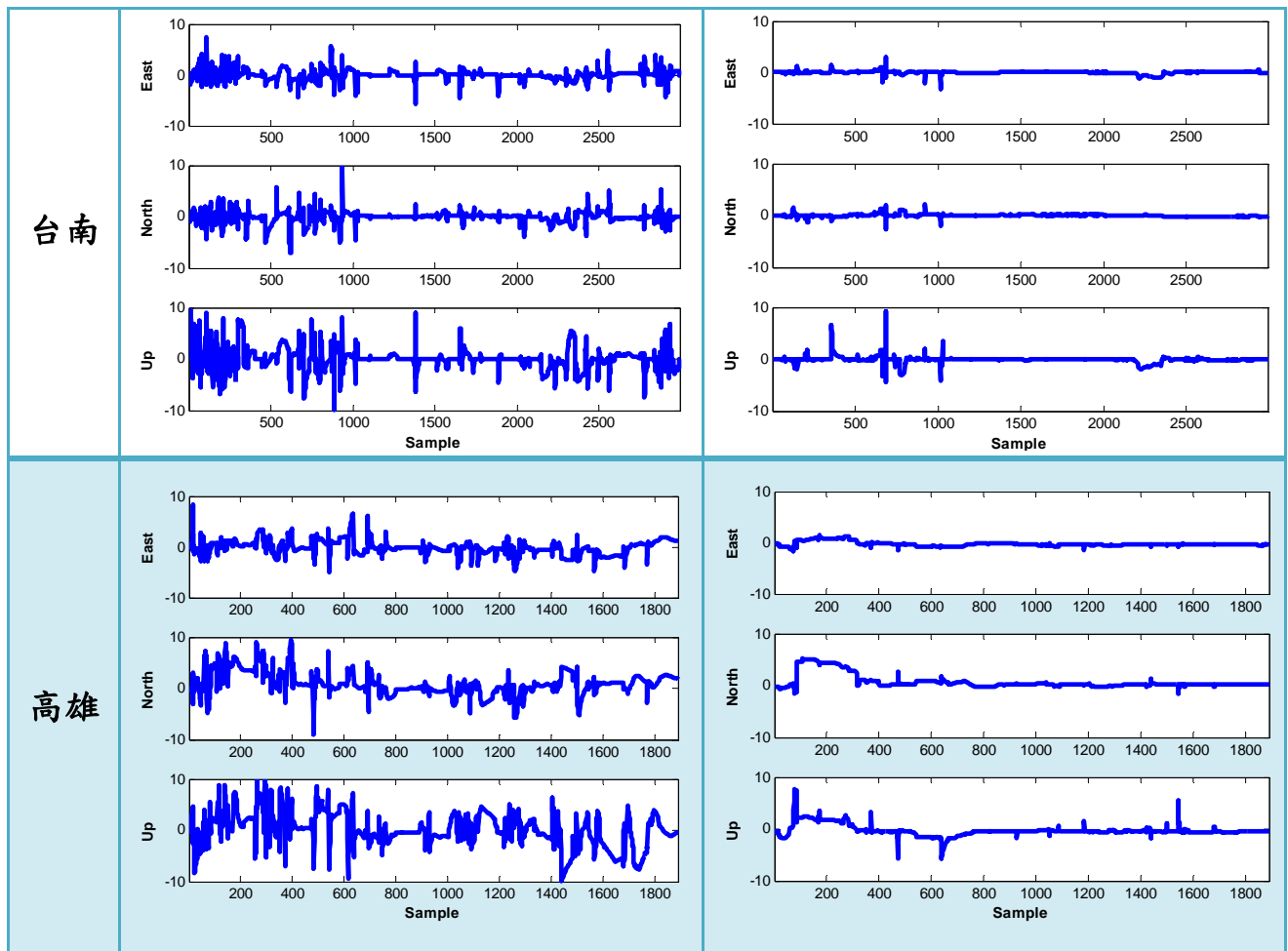


圖 4.12GPS 和北斗系統定位成果之誤差圖(2)

由圖 4.11 中的誤差圖可看到，GPS 在三方向的誤差跳動情形都較明顯，說明了 GPS 整體的定位精度在本團隊所做的實測中比較不穩定，而北斗系統則可達到較佳的定位成果。使用 GNSS 進行車載動態定位的最大困難在於反射訊號所衍生的多路徑效應，讓車載系統的動態定位難度遠高於空載系統。整合系統可透過慣性導航的軌跡剔除上述效應，但純 GNSS 系統只有二項選擇；其一為接受現況，其二為拒絕此類大錯並剔除此段異常軌跡。

4.3 e-GPS 與北斗 RTK 於五都測試區之實測動態定位精度與遮蔽效應分析

即時動態定位(Real Time Kinematic, RTK)是利用載波相位觀測量，透過通訊設備將參考站的觀測資料以及參考站的坐標即時的傳送到移動站，並且採用差分的處理方式，消除移動站與參考站之間的系統誤差。移動站於動態的情況下求解週波未定值(Ambiguity)，達到即時定位的目的，所以移動站與參考站之間的距離(基線長)越短，越能有效地消除兩站間的系統誤差，而其週波未定值的解算時間也會越短，定位的精度越高。

針對 e-GPS 與北斗 RTK 系統對動態定位與多平台製圖應用之效益，以下根

據同樣的五都測試場景與測試設備進行討論。

4.3.1 e-GPS 與北斗 RTK 之動態定位成果

圖 4.12 至圖 4.16 為 e-GPS 與北斗 RTK 套疊在 Google Earth 上的五都測試軌跡，以及個別的移動站資料接收時間與路徑長，其中紅線為 e-GPS、藍線為 RTK 之成果。由於 RTK 與後處理都是差分解算的模式，因此，移動站資料接收時間與路徑長資訊會與 4.2 章節相同。



圖 4.13 台北，GPS 週秒時間 358011~362555，路徑長：22.84 公里



圖 4.14 新北，GPS 週秒時間 365129~372242，路徑長：33.96 公里

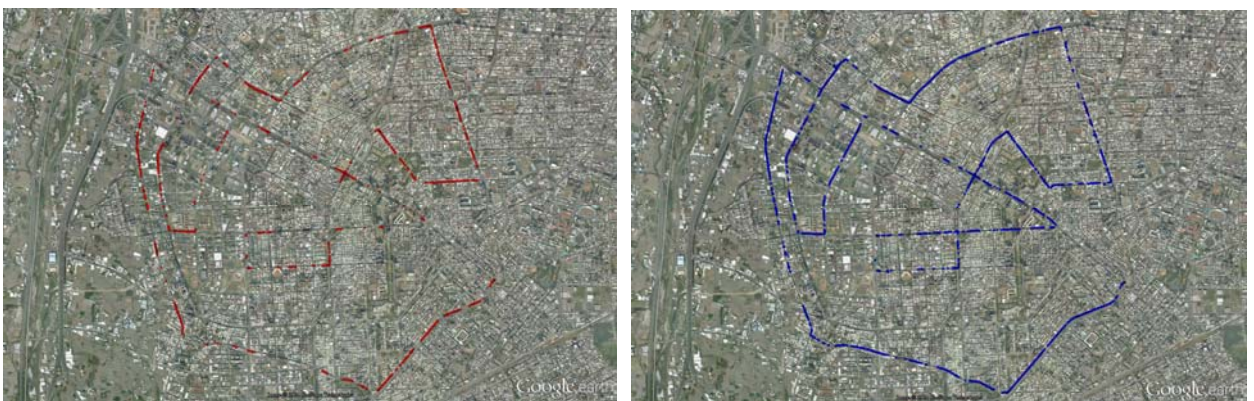


圖 4.15 台中，GPS 週秒時間 371476~378016，路徑長：29.33 公里

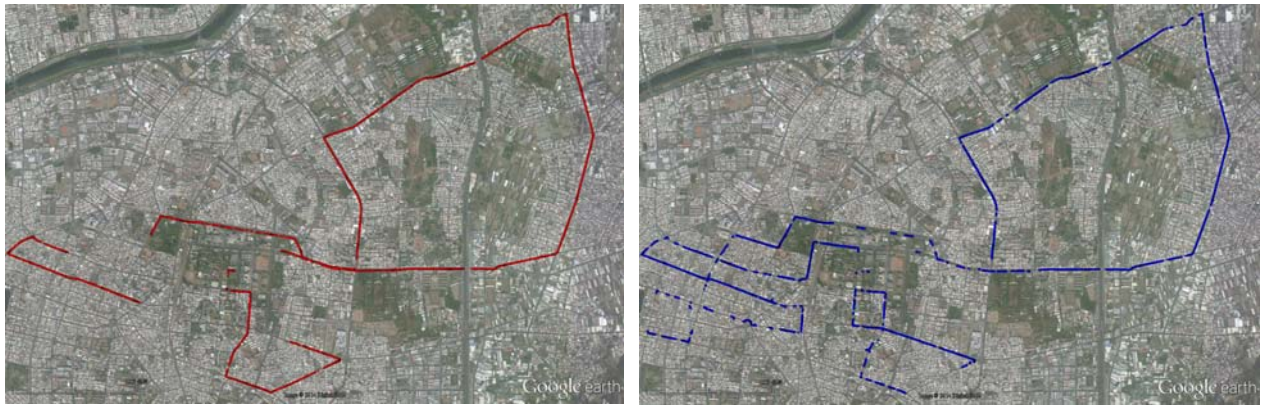


圖 4.16 台南，GPS 週秒時間 20488~28257，路徑長：31.51 公里

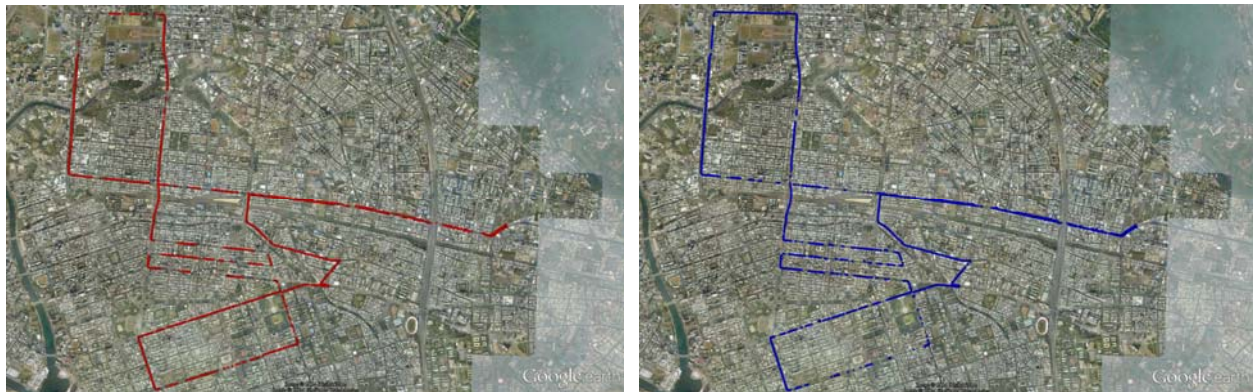


圖 4.17 高雄，GPS 週秒時間 16336~22018，路徑長：28.38 公里

透過 Google Earth 的套疊展示，同樣可看出移動站會有不連續的情形，除了受到遮蔽影響，同時也會因通訊設備造成傳輸延遲。另一方面，即時動態的定位成果數量會多於後處理的定位成果，主要是因為 RTK 所採用的差分解算並不會針對訊號品質或是衛星幾何進行除錯，因此，只要有足夠衛星顆數的條件下皆會解算定位成果。以下同樣將針對測試環境的遮蔽效應進行分析和討論。

4.3.2 e-GPS 與北斗 RTK 之遮蔽效應分析

即時動態定位時移動站同一時間所能接收到的衛星顆數同樣會受到遮蔽的影響，表 4.7 為即時動態定位測試期間的平均可視衛星數。

表 4.7 e-GPS 與北斗 RTK 之平均可視衛星

	GPS	北斗系統
台北	6.15	6.54
新北	6.21	6.24
台中	5.78	6.20
台南	6.82	7.18
高雄	6.27	7.14

由表 4.7 中可看出，北斗 RTK 的可視衛星也都優於 e-GPS，五都的平均可視衛星同樣在 6 顆以上，而即時動態定位的平均可視衛星在大部分測試區中會優於表 4.2 的成果。表 4.8 統計了 GPS 與北斗系統的訊號失鎖時間及其所占的比例。

表 4.8 訊號失鎖情形之統計數據

	e-GPS		北斗 RTK	
	失鎖時間 (秒)	比例 (%)	失鎖時間 (秒)	比例 (%)
台北	1628	37.46	1258	24.55
新北	3938	57.76	2641	36.07
台中	2083	30.30	1935	28.15
台南	1885	35.14	1467	17.87
高雄	1402	23.36	1021	18.02

根據表 4.8 的統計數據，北斗 RTK 訊號失鎖的情形都優於 e-GPS，主要還是受到衛星分布的影響，北斗 RTK 同一時間能接收到的衛星顆數較多，進而改善失鎖的問題發生。

4.3.3 e-GPS 與北斗 RTK 之動態定位精度分析

即時解算的 e-GPS 與北斗 RTK 定位成果同樣透過 INS/GNSS 整合定位解進行三維精度的分析。表 4.9 為 e-GPS 和北斗 RTK 的誤差統計表。圖 4.17 為 e-GPS 和北斗 RTK 三方向的誤差圖。

表 4.9 e-GPS 和北斗 RTK 定位成果之誤差統計表

最大誤差 (公尺)						
	e-GPS			北斗 RTK		
	E	N	U	E	N	U
台北	9.77	9.89	9.82	5.75	7.45	6.15
新北	3.58	4.93	9.97	5.25	4.37	5.67
台中	9.44	8.00	9.98	6.74	9.52	9.98
台南	6.21	7.24	9.86	6.01	7.80	3.47
高雄	4.19	9.96	9.97	6.22	9.57	7.84
均方根誤差 (公尺)						
	e-GPS			北斗 RTK		
	E	N	U	E	N	U
台北	1.50	1.86	2.52	1.36	1.93	1.78
新北	1.46	2.29	4.59	2.73	1.71	2.97
台中	3.74	3.56	3.43	1.83	2.24	2.86
台南	1.22	1.33	1.50	0.64	0.39	0.50
高雄	1.35	2.58	2.61	1.98	2.24	1.32

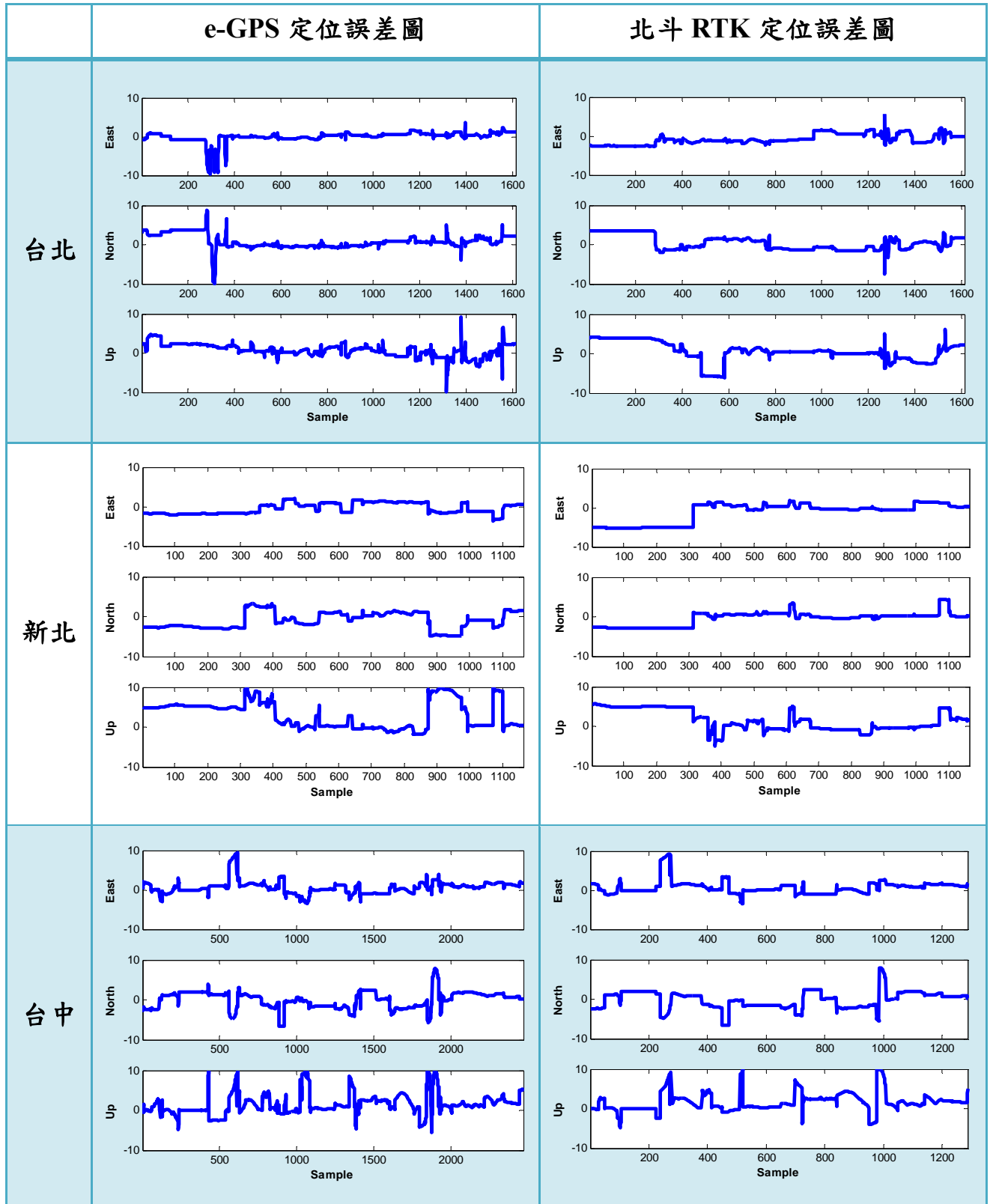


圖 4. 18e-GPS 和北斗 RTK 定位成果之誤差圖(1)

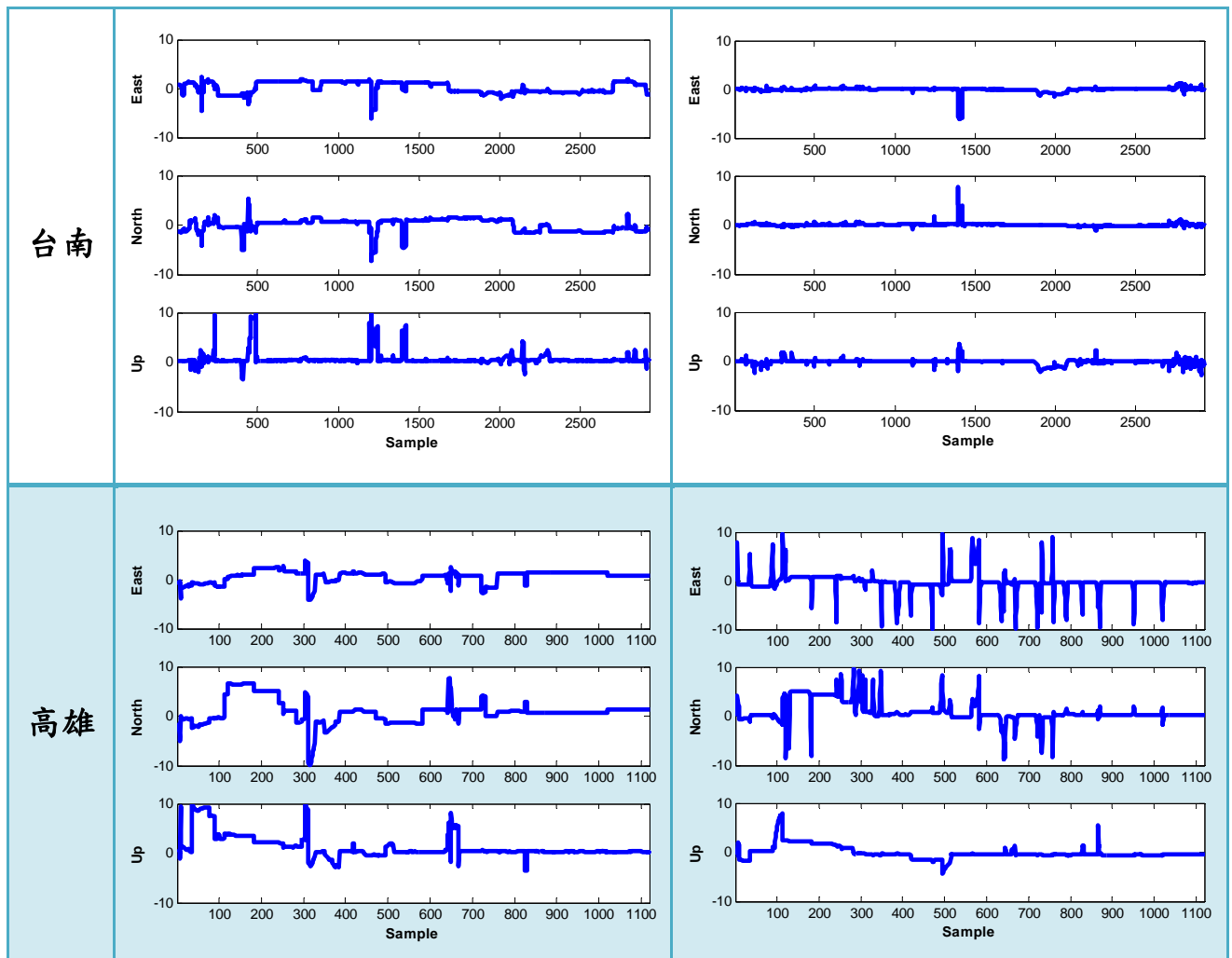


圖 4. 19e-GPS 和北斗 RTK 定位成果之誤差圖(2)

從表 4.9 的最大誤差統計可看出，e-GPS 和北斗 RTK 都會有明顯過大誤差的情形發生，說明了 RTK 在未針對訊號品質或是衛星幾何進行除錯的前提下進行差分解算，對於即時動態定位的成果會有很大的影響。

e-GPS 和北斗 RTK 兩者之間同樣又以北斗 RTK 能提供較佳的定位成果，e-GPS 的三維定位精度約可在 5 公尺內，而北斗 RTK 的三維定位精度約可在 3 公尺內。

4.4 北斗系統與 GPS 實測資料聯合處理策略對五都測試區車載製圖應用之效益

透過 GPS 和北斗系統的聯合處理策略，可利用多頻的實測觀測量進行處理，圖 4.18 為五都聯合處理軌跡套疊在 Google Earth 上的成果。

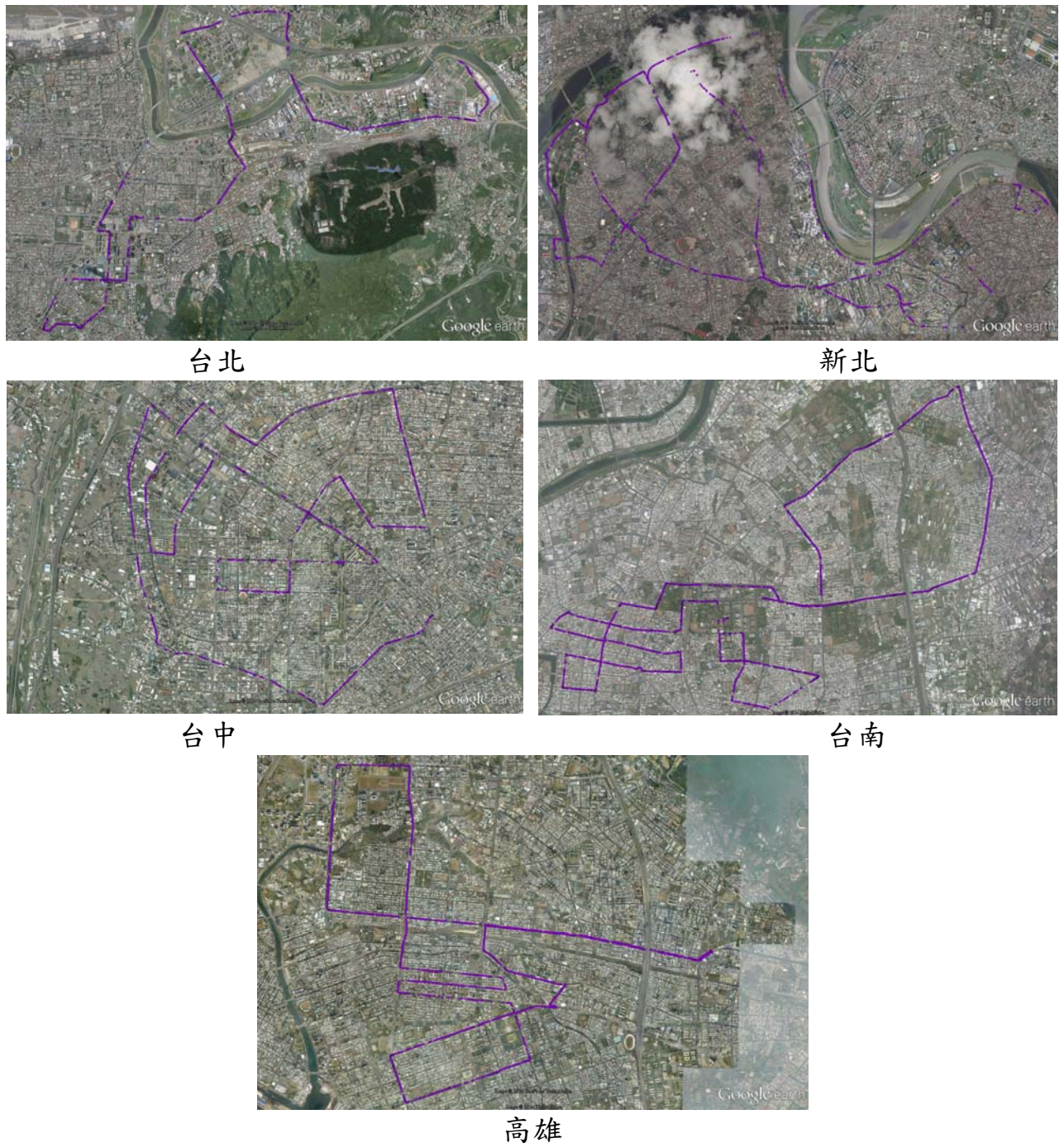


圖 4.20 GPS 與北斗系統聯合處理之五都動態定位成果

與 4.2.2 章節中的軌跡成果相比，在圖 4.2 至圖 4.6 軌跡不連續的問題得到改善，驗證了使用雙系統的多頻觀測量進行聯合處理對於定位解算確實能帶來效益，成果也不會受到 GPS 和北斗系統之間相容性的影響。

表 4.10 與表 4.11 分別為測試期間的平均可視衛星數以及訊號失鎖情形的統計數據，可發現聯合處理的成果在選定的測試場景中都會優於 GPS 或北斗單一系統的成果，平均可視衛星都可達到約 9 顆以上，而失鎖情形的提升幅度都在 10%以上，因此，雙系統的聯合處理能提供更完善的衛星數量進行解算，並且改善訊號失鎖的問題，進而提高定位的精度。

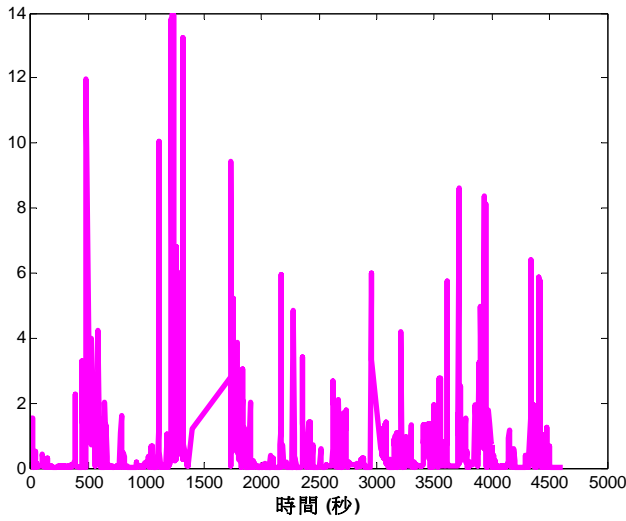
表 4.10 GPS 與北斗系統聯合處理之平均可視衛星

	GPS+北斗系統
台北	9.87
新北	8.92
台中	10.94
台南	12.79
高雄	13.50

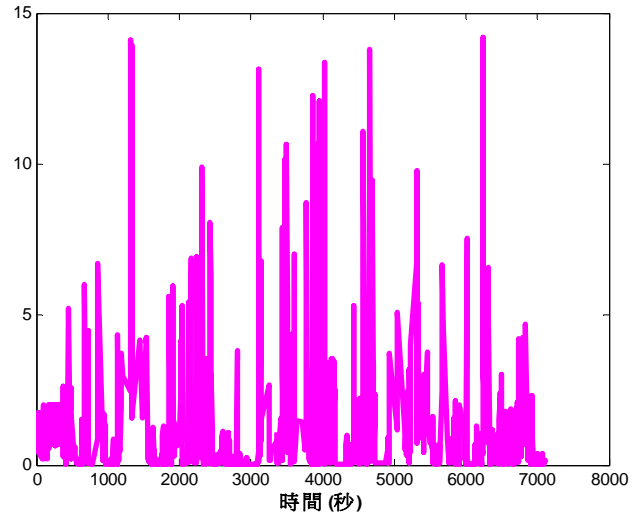
表 4.11 訊號失鎖情形之統計數據

	GPS+北斗系統	
	失鎖時間 (秒)	比例 (%)
台北	1359	29.46
新北	3387	47.59
台中	2114	32.31
台南	951	12.46
高雄	1048	18.44

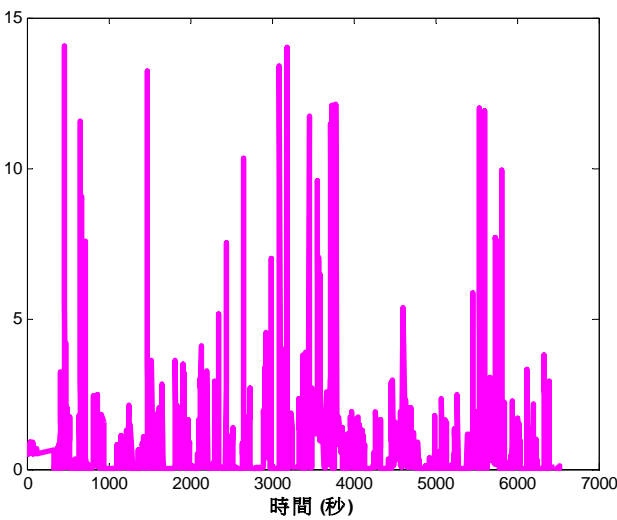
圖 4.19 所示為測試期間 GPS 與北斗系統聯合處理的 PDOP 變化圖以及平均值，聯合處理的成果並不會都優於 GPS 或北斗單一系統的成果，原因為整體的 PDOP 值主要與當時時刻雙系統所有的衛星幾何分佈有關，容易受到極端的幾何分佈影響，又或者是因為多路徑效應造成聯合處理的 PDOP 成果較差，從圖 4.10 可得知 GPS 與北斗系統個別的 PDOP 成果，因此，聯合處理的 PDOP 成果應會介於兩系統之間。



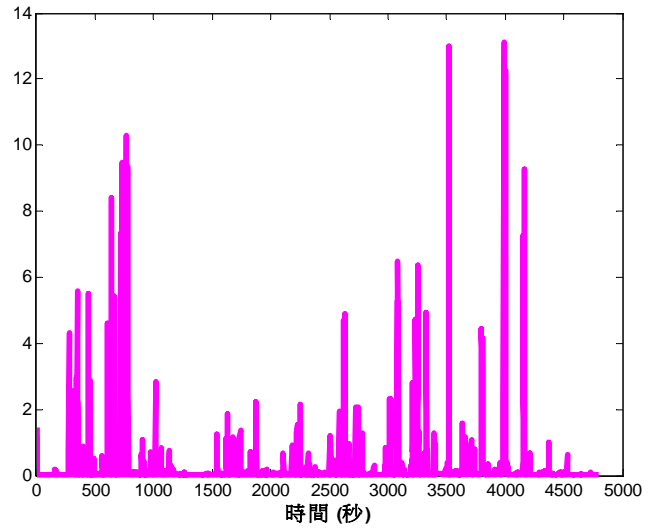
台北，GPS+BDS：0.267



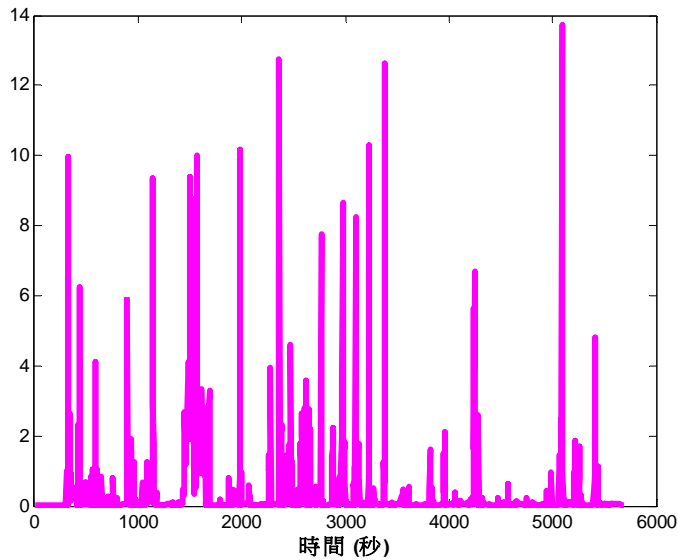
新北，GPS+BDS：0.542



台中，GPS+BDS：0.362



台南，GPS+BDS：0.097



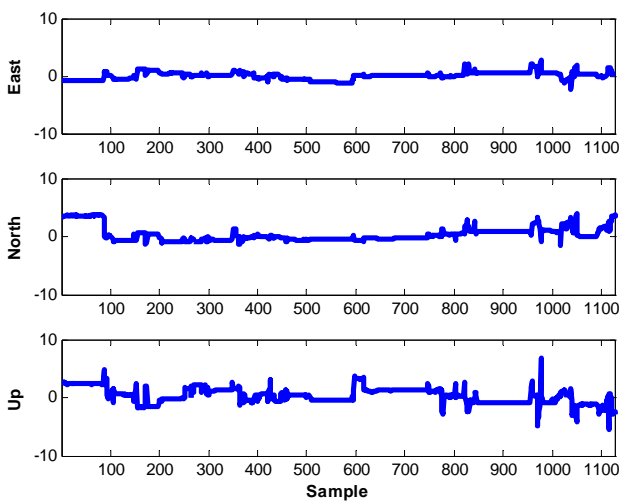
高雄，GPS+BDS：0.176

圖 4. 21GPS 與北斗系統聯合處理之 PDOP 成果

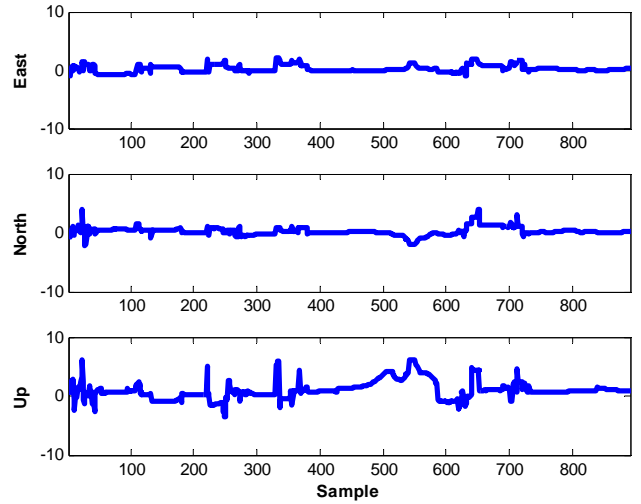
表 4.12 為三維誤差統計表，藉由 GPS 和北斗系統聯合處理與 INS/GNSS 整合定位解進行比較。圖 4.20 為聯合處理成果三方向的誤差圖。

表 4.12 GPS 和北斗系統聯合處理定位成果之誤差統計表

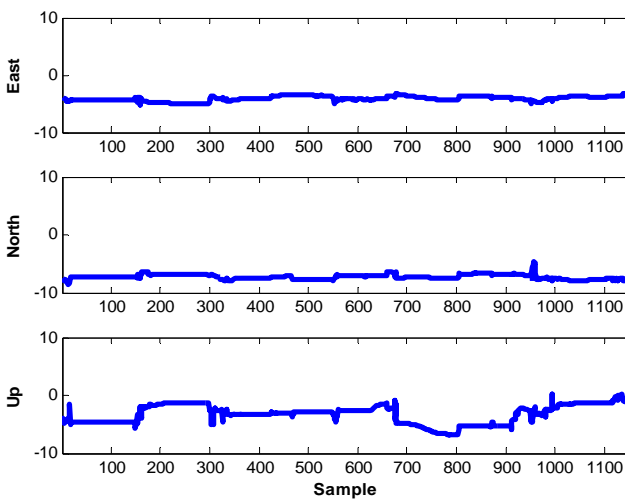
最大誤差 (公尺)			
	E	N	U
台北	2.36	3.93	6.86
新北	2.69	3.94	8.06
台中	5.21	8.61	6.87
台南	3.17	1.89	4.02
高雄	2.86	6.00	4.78
均方根誤差 (公尺)			
	E	N	U
台北	0.64	1.03	1.40
新北	0.69	0.71	2.16
台中	2.06	2.64	3.01
台南	0.24	0.20	0.49
高雄	0.47	1.54	0.97



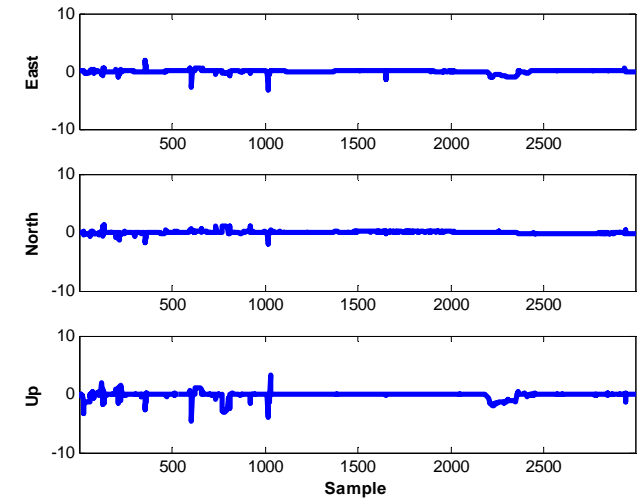
台北



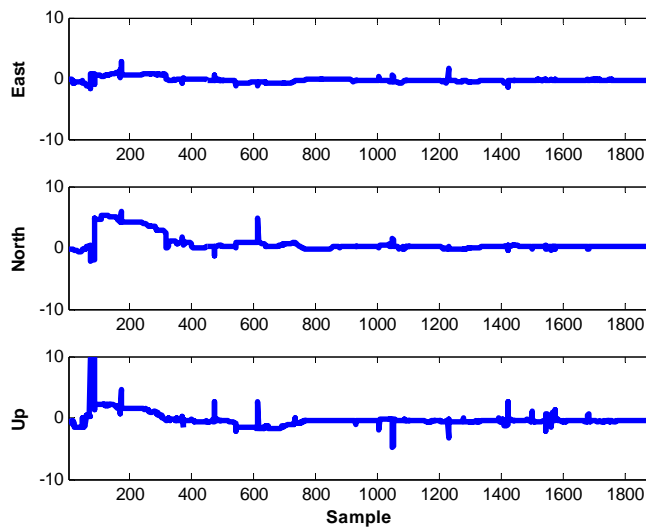
新北



台中



台南



高雄

圖 4.22GPS 和北斗系統聯合處理定位成果之誤差圖

根據表 4.6 和表 4.12 所呈現的統計數據，可分別計算各系統與聯合處理的三維定位精度，如表 4.13 所示，北斗系統在三維的定位精度皆優於 GPS，另外，利用雙系統的聯合處理策略可再提升三維的定位精度，其改善幅度皆可達 5% 以上。

表 4.13 GPS、北斗系統和聯合處理之三維定位精度表

三維定位精度 (公尺)			
	GPS	北斗	聯合處理
台北	3.03	1.97	1.85
新北	3.75	2.78	2.38
台中	6.58	5.29	4.50
台南	2.46	0.70	0.58
高雄	4.30	2.00	1.88

根據今年度本團隊所做的實驗成果，透過不同測試場景對 GPS 與北斗系統進行效益評估，各測試指標綜合整理成表 4.14。

表 4.14 綜合性指標之比較表

	GPS	北斗
平均可視衛星(顆)	5~7	6~8
訊號失鎖比例(%)	40~85	15~55
PDOP	0.4~1.6	0.1~0.2
PDOP 之標準偏差	0.45	0.02
三維定位精度(公尺)	2.5~6.6	0.7~5.3
三維定位精度之標準偏差(公尺)	1.59	1.70

從表 4.14 可清楚看出，北斗系統在所選定測試區的實驗成果，不管是可視衛星、訊號失鎖情形、PDOP 成果或三維定位精度都優於 GPS，再次驗證了目前北斗系統主要提供涵蓋亞太地區的衛星定位導航服務，因此，衛星的運行情形與

分佈可提供台灣地區較佳的成果，不過透過與本實驗的參考系統進行成果比較與精度分析，可看出 GPS 在相同的環境條件與遮蔽效應下，三維定位精度的穩定性稍微較佳。

由於多元感測器整合定位定向系統對於製圖系統的成果影響很大，五種主要的誤差包含了定位誤差、定向誤差、率定誤差、目標物位置及幾何誤差以及同步化誤差。表 4.15 所示為車載製圖系統的誤差來源與大小。

表 4.15 車載製圖系統誤差來源與大小(El-Sheimy, 1996)

誤差來源	預估大小	對 δr_i^m 影響	特性
定位誤差	2~10 公分	2~10 公分	對於同一張影像上的任意點，誤差影響皆一致，其誤差量與 GNSS 之觀測品質有高相關。
定向誤差	1~5 arc-minutes	實際距離 30 公尺約 1~4 公分	相機與目標物之間的距離方程式。
率定誤差 δR_s^b	1~3 arc-minutes	實際距離 30 公尺約 1~2.5 公分	相機與物體之間的距離影響三維坐標精度，誤差值為一常數。
率定誤差 δa^b	0.1~0.3 公分	實際距離 30 公尺約 2~6 公分	取決於相機的三維配置，關鍵點在於相機基座的製作。
目標位置與幾何誤差 δr^s	0.5 pixel	實際距離 7 公尺時約 0.5 公分;實際距離 30 公尺時約 2.5 公分	取決於相機的三維配置，導致橫向(across-track)誤差。
目標位置與幾何誤差 δS^i	0.5 pixel	實際距離 7 公尺時約 2.5 公分;實際距離 30 公尺時約 16 公分	取決於相機的三維配置，其說明關於縱向誤差，關鍵點在於相機基座的製作。
同步誤差 $V\delta T$	1~2 m-sec	當時速 60 公里時約 1.8~3.6 公分	引入縱向誤差，可藉由時鐘卡降低誤差。
同步誤差 $\omega\delta T$	1~2 m-sec	當 ω 為每秒 30 度時存在 1.8~3.6 arc-min 的影響（實際距離 30 公尺時約 1.5~3 公分）	其說明關於橫向誤差，為相機與物體的距離誤差大小方程式。

從表 4.15 中可看出定位誤差是車載製圖系統的主要誤差來源，而其誤差量又與 GNSS 的觀測品質有高相關性，因此，高精度的 GNSS 成果除了提供精確的載體定位導航解，也可以提升製圖系統量測目標物坐標的正確性。

未來 GNSS 可提供多系統多頻觀測量，對於多平台製圖系統而言，更完整的衛星數以及幾何分佈將改善定位誤差和遮蔽效應所帶來的影響，除了定位定向精度的提升之直接效益外，隨著衛星數量與幾何條件的改善，遮蔽效應的影響也可局部改善，如此需要布設地面控制點之輔助措施亦可逐漸減少，除增加作業效率外，亦可減低設置地面控制點之作業成本。

但不管是利用單一系統或聯合處理策略進行解算時，須先將幾何分佈或訊號品質較差的衛星觀測量適度地剔除，主要可透過 PDOP 值、接收到的衛星顆數以及衛星仰角來處理，PDOP 值過大代表幾何分佈較差，接收到的衛星顆數過少代表遮蔽效應較嚴重，而衛星仰角過低代表容易受到多路徑效應的影響，根據以上指標進行剔錯，保留品質較佳的觀測量再進行差分處理，以達到較佳且合理的定位成果。

4.5 本章小節

在「GNSS 系統發展概況更新」之工作項目方面，本案針對目前主要的四套 GNSS 系統，包括 GPS、GLONASS、Galileo 以及北斗系統提供了發展概況回顧與最新的更新。

在「GPS 與北斗系統於五都測試區之實測動態定位精度與遮蔽效應分析」之工作項目方面，本案透過車載製圖平台搭載天線與接收機進行實際測試，選定了代表性的五都作為測試區，綜合了遮蔽較為嚴重的市區場景以及透空良好的郊區場景，分析測試區的各系統數據及後處理差分處理定位成果，並透過 INS/GNSS 的整合定位解來評估定位精度，由於北斗系統的衛星分佈狀況提供較完善的觀測量，因此，北斗系統在三維的定位精度大部分優於 GPS。

在「e-GPS 與北斗 RTK 於五都測試區之實測動態定位精度與遮蔽效應分析」之工作項目方面，採用即時動態定位的方式去比較 e-GPS 與北斗 RTK 的定位成果，北斗 RTK 在不同測試區受到遮蔽效應下的動態定位皆優於 e-GPS。

在「北斗系統與 GPS 實測資料聯合處理策略對五都測試區車載製圖應用之效益」之工作項目方面，透過 GPS 和北斗系統的聯合處理策略，可利用多頻的雙系統觀測量進行處理，除了提升可視衛星狀況，也能改善三維的定位精度，其改善幅度皆可達 5% 以上。因此，定位誤差為製圖系統的主要誤差來源，未來 GNSS 多系統多頻觀測量能提供更完整的衛星數以及幾何分佈，並可提升製圖精度以及減少作業程序中花費在補點的時間和人力。

第五章、研析無人機製圖資料處理程序

本項工作主要是根據本團隊 102 年度計畫到經濟部水利署河川勘測隊訪談，了解其業務需求後所擬定之研究工作，以及延續 102 年度計畫中利用高酬載 UAV 搭載 5 相機進行大面積航測製圖之研究，主要研究目標如下：

1. 針對河道橫斷面測量-評估合適之航拍與資料處理程序
2. 針對橋梁通水面積測量-評估合適之航拍與資料處理程序
3. 針對大型 UAV 五相機系統-評估將原始影像拼接後對大面積製圖之精度分析

5.1 文獻與方法回顧

本計畫的系統設計架構在於透過多台相機/鏡頭的組合與結合傾斜視角拍攝以提高整體的 FOV、提升影像解析度(使用長焦距鏡頭)、提升攝影交會幾何強度與高程定位精度、降低空三平差之計算量與複雜度、減少立體製圖之換片數、減少航線數或增加一個架次之拍攝面積(提升航拍效率)。

國際上相關的商業感測器或多相機/鏡頭系統也有類似的設計概念，簡要可以概分如下三類：(1)供有人機用的專業型航測相機，如 Microsoft/Vexcel 的 UltraCam 與 ZI Imaging 的 DMC 相機，其利用多鏡頭陣列的成像系統，將同一瞬刻的多張影像拼接為大像幅影像以供製圖應用。另外，適合 UAV 搭載的雙鏡頭成像系統，如 Tommaselli 等人 (Tommaselli et al., 2013) 利用 UAV 搭載兩台中像幅相機，透過傾斜拍攝與影像拼接進行空三平差的精度分析。(2)由多鏡頭組成的垂直與多視角傾斜拍攝系統，其主要應用在都市地區，藉由同時獲取建物的屋頂與牆面資訊以供三維房屋模型建置或三維點雲的分類 (Frueh et al., 2004; Rau et al., 2015; Xiao et al., 2012)。(3)多鏡頭相機陣列的多光譜相機，如 Tetracam 的 MiniMCA，其每個鏡頭裝載不同的濾鏡，由獲取不同波長的影像組成多光譜影像供植生水壓監測等遙測用途 (Stagakis et al., 2012; Suárez et al., 2009; Turner et al., 2014)。

上述系統中(1)為利用影像間的重疊區進行大像幅影像拼接；(2)獲取高傾斜視角影像，但各影像間多未重疊，故無拼接需求；(3)則是有多鏡頭高重疊區影像的波段間套合問題。上述(1)影像拼接相關研究與本計畫之研究目的相同，雖然相關研究成果已經應用在商業運轉的航測相機上，並且受到國際航遙測學會與相關航測專家學者的精度驗證，顯示此作法可以解決中小像幅相機先天上在成像幾何強度與影像解析度較差的弱點。為解決 UAV 搭載小像幅相機的缺陷，因此有必要進行相關研究，以下針對第(1)類系統所提出的拼接方法進一步探討其採用的演算法。

UltraCam 相機是由九個全色態相機及四個彩色相機分別記錄紅、綠、藍及近紅外光譜所組成。九個全色態相機組成 3x3 陣列，相鄰相機間存在些微的重疊區，因此能透過拼接程序合併成大像幅的影像。其拼接程序首先在影像重疊區中萃取特徵點，接著求取正形轉換係數(4 參數)以進行各影像間的拼接。在拼接過程中，考慮到各相機的焦距長，透鏡畸變現象皆不相同，在轉換時亦作修正，因此最後可得到不具透鏡畸變現象及單一焦距長的大像幅拼接影像。而經過嚴密的空三求解之後，其整體影像量測精度可以達到 1/8 至 1/10 個像元。

另一方面，DMC 則是採用 4 個全色態相機與四個彩色相機(R, G, B, NIR)，其拼接程序首先建立一個虛擬像平面，各相機則透過透視投影轉換將原始像空間轉換至虛擬像平面以進行拼接，其中透視投影轉換的參數同樣是利用特徵匹配於重疊區萃取共軛點進行求解。

最後，Tommaselli et al. (2013)則與 UltraCam 和 DMC 採用相似的方式，亦藉由虛擬影像及透視投影轉換，將原始像空間轉換至虛擬影像空間以進行影像拼接，但對於拼接的重疊區則利用色彩融合技術改善不同視角所造成的色差問題。

本計畫所採用的五相機系統，與前述三種系統最大的差異是採用消費型數位相機內方位與觸發拍照的同步性較不穩定、五台相機排列成一直線會造成誤差傳播到最外邊的兩台相機、相機間的重疊區較上述第(1)類系統大，較第(3)類系統少、相機間的相對方位也比較不穩定。因此，無法套用相關文獻的方法，有必要分析及消除相機間的系統性誤差行為，期能符合高精度航測製圖的要求。

5.2 河道橫斷面測量與橋梁通水面積測量

本節先針對河道橫斷面測量與橋梁通水面積測量，以無人機進行航拍，並透過數位攝影測量與電腦視覺技術，產生河道與橋梁三維幾何資訊，以協助相關測量。下一節再針對本項工作，提出合適之航拍與資料處理程序。

根據「河川治理及環境營造規劃手冊」經濟部水利署在河道斷面測量時，採用之工法主要是以光波測距經緯儀進行地面測量，由於較為費時費工，因此是以大斷面測量為主，橫斷面測量間距原則上以演算水理之資料需求為原則，縱斷面有變化處(包括寬度及高度變化)，構造物如固床工、攔河堰或較大橋樑(需增測上橫斷面及下橫斷面)等需測量橫斷面。也就是間格通常在 300-500 公尺進行一個河道剖面的地形測量，這些斷面兩端需先布置斷面樁，但經常遭受人為或天然破壞而遺失，導致不同時期測量成果不易進行差異比對分析。地面測量時先將光波測距經緯儀安置於左岸斷面樁(原點)上，後視右岸斷面樁，斷面測量時標尺手於斷面樁直線間移動，測量地形高低變化點，不含植被，若遇到水體，則將標尺插入水中量測水底高程。固定物高程誤差小於 5 cm，其餘小於 10 cm。但過程中經

常因為地形與河水因素，難以接近橋梁或水體進行測量，或者距離太遠遮蔽過多導致成果誤差太大與可靠度不佳等問題。

另一方面，國研院台灣颱風洪水研究中心在橋梁週遭之河道地形測量，則是採用地面或空載光達，以獲得高密度數值地形模型，以便利用二維動床模式進行橋墩周圍流場與沖刷動態之模擬分析。其做法與水利署不同，主要原因是水利署河道測量以大斷面測量為主，無法建構二維橋梁沖刷模擬所須的精密地形資料，故提出大橋局部河道地形測量之需求。

根據上述需求，本計劃採用兩種 UAV 來執行上述兩種任務，第一種是利用定翼型 UAV 沿著河流方向飛行多條航帶，且相鄰航帶間影像具有高重疊。飛行時採低空攝影以獲取高空間解析度影像，並透過河堤上之地面控制點(包括斷面樁)與數位攝影測量技術，進行全自動空三平差及製作 DSM 與正射影像。最後利用斷面樁兩端之坐標從 DSM 中內插出剖面之高程。第二種為利用旋翼 UAV，沿著初來橋兩旁，分別以垂直 90 度向下、傾斜 45 度以及水平 0 度的方向拍攝橋梁，接著同樣在空三平差後進行密集匹配，產生橋梁(含河道)三維點雲，再以人工數化河道高程剖面，最後結合橋梁 CAD 資料計算通水面積，若無橋梁 CAD 資料則以上述三維點雲進行人工數化橋梁與橋墩三維模型。

5.2.1 測試區

本計畫以台東縣卑南溪初來橋及其河道為測試區，圖 5.1 為水利署河川勘測隊提供之卑南溪初來橋附近之斷面樁分布圖，測試區內包含四條斷面樁，編號分別為 98、99、100 與 101，河道面積約 1 平方公里(~500 公尺*2000 公尺)。圖 5.2 為卑南溪第 99-1 號橫斷面圖(初來橋上斷面)，圖中橫軸為以左斷面樁為 0 公尺起算之距離，有數字處為有地面測量的地點，根據此圖可知初來橋長約 870 公尺、橋梁厚度約 2.7 公尺。

5.2.2 研究流程

本計畫流程圖如圖 5.3 所示，首先利用旋翼與定翼 UAV 分別針對初來橋與卑南溪河道，進行低空攝影以獲取高空間解析度之影像，並透過河堤上之地面控制點(包括斷面樁)進行全自動空三平差及密集匹配產生橋梁與河道之三維點雲。由於橋梁兩邊的上斷面與下斷面會受到橋梁之遮蔽，因此若透過垂直航拍影像產生的 DSM 直接進行內插高程剖面，會受到橋梁的影響，內插出相當不合理的結果。因此，橋梁下方河道斷面測量須透過人工數化三維點雲，以避免橋面遮蔽到橋梁下之河道。

遠離橋梁之河道斷面高程測量，可利用垂直航拍產生的三維點雲，製作數值表面模型(DSM)，再以斷面樁兩端之地理坐標沿斷面，從左岸到右岸，內插出等

間距之高程剖面。此成果為(E, N, Z)坐標系統，與圖 5.2 之距離(D)-高程(Z)二維坐標系統不一致。因此，接下來為利用斷面樁兩端之地理坐標，計算直線方程式，接著將所有(E, N, Z)剖面資料以左岸斷面樁為原點進行旋轉，如此一來旋轉後之 X 軸即為距離(Distance)軸，高程 Z 維持不變，如此一來即可產生如圖 5.2 之斷面圖。

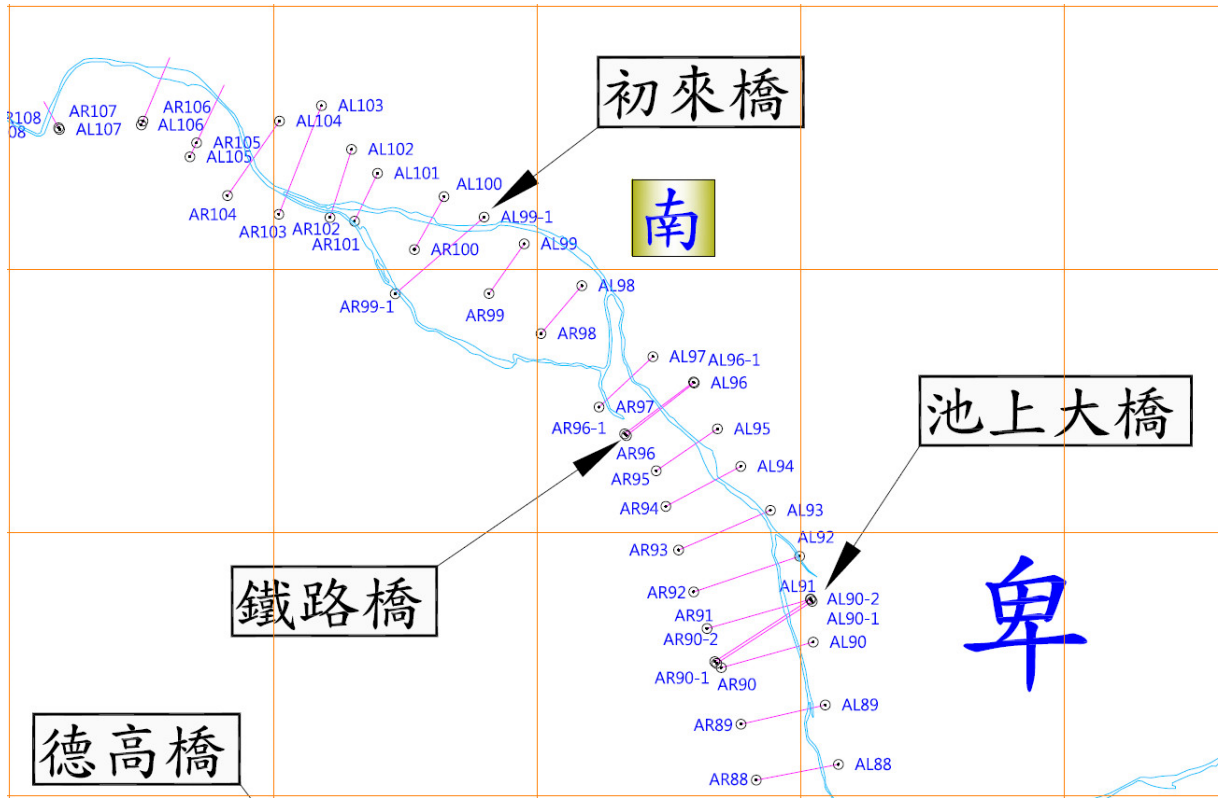


圖 5.1 卑南溪初來橋附近斷面樁分布圖(水利署河川勘測隊提供)

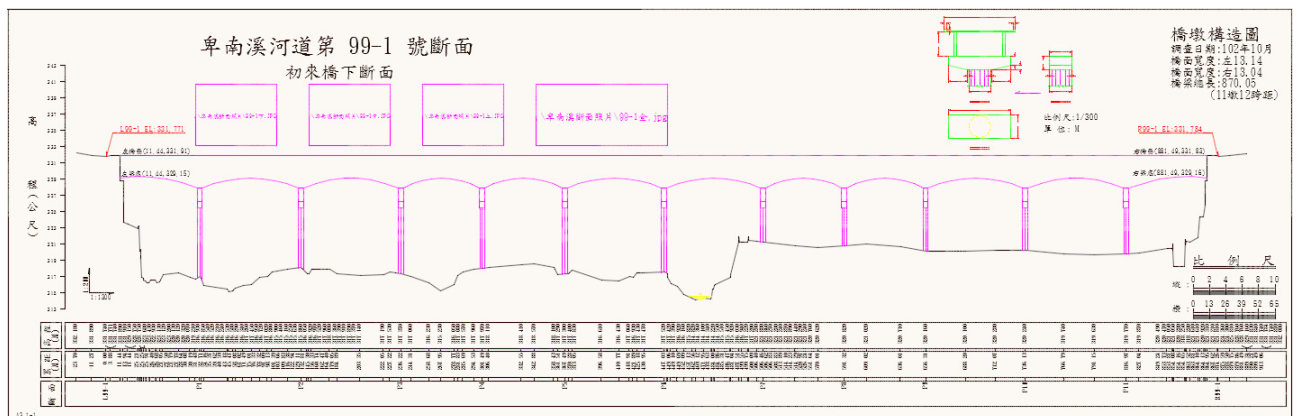


圖 5.2 卑南溪第 99-1 號橫斷面圖(初來橋下斷面)(水利署河川勘測隊提供)

在橋梁上下斷面的測量部分，唯一差別為採用密集匹配後之三維點雲，直接以人工進行數化。在此無法自動測量的原因是左右兩岸斷面樁的連線可能會跨越橋面，因此若直接利用此三維點雲與此斷面樁連線的平面坐標去找尋最高點的 Z 值，將會內插得橋面的高程，不是河道的高程。人工數化有一個問題就是不可能形成直線，會與地面測量的剖面有些差異，並造成誤差。而在後續的坐標轉換中，將 (E, N, Z) 剖面資料轉換到 (D, Z) 二維坐標系統時，會忽略 Y 軸的值(此為偏離斷面樁連線的距離差異)。最後為了計算通水面積，若水利署有橋梁 CAD 資料，則可以整合此地形剖面資料，以人工編修封閉通水區域的多邊形(面)，如此即可計算通水面積。若水利署無橋梁 CAD 資料，則可以利用 UAV 密集匹配產生的三維點雲進行數化，但此做法可能會造成較大的誤差。本計劃因為水利署有提供橋梁的 CAD 資料，因此不採用人工數化橋梁與橋墩三維模型的作法。

● eGPS 控制測量

在航拍前的前置作業，需先佈置控制點以建立絕對尺度，且需與現行的 TWD97 坐標系統相符。在控制測量部分，本計畫在實驗區初來橋兩岸之堤防及橋面上，約 200 公尺佈設一控制點，並採內政部國土測繪中心建置的 e-GPS 即時動態定位系統進行觀測。另外考慮到坐標框架不同，施測控制點時需同時觀測兩岸的已知點位斷面樁以進行坐標轉換。

圖 5.4 顯示以 e-GPS 設備量測已知座標點之斷面樁示意圖，圖 5.5 為現地佈設控制點及量測情形。本次外業一共在兩岸堤防及路面上佈設了 17 筆控制點，並觀測了 7 筆的斷面樁資料，並利用國土測繪中心的三維坐標轉換結合坐標殘差網格修正模型法，將 e-GPS 控制點轉換至與斷面樁相同之坐標框架下。經轉換後的平面均方根誤差為 3.7 公分，足以符合此區域控制測量之需求，而本次作業施測之控制點(綠色點)與斷面樁(紅色三角)之分布如圖 5.6 所示，因為左岸河堤道路重新鋪面，因此 L98 與 L99 斷面樁已經消失。

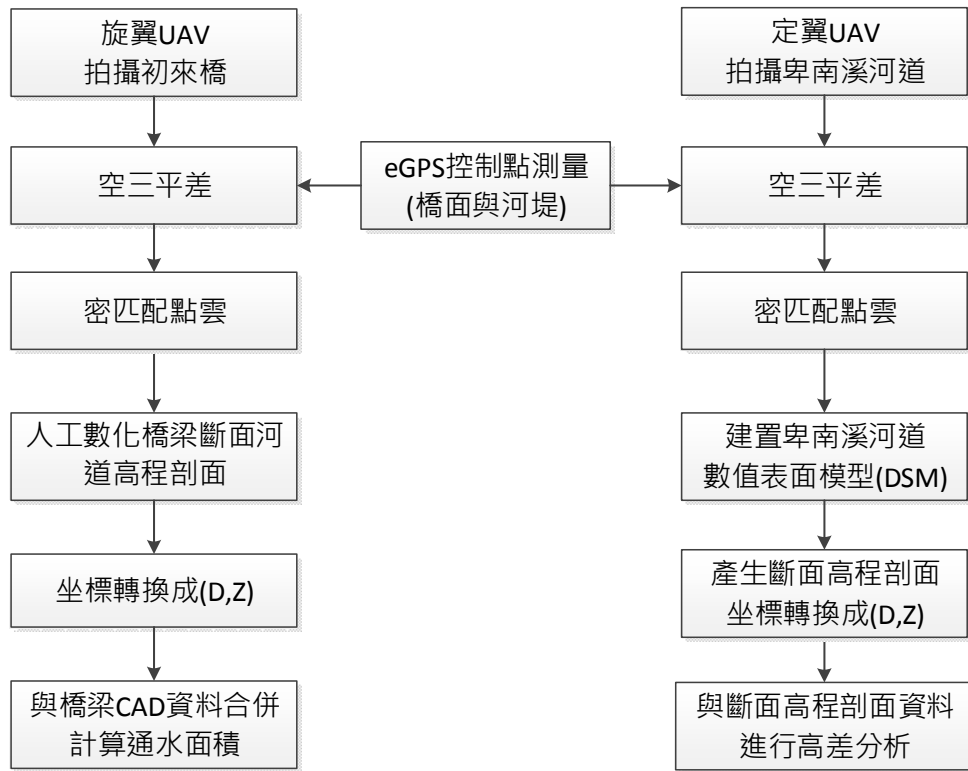


圖 5.3 研究流程圖



圖 5.4 e-GPS 觀測已知坐標之斷面樁



圖 5.5 e-GPS 控制點測量

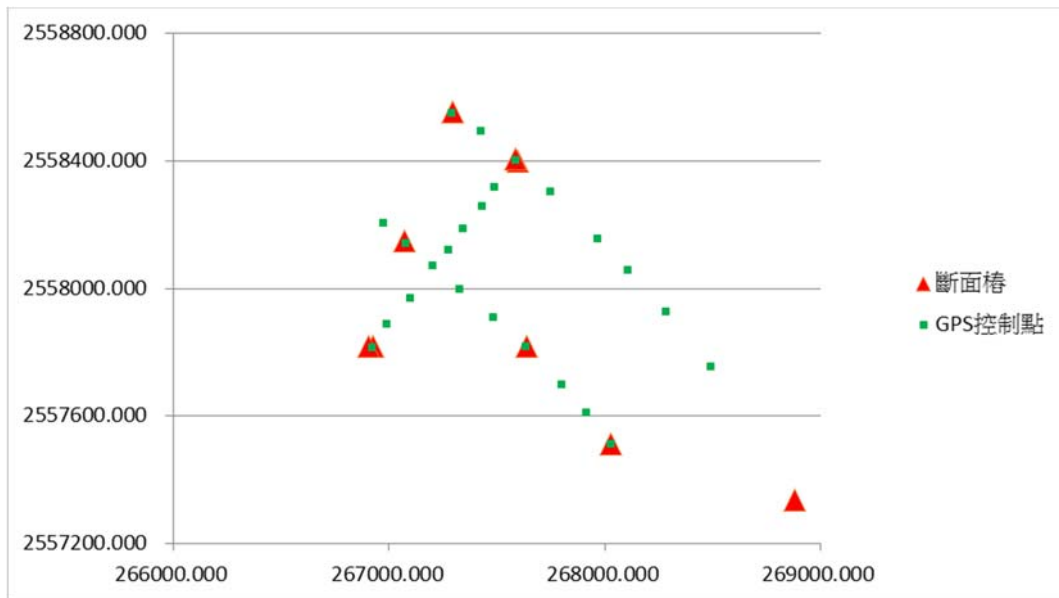


圖 5.6 初來橋控制點與斷面樁測量成果圖

● UAV

圖 5.7 為本計畫採用的定翼型 UAV 外觀，代號 MX-1，表 5.1 為其技術規格。此 UAV 搭載 Sony A6000 相機與 20 mm 定焦鏡頭，在離地 200 公尺高時能獲得 3.9 公分左右的空間解析度，由於此相機之連拍速度高，因此即使地面在此低的航高下，仍可獲取大於 80% 的影像重疊率，適合製作高解析度數值表面模型。MX-1 具備自動航線規劃，可透過高速與低空飛行獲取較旋翼 UAV 更大範圍的影像。但因其材質為保麗龍，機體較輕且抗風能力較差，飛行軌跡容易受側風影響而偏離航線。由於本計畫測試區選在卑南溪接近中央山脈的山谷出口，風勢與風向較不穩定，拍攝過程中還曾經受風影響旋轉 360 度，但仍能繼續飛行順利完成任務。圖 5.8 為 MX-1 拍攝成果之軌跡、正射影像、GCP 分佈與斷面樁連線。由此圖可見其軌跡不夠直(先前測試在風力較小情況下，飛行軌跡近似直線)。圖 5.8 底圖為利用其拍攝之影像所製作之正射影像，透過 Google Earth 套疊，與旁邊衛星影像資料之重疊相當吻合。

圖 5.9 為本計畫採用之直升機旋翼 UAV，其航速較慢(約 40 km/hr)，採半自動飛控，但無航線規劃能力，需由操作員控制航線。透過旋轉式雲台可改變拍攝方向，本計畫分別以垂直 90 度向下、傾斜 45 度、以及水平 0 度的方向沿著橋梁方向飛行，離河床高約 100 公尺與 50 公尺，進行高解析度與高重疊影像之拍攝。此 UAV 同樣搭載 Sony A6000 相機與 20 mm 定焦鏡頭，透過空三平差與密匹配能產製初來橋與附近河道的三維點雲。圖 5.10 為 UAV 拍照點(軌跡)之 3D 分佈圖，以及初來橋之三維點雲。

上述兩款 UAV 皆搭載自動影像控制器(AICS)，可根據 GPS 位置計算得近似之間距拍照，以維持影像間的重疊百分比。圖 5.8 UAV 軌跡上的紅點為拍照位置，其間距約 24 公尺，連續兩影像重疊 84%，地面解析度約 4 cm。旋翼 UAV 部分，間距 10 公尺拍攝一張，相鄰影像重疊 74-87%，地面解析度約 2-4 cm。



圖 5.7 本計畫採用的定翼 UAV(MX-1)

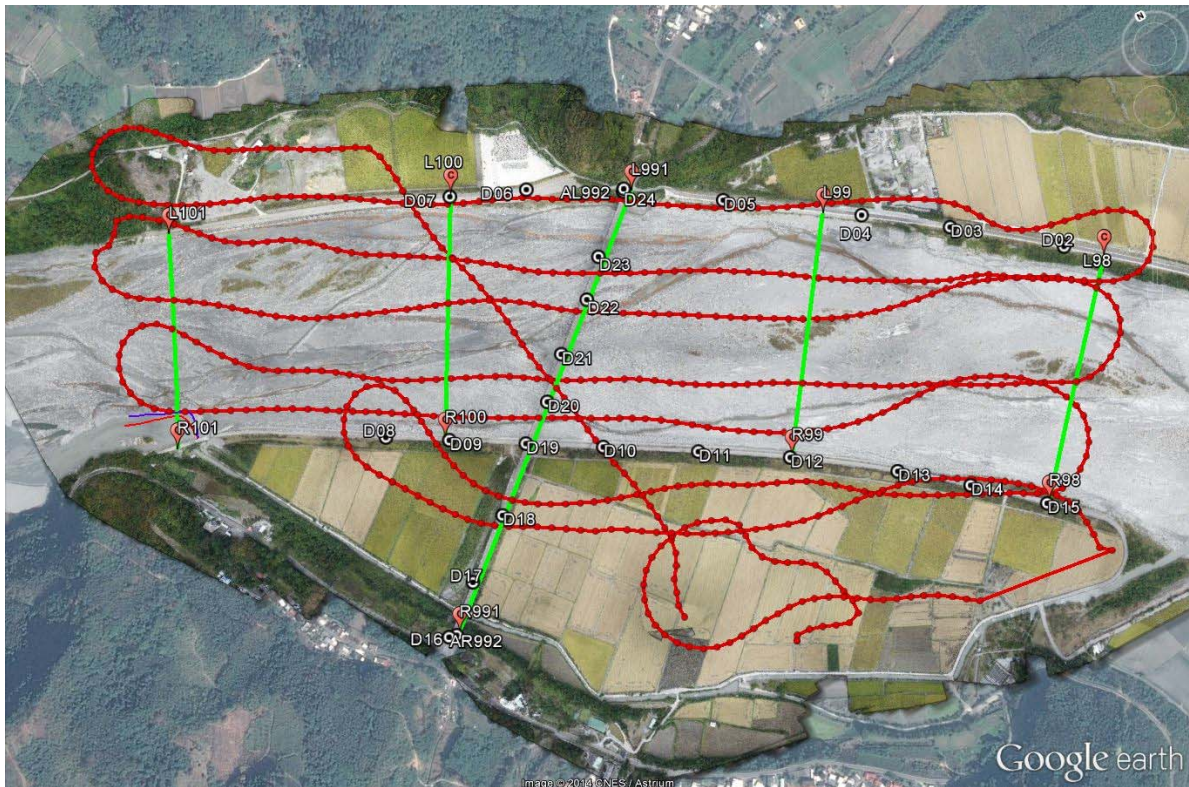


圖 5.8 定翼 UAV 飛行軌跡(紅色)、GCP 分佈(白圓點)、UAV 正射影像與斷面樁連線(綠色)



圖 5.9 本計畫採用的直升機旋翼 UAV

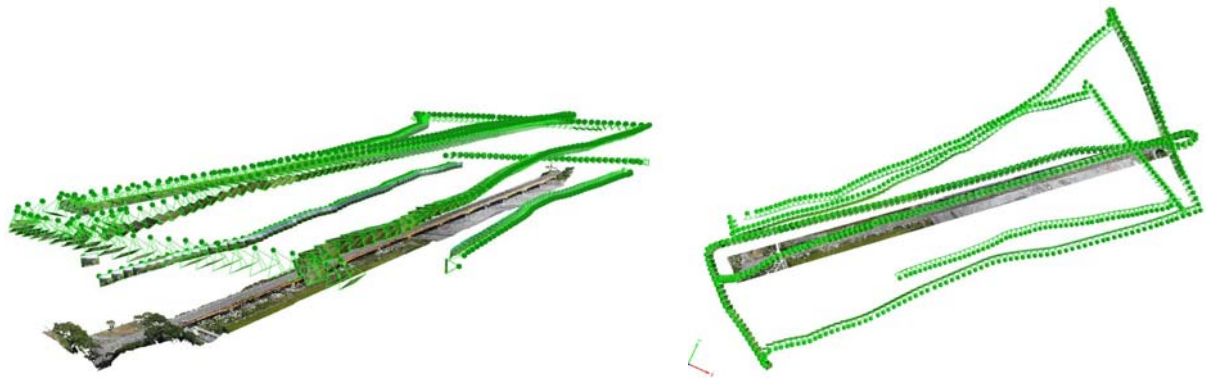


圖 5.10 旋翼直升機 UAV 飛行軌跡初來橋三維點雲

表 5.1 MX-1 UAV 規格

翼展(Wing Span)	201 公分
全長(Length)	133 公分
全高(Height)	15 公分
空重(Dry Weight)	2kg
最大起飛重量 (Max. Take-off weight)	3kg
載重量(Payload)	1 kg
起飛模式	彈射；彈射起飛速度:8m/s
回收模式	機腹落地/長草地/衝回收網/降落傘 (選項)
巡航速度(Cruising speed)	20 m/s
最大速度(Max speed)	26 m/s
實用升限(Service Ceiling)	300m 以下
巡航距離 Endurance	15-30 min/15-30Km
動力(Propulsion)	電動馬達 600W
電池	LiPo, 12V，後推式螺旋槳，高翼 V 尾
照相設備(Camera)	Sony A6000 24.3 M
地面解析度(Ground Resolution)	20mm 鏡頭:3.9 cm @200 m Alt.航高

5.2.3 空三平差誤差分析

本計畫以 Pix4dMapper 軟體進行空中三角測量，包括連結點自動匹配、控制點量測、空三平差、密集點雲匹配、DSM 與正射影像之製作。

● 定翼 UAV

圖 5.8 紅色點為本計畫所拍攝的照片分佈，拍攝日期為 2014 年 11 月 18 日，共拍 619 張，經過空三平差後，僅 588 張(94%)成功完成空三，失敗的照片主要發生在(1)起降點附近，因為航高太低，地面含蓋範圍太小，與影像重疊百分比不佳所致。(2)航線轉彎處(少部分)，因飛機傾斜角過大，造成地物涵蓋內容與幾

何變形差異太大所致。空三平差中共使用 8 個地面控制點，14 個獨立檢核點。圖 5.11 為 Pix4dMapper 之空三平差誤差分析報表，控制點與檢核點誤差都在 8.5 公分以內。整體之影像坐標後驗中誤差(報表中以 Projection Error 表示)為 0.17 個像元。密集匹配所花費的時間為 11h:18m:30s，匹配後平均點雲密度為 100.16 點/m²，也就是約 1 平方公呎 1 點。

GCP Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
D2 (3D)	0.020/ 0.020	0.005	-0.006	0.002	0.077	14 / 14
D4 (3D)	0.020/ 0.020	0.008	0.010	-0.007	0.176	5 / 5
D7 (3D)	0.020/ 0.020	0.018	0.029	0.001	0.110	6 / 6
D8 (3D)	0.020/ 0.020	0.028	-0.010	-0.001	0.347	15 / 15
D11 (3D)	0.020/ 0.020	-0.057	-0.038	0.000	0.173	19 / 19
D15 (3D)	0.020/ 0.020	0.004	0.021	0.010	0.507	9 / 9
D18 (3D)	0.020/ 0.020	0.010	-0.007	0.003	0.391	13 / 13
D24 (3D)	0.020/ 0.020	-0.008	0.022	-0.036	0.646	5 / 5
Mean		0.000853	0.002638	-0.003447		
Sigma		0.024011	0.020791	0.013053		
RMS Error		0.024026	0.020958	0.013501		

0 out of 14 check pointss have been labeled as inaccurate.

Check Point Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
D3	0.0200/0.0200	-0.0085	-0.0089	0.0935	0.4493	12 / 12
D5	0.0200/0.0200	0.0793	0.0884	-0.0967	0.3165	6 / 6
D6	0.0200/0.0200	-0.1036	0.1126	-0.1345	0.4073	5 / 5
D9	0.0200/0.0200	0.0033	-0.0214	0.1202	0.7821	21 / 21
D10	0.0200/0.0200	-0.0305	-0.0537	0.0539	0.4633	17 / 17
D12	0.0200/0.0200	-0.1671	-0.0309	-0.0588	0.7197	20 / 20
D13	0.0200/0.0200	-0.0842	-0.0360	-0.0267	0.7518	18 / 18
D14	0.0200/0.0200	0.0859	0.1105	0.0786	0.8143	10 / 10
D17	0.0200/0.0200	-0.1195	-0.1379	-0.1490	0.5299	7 / 7
D19	0.0200/0.0200	0.0097	-0.0619	-0.0119	0.5316	13 / 13
D20	0.0200/0.0200	0.0391	-0.0150	-0.0644	0.4657	13 / 13
D21	0.0200/0.0200	0.0380	-0.0070	-0.0651	0.6555	17 / 17
D22	0.0200/0.0200	0.0565	0.0379	-0.0122	0.5547	11 / 11
D23	0.0200/0.0200	0.0636	-0.0247	-0.0130	0.6143	9 / 9
Mean		-0.009863	-0.003422	-0.020450		
Sigma		0.077309	0.067294	0.079765		
RMS Error		0.077935	0.067381	0.082344		

圖 5.11 定翼 UAV 空三平差誤差分析報表

● 旋翼 UAV

圖 5.10 為旋翼直升機 UAV 照片之分佈，拍攝日期為 2014 年 10 月 10 日，總數 573 張，經過空三平差後 100%成功完成空三，圖 5.12 為 Pix4dMapper 之空三平差誤差分析報表，共使用 8 個地面控制點，7 個獨立檢核點，其平面與高程之 RMSE 都在 3 公分以內。請注意控制點 D9 與 D10 設定為 2D GCP，主要是此二點距離傾斜拍攝的影像較遠，其地表面法線方向與照片之觀測方向夾角太大，圓形標變成扁長橢圓，不適合當作全控制點。整體之影像坐標後驗中誤差(報表中以 Projection Error 表示)為 0.16 個像元。密集匹配所花費的時間為 06h:18m:34s，匹配後平均點雲密度為 514.7 點/m²，也就是約 1 平方公呎 5 點。

5.2.4 DSM 高程誤差分析

本次 UAV 航拍範圍包含四條斷面樁，編號分別為 98、99、100 與 101，如圖 5.8 所示，分別坐落在初來橋上游與下游各兩條。為了驗證利用此 UAV 產製之 DSM 絕對精度，在此以這些斷面樁與本計畫現地測量之地面控制點當作檢核點，統計其高程準確度。表 5.2 顯示各斷面樁與地面控制點透過 DSM 內插得之高程與地面測量之高程相減所得之誤差分析成果。其中最大高程誤差為 R99-1，其原因是該樁位旁邊有樹木，經內插後之 DSM 高程偏高 1.9 公尺，因此誤差較大。第二大誤差點為 L99，因河堤道路重新鋪面過，該樁位已被剷除，現場無法重測與檢驗其誤差原因。因此，若扣除 R99-1 與 L99 兩樁位，DSM 之高程準確度為 12 公分。

GCP Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
D5 (3D)	0.020/ 0.020	-0.004	0.004	0.005	0.011	8 / 8
D7 (3D)	0.020/ 0.020	-0.003	-0.002	0.001	0.076	8 / 8
D9 (2D)	0.020/ 0.020	0.031	0.002		0.257	7 / 7
D10 (2D)	0.020/ 0.020	-0.017	-0.036		0.280	9 / 9
D20 (3D)	0.020/ 0.020	0.004	0.017	-0.001	0.484	42 / 42
D24 (3D)	0.020/ 0.020	0.016	-0.021	0.054	2.233	44 / 44
AR992 (3D)	0.020/ 0.020	0.005	-0.006	0.000	0.424	26 / 26
Mean		0.004595	-0.006003	0.011791		
Sigma		0.014136	0.016078	0.021397		
RMS Error		0.014864	0.017163	0.024431		

0 out of 8 check pointss have been labeled as inaccurate.

Check Point Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
D6	0.0200/0.0200	0.0161	-0.0122	-0.0201	0.3335	15 / 15
D16	0.0200/0.0200	-0.0294	-0.0175	0.0171	0.3803	20 / 20
D17	0.0200/0.0200	0.0015	0.0193	0.0622	0.5106	48 / 48
D18	0.0200/0.0200	-0.0143	0.0279	0.0413	0.3862	53 / 53
D19	0.0200/0.0200	0.0099	0.0165	0.0288	0.4602	42 / 42
D21	0.0200/0.0200	-0.0223	-0.0102	-0.0178	0.4182	35 / 35
D22	0.0200/0.0200	-0.0172	0.0102	-0.0081	0.4508	39 / 39
D23	0.0200/0.0200	-0.0185	-0.0495	-0.0139	0.5149	39 / 39
Mean		-0.009278	-0.001927	0.011186		
Sigma		0.015305	0.023731	0.028896		
RMS Error		0.017898	0.023809	0.030986		

圖 5.12 旋翼直升機 UAV 空三平差誤差分析報表

表 5.2 DSM 高程誤差分析

編號	高差(m)	編號	高差(m)	編號	高差(m)		有 R99-1	無 R99-1 & L99
D01	0.12	D10	0.03	R99	-0.17	平均(m)	0.00	-0.06
D02	-0.03	D11	-0.03	L99-1	-0.24	標準差(m)	0.40	0.02
D03	-0.11	D12	-0.08	R99-1	1.90	最大(m)	1.90	0.12
D04	-0.06	D13	-0.11	L99-2	-0.15	最小(m)	-0.46	-0.32
D05	-0.10	D14	-0.04	R99-2	0.02	RMSE(m)	0.39	0.12
D06	-0.21	D15	0.01	L100	0.08			
D07	0.01	L98	-0.01	R100	-0.09			
D08	0.02	R98	-0.04	L101	-0.14			
D09	0.08	L99	-0.46	R101	-0.32			

5.2.5 河道橫斷面測量與差異分析

本項工作採用定翼 UAV 產製之 1 公尺網格 DSM，透過 ENVI 軟體以人工針對左岸與右岸斷面樁坐標，拉取一條直線每 1 公尺內插得到河道橫斷面高程剖面。以下分別說明各斷面測量成果，並透過前期 Google Earth 影像，以及後期 UAV 正射影像協助比較與說明造成地形變化的原因。

● 斷面 98

圖 5.13(上)為斷面 98 之高程剖面圖，其中地測成果以藍色線條表示，紅色線條為從 DSM 上 1 公尺等間距上內插得之剖面，但因為此內插之位置與水利署觀測之位置不一樣，因此本計畫利用水利署之地面測量成果，從左斷面樁為 0 在相同的距離上內插得到另一高程剖面，結果如圖 5.13(上)綠色線條所示(DSM 內插)，其目的純粹為了方便直接相減得到高程差。但從此內插成果可以發現，其效果類似將 1 公尺等間距高程剖面進行「云化」(Smoothing)。

圖中另外將斷面 98 分別套疊於 Google Earth 衛星影像(圖 5.13(中))與 UAV 正射影像(圖 5.13(下))，以驗證本計畫測量方式之可靠度與合理性。其中 Google Earth 衛星影像拍攝於 2014 年 1 月 18 日，與地測時間(2013 年)較接近。兩次測量期間台東縣遭遇兩次颱風，分別為 7 月 21-23 日麥德姆颱風與 9 月 19-22 日鳳凰颱風，帶給台東大量豪雨(累積降雨量分別為 392 mm 與 233 mm)，因此造成河道變遷現象。圖 5.13 將主要地形差異處以 A-E 表示，其中 A 與 E 有堆積現象，B 與 D 則為沖刷現象，C 附近有比較大的高低起伏變化，且比地測成果高，其原因是河道中有植被。

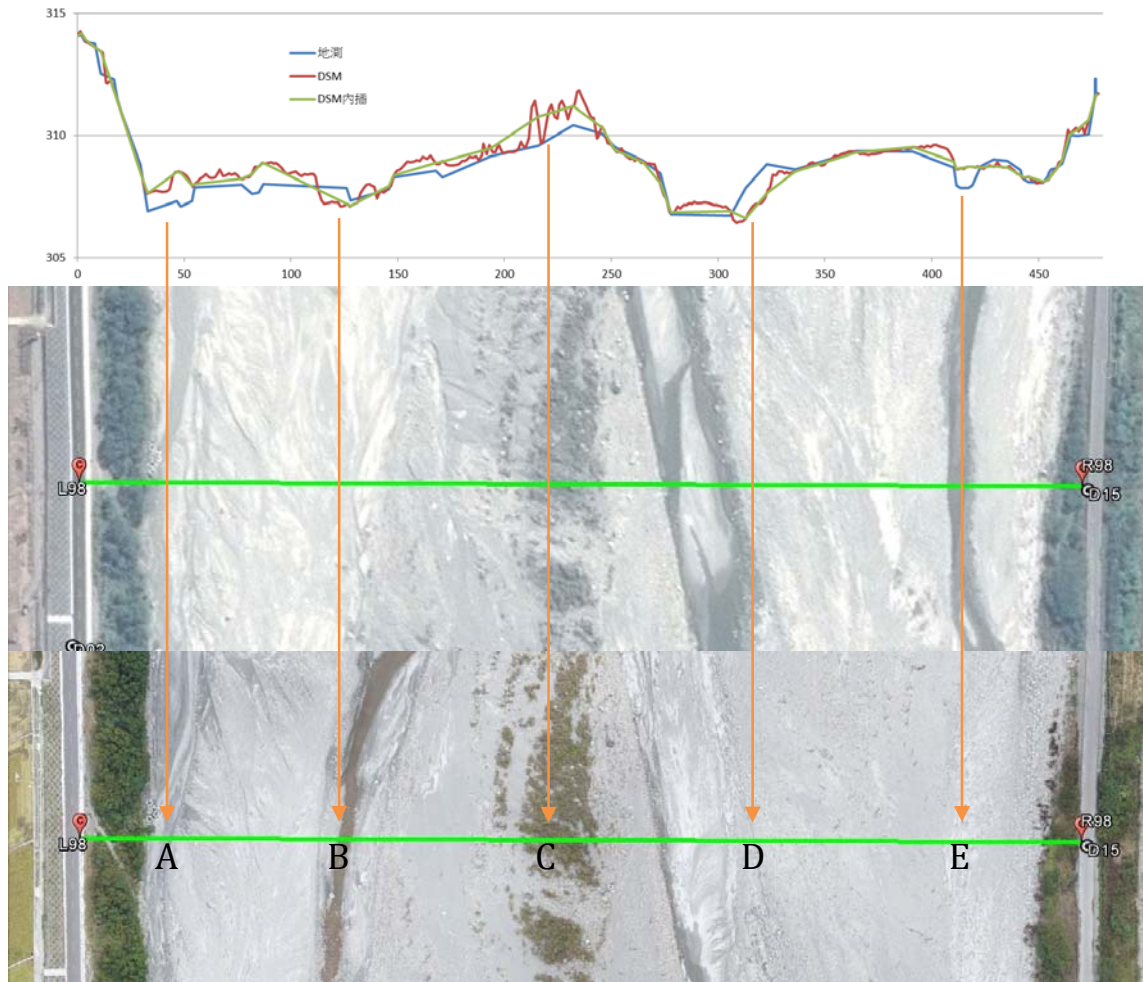


圖 5.13 断面 98 測量成果(上)、断面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)。

● 断面 99

圖 5.14 為断面 99 測量成果(上)，以及將断面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)之成果。主要地形差異處同樣以 A-E 表示，其中 A 與 E 有堆積現象，B 與 C 則為冲刷現象，D 附近 DSM 測量成果有比較大的高低起伏，且比地測成果高，原因同樣是因為河道中有植被，比較兩時期影像可以發現，除了中間植被附近，其它地方都有很顯著的河道變遷現象。

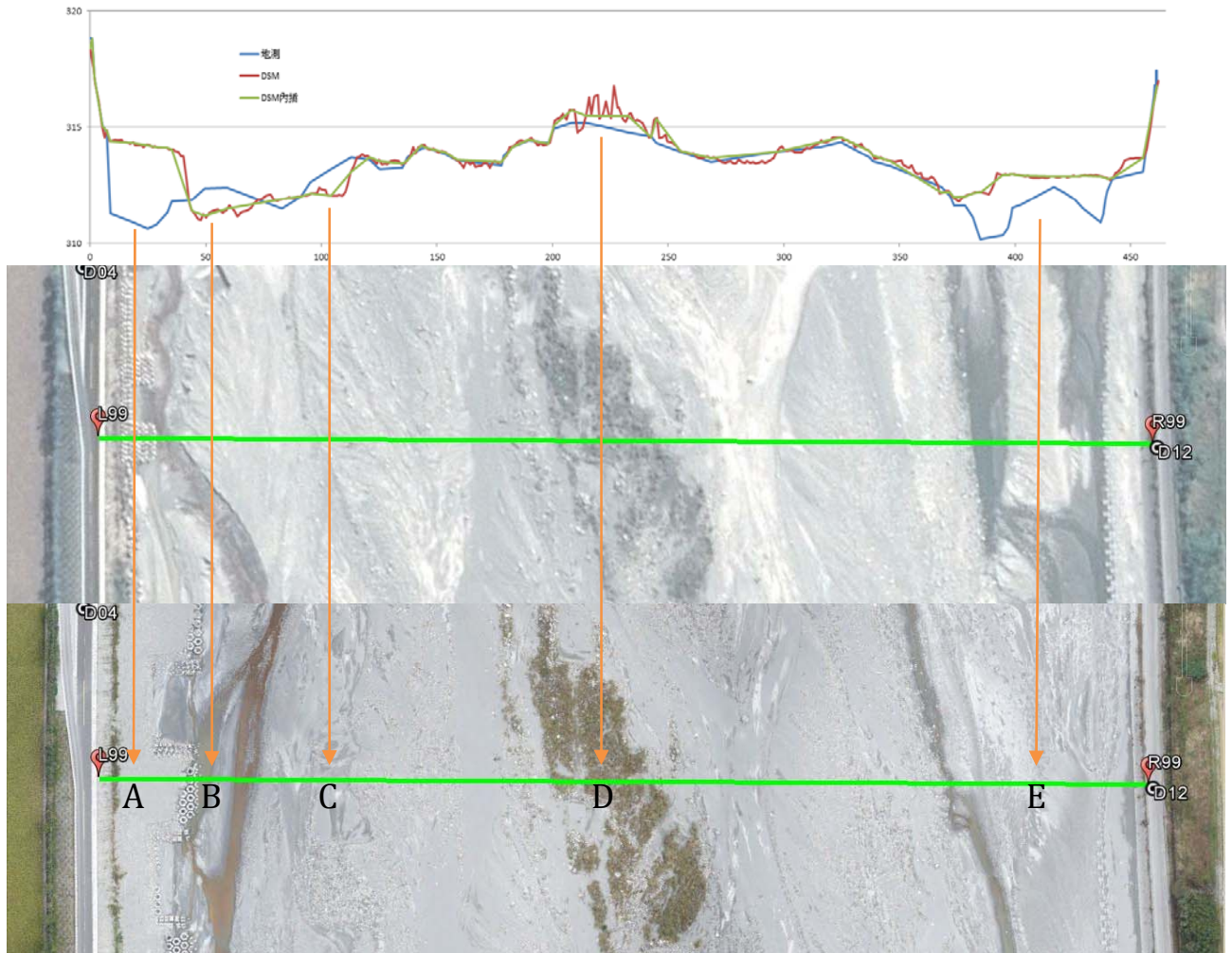


圖 5.14 断面 99 測量成果(上)、断面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)。

● 断面 100

圖 5.15 為断面 100 測量成果(上)，以及將断面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)之成果。主要地形差異處同樣以 A-E 表示，其中 A 處前期為河道，後期為堆積後的沙；B、C 與 D 有沖刷現象，尤其是 D 區附近沖刷出很寬的河道；而 E 處則是相當於 D 寬度的堆積區。比較兩時期影像仍然可以發現顯著的河道變遷現象。



圖 5.15 断面 100 測量成果(上)、断面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)。

● 断面 101

圖 5.16 為断面 101 測量成果(上)，以及將断面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)之成果。主要地形差異處同樣以 A-E 表示，其中 A 與 C 皆為冲刷所造成；B 與 D 則為堆積現象。此圖中前期衛星影像上畫了一條紅色線，後期 UAV 影像上畫了一條藍色線，此二線右邊有積水，其用途為引水到旁邊的河道，故此二線實為河床中臨時的河堤，比較其位置有顯著的差異，因此導致斷面上的 E 與 F 兩處有奇特的高程變異現象。此外，G 區為積水區，前期較低是因為標尺手可將標尺插入水中進行測量，但本研究採用的是影像匹配，僅能量測水面高，故 G 區後期呈現較高的高程，此處並非砂石堆積所造成。此外，比較兩時期影像仍然可以發現顯著的河道變遷現象，表示兩個颱風所帶來的豪雨對卑南溪河床中造成不小的河道變遷。

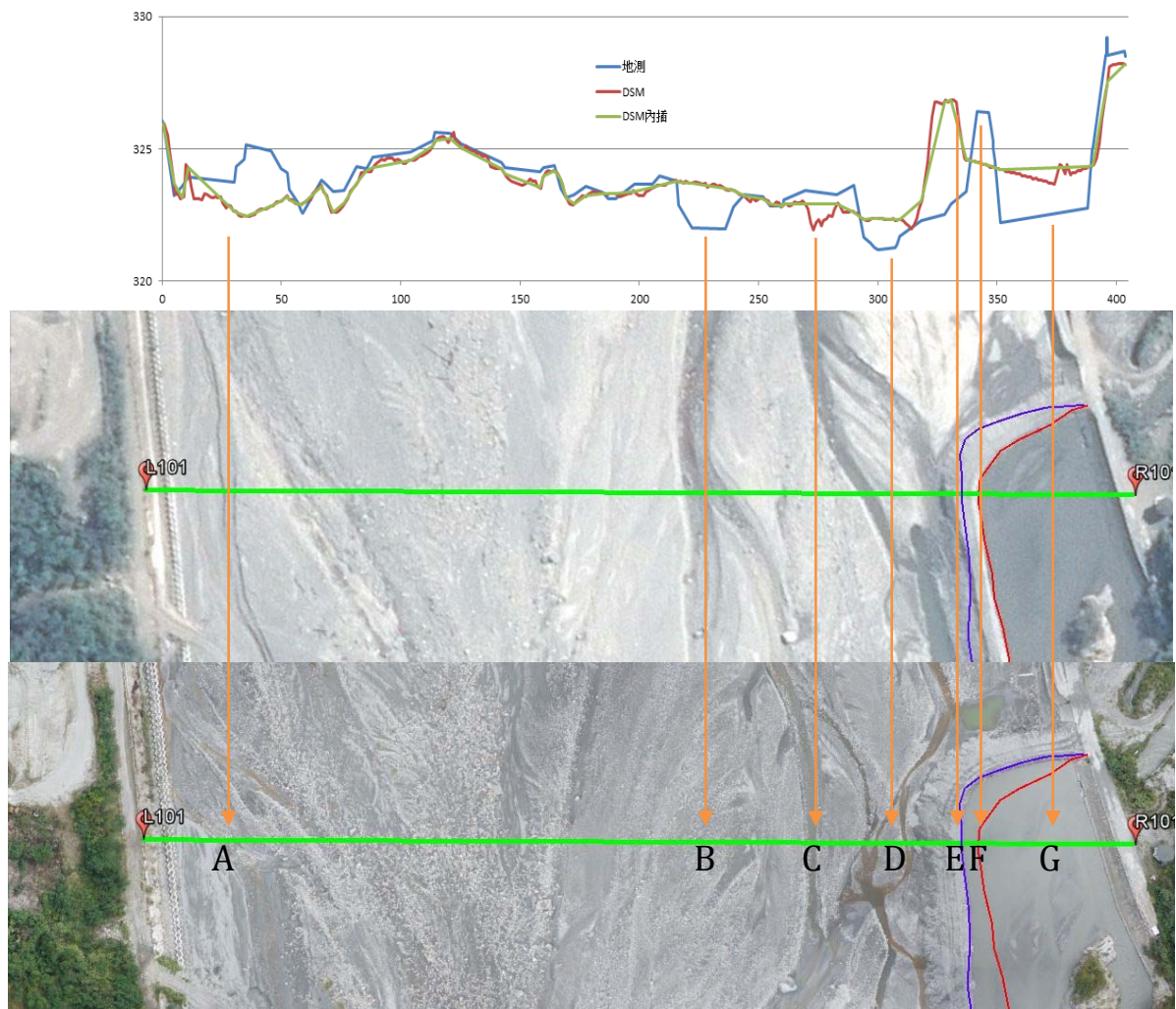


圖 5.16 断面 101 測量成果(上)、断面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)。

5.2.6 橋梁斷面測量與差異分析

本項工作採用的是旋翼直升機 UAV，僅針對初來橋附近拍照，特別使用了傾斜攝影，以減少橋梁對下方河道的遮蔽現象。橋梁斷面有上游斷面(上斷面 99-2)與下游斷面(下斷面 99-1)，以下分別說明兩個斷面的測量成果與差異分析。

● 斷面 99-1

圖 5.17 為從三維點雲中進行 99-1 斷面測量之範例，位置分別在左岸斷面樁(L99-1)與右岸斷面樁(R99-1)附近，其中綠色線條與點為人工數化之位置。由此二圖可以發現兩岸皆有樹木，導致無法數化得樹底下之地形，會導致較大的誤差。



圖 5.17 斷面 99-1 三維點雲:(上圖)右岸與(下圖)左岸斷面測量範例

圖 5.18 為斷面 99-1 測量成果(上)，以及將斷面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)之成果。由兩張影像可以得知控制點 D19 下方為河堤，河堤左邊為河床，其中 A 與 B 兩處因沖刷現象造成河道，C 附近則是砂石堆積且河道變窄。河堤右邊主要土地覆蓋為水稻田與雜草，此處之地形變化不大，但在 D 與 E 處因為植被的因素造成人工數化成果較地測高。F 處為人造河渠，透過影像匹配僅能測得水面高度，因此成果比地面測量高。

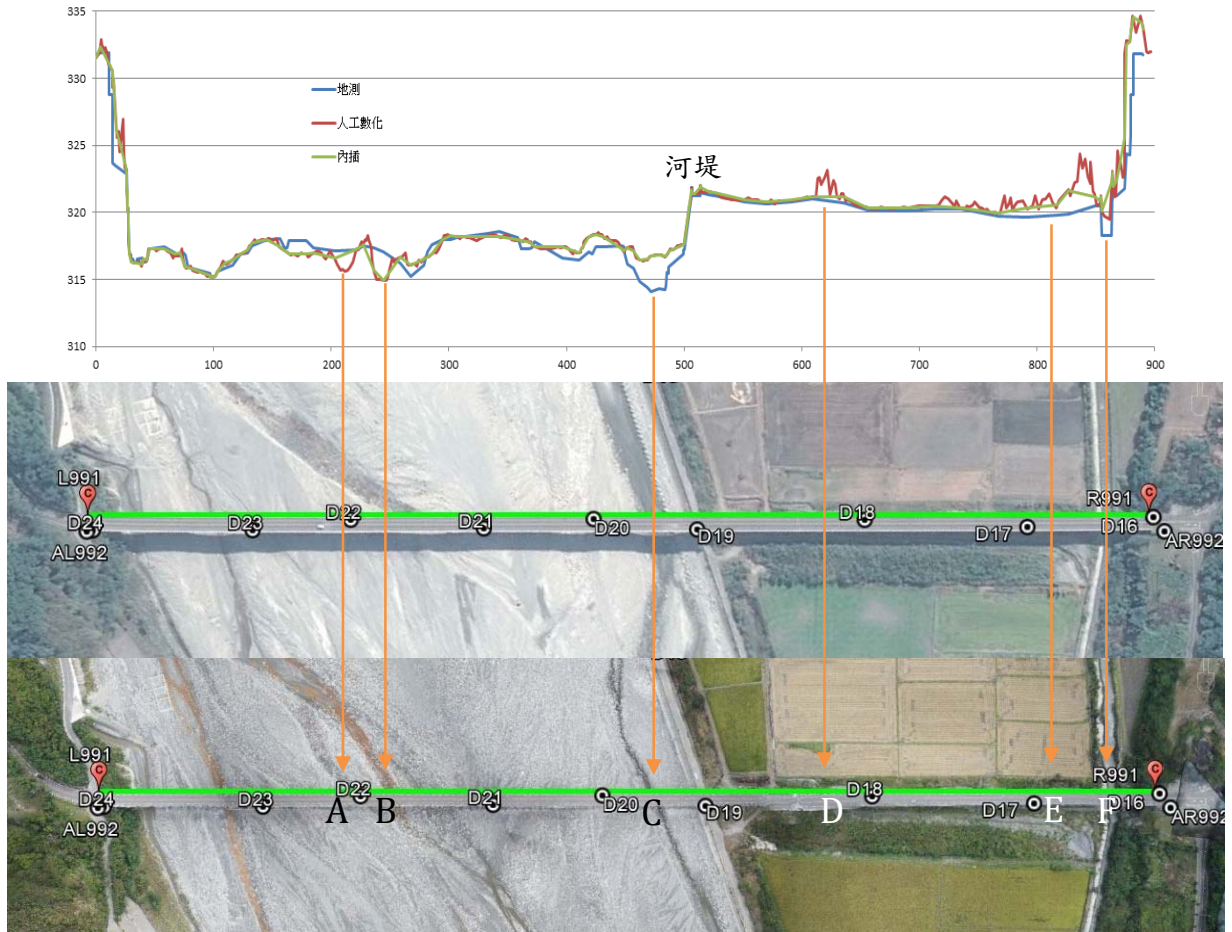


圖 5.18 断面 99-1 測量成果(上)、断面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)。

● 断面 99-2

圖 5.19 為從三維點雲中進行 99-2 断面測量之範例，位置分別在左岸断面樁(L99-2)與右岸断面樁(R99-2)附近，由於本計畫拍攝旋翼直升機 UAV 之時間為早上 9:19-9:40 間，天氣晴朗且陽光強烈。上断面正好落在陰影區，導致影像匹配成果產生的三維點雲顏色皆為黑色，因此圖中人工數化的位置(綠色線條與點)皆坐落在陰影區，較無法透過視覺方式觀察是否有顯著的地形變異。此外，兩岸皆有樹木的影響，因此無法數化得到樹底下之地形面，會造成較大的高程誤差。



圖 5.19 断面 99-2 三維點雲:(左圖)左岸與(右圖)右岸断面測量範例

圖 5.20 為断面 99-2 測量成果(上)，以及將断面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)之成果。河堤左邊的河道橫断面，雖然與 99-1 断面僅差橋梁寬(約 20 公尺)，但其断面高程剖面卻有明顯的差異，A 有冲刷現象，B 與 C 則是砂石堆積，且 C 處河道變窄。D 處(河堤右邊)地表覆蓋主要為植被，因此受到植被的影響，人工數化結果比地面測量高 3 公尺以下。E 處同樣是人造河渠，透過影像匹配僅能測得水面高度，因此成果比地面測量高。



圖 5.20 断面 99-2 測量成果(上)、断面套疊於 Google Earth 衛星影像(中)與 UAV 正射影像(下)。

5.2.7 通水面積計算成果與差異分析

在此擬比較水利署地測成果與本計畫測量成果所計算之通水面積差異，橋梁與橋墩資料皆為利用水利署提供之 CAD 資料，但断面資料有兩份，分別是水利署地面測量成果，以及本計畫測量成果。首先將水利署提供之橋梁與橋墩 CAD 資料與断面資料合併後，利用 AutoCAD 軟體進行編修產生 12 個封閉多邊形，並計算其面積。圖 5.21 為 12 個通水面多邊形的編號。由於 99-1 断面在河堤右邊為稻田與草地，其地形面高度變化不大，在此假設多邊形 8-12 面積不變。表 5.3 為兩種断面測量成果，所計算得之 12 個通水面多邊形的面積。總計共減少 85.91 平方公尺，表示河道淤積情況多於冲刷。其中±2.7 平方公尺為其誤差範圍，

是根據誤差傳播定律，透過編號 1-7 的寬度 510 公尺，乘以表 5.2 DSM 高程 RMSE (0.12 公尺)²，最後再開根號而得。

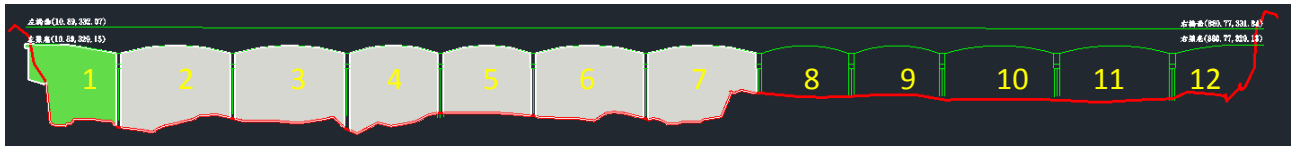


圖 5.21 初來橋通水面多邊形編號

表 5.3 初來橋通水面積測量成果統計

編號	水利署CAD資料 通水面積(m ²)	本計畫成果 通水面積(m ²)	差異(m ²)
1	647.07	650.42	3.35
2	923.31	916.90	-6.40
3	857.24	894.01	36.77
4	738.39	749.42	11.03
5	640.16	641.93	1.77
6	867.63	826.65	-40.98
7	872.74	781.29	-91.45
8	481.62	481.62	0.00
9	472.29	472.29	0.00
10	651.38	651.38	0.00
11	683.98	683.98	0.00
12	515.40	515.40	0.00
Total	8,351.22	8,265.30±2.7	-85.91±2.7

5.3 針對河道橫斷面測量與橋梁通水面積測量提出合適之航拍與資料處理程序

本項工作主要目地為提供水利署河川勘測隊，做為未來若欲以無人機進行相關作業，所需考量的種種因素。

● 誤差來源

根據本計畫前節之研究成果，可以發現本計畫所提出之方法，主要問題是採用光學影像透過影像匹配及數位攝影測量技術重建地表與橋梁之三維幾何，進而協助相關測量，因此所測得的是目標之表面模型，包括橋梁路面、橋梁側面、橋墩、一般路面或河堤表面、砂石裸露地、植被與水面表面。次要問題是在垂直航拍影像中橋梁容易對河道造成遮蔽現象，直接影響到橋梁斷面的觀測與測量。

第一項問題所牽涉到的遮蔽效應，即使是採用雷達或光達感測器都無法避免，若植被稀疏或許有機會可以觀測到下方的地形，但若目標表面有其它地物造成嚴重的遮蔽，僅能透過人工編修或地面測量，否則無法獲取目標物表面幾何資訊，例如樹下或水底地形斷面。而第二項遮蔽問題，則可以透過不同視角與位置拍攝的影像來彌補其完整度。

● UAV 平台與航線規畫

針對河道橫斷面測量，考量到上述遮蔽效應與拍攝完整度問題，比較適合的無人機仍為定翼型 UAV，但仍須考量作業面積、附近地形起伏與 UAV 起降方式(含起降場)等問題。本計畫測試區約 1 平方公里，河寬約 500 公尺，河道長約 2 公里，包含四條斷面，地理位置在山谷與平原交界處。為了拍攝高解析度影像(GSD 小於 5 公分)，UAV 離地(河床)高僅約 200 公尺，因此在航線規畫上需避開北邊的山，並且規畫平行於河道方向的航線。但若作業區在山區中，河流有較多的轉彎，旁邊有較高的地形起伏，則建議使用旋翼型 UAV，改以垂直河道方向的方式規畫航線。

若要進行橋梁與橋墩三維幾何測量最佳選擇仍是旋翼型 UAV，考量到山區或河谷附近的風勢與風向比較不穩定，且一般多軸旋翼 UAV 最怕的就是由下向上的風，容易造成 UAV 墜毀，因此本計畫建議採用直升機旋翼 UAV，主要是其動力及飛控方式與多軸旋翼 UAV 不同，相對較為安全穩定。若其續航力夠久且具有自動飛航能力，則可考慮取代定翼型 UAV，同時協助河道橫斷面測量，起降地點更有彈性，同時可降低作業人力成本。

● 相機與鏡頭

考量高空間解析度與高影像重疊百分比，必須選擇合適的相機與鏡頭。尤其受到 UAV 載重的限制，相機與鏡頭的重量必須小於 1 公斤，因此選擇 SONY A6000(影像總畫素為 24MP)，搭配 20 mm 定焦鏡頭(FOV 60 度*42 度)，可提供良好的攝影測量交會幾何，同時達到 3.9 公分的空間解析度。SONY A6000 最高連拍能力為每秒 11 張，由於航高低，地面涵蓋面積小，如此連拍能力可滿足 80% 影像重疊百分比的要求。

● 河道面積與飛航作業天數

本計畫之案例測試使用一個架次的定翼 UAV 拍攝 1 平方公里的河道，整個作業時間約 2 個小時。若使用 MX-1 保麗龍 UAV，針對整個卑南溪(含支流)河道(如圖 5.22)進行拍攝，預計約需 45-50 個架次。以一天可作業時數 6 小時估計(不含地點轉移)，約需 15-17 個飛航作業天數。

若欲減少作業天數，則需使用續航力更高的定翼型 UAV，假設一個架次之作業能力為 2 個小時，飛航速度 80 km/hr，河道寬內拍攝 4-6 條航線，則一個

架次可拍攝 35-25 公里長的河道，故整個卑南溪(含支流)，僅需 4-5 個架次即可完成，若一天拍攝兩個架次，最佳狀況下 3 天即可完成飛航作業。

● 氣候因素與作業安全

UAV 大多無法在雨天作業，而且要避免強風，因此限制比人員地面測量多。還有許多因素關係到 UAV 的安全，包括 UAV 的電力系統、飛控系統、通訊系統、燃料等，需靠操作者平常持續與仔細的維護。

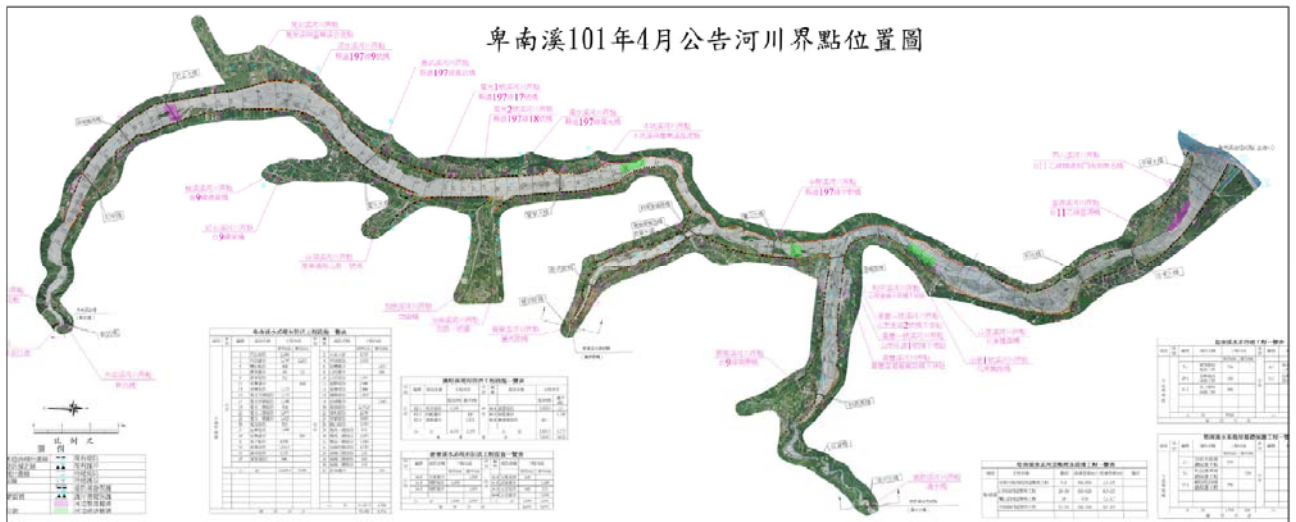


圖 5.22 卑南溪作業範圍

● 橋梁大小與性質

本計畫之案例測試使用一個架次的直升機旋翼 UAV 拍攝長約 900 公尺的初來橋，花費之作業時間約 1-2 個小時。初來橋可供人車通行，其下游之鐵路橋僅供火車通行，人車不易接近橋面，因此在作業面上會面臨交通運輸與控制 UAV 的問題。此外鐵路電氣化的高壓電是否會造成 UAV 電磁干擾的安全問題，仍有不確定的因素。在山區的橋梁，有些橋墩較低，河床與橋面高度差距不大，橋長僅幾十公尺，這類型的橋反而不需大費周章使用 UAV 拍照及測量，比較適合採用地面測量。另外，靠近海邊的大橋，其橋下多為水體，比較少裸露的砂石，這類橋梁也無法透過攝影測量得到河道橫斷面。因此，比較適合利用旋翼 UAV 進行影像拍攝，以協助河道橫斷面測量的橋，最好是橋長大於 100 公尺，離河床高度差異 5 公尺以上，人員不易抵達河床，且植被與水體不會太多，大部分皆為裸露地者。

● 資料處理程序與效率

圖 5.3 為本計畫提出的 UAV 資料作業程序與作業程序，其中除了地面測量與 UAV 航拍需在外業進行，其餘皆在電腦中作業。而電腦作業中，除了地面控制點的量測工作，需要花費比較多人力(1-2 小時)外，其餘程序相對不需要人力

介入。因此內業作業人力成本相對低廉，但電腦處理效率則視影像數量與電腦 CPU/GPU 的能力而定。本計畫在完成航拍工作後，內業處理時間僅約需 2 天，即可完成所有資料處理程序與相關測量工作，包括人工數化河道橫斷面與通水面積計算。

● UAV 作業成本

本計畫採用之定翼型 UAV 其成本約 60-80 萬，旋翼直升機 UAV 約 40-60 萬。租賃費用一個工作天約 4 萬到 10 萬(視飛行架次總數與作業地點而定)。定翼型 UAV 作業人力 2-3 人，旋翼直升機 UAV 作業人力 1-2 人。

5.4 針對大型 UAV 攜帶五相機之架構評估將原始影像拼接對製圖精度之分析

本工作項目乃是延續前一年度計畫，基於高酬載大面積航空測量需求，透過大型 UAV 搭載五相機成像系統，以獲取高 FOV 與高重疊影像，進而評估其製圖精度。本團隊在前一年度已透過無人機搭載的 GPS/IMU 定位定向系統，完成直接地理定位系統的率定與定位精度分析，本年度則提出多影像的拼接程序，將多台相機之影像合併為單一透視投影的大像幅影像，並透過空三平差程序評估其製圖精度之分析。

5.4.1 載具系統與測試區

本工作項目的 UAV 採用本土廠商天空飛行科技公司自主開發之高酬載定翼型無人機（型號 AL-150）當作航空攝影載台，並透過日成航太公司將 NovAtel 戰術等級 POS 系統 SPAN CPT(內含雙頻 GPS 接收機)、5 台 SONY A850 數位相機與 AL-150 進行系統整合，最後透過飛控電腦在所規畫之航線上進行高重疊攝影。表 5.4 為 AL-150 之規格，圖 5.23 為其外觀，最大載重可達到 40 公斤，故能符合搭載五相機系統總計約 24 公斤之任務需求。



圖 5.23 AL-150 外觀

從表 5.4 可知 AL-150 無人機在酬載 40 公斤下仍可達到 8 小時之續航力，以巡航速度 110 km/hr 計算，航行距離可達 880 公里，也就是一次可在台灣本島南北飛一趟。然而基於作業安全起見，飛行過程必須持續監控，其作業半徑為 50 公里，若有中繼控制站則作業半徑可再擴大 50 公里，相當適合本計畫大面積災害調查與製圖之需求。

表 5.4 AL-150 UAV 之規格

最大時速：	140 km/hr.	失速速度：	60 km/h
正常巡航速度：	110 km/h	最大續航時間：	8hr. (40Kg PL)
最大航程：	750 km	發動機功率：	23.9 kW
最大起飛重量：	150 kg	空重：	50 kg
最高飛行高度：	5000 m	最低飛行高度：	50 m
最大載荷(PL)：	40 kg	設備箱尺寸：	750x360x415mm
起飛方式：	輪式	最大油量：	100 Lt.
降落方式：	滑降	控制半徑：	50 或 100 km
翼展/機高：	8.0 m/1.1 m	機長：	3.5 m
起降最大風力：	側風：3 m/s 逆風：8 m/s	飛行最大風力：	15 m/s (>六級風)

● 五相機系統

本計畫採用的五相機系統包含五台焦距長 50mm 的 SONY A850 DSLR 數位相機，並透過傾斜拍攝以提高整體 FOV。五相機系統組合外觀如圖 5.24 所示，從左至右分別命名為 Cam1 至 Cam5，並有 50、30、0、-30、-50 度的相對傾斜角度。在此設計中，整體 FOV 能提升到約 120 度，故當航高為 800 公尺時，地面覆蓋寬度約有 3200 公尺。圖 5.24 展示這五台相機是架設在機腹下依飛行方向排列。在第三台相機(Cam3)之正上方裝置 SPAN CPT 戰術等級 IMU，在沒有 GPS Outage 情況下，透過 GPS 差分定位，經後處理後在 Roll/Pitch/Heading 方向分別具有 0.015°/0.015°/0.03°之定向精度能力(NovAtel, 2013)，因此對於災害調查而言可達到近即時定位之能力，透過直接地理定位可不需經過傳統空三平差程序亦能達到一定精度的定位能力。



圖 5.24 五相機攝影系統(©成大饒見有/日成航太)

從圖 5.25 中可見五相機地面涵蓋範圍相較僅搭載一台垂直相機要寬廣許多(約 130 度)，但因每台相機之內外方位參數不同，在空三平差解算時，將增加影像匹配及解算時間成本。據此本計畫透過相機之內方位與相對方位率定成果，利用透視投影轉換進行五台相機之影像拼接。

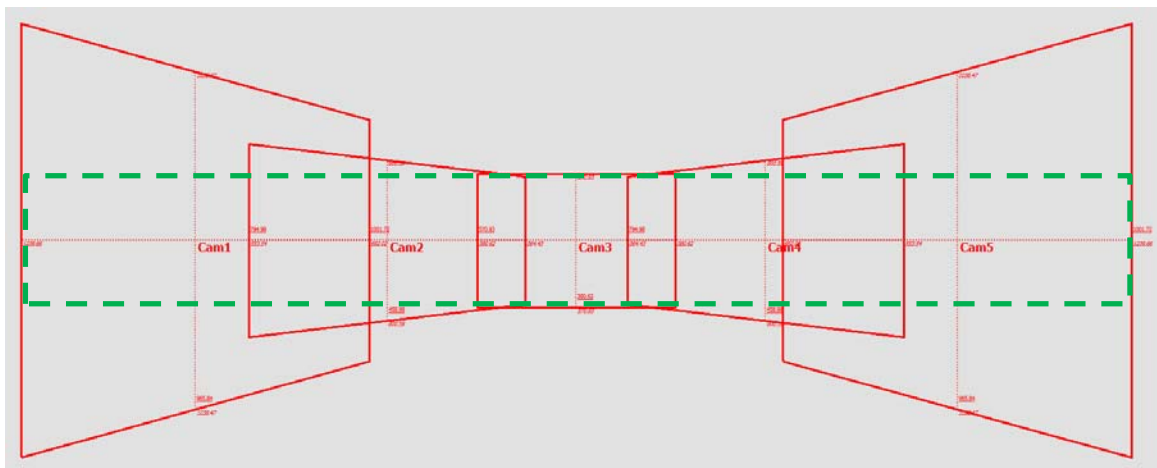


圖 5.25 五相機地面涵蓋範圍

● 測試區

本計畫的測試區位在台南市七股區，在三公里乘三公里範圍內平均佈置了約 45 個地面控制點，並由 VBS RTK eGPS 系統觀測一分鐘求得地面座標。考慮到 eGPS 與 TWD97 座標框架不一致問題，本研究在測區內選用 10 個控制點與附近 GPS 連續觀測站實行靜態測量解算，並解算靜態觀測座標與 eGPS 座標之仿射轉換係數以進行座標轉換。資料蒐集於 2013 年 11 月 8 日，該次飛行任務航高為 900 公尺，每台相機共獲得 1296 張照片。圖 5.26 為飛行任務時的拍攝情形，圖 5.27 顯示本次任務的飛行軌跡與地面控制點的分佈，圖 5.28 為五台相機同時拍攝之成果範例。



圖 5.26 飛行任務時拍攝情形

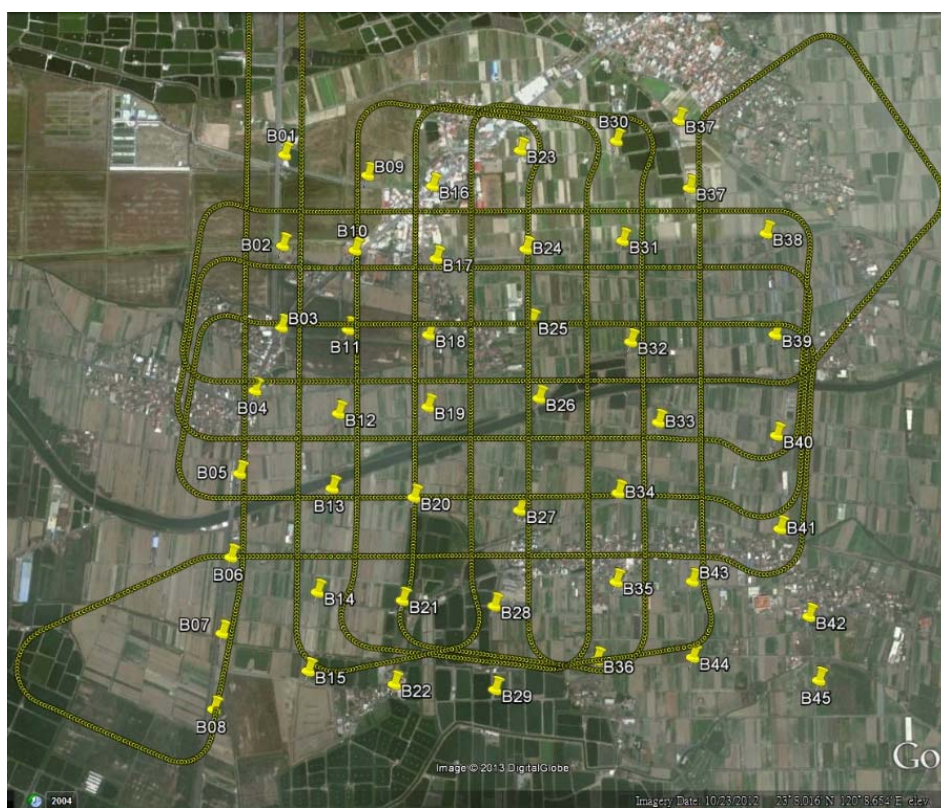


圖 5.27 UAV 航拍軌跡與 GCP 之分布



圖 5.28 五相機同時拍攝之成果範例

5.4.2 影像拼接流程

由文獻回顧可發現，由於像平面彼此並未相互平行，在進行拼接時多數採用透視投影將影像空間轉換至一虛擬平面，且拼接時同時考慮透鏡畸變現象以進行修正，最終能獲得不具透鏡畸變差的大像幅拼接影像。然而轉換參數則是透過特徵匹配獲取重疊區的共軛點求解，由於每組拍照瞬刻的影像其轉換參數需分別求解，此舉將耗費大量的求解時間。

因此在本計畫中亦利用透視投影轉換進行影像拼接，而透視投影轉換參數改由室內率定場事先求得，如此可省卻參數解算所花費的時間，但考慮到率定成果與真實空拍條件不同，另提出系統性誤差分析與修正程序提升拼接精確度。如圖 5.29 所示，本計畫提出的拼接程序主要包含：(1)相機率定、(2)透視投影轉換、(3)系統性誤差分析與修正及(4)多影像拼接與裁切等步驟，而各步驟的詳細說明如下：

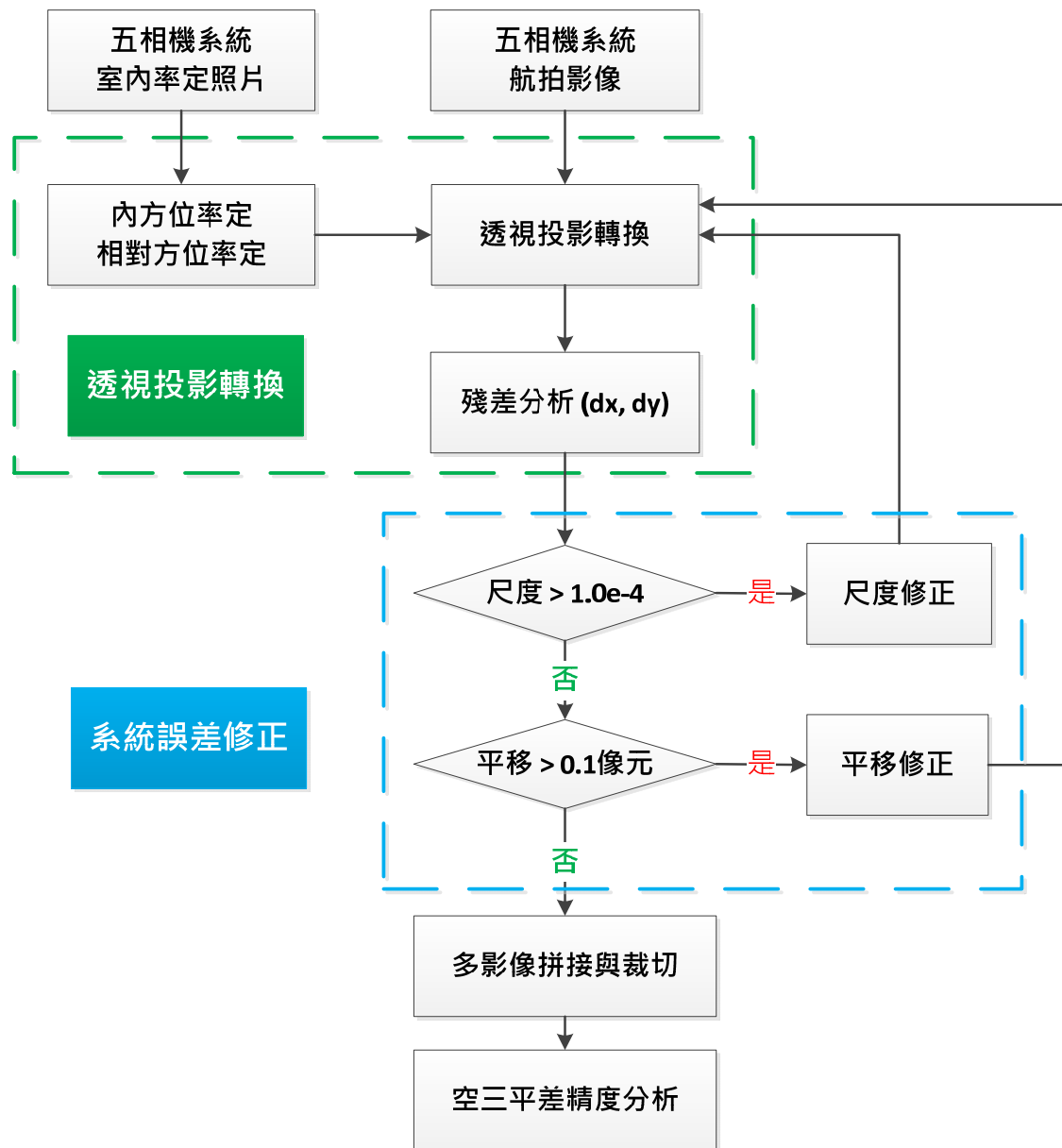


圖 5.29 五相機系統之影像拼接研究流程圖

● 系統率定

假設五相機系統各相機的內方位及相對幾何位置固定不變，便可以透過率定場求解內方位參數及各相機之間相對於主相機的相對方位參數。此程序則於成功大學測量系地下室的單相機與多相機環景率定場進行率定。

■ 五相機內方位率定

內方位的率定與修正在空三平差處理中以符合高精度製圖需求是相當重要的。在本計畫則透過室內率定場，利用附加參數光束法平差模型解算內方位參數。室內率定場為一個直徑一公尺且佈滿 112 根長度不同木柱的圓形轉盤，每一根木柱上各有一個可利用 Australis 軟體自動判釋的人造標，由此組成一個高度變化約 0 到 30 公分的三維空間。在拍攝影像時，藉由轉動圓盤，可以無需移動相機位置而獲取交會幾何強度高之照片(Rau & Yeh, 2012)，圖 5.30 所示即為相機內方位率定的現場情況。

附加參數自率光束法平差解算內方位的數學模型如式(5.1)所示，而式(5.2)則為描述透鏡畸變的附加參數。相機之內方位參數即為焦距(f)、像主點(x_p 、 y_p)、輻射畸變參數(K_1 、 K_2 、 K_3)與偏心畸變參數(P_1 、 P_2)。 m_{11} 至 m_{33} 為相片姿態角的九個旋轉矩陣元素，(X_0 、 Y_0 、 Z_0)為相片拍攝瞬刻的局部座標系統位置，並已經過人造標上已知距離觀測量進行尺度轉換。

$$\begin{aligned} x - x_p &= -f \frac{m_{11}(X-X_0)+m_{12}(Y-Y_0)-m_{13}(Z-Z_0)}{m_{31}(X-X_0)+m_{32}(Y-Y_0)-m_{33}(Z-Z_0)} \\ y - y_p &= -f \frac{m_{21}(X-X_0)+m_{22}(Y-Y_0)-m_{23}(Z-Z_0)}{m_{31}(X-X_0)+m_{32}(Y-Y_0)-m_{33}(Z-Z_0)} \end{aligned} \quad (5.1)$$

$$\begin{aligned} \Delta x &= (\bar{x})(K_1 r^2 + K_2 r^4 + k_3 r^6) + P_1(r^2 + \bar{x}^2) + 2P_2 \bar{x} \bar{y} \\ \Delta y &= (\bar{y})(K_1 r^2 + K_2 r^4 + k_3 r^6) + P_2(r^2 + \bar{y}^2) + 2P_1 \bar{x} \bar{y} \\ \bar{x} &= x - x_p, \quad \bar{y} = y - y_p \end{aligned} \quad (5.2)$$



圖 5.30 相機內方位率定的現場情況

■ 五相機相對方位率定

根據式(5.1)與式(5.2)可以求得五相機系統每個攝影站(各 5 張照片)的位置與姿態。相對方位即為主相機(Cam3)與其他 4 台相機之相對旋轉角(ω 、 φ 、 κ)與相對平移量(V_x 、 V_y 、 V_z)。式(5.3)為相對方位解算公式，R 表示相機的旋轉矩陣，r 為相機的位置向量， C_M 表示主相機，而 C_S 表示為其他相機，M 為率定時的局部座標系統。

$$\begin{aligned} R_{C_M}^{C_S} &= R_M^{C_S} \times R_{C_M}^M \\ r_{C_M}^{C_S} &= R_{C_S}^M \times (r_{C_S}^M - r_{C_M}^M) \end{aligned} \quad (5.3)$$

本計畫以垂直拍攝的相機 Cam 3 為主相機，其他四台傾斜拍攝的相機為副相機，並經由整體平差解算後的外方位參數求解相對方位。由於每站能解算出一組相對方位參數，據此便計算各組的平均值做為真值，並求解各站之標準偏差作為精度指標。



圖 5.31 五相機相對方位率定的現場情況

圖 5.31 為五相機相對方位率定的現場情況，同時本次五相機的拍攝三維視圖呈現於圖 5.32，其展示了三度空間中人照標的分布及多交會拍攝成果。為了增加交會幾何，五相機不僅平放拍攝，亦垂直站立拍攝，不僅增加觀測方向、角度等優勢，亦減少各相機求解時的高度相關現象。本次一共拍攝了 81 站，經式(5.3)解算多站的相對方位成果及率定精度整理於表 5.5 中，其中角度部分符合當初系統設計上的 45 度與 30 度角，且率定精度在相對位置部分可達 mm 等級，且角度之相對精度亦能達 0.03 度等級。

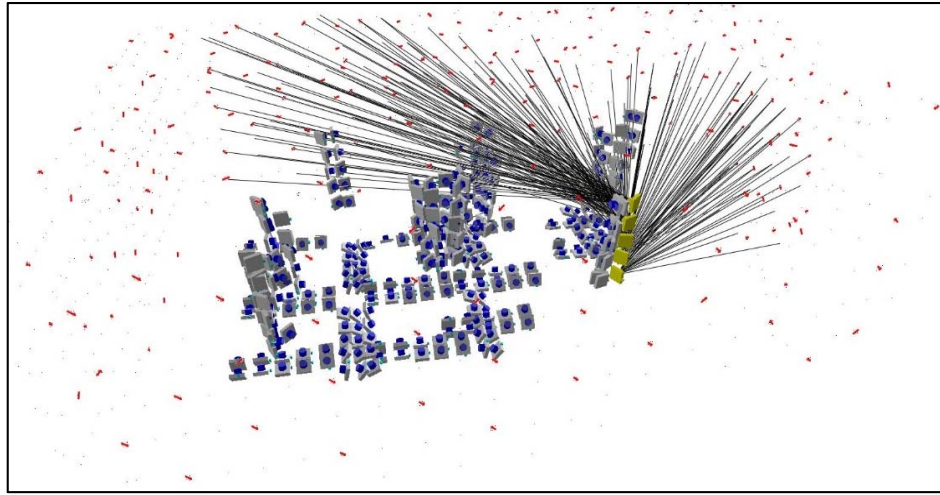


圖 5.32 多交會攝影三維視圖

表 5.5 各相機相對於 Cam 3 的相對方位成果

	Cam1		Cam2		Cam4		Cam5	
	Mean	Std.Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std.Dev.	Mean	Std. Dev.
dx (mm)	16.52	1.04	8.01	1.48	-4.23	1.36	-21.16	0.69
dy (mm)	393.86	0.86	183.74	1.08	-184.86	0.97	-387.54	1.19
dz (mm)	-16.51	0.46	-4.49	0.73	-12.28	0.51	-9.81	0.88
dOmega(°)	-1.1513	0.0253	0.3084	0.0346	-1.1210	0.0357	-0.4861	0.0409
dPhi(°)	46.787 3	0.0312	29.227 8	0.0256	-32.1335	0.0340	-52.3426	0.0270
dKappa(°)	90.908 3	0.0003	0.3613	0.0155	-0.3666	0.0200	89.0255	0.0006

● 透視投影轉換

由率定之內方位與相對方位參數，便能應用式 5.4 的透視投影轉換進行多影像的拼接，其數學式與(Cho and Schenk, 1992)所提出的核影像轉換模型以進行立體製圖或多影像匹配概念相同。在本計畫中，則建立一個由各影像投影的虛擬平面，並將影像上的像素值投影至該平面上以進行拼接。然而由於各台相機本身具有不同的透鏡畸變現象，在轉換時需事先進行透鏡畸變改正(Δx , Δy)，同時各鏡頭之焦距長不同，轉換時需修正鏡頭長度差異之尺度變化以符合高精度的拼接需求。在式 5.4 中， $m_{11} \sim m_{33}$ 為相對方位旋轉角之旋轉矩陣， f_s 為原始相機之焦距長， f_m 為轉換後指定之焦距長。實際拼接時，所有影像皆透過相對方位參數轉換至垂直相機之像空間，而對於垂直相機僅修正透鏡變形及焦距差異。

$$\begin{aligned}
 x_m &= -f_m \frac{m_{11}(x_s + \Delta x) + m_{21}(y_s + \Delta y) - f_s m_{31}}{m_{13}(x_s + \Delta x) + m_{23}(y_s + \Delta y) - f_s m_{33}} \\
 y_m &= -f_m \frac{m_{12}(x_s + \Delta x) + m_{22}(y_s + \Delta y) - f_s m_{32}}{m_{13}(x_s + \Delta x) + m_{23}(y_s + \Delta y) - f_s m_{33}}
 \end{aligned}
 \tag{5.4}$$

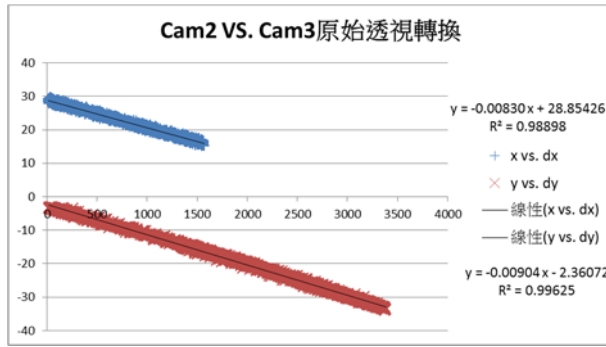
● 殘差分析與系統性誤差修正

為了評估影像拼接成果，本計畫利用 SURF 特徵匹配法(Bay et al., 2008)於經透視轉換後之影像重疊區獲取特徵點，以主相機(Cam3)為基準建立殘差(dx, dy)，並以平均長度作為評估影像拼接的內部精度指標。另一方面，考慮室內率定成果與實際空拍條件存在差異，其殘差經分析後可歸納為(x,y)方向的尺度與平移的變化，故藉由分析誤差與修正能進一步提升影像之拼接精度。

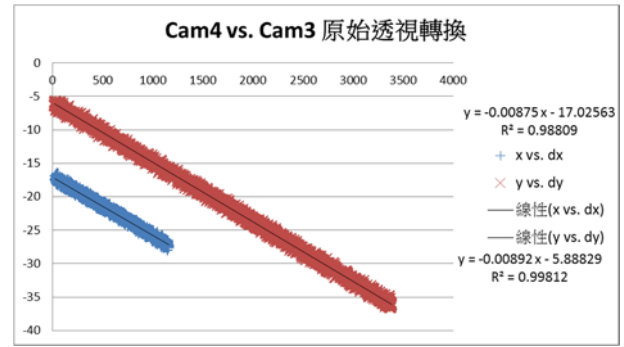
圖 5.33 顯示一組 Cam2 vs. Cam3 與 Cam4 vs. Cam3 重疊區影像在各階段的殘差系統性現象。圖(a)與(b)為原始影像經透視投影轉換的成果，可明顯發現座標位置與殘差成果呈線性分布，透過程式的擬和計算發現成果具有相當高的 R^2 值，表示原始透視轉換後的 Cam2、Cam4 影像與 Cam3 之間具有(x, y)方向的尺度變化。為了修正此系統性現象，則分別改正(x)與(y)方向的尺度差異，而當修正後的新影像與原始 Cam3 之間的尺度差異小於 $1.0e-4$ 時則不再改正。

圖(c)與(d)的成果則為經尺度修正的成果，其顯示殘差與座標位置已不再具有尺度變化，但仍存在系統性的平移，故仍需進行平移改正，而當改正後的平移量小於 0.1 個像元時則不再改正。最後經平移修正後可得到(e)與(f)圖，可看出成果已不具系統性誤差。由上述案例可以了解系統性誤差修正在影像拼接的影響，然而在實際上求解改正參數時，有兩種解算方式。(1)將整個拍攝系統視為穩定，因此可以選擇少數幾張影像求解改正參數並取平均後，進而套用至所有照片以進行拼接，在此稱為相依解。(2)視系統不穩定，將每組影像的參數視為不同而獨立求解，故可稱為獨立解。此兩步驟的差異在於，前者僅須利用花費少數的影像匹配時間便能求得整體參數，而後者因為需要每張分別求解參數，將會花費大量的時間求解轉換參數。

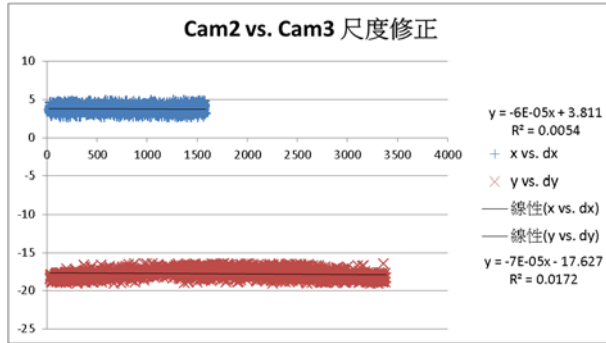
在本計畫中，假設整個拍攝系統是穩定的，便取 Cam2 與 Cam3，及 Cam4 與 Cam3 各 10 組影像透過上述之系統性殘差修正程序，透過相依解取其平均以加速影像拼接的進行，而後續便以此參數進行拼接並評估空三之精度分析。



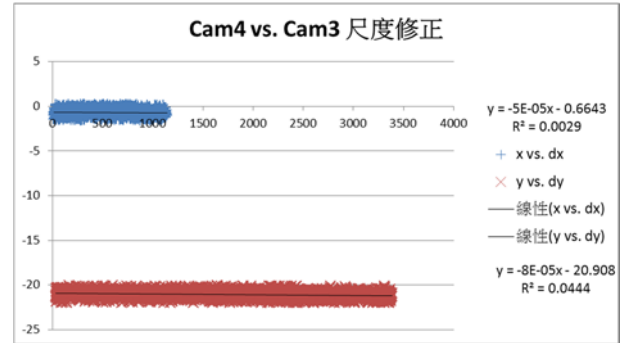
(a) Cam2 vs. Cam3 原始透視轉換



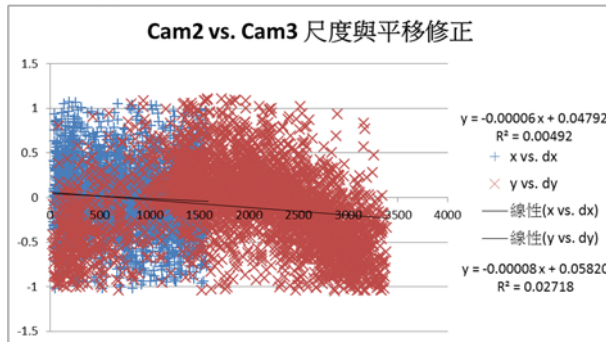
(b) Cam4 vs. Cam3 原始透視轉換



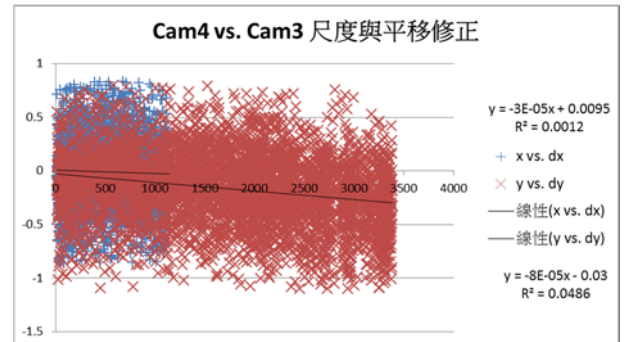
(c) Cam2 vs. Cam3 尺度修正



(d) Cam4 vs. Cam3 尺度修正



(e) Cam2 vs. Cam3 尺度與平移修正



(f) Cam4 vs. Cam3 尺度與平移修正

圖 5.33 原始影像經透視轉換後的殘差與座標位置分析

● 多影像拼接與裁切

參考圖 5.25，傾斜視角在影像的越外圍有越大的涵蓋面積，而考慮到拼接全部影像後最大範圍內會造成黑色無資料的區域，故須將影像裁減以獲取最大範圍，如圖 5.25 中綠色虛線框範圍。在本計畫的後續分析中，則以 Cam2、Cam3 與 Cam4 三台相機進行多影像的拼接，如圖 5.34 為拼接後影像(大小為 19,500×3,400)與原始未拼接影像的比較。從拼接與裁切後的影像可發現其較垂直照片(6,048×4,032)的地面涵蓋範圍提升了 2.7 倍，橫向 FOV 亦從 40 度提升至 97 度。

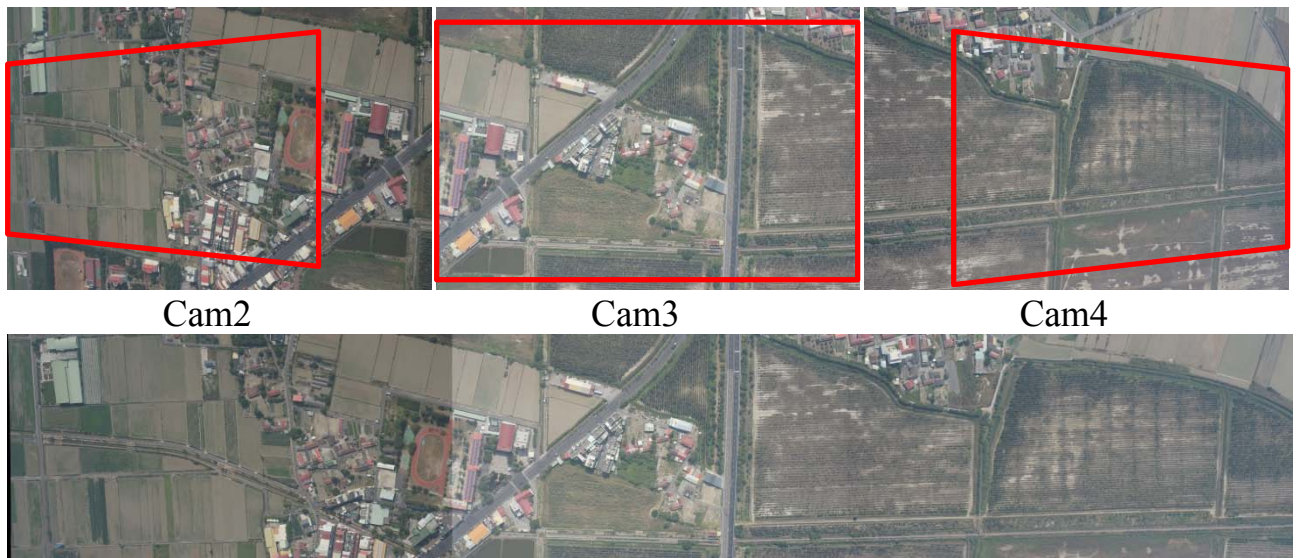


圖 5.34 影像拼接與裁切

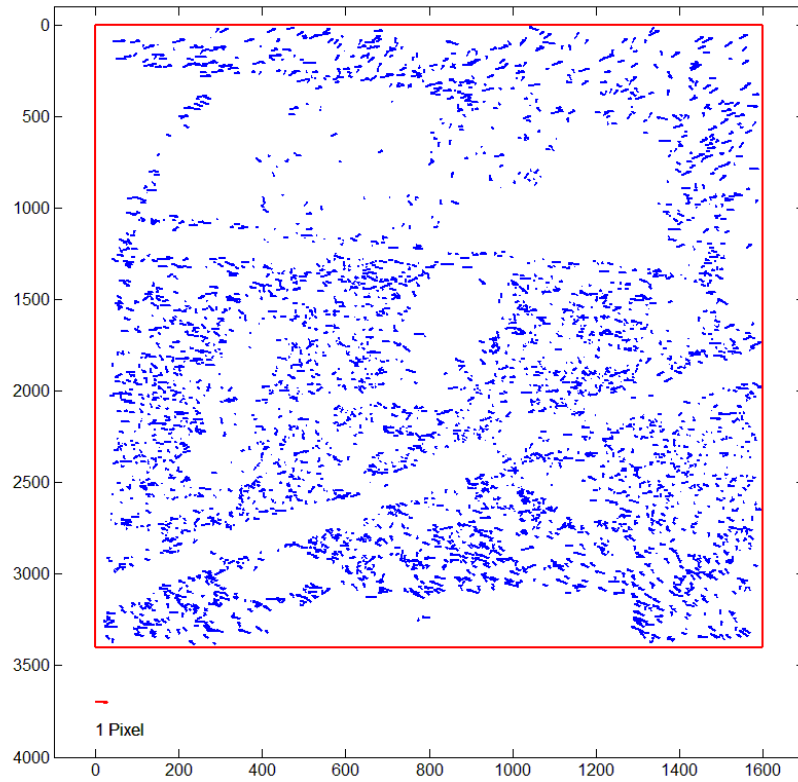
5.4.3 影像拼接分析

● 拼接殘差分析

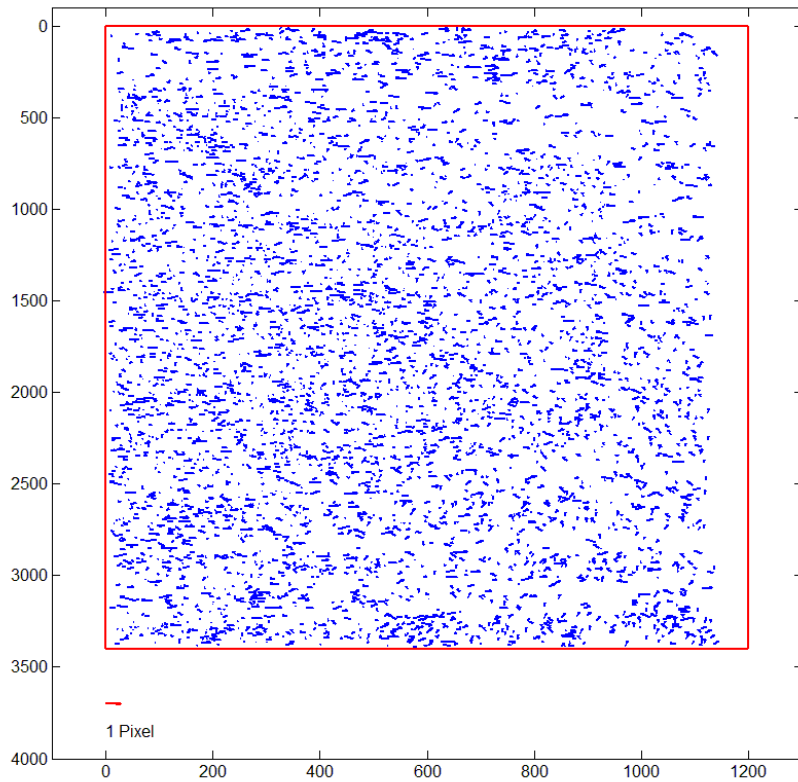
圖 5.35 呈現一組 Cam2 vs. Cam3 與 Cam4 vs. Cam3 的重疊區影像，經過系統性修正後的殘差分佈圖。從兩圖來看，其殘差呈現雜亂的隨機分布狀態，表示影像間已無存在顯著的系統性差異，且兩組最終所達到的誤差平均長度則分別是 0.5 pixels 與 0.41 pixels，亦足以說明經由透視轉換與誤差修正能達到次像元的拼接成果。

● 各階段接縫線差異

圖 5.36 為一組 Cam2 vs. Cam3 與 Cam4 vs. Cam3 之拼接邊界的視覺化呈現，其中(a)為原始透視轉換之成果，(b)為經過尺度修正的成果，(c)則為修正尺度與平移後的成果。從各階段來看，(a)與(b)皆有相當明顯的錯位現象，而經由系統誤差修正程序後，其最終成果則呈現肉眼無法分辨錯位的拼接成果。然而圖中顯示拼接影像之邊界仍存在明顯的色調差異，這主要是因為各相機的曝光值不同所致，為了能有良好的呈現仍需進行色調平衡，如直方圖匹配與無縫鑲嵌等程序，在拼接影像前將色調進行一致化。然而對於空三平差的幾何定位分析，首要確保拼接成果是正確且可靠的，因此本計畫對於色調不一致問題暫時未做處理，便先行將此成果進行多影像匹配與空三以分析其精確度。

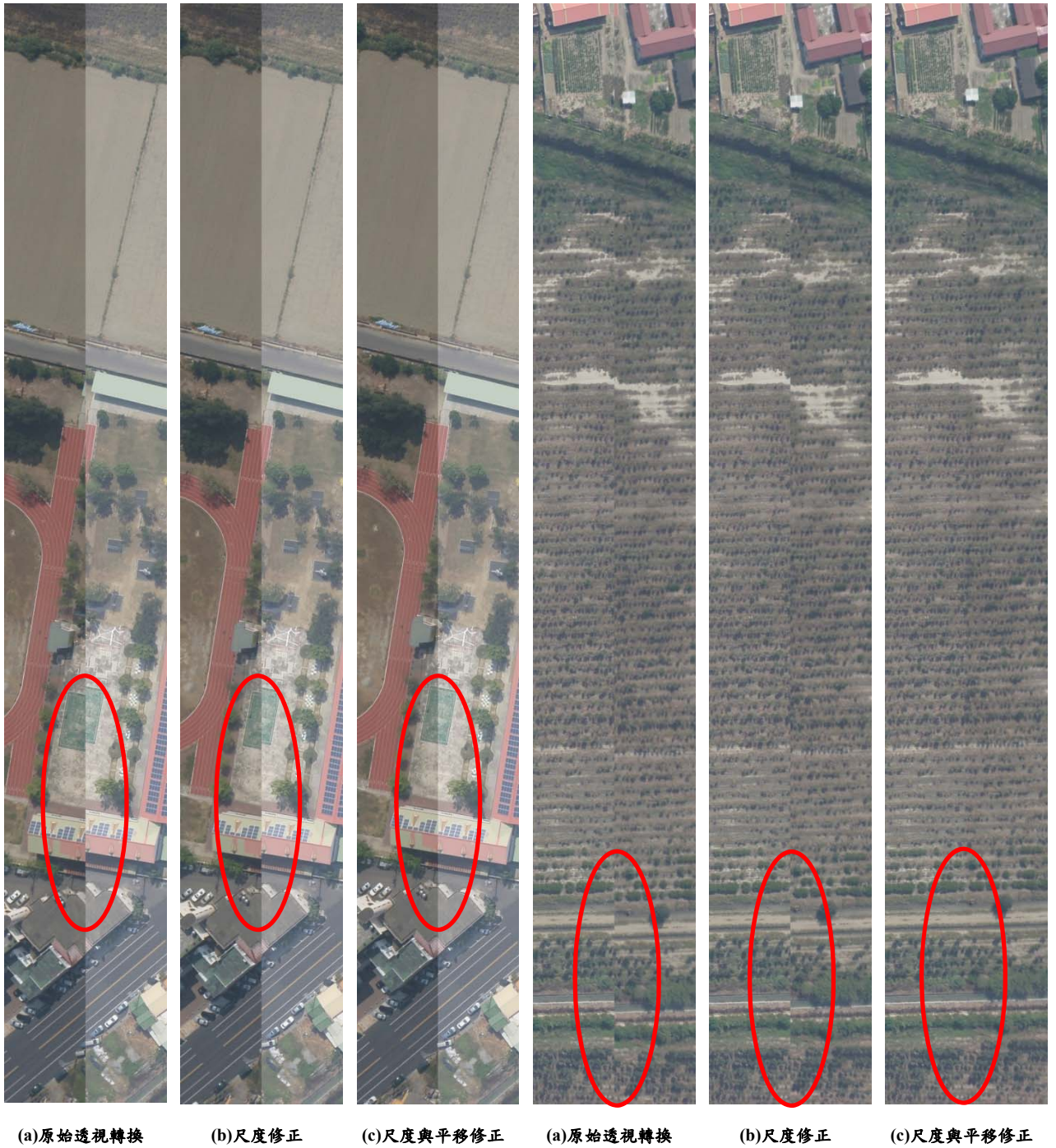


(a) Cam2 vs. Cam3 拼接殘差分佈 (0.5pixels)



(b) Cam4 vs. Cam3 拼接殘差分佈 (0.41pixels)

圖 5.35 拼接殘差分析



Cam2 與 Cam3 拼接邊界

Cam4 與 Cam3 拼接邊界

圖 5.36 影像拼接邊界分析

● 相依解參數分析

表 5.6 所列為 Cam2 vs. Cam3 與 Cam4 vs. Cam3 由 10 組不同影像的重疊區所算出來的尺度與平移量之平均值及對應的標準偏差。由此表內容可以發現，Cam4 vs. Cam3 與 Cam2 vs. Cam3 有相當顯著的尺度差異，但標準差卻大於設定的 $1.0e-4$ ，表示各組資料可能存在不一致。另一方面 Cam4 vs. Cam3 的平移標準差小於 1 個像元的差異，但 Cam2 vs. Cam3 則有 1.7 至 2.1 像元的差異，從數值

來看明顯有不一致的現象，說明整個成像系統可能有因 UAV 本身的振動問題所造成的不一致，或拍照時有不同步的問題。

表 5.6 相依解系統性參數整理

	Cam2 vs. Cam3		Cam4 vs. Cam3	
	x	y	x	y
尺度平均	1.00857	1.00890	1.00874	1.00893
尺度標準差	0.00026	0.00054	0.00019	0.00057
平移平均 (Pixels)	5.06	-20.42	-0.04	-20.45
平移標準差 (Pixels)	1.72	2.13	0.73	0.99

圖 5.37 比較一組相依解與獨立解修正系統性誤差的拼接成果，從圖中可看出相依解的成果較獨立解成果差，而 Cam4 與 Cam3 的拼接成果則優於 Cam2 與 Cam3，視覺化分析成果亦與解算參數所呈現的狀況相符，進一步確認本系統各相機間的相對方位有不穩定的現象，未來應該選擇獨立解，拼接誤差將可最小化。



圖 5.37 應用相依解與獨立解在拼接成果之比較

5.4.4 空三平差精度分析

本項測試分別採用垂直相機 Cam3 與未拼接之 Cam2-3-4，以及採用相依解與獨立解進行影像拼接，並將裁切後的影像匯入 Pix4dMapper 進行自動化的影像匹配與空三，共量測 5 個控制點與 9 個檢核點以評估其精度。

表 5.7 整理了四種案例空三平差誤差分析成果。從表中可以得到以下幾點發現，(1)僅用垂直相機時，其控制點與檢核點相較其他三個案例在高程上的誤差較大，主要是因為加入傾斜相機後可以提升控制點物空間的交會幾何，進而提升控制點與檢核點的高程精確度。(2)三相機拼接前後在控制點與檢核點的 RMS 誤差相當一致，但三相機的拼接成果影像坐標後驗中誤差(Sigma0)卻提高了 1.7 倍，顯示相依解的拼接影像仍存在錯位現象所造成。(3)相依解與獨立解的控制點與檢核點 RMS 相似，但 Sigma0 有降低的現象，與未拼接前之 Sigma0 差 0.15 個像元，顯然還有改善的空間。(4)由於獨立解需要每一組影像各自求解 MPT 轉換參數，目前演算法效率尚未最佳化導致每一組之計算時間平均約 25 分鐘，比相依解的 4 分鐘，有將近 6 倍之久。就實用面而言，顯然還需改進其演算法。

表 5.7 空三平差精度分析

案例	平均影像 拼接時間	Sigma0 ($\mu\text{m}/\text{Pixel}$)	控制點(RMS) 公尺 數量=5			檢核點(RMS) 公尺 數量=9		
			X	Y	Z	X	Y	Z
Cam3 垂直相機		2.7/0.46	0.091	0.06	0.101	0.084	0.052	0.307
三相機未拼接		2.7/0.46	0.074	0.049	0.096	0.062	0.045	0.171
拼接後 (相依解)	4 分鐘	4.6/0.78	0.021	0.039	0.083	0.032	0.026	0.204
拼接後 (獨立解)	25 分鐘	3.6/0.61	0.023	0.028	0.072	0.032	0.028	0.191

在此以相依解影像拼接成果進一步分析其三維定位誤差，本計畫利用 ERDAS Imagine LPS 進行立體製圖檢驗 10 個檢核點的座標差異，從所整理的成果顯示未拼接前在(E,N,H)方向的均方根誤差均小於 10 公分，但三相機拼接影像成果較差，其(E,N,H)的均方根誤差則約有 20 公分的差異。證明相依解影像拼接法仍有待進一步修正各影像間的系統性誤差，方能提升整體製圖精度。

表 5.8 前方交會誤差分析

方向	三相機未拼接			三相機拼接影像(相依解)		
	E	N	H	E	N	H
平均(m)	0.04	0.00	0.01	-0.14	-0.01	-0.14
最大(m)	0.19	0.06	0.10	0.25	0.10	0.19
最小(m)	-0.07	-0.09	-0.07	-0.40	-0.09	-0.36
標準差(m)	0.09	0.04	0.06	0.17	0.07	0.16
均方根(m)	0.10	0.04	0.06	0.21	0.07	0.21

5.5 國內 UAV 航測能量調查

無人機之發展近年來漸漸受到國內外學者的重視，並應用在攝影測量與遙測等方面。無人機可分為旋翼型(Rotary)與定翼型(Fixed-wing)兩大類，旋翼型無人機按其螺旋槳數量又可分為單螺旋槳(例如 Aeroscout Scout B1-100、Swiss UAV NEO S-300、Schiebel's Camcopter S-100 等)與多螺旋槳(例如 Microdrones MD4-200/1000、Astec Falcon-8、AI-RIDER YJ-300-HC 等)。飛行控制則分為人員遙控(Remote Control)與自動飛控(Auto Pilot)兩種，但有自動飛控者通常也都有具有人員遙控之能力，以協助起飛下降。起飛方式可為跑道、彈射或車頂等，降落方式則可能為跑道、降落傘或攔截網等。能源來源主要為燃料或電池兩種，一般而言使用燃料之無人機多為定翼型與單螺旋槳型，其載重與續航力較高，可拍攝較大之範圍(<100 平方公里)。而多螺旋槳型無人機則多使用電池，其安全性與穩定性較高，但可拍攝之範圍通常小於 4 平方公里。此外，也有使用電池之定翼型無人機，例如 Sensefly SwingleCAM 與碳基的 Swallow-P 與 Avian-P。因此根據任務需求應採用不同的無人機，例如針對小型崩塌地進行長期監測，採用旋翼型無人機較適合。若要針對一個小型集水區進行監測，則應該選用定翼型無人機或上述幾款高檔之單螺旋槳無人機。國內目前有許多研究單位或災防中心，多採用燃料型單螺旋槳無人機，但其續航力較低且都採用人員遙控，無法滿足大範圍測繪與調查的需求。為了達到測繪之目的，國內幾個 UAV 廠商，例如智飛、經緯、天空飛行，多採用燃料定翼型無人機。

近年來國內外無人飛機產業進展相當顯著，尤其是多軸旋翼 UAV 的價格低廉且使用門檻降低，甚至可於網路上採購相關零件自行組裝(<http://class.ruten.com.tw/user/index00.php?s=dronesvision>)，因此個人工作室也相當盛行。本項調查無法透過網路調查這些個人工作室，因此將調查對象聚焦在與航遙測領域相關，且有對外提供航拍服務或販售 UAV 的廠商，並不包括軍方系統(例如中科院)與學術單位(例如成大航太系、虎尾科技大學、淡江大學、元智大學、逢甲大學等)。表 5.10 為國內 UAV 航測能量調查成果。

表 5.10 有一個欄位為”航測”，表示該 UAV 是否可以符合航測需求。由於國土測繪中心所建置之航測相機校正場尚未正式對外服務，因此無法逐一驗證各款 UAV 是否符合航測規範之要求。在此，本計畫暫時避談航測製圖規範所需之定位精度與穩定度等問題，僅根據以下兩個條件來估計該 UAV 應該可以符合航測需求，包括(1)具有自動飛控能力，能規劃多條航帶之飛行路徑，以達到航測所需之重疊百分比；(2)載重足夠搭載反光式單眼、類單眼或微單眼數位相機，也就是可更換不同定焦鏡頭之數位相機。

由於許多載重小的 UAV，多搭載消費型數位相機(俗稱傻瓜相機)，其內方位比較不穩定，因此不適合擔任航測製圖任務。此外，UAV 引擎震動問題若未克

服，影像模糊效應也會很嚴重。許多廠商透過高速快門來避免此現象，但仍無法完全避免，即使避免可能需要使用較高的 ISO 設定，多少會增加影像雜訊。

所有 UAV 都會搭載 GPS 天線以協助自動導航或定位，有些 UAV 會另外搭載高精度雙頻 GPS 天線，透過地面 GPS 基站協助計算影像透視中心初始值，以便進行 GPS 輔助空三。有的 UAV 則會再搭載定向感測器(例如 IMU)，以提供相機姿態進行直接地理定位。但 IMU 的定向精度等級與價格及重量具有高相關，因此 UAV 的載重能力通常需要達到 10 公斤以上，才會考慮搭載戰術等級以上的 IMU。

一般而言旋翼 UAV 的滯空時間較短(小於 1 小時)，因此作業範圍較小，但仍可應用在小區域之地形圖更新或修測任務，因此仍認定為”符合”航測任務需求。歸納表 5.10 總共有 11 家公司，20 款 UAV 可以提供航測製圖，包括 12 款定翼與 8 款多軸旋翼機。

就本項”UAV 航測能量”調查而言，理論上應該要評估各種 UAV 的航測作業能力，例如一個架次可以製作多少幅千分之一或五千分之一圖幅大小的範圍，與製圖精度等。但每一架 UAV 的續航力、最大航高能力、相機總畫素、鏡頭焦距(影響到 FOV 與地面解析度)等參數都不同，因此若要公平的評比，應該要在相同的起降場與測試場進行比較。若要從製圖規範嚴格評估一台 UAV 與所搭載的攝影系統，甚至定位定向感測器，是否可符合航測要求，應該透過國土測繪中心航測校正場統一認證。

表 5.9 國內 UAV 航測能量調查成果(1)

廠商	性質	機型	航測
福徠鷹航拍資訊有限公司	航拍服務	MD4-1000(四軸)	X
		Swinglet CAM(定翼)	X
宏遠儀器有限公司	航拍服務 販售 UAV	Aiboti X6(六軸)	V
群立科技有限公司	航拍服務	Swinglet CAM(定翼)	X
		智飛科技 DoDo Pro UAV(定翼)	V
		智飛科技 Sky Eye UAV(定翼)	V
全球測繪儀器有限公司	販售 UAV	SenseFly eBee(定翼)	X
觀天科技有限公司	販售 UAV	SV-1000A(定翼)	X
		SV-300(四軸)	X
		SV-2500(定翼)	V
		SV-2000(滑翔機)	X
		SV-800A(三角翼)	X

表 5.10 國內 UAV 航測能量調查成果(2)

廠商	性質	機型	航測
智飛科技有限公司	航拍服務 自製販售	DoDo Pro UAV(定翼) Sky Eye UAV(定翼)	V
經緯衛星資訊股份有限公司	航拍服務 自製販售	Sky Arrow 55(定翼) Sky Arrow 100(定翼) 六軸旋翼機	V V V
剛鈺股份有限公司	航拍服務 販售 UAV	YJ-1000-QC(四軸) YJ-800-QC(四軸) YJ-300-HC(六軸)	V V X
飛隼科技-大疆創新台灣代理	販售 UAV	DJI S1000(八軸) DJI S800(六軸) DJI S800 EVO(六軸) DJI 風火輪(六軸)	V V V V
飛隼科技-大疆創新台灣代理	販售 UAV	Phantom 2(四軸) Phantom 2 Vision(四軸) Phantom 2 Vision+(四軸)	X X X
碳基科技股份有限公司	販售 UAV	Swallow (定翼) Avian(定翼)	V V
天空 UAV 科技股份有限公司	航拍服務 自製販售	AL-40(定翼) AL-150(定翼)	V V
力弘科技股份有限公司	販售 UAV	LT(定翼) LT-M6(六軸旋翼)	X X
台灣儀器行	販售 UAV	Gatewing UX-5(定翼)	V
迅聯光電有限公司	販售 UAV	MD4-200(四軸) MD4-1000(四軸)	X V
雷虎科技股份有限公司	販售 UAV	TTRobotix Super Hornet X650(四軸) TTRobotix GHOST+	X X

5.6 本章小結

在「河道橫斷面測量與橋梁通水面積測量」工作項目部分，本計畫採用旋翼直升機 UAV 與定翼 UAV 分別拍攝初來橋與附近之河道後，透過空三平差及影像密集匹配製作三維點雲與 DSM，再以人工數化橋梁下之斷面，以及利用 DSM 內插河道之斷面。最後再結合水利署提供之橋梁 CAD 資料，計算兩時期之通水面積，總計減少 85.91 平方公尺，證明河道淤積情況多於沖刷。

在「針對河道橫斷面測量與橋梁通水面積測量提出合適之航拍與資料處理程序」工作項目方面，本計畫從誤差來源、UAV 平台與航線規劃、相機與鏡頭、河道面積與飛航作業天數、氣候因素與作業安全、橋梁大小與性質、資料處理程序與效率、及 UAV 作業成本等方面提出針對前項任務，提出合適的航拍與資料處理程序。

在「對大型 UAV 攜帶五相機之架構評估將原始影像拼接對製圖精度之分析」工作項目方面，本計畫提出透過相機的系統率定，包含內方位與相對方位的率定，並透過透視投影轉換進行五相機系統的多影像拼接，然而考慮到系統性誤差，另透過尺度與平移的修正提升拼接精度。本計畫先以中間三台相機進行分析，拼接後影像整體 FOV 已經提升到 97 度，對許多應用已經相當足夠。在拼接成果部分，可採用”相依解”由 10 組資料求取改正參數的平均，並套用在所有照片的影像拼接處理中，雖然處理速度快但其內部的拼接誤差仍存在約 1-2 像元的差異。此現象亦間接說明整個系統可能受到外部影響，如 UAV 本身的振動問題，或觸發拍照時電子元件間不夠同步的問題所造成。為了檢驗整體之製圖精度，測試中將”獨立解”拼接後之影像進行空三平差後，影像座標觀測量中誤差為 0.61 像元(預期精度 0.46 像元)，顯示目前拼接成果仍具有微小的系統性誤差，但空三之檢核點高程誤差及立體製圖準確度約 20 公分，已可達到 1:2500 之製圖精度需求。

在「國內 UAV 航測能量調查」工作項目方面，本計畫針對商業化產品進行分析，探討哪些機型”可能”具有航測能力，由於航測能量意味可以及時對外提供航拍服務的可能性，因此此項調查中並未列入軍方系統與大專院校研發與測試中的系統。歸納所有廠商，總共有 11 家公司，20 款 UAV 可以提供航測製圖，包括 12 款定翼與 8 款多軸旋翼機。

第六章、論文期刊

迄今相關成員所提送期刊與研討會論文情況請參考表，相關文章與接受函請參閱附錄 7。

表 6.1 參與國內外學術會議及提送期刊論文情況

項次	會議 (期刊名稱)	論文名稱	作者	備註
1	ION GNSS+ 2014	The DG Performance Verifications of UAV Borne MMS Payload with Two Tactical Grade Low Cost MEMS IMUs Using New Calibration Method	C-H. Chu, M-L Tsai,	EI
2	Remote Sensing	The Performance Analysis of the Tactical Inertial Navigator Aided by Non-GPS Derived References	K-W. Chiang, C-A. Lin, T-T. Duong	SCI(已提交)
3	國土測繪與空間資訊	無人機攝影測量與直接地理定位之精度分析	饒見有；陳智揚；詹鈞評；劉暹；李文慶	已發表
4	第33屆測量及空間資訊研討會暨國土測繪成果發表會	手機三維行人定位與地圖匹配演算法於室內導航應用之效能分析	蔡光哲；廖振凱；朱宏杰；江凱偉	已發表
5	第33屆測量及空間資訊研討會暨國土測繪成果發表會	北斗系統於車載製圖應用之都市效益分析	林政安；江凱偉；王銘正；陳杰宗；邵泰璋	已發表
6	2014 台灣地理資訊學會年會暨學術研討會	定翼高酬載 UAV 搭載五相機直接地理定位之精度分析	李易唐；饒見有；詹鈞評；劉暹；李文慶	已發表
7	第33屆測量及空間資訊研討會暨國土測繪成果發表會	以透視投影轉換進行影像拼接於航測製圖之精度分析	李易唐；詹鈞評；饒見有；劉暹；李文慶	已發表

第七章、結論與建議

本年度基於歷年發展多平台製圖技術所需之率定及實驗室持續維護及推廣之成果，推行「多平台製圖系統測試及率定實驗室應用與推廣」之工作項目；而對於通訊裝置已內建製圖系統所需之硬體，可嘗試用來發展移動製圖相關技術，旨在藉由通訊裝置高普及率，若可快速直接地理定位則可提升防救災之效率，故而推行「利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術」，此工作項目主要延續 100 年度「評估建置個人攜帶式定位系統之可行性」，搭配系統成本考量、作業效率與來自災防中心使用者需求所研議的項目；接續 100 年度「設計新解算模式之定位定向演算法」、101 年度「結合內政部 e-GPS 系統，發展新式定位定向演算架構於應用領域」與 102 年度「評估 GNSS 系統對多平台製圖應用之效益」等工作項目之成果，因為北斗系統近幾年迅速發展，本年度持續推行「持續評估北斗系統對多平台製圖應用之效益」；接續 102 年度「發展直接定位高酬載無人機於大面積製圖與災害影像資訊蒐集平台」，本年度為求資料正確性及效率，提出「研析無人機製圖資料處理程序」之工作項目，而本年度整體目的亦為持續歷年計劃之宗旨：移動製圖技術提升與推廣以及防救災應用。

「多平台製圖系統測試及率定實驗室應用與推廣」之工作項目方面，本案說明目前各率定場及驗證場不足之處，並針提出改進及預計改進之方法。並基於去年度提出之車載作業系統規範草案，研提車載製圖系統作業手冊(v.103)，並完成公開討論，同時針對車載中精度規格所需儀器評估硬體成本。另外本次問卷調查針對測繪業者共發送 116 份，最終完成測繪業者有效回收樣本 42 份，公務機關發送 18 份，有效回收樣本 9 份。對於教育訓練，已於今年六月舉辦 2014 年國際移動製圖技術研習會，並於今年十月已「國內車載製圖系統作業程序與移動製圖系統測試及率定技術之發展現況」為主題辦理實務座談會，計有超過 60 人與會參與相關議題研討。本工作項目對於政府體系的主要貢獻為透過實務坐談會與教育訓練以落實專業人才訓練並提供推廣多平台製圖系統應用所需之基礎知識與、提供系統測試及率定實驗室以確保委託計畫成果的品質、發展車載製圖系統作業手冊提供業者與公務機關作業與檢核的依據。

「利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術」之工作項目方面，已針對行動通訊裝置用於移動製圖技術相關文獻收集，並評估完整計算結果所需之軟體，以及說明目前已執行可利用之軟體介面。另外，針對不同手機平台進行定位定向系統及影像感測器進行效能評估與驗證。未來將持續發展手持裝置專屬的移動製圖應用程式與作業程序，並特別規劃室內外防減災的應用場景已進行效益評估。本工作項目對於政府體系的主要貢獻為提供利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術之可行性分析，未來可以進一步應用相關成果於發展穿戴或手持裝置室內外通用的災區定位與空間情報獲取技術。

「持續評估北斗系統對多平台製圖應用之效益」之工作項目方面，本案針對目前主要的四套 GNSS 系統，提供了最新的發展現況回顧。透過 GPS 和北斗系統的聯合處理策略，可利用多頻的雙系統觀測量進行處理，除了提升可視衛星狀況，也能改善三維的定位精度，其改善幅度皆可達 5% 以上。因此，定位誤差為製圖系統的主要誤差來源，未來 GNSS 多系統多頻觀測量能提供更完整的衛星數以及幾何分佈，並可提升製圖精度以及減少作業程序中花費在補點的時間和人力。本工作項目對於政府體系的主要貢獻為透過要求業者承接政府專案時使用多星系 GNSS 多頻觀測量，如此可確保製圖精度以及減少作業程序中花費在補點的時間和人力，如此可以減少公務預算的浪費。

「研析無人機製圖資料處理程序」之工作項目方面，本案目前已在初來橋面及河提兩岸佈設控制點，並解算至與斷面樁相同之坐標系統。同時已完成五相機系統之率定，並利用相對方位參數進行實際空拍影像之拼接工作。後續將持續分析影像之內部拼接精度，及應用拼接後之影像比較五台獨立之相機在空三平差之效率上及精度上之一系列分析。本工作項目對於政府體系的主要貢獻為提供未來在災害空間情報蒐集時在特定場景可以應用的無人機製圖資料處理程序。

同時本案迄今之工作成果已提送 1 篇 EI 文章(已接受)、1 篇 SCI 期刊文章(已提交)、1 篇國內研討會文章與 2 篇國內期刊文章。本案已依照各項任務時程戮力在期限內完成本案所有之工作項目。

根據本年度執行相關工作項目之成果，對於持續落實多平台製圖技術之建議持續研發事項列舉如下：

1. 多平台製圖系統測試及率定實驗室之持續辦理事項

基於本年度「多平台製圖系統測試及率定實驗室應用與推廣」研究工作成果，持續推廣適合台灣環境之多平台製圖系統標準感測器測試程序與維護相關設施，免費提供國內多平台系統測試與率定分析之專業服務，以進一步確保系統穩定度與測繪成果之精度，持續推廣與滾動修正適用國內環境之車載製圖系統作業手冊，並推廣多平台製圖系統技術至非測量單位，相關工作項目如下：

- 各測試與率定設施的持續維護、更新與推廣
- 持續推廣多平台製圖系統技術至非測量單位
- 持續調查國內多平台製圖系統之作業能量
- 持續滾動修正車載製圖系統作業手冊
- 持續辦理產業實務座談會

2. 發展穿戴或手持裝置室內外通用定位與災情獲取技術

基於本年度「利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術」之研究成果，進一步探討適用封閉式大型建物的防災應用室內定位與災情獲取技術，同實相關設備亦可支援傳統室外防災應用所需之定位與災情獲取技術；現場空間資訊可以即時回傳並精確掌握救援人員的位置，後續在救援人力的派遣決策上就會有更精確的依據，如此或可減少人員傷亡，本工作項目擬評估利用穿戴或手持裝置進行人員定位與空間資訊傳送的可行性分析。

- 文獻回顧
- 規劃原型系統
- 發展應用軟體
- 應用場景效益分析

3. 評估發展室內移動製圖技術

基於本年度「利用行動通訊裝置發展低成本的移動製圖技術」之研究成果，估發展室內移動製圖技術。隨著適地性服務(Location Based Service, LBS)相應而生，空間資訊業者下一步目標將從戶外的廣大天地轉進建築物內，同時發掘出更大商機。室內圖資又被稱作「人的地圖」，有別於戶外GPS導航規劃車走的路線，室內圖資規劃人在室內走動路線故具有高度重要性，身入其境的室內圖資可對消費者產生視覺性及情緒性的影響，本工作項目擬評估現有多平台移動製圖技術應用在室內場景之可行性。

- 文獻回顧
- 系統架構評估
- 發展所需的軟體
- 應用場景實做

4. 評估特殊應用場景之移動測繪技術

基於歷年的研究成果，雖然移動式影像測繪技術已經相當成熟，然而就實用面而言，仍有改善與研究的空間，例如老舊市區中寬僅1~2公尺的小巷、人行道、田野間崎嶇的產業道路、公園步道等都無法透過四輪汽車進行測繪與調查。此外，利用全景相機可拍攝最完整的環場影像，但如何結合定位定像模組進行直接地理定位?如何利用其自動拼接後之影像進行立體測繪?如何消除其系統性誤差以提升定位精度?據此，本項工作除了設計與製作出硬體系統雛形外，將同時進行直接地理定位系統率定、全景影像系統誤差分析、全景影像直接地理定位與立體量測，並評估其定位精度。

- 球形環場影像測繪系統開發
- 機車與背包兩用式 MMS 系統
- 應用場景實作

第八章、審查會議委員意見

● 王理事長定平：

1. 本案研究團隊已依照合約及工作計畫完成相關工作，成果豐碩，具前瞻性。

意見回覆：

感謝王理事長之贊同，未來將以既有成果，挑戰更具有前瞻性目標。

2. 本案率定實驗室已近完成，建請廣為推廣，供業者及相關單位運用，並透過回饋成果及分享經驗，持續訓練相關人才。

意見回覆：

感謝王理事長之寶貴建議，未來會持續透過實務座談會、文宣品與網路宣傳管道持續推廣率定實驗室，供業者及相關單位運用，並透過回饋成果及分享經驗，持續訓練相關人才。

3. 車載製圖系統手冊草案已研擬完成，如時機適當，建請予以訂頒，可即早建立車載製圖秩序，提供業界或事業機關運用參考，亦為內政部地政司及研究團隊績效。

意見回覆：

感謝王理事長之寶貴建議，將再審慎檢核手冊草案之內容，並廣納各專家之建議後，與內政部地政司商議，尋適當時間予以訂頒，提供業界及事業機關作業上之參考。

4. 結論部分建議增加多平台製圖技術工作案整合性、效益性論述，並統整歷年來之成效，增加研究項目與主題之關聯。

意見回覆：

感謝王理事長之寶貴建議，目前已透過 1.4 節針對歷年工作項目及具體成效以列表方式進行補充說明，並於結論中簡要說明本年度工作項目與歷年工作項目之關聯。

● **洪教授本善：**

1. 建議增加表列各年度工作項目內之核心技術（或方法），更能突顯各項工作研發方法或技術之相關及連續性。

意見回覆：

感謝洪委員之寶貴建議，目前已透過 1.4 節針對歷年工作項目之核心技術（或方法）進行說明。

2. 有關行動通訊裝置之移動製圖技術的研發，建議亦可朝向先進行相對立體像對拍攝拼接研究，再進行立體建模的絕對定位程序發展，此方式較不受限於部分硬體設備如 IMU，可較早發展出可用之產品，另也與現有商業發展的模式有所區隔。

意見回覆：

感謝洪委員之寶貴建議，未來將評估發展自動匹配，以完成相對方位計算進而絕對定位之可行性。

3. 表 2.3 GNSS 控制成果表，建議改用其他單位（mm）來表示。（P.33）

意見回覆：

感謝洪委員之寶貴建議，已針對該表作修正。

4. 表 2.5 導線解算成果採絕對誤差橢圓表示，建議敘述誤差橢圓之信心區間。（P.35）

意見回覆：

感謝洪委員之寶貴建議，已針對該部分作補充，為 95%信心區間。

● **陳教授良健：**

1. 本案期末報告書之撰寫，建議結論部分可再加強論述研究對於國內公部門（特別是地政司）之貢獻或研發成果對測量能量、成本的效益分析。另外首章論述應與後續作業、結論相呼應，如簡述各移動製圖系統發展現況，對應國內現有系統之需求性、為何要在本案發展這些技術或國內測繪公司之能量技術與本案開發技術項目關連性，建議可再補充之。

意見回覆：

感謝陳委員之寶貴建議，結論撰寫已依建議事項修訂並補充說明對於國內公部門（特別是地政司）之貢獻。同時在 1.2.1 節經增列國內測繪業者移動製圖系統之簡要說明。

2. 案內辦理研討會與座談會，並設計問卷蒐集意見，應珍惜所搜集的資訊，除回應問題外，應再從寶貴回饋訊息中分析及檢視研究案之內容、策略，適當修正、調整或規劃未來研發方向，將對本案有更大的貢獻。

意見回覆：

感謝陳委員之寶貴建議，我們會持續精進問卷調查與實務座談會意見的回饋機制的機制，如本次車載製圖系統手冊中關於作業精度規格之分類、持續辦理實務座談會的必要性、持續協助推廣移動製圖技術至非測量單位、持續協助推廣率定與測試技術、評估可攜式裝置的移動製圖效益、發展室內製圖與穿戴裝置之定位與製圖應用等議題皆是問卷中具體回饋意見的範例。特別是測繪中心針對中低精度系統的規格有提出深入的見解，我們也依建議修訂相關的規格以符合測繪中心的建議。

3. 本案為多平台製圖系統設立了多項校正設施，校正程序也多所著墨，但文中欠缺論述為何需做這些校正程序？又校正後系統實際運作，應在多久間隔後再做校正？各系統應校正的頻率或許不一樣，但目前皆無相關之研究報告，建議可針對此議題作討論。

意見回覆：

感謝陳委員之寶貴建議，各系統校正的必要性與校正參數細節可參考江凱偉等人(2011)與江凱偉等人(2012)，亦即是 101 年度與 102 年度的期末報告。鑑於目前國內使用多平台移動製圖作業愈發普及，透過國際公認的標準測試程序與設備進行多平台製圖系統規格測試與率定，進一步確認系統之性能符合規格與任務之需求；如此可以確保多平台製圖成果之精度。多平台製圖系統所使用之平台可以是衛星、飛機、直昇機、船舶、汽車或人，所搭載的定位定向感測器可能包括 GNSS 接收儀、INS 及里程計數器等，影像觀測感測器系統則可以是相機、攝影機、多光譜掃瞄儀或雷射掃瞄儀等。我們針對車載、空載、與個人攜型式製圖系統依其適用的感測器規格分析各系統誤差源與其誤差量級，同時探討這些系統誤差對直接定位精度之影響以建立符合現行多平台製圖系統硬體規格之誤差預算表以供系統自我檢核之用。

本案設置之整合式定位定向系統測試與率定實驗室包含具備專業慣性測量

儀率定及測試功能之室內實驗室與具備高精度位置與航向基樁之室外靜態測試場與動態測試平台。前者之功能在於透過高精度雙軸轉台提供慣性測量儀中陀螺儀系統誤差率定與評估其姿態精度之功能，期進一步提升整合式定位定向系統之精度。後者之功能在於提供精密的參考訊息(坐標與姿態)以分別測試整合式定位定向系統之靜態與動態精度。例如對於衛星定位儀與慣性測量儀之校正，可以驗證場商所提供之規格是否無誤，或得到廠商無提供之規格，藉由率定程序得到自主研發之導航演算法所需參數，在演算法中，會藉由更新資訊線上率定參數，得到最貼切當下之參數，故於移動製圖系統使用的高單價的戰術等級慣性測量儀與大地及衛星定位儀之校正，為平台組裝前進行，若無重大事故則校正頻率可以放寬到二年一次無須再率定。另外，在相機校正方面，由於坊間之消費型相機形式與種類相當多元，無法一一評估各種相機之率定時機。由本團隊建置之相機率定程序相當準確、可靠、自動快速有效率，一般而言是在鏡頭焦距有變動或相機支架有變動再進行相機率定。最後，組裝完後之平台之固定臂及軸角率定，因台灣地區季節變化大，平台容易扭曲、變形，一般建議半年率定一次。

4. 北斗系統與 GPS 系統聯合測試於五都，並將成果表列於報告書中，惟提醒測試成果乃因所選地點環境因素、空間特徵所致，與五都之關連性不高，建議應該從空間特徵來分析成果，而非以五都為分析因素，請注意其邏輯性，關於撰寫本項結論內容應再調整。

意見回覆：

感謝陳委員之寶貴建議，已針對委員意見做文字敘述的補充與修正，本年度選定了代表性的五都作為測試區，不在於分析各城市的定位成果好壞，而是因為五都綜合了遮蔽較為嚴重的市區場景以及透空良好的郊區場景，包含開闊測區、高樓大廈林立處、高架橋下、綠色隧道等等，針對五都綜合測試場景的衛星狀況與定位成果分析其精度與遮蔽效應。

5. 關於報告提及 SONY 相機的參數不明，請說明是哪些部分。(P.114)

意見回覆：

感謝陳委員之寶貴建議，於報告後針對該參數重新收集資料，已將新資料更新於修正本中。

6. 匹配點雲密度之表示方式使用立方公尺為單位，是否妥當？與習慣以二度空間來論述稍微不同，請再檢討或報告中加註說明之。(P.156、P.157)

意見回覆：

感謝陳委員之寶貴建議，由於 Pix4dMapper 軟體之設計可供近景與空載傾斜攝影產製三維密集點雲，因此其點雲密度之計算方式採用立體空間的概念，修正之文稿已經根據委員建議改成投影到二維平面的計算方式。

7. 參考文獻所列格式稍嫌不一致，請工作團隊再與檢視修正之。

意見回覆：

感謝陳委員之寶貴建議，已重新檢校參考文獻部分。

● 趙教授鍵哲：

1. 本案各項移動製圖系統之研究看似多為獨立性質，是否能將各移動製圖平台間的相關性、互補性加以論述，如未來在某些任務中整合應用，其策略及特色為何？

意見回覆：

感謝趙委員之寶貴建議，對於多平台間整合應用，目前在資料處理已趨於成熟，而各平台之配合，主要為作業目標物及環境為考量依據，各平台間的拍攝方式不徑相同及載體運作各有優缺點，其互相配合能完整收集資料。如表 1.4 所示，我們在 101 年度已針對個人攜行、車載及空載平台發展資料聯合處理架構，更建立雲端運算服務導向架構，並針對體地利用調查聯合作業模式進行模組開發，最終發展國土土地利用調查與影像管理多平台移動測繪管理系統以作為實作範例。該工作項目之目的為探討如何融合多平台移動式製圖系統資料，包括空載、車載與個人攜帶式等影像，進行快速製圖與大量地理資訊之萃取，同時分析此作業模式在土地利用調查之可行性，包括其定位精度、限制與效率等，主要重點有以下兩項：

- (1) 研提車載、空載與個人攜行系統聯合作業模式，並進行絕對定位精度分析。
- (2) 以服務導向架構(Service-oriented Architecture, SOA)，配合雲端(Cloud)技術，整合各式地理資訊系統圖資與多平台遙測系統影像，發展聯合土地利用調查作業模式。

資料融合之目的為根據不同平台遙測影像資料之特性，例如觀測方向、空間解析度、時間解析度、定位精度、空間分布、遮蔽效應、色彩(波譜)資訊等，擷取各資料之優點，進而根據應用之需求萃取所需之幾何與屬性資訊。為了達到資料融合之目標，必須開發使用者介面建立聯合作業模式，除了在資料面上整合多平台遙測影像資料外，在技術面則整合了攝影測量、地理資訊系統、全球導航衛星系統、電腦繪圖、影像處理、軟體工程與資通訊科技等。分析本項工作之內容

可再細分成，建立一項基礎架構，以及開發一項應用模式，也就是(1)建立雲端運算服務導向架構之多平台製圖系統，(2)發展土地利用調查之聯合作業模式，(3)實作『國土地利用調查與影像管理多平台移動測繪管理系統』。

2. UAV 成果多影像拼接之效益，尚無詳細說明，可再就空三解算、影像數量減少、處理時間等面向比較其成效，以突顯其研究價值。

意見回覆：

感謝趙委員之寶貴建議，目前測試過相依解與獨立解之平均處理一組影像的電腦時間，分別為 4 分鐘與 25 分鐘。另外空三解算之誤差分析也有下降的現象。但影像數量減少(跳航帶)的分析部分仍未進行，本研究希望下年度繼續此項研究工作，包括五相機的拼接與跳航帶減少影像數量在空三平差與立體製圖之誤差分析。

3. 表 2.10 和表 2.12 應為相關的表格，但對精度定義敘述卻不同，一為大於 100 公分，另為 1~1.5 公尺，建議再檢視統一論述。(P.39、P.47)

意見回覆：

感謝趙委員之寶貴建議，已針對表 2.12 做修正，更新為大於 1 公尺。

4. 本案所設置之多平台製圖系統率定場其能率定之能量範圍，有無明確數值可提供預使用者參考？

意見回覆：

感謝趙委員之寶貴建議，在定位定向系統相關之率定並無限制，而所建置之相機率定場大小，估計可適用於鏡頭 FOV 範圍在 18 度~90 度或焦距範圍在 18 mm~110 mm 之全像幅(36 mm x 24 mm)相機。

5. 圖 3.33 呈現物空間定位成果，該試驗是如何進行，其拍攝是採多向或是雙向交會，請補充之。(P.113)

意見回覆：

感謝趙委員之寶貴建議，本測試為走一簡單軌跡，而於特定位置分別針對檢核點進行拍攝，而圖 3.32 則為功能展示實際為作業多向交會。

6. 北斗系統的實驗誤差及 PDOP 值在五都的試驗區成果都較 GPS 系統佳，但在聯合二系統的觀測資料後，PDOP 值與試驗成果大部分都變差，是否為系統性

誤差？又關於所述 5% 的提升成果，似乎從報告數據中並無顯見，建議再補充說明。

意見回覆：

感謝趙委員之寶貴建議，已針對委員意見做補充，聯合處理的 PDOP 成果並不會都優於 GPS 或北斗單一系統的成果，原因為整體的 PDOP 值主要與當時刻雙系統所有的衛星幾何分佈有關，容易受到極端的幾何分佈影響，又或者是因為多路徑效應造成聯合處理的 PDOP 成果較差，因此，聯合處理的 PDOP 成果應會介於兩系統之間。而針對所述 5% 的提升成果已補充表 4.13 來驗證與說明實測數據。

7. 空三比對效益時，旋翼和定翼 UAV 所使用的檢核點不太一樣，請說明原因；又密匹配後所做之評估係使用斷面樁位點，為何沒有使用全部實際測量之檢核點作評估？

意見回覆：

感謝趙委員之寶貴建議，由於旋翼 UAV 僅針對初來橋拍照不包括河道與堤防，因此控制點與檢核點的分佈及數量會不同。而點雲高度精度分析僅採用斷面樁點位，原始想法是要提供後續斷面測量之誤差範圍，修正之報告書中已經補充堤防部分控制點之高程誤差分析。

8. 擴大整體 FOV 的優勢，似無法提昇影像解析度，請說明之。又報告中論述長焦距提昇影像解析度，惟應如何提昇攝影交會幾何？（投影片 P.61）

意見回覆：

感謝趙委員之寶貴建議，假設航高 1000 公尺，使用一個 50 mm 全像幅相機（感測器大小 36 mm x 24 mm，像素大小 5 μ m，FOV 約 40 度），天底點 GSD 約 10 cm。若使用三個相同相機鏡頭改成 80 mm（FOV 約 25 度），一個垂直、兩個傾斜拍照 20 度，則可擴大整體 FOV 到 65 度，天底點 GSD 約 6.25 cm。故可以同時提升影像解析度及攝影交會幾何。

9. 通水面積的計算成果建議可加入可信度或誤差描述，呈現數據品質的評估，凸顯本研究項目與一般商用軟體僅計算成果之差異性。（P.165）

意見回覆：

感謝趙委員之寶貴建議，修正版報告書中增加此項計算，根據 DSM 高程 RMSE 約 0.12 公尺，乘以河道寬度約 510 公尺，得到 61.2 平方公尺的面積誤差。

● 科技部災害防救應用科技方案辦公室：

1. 關於 UAV 在河道斷面及橋樑通水面積拍攝部分，為何在蒐集初來橋影像資料時使用旋翼型 UAV，而不採用定翼型 UAV。

意見回覆：

感謝科技部災害防救應用科技方案辦公室之寶貴建議，本項工作初始構想是要測量橋梁與橋墩外形，搭配河道斷面才能計算通水面積。若使用定翼 UAV，將無法觀測到橋梁下緣與橋墩，因此針對此項應用，應該採用旋翼 UAV，以較低的高度，搭配傾斜與水平攝影，才能避免橋梁本身的遮蔽問題。

2. 水利署所提供之 CAD 資料，其通水面積如何計算得到，是否為團隊後處理方得知之結果？

意見回覆：

感謝科技部災害防救應用科技方案辦公室之寶貴建議，水利署之通水面積是利用河道斷面資料，匯入美國陸軍工程師團水文工程中心 (Hydrologic Engineering Center, 簡稱 HEC) 所發展之河川分析系統(River Analysis System)，進行水理分析而得。本研究則是利用橋梁與河道形成的封閉多邊形，直接計算而得。

3. 北斗系統與 GPS 實測成果與經驗，能否可列表展現其優缺點。

意見回覆：

感謝科技部災害防救應用科技方案辦公室之寶貴建議，已根據委員意見補上表 4.14 來說明及比較 GPS 與北斗系統實測成果的綜合性指標。

4. 多影像拼接、空三平差分析等目前是否為自動處理？

意見回覆：

感謝科技部災害防救應用科技方案辦公室之寶貴建議，由於 UAV 影像一次拍攝所得到的影像數量多達 500 組以上，因此影像拼接部分是以全自動方式處理，但空三平差分析則是人工操作軟體一步步執行。

5. 結論中評估特殊應用場景之移動測繪部分，未於簡報檔中呈現其內容，成果效益可再整理。

意見回覆：

感謝科技部災害防救應用科技方案辦公室之寶貴建議，評估特殊應用場景之移動測繪部分主要是針對新年度計畫提出的建議，而非今年度的工作項目。

● **國家災害防救科技中心：**

1. 有關利用行動裝置的移動製圖技術，近年流行的穿戴裝置如 google glass，是否可在未來進行這方面的研究與測試？

意見回覆：

感謝國家災害防救科技中心之寶貴建議，我們將於新年度計畫的服務建議書提出相關的工作項目。

2. 本案 UAV 斷面測量部分，未來如發生類似今年高雄氣爆的災害事件，是否能進行測繪，協助進行災損評估？

意見回覆：

感謝國家災害防救科技中心之寶貴建議，本計畫使用之定翼與旋翼 UAV 都是跟廠商租賃，並非自組或購買而得，未來若有足夠經費購買以取得 UAV 自主權，將可全力配合 NCDR 之需求協助災害調查與災損評估。

● **內政部國土測繪中心：**

1. 請教是否已採用相當精度之控制點加密測量方式進行作業或是規劃何時進行。(P.35)

意見回覆：

感謝內政部國土測繪中心之寶貴建議，對於室外頂樓，為做行動通訊裝置之直接地理定為精度分析，已足夠使用，而於室內製圖精度分析，已實測導線而一般室內製圖所需精度為公尺等級，已足夠使用，目前無規劃再進一步加密控制測量。

2. 採用光達測距儀器時，一般建議兩個相鄰的掃描有 5%至 15%的重疊（掃描距離百分比），請說明在實務上如何進行。(P.44)

意見回覆：

感謝內政部國土測繪中心之寶貴建議，感謝貴中心的寶貴建議，一般建議透過車速與掃描頻率之關係做事前作業的規劃，類似於控制車載相機系統重疊率之方式，控制相鄰的兩次掃描能有 5%至 15%的掃描區域重疊（掃描距離的百分比）。此部分之說明已加入至 2.2.2.8 小節。

3. 本案期末報告書中提到光達部分已獲得原廠技術支援，不知未來規劃為何？請加以說明。(P.59)

意見回覆：

感謝內政部國土測繪中心之寶貴建議，未來若順利取得系統我們將會進一步與現有影像測繪車整合並發展相關資料處理技術。

4. 車載系統成本分析中，在軟體部分僅提到定位定向系統之經費，對於外業作業之監控軟體、內業影像處理軟體及後續繪製軟體等成本皆未提及，是否可加以預估或建議。另針對內業硬體配備、後端儲存設備及網路規劃進行規格建議及費用預估。(P.60)

意見回覆：

感謝內政部國土測繪中心之寶貴建議，外業作業之監控與資料採集軟體一般是隨硬體附上，所以不會有另外的報價，預估至少新台幣 50 萬元，而內業影像處理軟體及後續繪製軟體依照功能需求與廠商至少需要新台幣 150 萬至 500 萬不等，這部分的軟體很難取得明確的報價，因為大部分的商用軟體皆是依照使用者需求的模組逐一報價。另針對內業硬體配備、我們的經驗都是使用單價在新台幣 10 萬元內的影像工作站即可進行後續的工作，至於後端儲存設備與網路規劃皆是使用現有大容量網路硬碟陣列或網路儲存伺服器，並無特殊的規格需求，現有單價在新台幣 30 萬元內的網路儲存伺服器應該足夠進行後續的工作，詳細規格就依貴中心的容量需求規劃即可。

5. 需先將幾何分佈或訊號品質較差之衛星觀測量剔除，請說明處理程序 (P.146)

意見回覆：

感謝內政部國土測繪中心之寶貴建議，已針對委員意見做補充，主要可透過 PDOP 值、接收到的衛星顆數以及衛星仰角來處理，PDOP 值過大代表幾何分佈較差，接收到的衛星顆數過少代表遮蔽效應較嚴重，而衛星仰角過低代表容易受到多路徑效應的影響，根據以上指標進行剔錯，保留品質較佳的觀測量再進行差分處理，以達到較佳且合理的定位成果。

● 主席：

1. 本部另委託中央大學發展三維城市模型與建築等級模型的整合應用工作案，其中也包括建物室內定位研究部分，案內使用數位地球、BIM 資料、LOD3 或 LOD4 等級之室內模型資料進行研究，而本案針對行動裝置研究所開發的技術，能否互補其優缺點，發揮聯合作業之能量，此部份可請團隊再洽中央大學

研究團隊。

意見回覆：

感謝主席之寶貴建議，在新年度的計畫裏將依建議與中央大學共同商討利用該團隊在建物室內定位研究的優勢與本團隊在行動裝置研究所開發的技術互補優缺點，發揮聯合作業之能量。

● 內政部地政司：

1. 本案規劃研提車載製圖系統作業手冊 (v.103 版)，於本報告 2.2 章節中已作詳述，以下請配合調整修正，另以附錄形式完整呈現作業手冊內容，並注意圖表編號及參考文獻。

(1) 作業手冊之使用對象非僅限於測量專業使用者，故建議於「名詞解釋」章節中增加手冊提及之測量專業術語解說，如主站、實體地面控制站、虛擬主站、檢核點、控制點、基線等。(P.40)

(2) 於「作業程序之規劃建議」章節中，建議先將圖 2.26「一般之測繪作業程序」流程做概述後，再分細項說明其內容 (2.2.2.1~2.2.2.5 章節)。(P.41-46)

意見回覆：

感謝內政部地政司之寶貴建議，對於手冊部分將會以附錄形式再提供完整手冊，對於專有名詞解釋部分，已將相關測量專業術語之解說，以淺顯易懂的文字說明，增加至 2.2.1 小節。對於章節編排部分，已將「一般之測繪作業程序」流程圖 2.26 移至 2.2.2 小節「作業程序之規劃建議」中起始的段落，並作概述後，再分細項逐項說明其內容(2.2.2.1~2.2.2.8)。

2. 為完成行動通訊移動製圖系統之運作，本案以 100 年度研究成果 CAINS 軟體為基礎，自主開發新一代定位定向軟體 Pointer，其功能與前次軟體差異、可應用於哪些實務層面以及與行動裝置間係採何種溝通傳訊方式，請於報告中再詳細解說。(P.95)

意見回覆：

感謝內政部地政司之寶貴建議，對於新一代定位定向軟體 Pointer 相較於 CAINS，新增了完整的檢視介面，可載入各式底圖，並可輸出 kml 與一般軟體結果進行比較，同時在功能部分，亦提供 GNSS 處理功能，新增緊耦合整合模式，以及線上平滑、航向約制等功能。對於行動裝置之資料處理，為應用 App 將資

料載下，並轉成 Pointer 定義之格式，即可計算，其操作模式與 CAINS 同。

3. 發展中的 GPS Block IIF 系列衛星，規劃總共 12 顆衛星，經查第 7 顆衛星已於 2014 年 8 月初發射，並於 9 月中旬提供服務；第 8 顆衛星亦於 10 月底發射成功，關於報告中提及 GPS 發展現況，請團隊再予查證更新，其他 GNSS 系統亦請一併再檢視。(P.118-123)

意見回覆：

感謝內政部地政司之寶貴建議，並針對 GPS、GLONASS 以及 Galileo 等系統的發展現況內容進行更新。

4. 於 GPS 與北斗系統之動態定位精度分析中，其基準係以實驗階段車載之 INS/GNSS 的整合定位解為依據來比較二獨立系統之動態定位精度，按實驗時可視衛星數普遍北斗衛星多於 GPS 系統狀況，雖僅於二系統皆有定位解時才比較成果，然整合定位解使用之 GNSS 訊號皆源自同時之 GPS 與北斗衛星，其比較分析方式是否妥當？或有其相依性？(P.130-133)

意見回覆：

感謝內政部地政司之寶貴建議，已補充了參考系統與測試系統的說明敘述，車載平台上搭載的戰術等級 INS 與大地等級 GNSS 接收機是利用了獨立的慣性觀測量與 GNSS 訊號，因此，和測試系統的 GPS 或北斗成果不會有相依性的問題。

5. 表 4.12 呈現聯合處理定位成果之誤差統計表，其最大誤差部分，在 N、U 方向上都出現 20 公尺以上之誤差量，而均方根誤差部分，聯合處理時僅新北市、台南市兩測區成果較表 4.6 個別系統統計成果佳，其餘測區皆差異性不大或成效更差，請分析其原因。(P.143)

意見回覆：

感謝內政部地政司之寶貴建議，已針對不同衛星仰角的門檻值重新解算並更新定位成果與精度。

6. 多影像拼接與裁切實驗中，得使用相依解或獨立解的參數進行試驗，關於二者方案產製出成果時間上的差異性，建請補充數據說明。(P.177-181)

意見回覆：

感謝內政部地政司之寶貴建議，經完整測試後，相依解與獨立解拼接一組影

像(三相機)所花費之電腦時間，平均分別為 4 分鐘與 25 分鐘。修正版報告表 5.7 中已補充此項資訊。

7. 行動通訊裝置平台的測繪或建模，在手機應用端有其一定的市場，有無機會直接與本土手機業者技術部門對話，或協助開發新型態的行動裝置，作產業技術上的推升。

意見回覆：

感謝內政部地政司之寶貴建議，感謝貴司的寶貴建議，聯發科技公司為專門生產手機晶片之公司，過去該公司也曾與本團隊有過接觸及討論，而國外具指標性的手機公司也已經開發出新型態的行動裝置應用於室內至圖，顯見對於手機定位與製圖技術而言，本土相關業者亦可能相當重視，未來將尋適當時機與本土手機業者技術部門對話，洽詢合作的可能。

第九章、參考文獻

1. 江凱偉、曾義星、楊名、饒見有(2011): 100 年度發展與應用多平台遙測製圖技術工作案期末報告, 內政部地政司。
2. 江凱偉、曾義星、饒見有、詹劭勳、楊名(2012): 101 年度多平台遙測製圖技術工作案期末報告, 內政部地政司。
3. 江凱偉、曾義星、楊名、饒見有 (2013): 102 年度多平台製圖技術工作案期末報告, 內政部地政司。
4. 楊名、江凱偉(2009): 全球導航衛星系統(GNSS)資料聯合處理技術(97 年度) 期末報告, 內政部國土測繪中心。
5. 林永仁、邱式鴻、徐百輝 (2011): 100 年度發展無人飛行載具航拍技術作業工作總報告書, 內政部國土測繪中心。
6. 李育華(2010): 車載移動式製圖系統之系統率定及其直接地理定位之效能分析, 國立成功大學測量及空間資訊學系碩士論文。
7. 內政部(2007): 基本測量實施規則。
8. Artese, G., and Trecroci, A., (2008): Calibration of a Low Cost MEMS INS Sensor for an Integrated Navigation System, in The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Beijing, China, pp. 877-882.
9. Al-Hamad, and A., El-Sheimy, N., (2014): Smartphones Based Mobile Mapping Systems, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Canada.
10. Attia, M. A. (2013): Map Aided Indoor and Outdoor Navigation Applications, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Canada.
11. Axelsson, P. (1999): Proceeding of Laser Scanner Data-Alorithms and Application, ISPRS JPRS, vol. 54, pp.138-147.
12. Bao, L., and Intille, S., (2004): Activity recognition from userannotated acceleration data. In Proc. of Int. Conf. on Pervasive Computing, Vol. 3001, (pp. pp. 1-17).
13. Bay, H., Ess, A., Tuytelaars, T. and Van Gool, L. (2008): Speeded-Up Robust Features (SURF), Computer Vision and Image Understanding 110, 346-359.
14. Beauregard, S. and Haas, H., (2006): Pedestrian dead reckoning: a basis for

- personal positioning, Proceedings of the 3rd Workshop on Positioning, Navigation and Communication, Hannover, Germany.
15. Blodget, H., P. Gobry and A. Cocotas., (2012): The Future of Mobile, Business Insider, <http://www.businessinsider.com/the-future-of-mobile-deck-2012-3>.
 16. Brezm, T., (2009): Activity Recognition from Accelerometer Data on a Mobile Phone. Distributed Computing, AI, Bioinformatics, Soft Computing, and Ambient Assisted Living, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 55, pp.796-799.
 17. Cannon, M.E. and Schwarz, K.P. (1990): A Discussion of GPS/INS Integration for Photogrammetric Applications, Proc. IAG Symp. # 107: Kinematic Systems in Geodesy, Surveying and Remote Sensing, Banff, pp. 443-452.
 18. Cohen, C.E. and Parkinson, B.W. (1992): Aircraft Applications of GPS-Based Attitude Determination, Proceedings of ION GPS-92, Albuquerque, pp. 775-782.
 19. Chiang, K.W., Noureldin, A., and El-Sheimy, N. (2008): Developing a Low Cost MEMS IMU/GPS Integration Scheme Using Constructive Neural Networks, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, vol.44, No.2, pp. 582-594.
 20. Chen, R., Pei, L., and Chen, Y., (2011): A Smart Phone Based PDR Solution for Indoor Navigation, Proceedings of the 24th International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS 2011), Portland, OR, September 2011, pp. 1404-1408.
 21. Cho, W. and Schenk, T., (1992): Resampling Digital Imagery to Epipolar Geometry, IAPRS International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, pp. 404-408.
 22. Cho, S. and Park, C., (2006): MEMS based pedestriannavigation system, Journal of Navigation, 59,135–153.
 23. Ellum, C.M. (2001): The Development of a Backpack Mobile Mapping System, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, Calgary, Canada, UCGE Reports 20159.
 24. El-Mowafy, A. and Schwarz, K.P. (1994): Epoch by Epoch Attitude Determination Using A Multi-Antenna System in Kinematic Mode, Proceedings of the International Symposium on Kinematic Systems in Geodesy, Geomatics and Navigation, KIS-94, Banff, Canada, pp. 331-340.
 25. El-Sheimy, N. (1996): The Development of VISAT - A Mobile Survey System For GIS Applications, Department of Geomatics Engineering, The University of

Calgary, Calgary, Canada.

26. Fang, L., Antsaklis, P., Montestruque, L., McMickell, M., Lemmon, M., Sun, Y., Fang, H., Koutroulis, I., Haenggi, M., Xie, M. and Xie, X., (2005): Design of a wireless assisted pedestrian dead reckoning system – the NavMote experience, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 54, 2342–2358.
27. Friederichs, T., (2010): Analysis of Geodetic Time Series, Stuttgart. Geodatisches Institut, Universitat Stuttgart.
28. Frueh, C., Sammon, R. and Zakhor, A., (2004): Automated texture mapping of 3D city models with oblique aerial imagery, *Proceedings of the 3D Data Processing, Visualization, and Transmission, 2nd International Symposium*, pp. 396-403.
29. Grejner-Brzezinska, D.A. (1996): Positioning Accuracy of the GPSVanTM, *Proceedings, 52nd Annual ION Meeting*, Boston, June 19-21, pp. 657-665, 1996.
30. Grejner-Brzezinska, D., Toth, C. and Moafipoor, S., (2007): Pedestrian tracking and navigation using an adaptive knowledge system based on neural networks, *Journal of Applied Geodesy*, 1, 111–123.
31. Washington, D.C. (2013): Guidelines for the Use of Mobile LIDAR in Transportation Applications, NCHRP Report 748, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board of The National Academies, USA.
32. Haala, N., Fritsch, D., Ali, M. P., and Khosravani, M. (2011): Pedestrian Mobile Mapping System for Indoor Environments Based on MEMS IMU and Range Camera, *Archives of Photogrammetry, Cartography and Remote Sensing*, Vol. 22, 2011, pp. 159-172 ISSN 2083-2214.
33. Hayal, A. G. (2010): Static Calibration of the Tactical Grade Inertial Measurement Units, Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University.
34. Hein, G.W., Godet, J.I., Jean-Luc M., Jean-Christophe E., Philippe L., Rafael, and Pratt, T. (2002): Status of Galileo frequency & signal design, *Proceedings of the US Institute of Navigation (ION) GPS 2002 meeting*, Portland, Oregon, USA. (CD)
35. Hou, H., (2004): Modeling Inertial Sensors Errors Using Allan Variance, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary. UCGE Reports Number 20201.
36. IEEE Std 952TM, (1997): IEEE Standard Specification Format Guide and Test Procedure for Single-Axis Interferometric Fiber Optic Gyros. IEEE Aerospace and

Electronic Systems Society Sponsored by the Gyro and Accelerometer Panel.

37. Ip, A.W.L., El-Sheimy, N., and Mostafa, M.M.R. (2004): System Performance Analysis of IMU/DGPS Integrated System for Mobile Mapping System (MMS), The 4th International Symposium on Mobile Mapping Technology (MMT 2004), Kunming, China.
38. Kouros, K. and Sander, O. E., (2012): Accuracy and Resolution of Kinect Depth Data for Indoor Mapping Applications, *Sensors* 2012, 12, 1437-1454; doi:10.3390/s120201437.
39. Kunze, K., and Lukowicz, P., (2008): Dealing with sensor displacement in motion-based onbody activity recognition sys. *UbiComp '08: Proc. of the 10th Int. Conf. on Ubiquitous Computing*, NY, USA, pp. 20–29.
40. Kwapisz, J., Weiss, G., and Moore, S. A., (2010): Activity Recognition using Cell Phone Accelerometers, *SensorKDD'10*, July 25, 2010, Washington, DC, USA.
41. Ladetto, Q., (2000): On foot navigation: continuous step calibration using both complementary recursive prediction and adaptive Kalman filtering, *Proceedings of ION GPS 2000*, Salt Lake City, UT, USA.
42. Levi, R. and Judd, T., (1999): Dead reckoning navigational system using accelerometer to measure foot impacts, *United State Patent*, No. 5,583,776.
43. Li, Y. H. (2010): The Calibration Methodology of a Low Cost Land Vehicle Mobile Mapping System, *Institute of Navigation (ION) GPS/GNSS 2010 meeting*, Oregon Convention Center, Portland, Oregon, USA.
44. Mostafa, M.M.R. and Schwarz, K.P. (1999): An Autonomous System for Aerial Image Acquisition and Georeferencing, *American Society of Photogrammetry and Remote Sensing Annual Meeting*, Portland, Oregon.
45. Mautz, R. (2012): Application for Venia Legendi in Positioning and Engineering, *Institute of Geodesy and Photogrammetry, Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering*, ETH Zurich
46. NCHRP Report 748 (2013): Guidelines for the Use of Mobile LIDAR in Transportation Applications, *TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NATIONAL ACADEMIES*, 2013
47. Novel, 2013.” SPAN-CPT Product Sheet - NovAtel”, web-site: <http://www.novatel.com/assets/Documents/Papers/SPAN-CPT.pdf>.
48. Pei, L., Chen, R., Liu, J., Chen, W., Kuusniemi, H., and Tenhunen, T., (2010):

- Motion Recognition Assisted Indoor Wireless Navigation on a Mobile Phone, ION GNSS 2010, Portland, USA.
49. Rau, J.Y., and Yeh P.C. (2012): A Semi-Automatic Image-Based Close Range 3D Modeling Pipeline Using a Multi-Camera Configuration. *Sensors* 12, 11271-11293.
 50. Rau, J.Y., Jhan, J.P. and Hsu, Y.C., (2015): Analysis of Oblique Aerial Images for Land Cover and Point Cloud Classification in an Urban Environment. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, (Accepted).
 51. Ravi, N., and Dandekar, N., (2005): Activity recognition from accelerometer data. In the Proc. of Int. Conf. Innovative App. of AI, IAAI, (pp. pp. 1541–1546).
 52. Saad, A. and Ali, A.(2013): Low-Cost Sensors-Based Attitude Estimation for Pedestrian Navigation in GPS-Denied Environments, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Canada.
 53. Saeedi, S., El-Sheimy, N., Zhao, X., and Sayed, Z., (2011): Context Aware Mobile Personal Navigation Using Multi-level Sensor Fusion, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Canada.
 54. Saeedi, S. (2013): Context-Aware Personal Navigation Services Using Multi-level Sensor Fusion Algorithms, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Canada.
 55. Schwarz, K.P. and El-Sheimy, N. (2008): Mobile Mapping Systems – State Of The Art And Future Trends, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, TS SS 3, Beijing.
 56. Shin, E.H. (2005): Estimation Techniques for Low Cost Inertial Navigation, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Calgary, Canada, UCGE Report 20219.
 57. Skaloud, J., Cramer, M. and Schwarz, K.P. (1996): Exterior Orientation by Direct Measurement of Camera Position and Attitude, *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. XXXI, Part B3, pp. 125-130.
 58. Stagakis, S., González-Dugo, V., Cid, P., Guillén-Climent, M.L. and Zarco-Tejada, P.J. (2012): Monitoring water stress and fruit quality in an orange orchard under regulated deficit irrigation using narrow-band structural and physiological remote sensing indices. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 71, 47-61.
 59. Suárez, L., Zarco-Tejada, P.J., Berni, J.A.J., González-Dugo, V., and Fereres, E.

- (2009): Modelling PRI for water stress detection using radiative transfer models. *Remote Sensing of Environment* 113, 730-744.
60. Tommaselli, A., Galo, M., de Moraes, M., Marcato, J., Caldeira, C. and Lopes, R., (2013): Generating Virtual Images from Oblique Frames. *Remote Sensing* 5, 1875-1893.
 61. Turner, D., Lucieer, A., Malenovský, Z., King, D. and Robinson, S. (2014): Spatial Co-Registration of Ultra-High Resolution Visible, Multispectral and Thermal Images Acquired with a Micro-UAV over Antarctic Moss Beds. *Remote Sensing* 6, 4003-4024.
 62. Titterton, D.H., and Weston, J.L. (2004): Strapdown Inertial Navigation Technology - 2nd Edition. In *IEE Radar, Sonar, Navigation and Avionics, Series 17*, N. Stewart, H. Griffiths, Eds. Institution of Electrical Engineers. Stevenage, UK.
 63. Tilk-Thies, U. (1986): Theoretical Aspects of Trigonometric Levelling. Univer Fed. Rep. of Germany.
 64. TML Guideline, (2012): TERRESTRIAL MOBILE LiDAR SURVEYING & MAPPING GUIDELINES, Department of Transportation, Florida, August 23, 2012.
 65. Weimann, F. and Abwerzger, G., (2007): A pedestrian navigation system for urban and indoor environments, Proceedings of ION GNSS 20th International Technical Meeting, Fort Worth, TX, USA.
 66. Xiao, J., Gerke, M. and Vosselman, G. (2012): Building extraction from oblique airborne imagery based on robust façade detection. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 68, 56-68.
 67. Yang, J., (2009): Toward physical activity diary: Motion recognition using simple acceleration features with mobile phones. 1st Int, Workshop on Interactive Multimedia for Consumer Electronics at ACM.
 68. Zach, G., Studnicka, N., Amon, P. and Pfennigbauer, M. (2011): Extraction of Facade Maps Using a RIEGL VMX-250 Mobile Scanning System Mounted on a Boat, 7th International Symposium on Mobile Mapping Technology, vol. II, no. 1.
 69. Zhao, X., Saeedi, S., Sayed, Z., Goodal, C., and El-Sheimy, N., (2010): Towards Arbitrary Placement of Multisensors Assisted Mobile Navigation System, ION GNSS 2010, 20-24 Sep. Portland, Oregon.

70. Zinoviev, A.E. (2005): Using GLONASS in Combined GNSS Receivers: Current Status. ION GNSS 18th International Technical Meeting of the Satellite Division, Long Beach, CA.

附錄一

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whotLsM6T6hoHuTeeHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 年 月 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱				
	2. 地址				
	3. 網址				
	4. 聯絡人	姓名		電話	
職稱			E-mail		
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解				
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力 <input type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值 <input type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU <input type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務 <input type="checkbox"/> (1) 有 <input type="checkbox"/> (2) 無				
	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input type="checkbox"/> (6) 無				
	3. 移動製圖系統取得方式				
	空載(1)	<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展	
UAV(2)	<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展		
車載(3)	<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展		
人載(4)	<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展		

國內多平台移動製圖系統業者調查表

	船載(5)	<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展
	4.移動製圖系統國外採購取得來源			
	空載(1)	國外廠商名稱：_____		
	UAV(2)	國外廠商名稱：_____		
	車載(3)	國外廠商名稱：_____		
	人載(4)	國外廠商名稱：_____		
	船載(5)	國外廠商名稱：_____		
	5.目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)			
	衛載(1)	_____ %	空載(2)	_____ %
	UAV(3)	_____ %	車載(4)	_____ %
	人載(5)	_____ %	船載(6)	_____ %
	其他(7)	_____ %		
產品 面 向	1.目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項)			
	<input type="checkbox"/> (1)土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2)民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3)公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4)建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5)三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6)防救災 <input type="checkbox"/> (7)其他 (請補充)			
	2.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時，客戶軟硬體需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可勾選多項)			
	<input type="checkbox"/> (1)以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2)尋找軟硬體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3)依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監理指導 <input type="checkbox"/> (4)不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)			
	3.您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項)			
	<input type="checkbox"/> (1)科技創新 <input type="checkbox"/> (2)服務創新 <input type="checkbox"/> (3)管理創新 <input type="checkbox"/> (4)銷售創新 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)			
環境 面 向	1.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為			
	(1)公部門	_____ %	(2)私部門	_____ %
	(3)其他	_____ %		
發 展 面 向	1.您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項)			
	<input type="checkbox"/> (1)政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。			
	<input type="checkbox"/> (2)標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。			
	<input type="checkbox"/> (3)資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。			
	<input type="checkbox"/> (4)人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。			
	<input type="checkbox"/> (5)技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

<input type="checkbox"/> (6)其他	(請補充)
2.在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項)	
<input type="checkbox"/> (1)領域知識指導	
<input type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制	
<input type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉	
<input type="checkbox"/> (4)教育訓練課程	
<input type="checkbox"/> (5)其他	(請補充)
最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：	

感謝您的支持和寶貴意見！

★ 資料回傳方式

懇請惠於 103 年 7 月 11 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

附錄二

測繪業登記現況摘要表

(最近更新日期：103年6月19日)

登記序號	測繪業名稱	負責人	測量技師	測量員	登記證字號	最近登記證核發日期	登記證有效期限	登記事項摘要	營業範圍	聯絡電話	營業地址
1	鴻富測量工程股份有限公司	葉文凱	葉文凱技師	林義乾、張簡煜洲	(101)台內測字第000001號	101年2月14日	105年2月21日	1.97年2月21日第一次登記 2.97年3月25日變更負責人、印鑑 3.100年5月30日變更負責人、印鑑、測量員、資本額內容 4.101年2月14日屆期換證 5.103年2月24日變更測量員	含地籍 測量	02-27272787	臺北市信義區松德路275號1樓
2	群立科技股份有限公司	徐金煌	楊進雄技師	周侑德、鍾瑞騰	(101)台內測字第000002號	101年2月24日	105年3月3日	1.97年3月3日第一次登記 2.98年1月20日變更營業範圍、測量員 3.99年6月8日變更測量員 4.101年2月24日屆期換證 5.102年10月17日變更測量員	含地籍 測量	04-27078899	臺北市中山區南京東路3段215號6樓
3	權威測量有限公司	陳錫倉	陳錫倉技師	蘇泓煒、蔡清祥、顏子堯、劉哲瑋、顏慈宏	(101)台內測字第000003號	101年5月11日	105年5月11日	1.97年3月4日第一次登記 2.101年3月5日逾期未申請換證，視同測繪業務自行停業 3.101年5月11日重辦第一次登記，重新核發登記證 4.102年2月1日變更測量員	含地籍 測量	06-2900269	臺南市東區中華東路2段41巷15號
4	縱橫測量有限公司	黃進潮	黃進潮技師	陳仁華、蔡碧珠	(101)台內測字第000004號 (換發)	101年4月16日	105年4月18日	1.97年4月18日第一次登記 2.97年12月26日變更負責人、印鑑、測量員 3.98年2月17日變更負責人、印鑑 4.100年6月2日變更測量員 5.101年4月16日屆期換證	含地籍 測量	02-22454772	新北市中和區泰和街31-1號

5	詮華國土測繪有限公司	黃仰澤	陳典熙、王啟鋒、陳俊德、洪志偉技師	張俊華、王誌強、盧勇全	(101) 台內測字第 000005 號 (換發)	103 年 4 月 3 日	105 年 5 月 1 日	1.97 年 5 月 1 日第一次登記 2.99 年 8 月 20 日變更資本額內容 3.101 年 5 月 1 日屆期換證 4.103 年 4 月 3 日變更營業範圍	含地籍 測量	02-26439699	新北市汐止區新台五路 1 段 159 號 5 樓之 1
6	中興測量有限公司	林東裕	鄭鼎耀、張坤樹、林志交技師	陳錫卿、陳明達	(101) 台內測字第 000006 號 (換發)	101 年 5 月 7 日	105 年 5 月 8 日	1.97 年 5 月 8 日第一次登記 2.99 年 7 月 20 日變更測量技師 3.101 年 5 月 7 日屆期換證、變更測量員、資本額內容 4.102 年 12 月 23 日變更測量員	含地籍 測量	04-22242788	臺中市西區忠仁街 159 號 1 至 5 樓
7	至盛國土科技顧問股份有限公司	楊志強	楊志強技師	曾永江、陳信瑜	(101) 台內測字第 000008 號 (換發)	101 年 8 月 3 日	105 年 7 月 2 日	1.97 年 7 月 2 日第一次登記 2.98 年 2 月 24 日變更營業範圍、測量技師 3.98 年 6 月 26 日變更測量員 4.99 年 9 月 8 日變更測量技師、測量員 5.100 年 3 月 1 日變更營業地址 6.100 年 4 月 7 日變更測量員 7.101 年 6 月 26 日屆期換證、變更測量員 8.101 年 8 月 3 日更正登記證 9.101 年 11 月 29 日變更測量員 10.102 年 5 月 14 日變更測量員	無地籍 測量	07-3850669	高雄市三民區民孝路 71 號
8	大聖工程顧問有限公司	吳薦驊	陳品清、吳經民技師	張又仁、許永芳	(101) 台內測字第 000009 號 (換發)	101 年 5 月 29 日	105 年 7 月 7 日	1.97 年 7 月 7 日第一次登記 2.99 年 1 月 27 日變更營業範圍、測量員 3.101 年 5 月 29 日屆期換證、變更測量員 4.102 年 1 月 8 日變更測量員	含地籍 測量	04-25322886	臺中市西區公益路 206 號 1 樓

9	陶林數值測量 工程有限公司	沈明佑	劉漢鋒、楊 安康、劉致 亨技師	楊安康、 劉建誠	(101) 台內測 字第 000010 號 (換發)	101 年 5 月 29 日	105 年 7 月 17 日	1.97 年 7 月 17 日第一次登記 2.101 年 5 月 29 日屆期換證	無地籍 測量	04-22303659	臺中市北屯區崇德路 2 段 130 號 17 樓
10	大時代測量顧 問有限公司	孔繁榮	孔繁榮技師	余振樂、 何義欽	(101) 台內測 字第 000012 號 (換發)	101 年 8 月 23 日	105 年 8 月 28 日	1.97 年 8 月 28 日第一次登記 2.101 年 8 月 23 日屆期換證、變更 印鑑、測量員及營業範圍	含地籍 測量	035-339877	新竹市東區民生路 199-1 號 1 樓
11	臻實測量工程 有限公司	李漢良	鄒憲章技師	林獻堂、 李漢良	(101) 台內測 字第 000013 號 (換發)	103 年 3 月 26 日	105 年 10 月 3 日	1.97 年 10 月 3 日第一次登記 2.101 年 2 月 23 日變更測量員 3.101 年 9 月 12 日屆期換證 4.103 年 3 月 26 日變更營業地址、 負責人、印鑑、測量技師	含地籍 測量	04-23821824	臺中市南屯區文心南五 路 1 段 720 號 2 樓
12	世和測量有限 公司	邱麗珠	黃祥田技師	徐鎮生、 柯義和	(101) 台內測 字第 000014 號 (換發)	102 年 12 月 26 日	105 年 10 月 14 日	1.97 年 10 月 14 日第一次登記 2.97 年 10 月 23 日更正登記證 3.100 年 3 月 24 日變更測量技師 4.101 年 3 月 30 日變更測量技師 5.101 年 9 月 11 日屆期換證 6.102 年 3 月 26 日變更測量技師 7.102 年 5 月 28 日變更測量技師 8.102 年 12 月 26 日變更營業範圍、 測量員	含地籍 測量	03-3352465	桃園縣桃園市館後一街 2 號
13	永璋測繪有限 公司	蘇振吉	蕭欽霖技師	蘇振吉、 陳清南、 蘇信榮	(101) 台內測 字第 000015 號 (換發)	101 年 10 月 26 日	105 年 11 月 5 日	1.97 年 11 月 5 日第一次登記 2.98 年 3 月 27 日變更測量員 3.99 年 11 月 15 日變更公司名稱、 營業地址、印鑑 4.101 年 10 月 26 日屆期換證、變更 測量員	含地籍 測量	02-27933817	臺北市內湖區內湖路 2 段 355 巷 7 弄 5 號 1 樓
14	自強工程顧問 有限公司	賴澄漂	張順隆、邱 俊榮、藍國 華、蔡欣達	賴澄漂、 吳逸翔	(101) 台內測 字第 000016 號 (換發)	101 年 10 月 11 日	105 年 11 月 7 日	1.97 年 11 月 7 日第一次登記 2.101 年 10 月 11 日屆期換證、變更 測量員及資本額內容	含地籍 測量	02-22252200	新北市中和區新民街 112 號 5 樓

			技師								
15	泰碩工程顧問有限公司	曾啟書	曾啟書技師	張瑞芝、林建鑫	(101) 台內測字第 000017 號 (換發)	101 年 11 月 13 日	105 年 11 月 7 日	1.97 年 11 月 7 日第一次登記 2.101 年 11 月 13 日屆期換證、變更測量員	無地籍測量	04-23952401	彰化市彰水路 158 巷 6 號 1 樓
16	郁暉測量工程有限公司	謝添來	陽肇湧、洪新發技師	林倉得、謝銘峯、謝添來	(101) 台內測字第 000018 號 (換發)	101 年 11 月 13 日	105 年 11 月 14 日	1.97 年 11 月 14 日第一次登記 2.101 年 11 月 13 日屆期換證、變更測量技師	無地籍測量	049-2225165	南投縣南投市復興路 625 號 1 樓
17	新陸國土測繪有限公司	高治喜	高治喜技師	曹智廣、洪千晴	(101) 台內測字第 000019 號 (換發)	101 年 10 月 26 日	105 年 12 月 5 日	1.97 年 12 月 5 日第一次登記 2.99 年 3 月 11 日變更測量員 3.101 年 10 月 26 日屆期換證	無地籍測量	04-26152695	臺中市西屯區何厝東二街 23 號 3 樓之 5
18	泰一測量工程有限公司	沈榮泰	黃福來技師	沈榮泰、周信宏	(101) 台內測字第 000020 號 (換發)	101 年 12 月 19 日	105 年 12 月 17 日	1.97 年 12 月 17 日第一次登記 2.101 年 12 月 19 日屆期換證、變更測量員	無地籍測量	08-8642855	屏東縣南州鄉同安路 10 巷 86 號
19	經緯衛星資訊股份有限公司	余致義	傅大展技師	陳俊傑、陳威志	(102) 台內測字第 000022 號 (換發)	102 年 1 月 3 日	105 年 12 月 24 日	1.97 年 12 月 24 日第一次登記 2.99 年 5 月 14 日變更測量技師 3.102 年 1 月 3 日屆期換證、變更負責人、測量員、資本額內容	無地籍測量	06-3351068	臺南市東區東門路 3 段 253 號 12 樓
20	興利工程顧問股份有限公司	林正萬	林正萬技師	鄭碧月、陳金榮	(102) 台內測字第 000023 號 (換發)	102 年 4 月 8 日	105 年 12 月 31 日	1.97 年 12 月 31 日第一次登記 2.98 年 11 月 2 日變更測量員 3.101 年 12 月 12 日屆期換證 4.102 年 4 月 8 日變更組織、名稱、資本額內容、印鑑	無地籍測量	05-5877222	雲林縣西螺鎮西興南路 116 號 2 樓
21	弘鼎測量有限公司	洪傳堅	徐粹青技師	譚次雄、陳東和	(101) 台內測字第 000024 號 (換發)	101 年 11 月 7 日	106 年 1 月 5 日	1.98 年 1 月 5 日第一次登記 2.99 年 3 月 3 日自行停業 3.99 年 3 月 25 日申請復業、變更測	含地籍測量	02-28384680	臺北市士林區德行東路 6 號 6 樓

								量技師 4.101年11月7日屆期換證			
22	三禾測量工程 有限公司	李振男	謝政平技師	李永欽、 李振男	(101)台內測 字第000025號 (換發)	101年11月 20日	106年1月7 日	1.98年1月7日第一次登記 2.101年11月20日屆期換證	含地籍 測量	02-22420152	新北市中和區中山路2 段312巷37號4樓
23	振東國土測繪 有限公司	容發強	曾惇彬技師	張韶光、 蔡俊昇	(102)台內測 字第000026號 (換發)	102年1月 10日	106年1月7 日	1.98年1月7日第一次登記 2.102年1月7日屆期換證、變更測 量員 3.102年1月10日更正登記證	含地籍 測量	04-25394126	臺中市潭子區潭陽路30 巷8號
24	台灣世曦工程 顧問股份有限 公司	李建中	鄭宏達、陳 益風、闕文 鏈、陳振文 、李訢卉、 陳建村、施 智謀技師	張裕民、 林伯勳、 李莉華、 姜興華	(101)台內測 字第000027號 (換發)	101年12月 25日	106年1月 16日	1.98年1月16日第一次登記 2.99年11月17日變更測量技師 3.99年12月10日變更營業地址、 資本額內容 4.101年12月25日屆期換證、變更 測量技師、測量員、資本額內容	含地籍 測量	02-87973567	臺北市內湖區陽光街 323號
25	至成測量有限 公司	周銓祥	李正傑技師	周銓祥、 黃以杰	(101)台內測 字第000028號 (換發)	101年11月 28日	106年1月 20日	1.98年1月20日第一次登記 2.101年11月28日屆期換證	含地籍 測量	04-23356973	臺中市霧峰區樹仁路 121巷2號2樓之7
26	環宇測量工程 顧問有限公司	黃文孝	黃文孝技師	張錫銘、 陳宗豪	(101)台內測 字第000029號 (換發)	101年12月 26日	106年1月 20日	1.98年1月20日第一次登記 2.101年12月26日屆期換證、變更 測量員	含地籍 測量	02-22660540	新北市土城區中央路2 段274號3樓
27	瑞成工程顧問 有限公司	謝周潤	謝周潤技師	張進興、 沈義棟	(102)台內測 字第000030號 (換發)	102年1月8 日	106年2月9 日	1.98年2月9日第一次登記 2.102年1月8日屆期換證 3.102年4月26日變更測量員	含地籍 測量	04-22208509	苗栗縣通宵鎮中正路 193號1號

28	全威測量工程 有限公司	吳政育	任世孝、許 俊宇技師	李志成、 黃建榮	(101) 台內測 字第 000031 號 (換發)	101 年 12 月 19 日	106 年 2 月 10 日	1.98 年 2 月 10 日第一次登記 2.100 年 10 月 3 日變更測量技師 3.101 年 12 月 19 日屆期換證	無地籍 測量	08-7364773	屏東縣里港鄉塔樓路 24 之 13 號
29	尚揚工程顧問 有限公司	洪江龍	郭玉樞技師	袁逸倡、 王瑞洲	(102) 台內測 字第 000032 號 (換發)	102 年 2 月 5 日	106 年 3 月 26 日	1.98 年 3 月 26 日第一次登記 2.102 年 2 月 5 日屆期換證	含地籍 測量	04-23719245	臺中市南屯區萬和路 1 段 31 之 15 號
30	亞興測量有限 公司	江俊泓	江俊泓技師	林中鏞、 梁素美	(102) 台內測 字第 000034 號 (換發)	102 年 2 月 26 日	106 年 3 月 31 日	1.98 年 3 月 31 日第一次登記 2.99 年 9 月 28 日變更營業地址 3.102 年 2 月 26 日屆期換證、變更 營業地址	含地籍 測量	04-23012552	臺中市臺灣大道 2 段 101 號 13 樓
31	九江測量有限 公司	江柏燁	朱建鐘技師	蔡政昌、 游家聲	(102) 台內測 字第 000035 號 (換發)	102 年 2 月 22 日	106 年 4 月 6 日	1.98 年 4 月 6 日第一次登記 2.102 年 2 月 22 日屆期換證、變更 測量員	無地籍 測量	04-25350013	臺中市潭子區中山路 2 段 137 巷 5 號 7 樓
32	永承工程顧問 有限公司	鄭子正	鄭子正技師	康宗銘、 洪振財、 賴俊榮	(102) 台內測 字第 000036 號 (換發)	102 年 3 月 8 日	106 年 4 月 9 日	1.98 年 4 月 9 日第一次登記 2.102 年 3 月 8 日屆期換證	無地籍 測量	07-3116718	高雄市三民區天津街 272 號
33	弘鑫測量工程 有限公司	陳增鴻	陳威誠技師	賴秋棉、 呂鴻興	(102) 台內測 字第 000037 號 (換發)	102 年 3 月 5 日	106 年 4 月 14 日	1.98 年 4 月 14 日第一次登記 2.102 年 3 月 5 日屆期換證、變更測 量員	無地籍 測量	02-27170189	臺北市松山區民生東路 4 段 80 巷 3 弄 20 之 1 號地下樓
34	維駿工程顧問 有限公司	陳添根	馬鴻鈞技師	陳添根、 簡昇安	(102) 台內測 字第 000038 號 (換發)	102 年 3 月 26 日	106 年 4 月 28 日	1.98 年 4 月 28 日第一次登記 2.100 年 4 月 21 日變更負責人 3.102 年 3 月 26 日屆期換證	含地籍 測量	06-5724839	臺南市麻豆區和平路 2 之 8 號 2 樓
35	尹晟工程顧問 有限公司	黃煌輝	劉鎮南技師	黃煌輝、 林晉廷	(102) 台內測 字第 000039 號 (換發)	102 年 5 月 6 日	106 年 5 月 5 日	1.98 年 5 月 5 日第一次登記 2.102 年 5 月 6 日屆期換證、變更測 量員 3.103 年 2 月 25 日變更測量員	含地籍 測量	02-25335681	臺北市中山區北安路 458 巷 39 號 3 樓
36	尹晟工程顧問 有限公司	黃煌輝	林晉廷技師	黃煌輝、 林晉廷	(102) 台內測 字第 000039 號	102 年 5 月 6 日	106 年 5 月 5 日	1.98 年 5 月 5 日第一次登記 2.102 年 5 月 6 日屆期換證、變更測	含地籍 測量	02-25335681	臺北市中山區北安路 458 巷 39 號 3 樓

					(換發)			量員 3.103年2月25日變更測量員			
37	競豪國土測繪有限公司	張宏隆	張宏隆技師	鍾仁文、歐隆注	(102)台內測字第000040號(換發)	102年3月20日	106年5月11日	1.98年5月11日第一次登記 2.99年6月3日變更營業地址 3.102年3月20日屆期換證、變更測量員	含地籍測量	02-22621766	新北市土城區中正路1號11樓之2
38	懷恩測量工程有限公司	郭騏肇	龔順和技師	郭騏肇、陳岱杰	(102)台內測字第000041號(換發)	102年5月7日	106年5月15日	1.98年5月15日第一次登記 2.102年5月7日屆期換證、變更測量員、營業範圍	含地籍測量	04-22521721	臺中市西屯區文華路185號2樓
39	健安工程顧問有限公司	林群峯	黃健雄技師	江延峯、林旺泉	(102)台內測字第000044號(換發)	102年9月23日	106年6月19日	1.98年6月19日第一次登記 2.102年5月23日屆期換證、變更測量員 3.102年9月23日變更營業地址、負責人、印鑑	含地籍測量	03-9617827	宜蘭縣羅東鎮公正路421號2樓
40	北極星測繪科技有限公司	謝建仲	楊坤霖技師	謝建仲、劉于嘉	(102)台內測字第000045號(換發)	102年5月22日	106年7月17日	1.98年7月17日第一次登記 2.99年5月21日變更測量員 3.102年5月22日屆期換證、變更資本額內容	無地籍測量	02-24585699	基隆市暖暖區暖碇路169號9樓
41	昱展工程顧問有限公司	許世煜	許世煜技師	曾浩銘、江嘉盛	(102)台內測字第000046號(換發)	102年7月3日	106年7月17日	1.98年7月17日第一次登記 2.102年7月3日屆期換證	含地籍測量	03-3573537	桃園縣桃園市同安街183巷2弄10號3樓
42	統正測量工程有限公司	張正典	呂金龍技師	陳正恩、林冠增	(102)台內測字第000047號(換發)	102年5月30日	106年7月20日	1.98年7月20日第一次登記 2.102年5月30日屆期換證	無地籍測量	08-7665563	屏東縣屏東市廣東路1310號
43	創源測量有限公司	曾國榮	陳俊男技師	曾國榮、許雅萍	(102)台內測字第000048號(換發)	102年8月1日	106年8月10日	1.98年8月10日第一次登記 2.102年8月1日屆期換證、變更營業地址、測量技師	無地籍測量	04-7116748	彰化縣和美鎮彰草路2段126巷10號1樓

44	方東工程顧問有限公司	高全能	高全能技師	張志堯、 林美芳	(102) 台內測 字第 000049 號 (換發)	102年8月1 日	106年8月 18日	1.98年8月18日第一次登記 2.102年8月1日屆期換證、變更資 本額內容、測量員	含地籍 測量	02-86843323	新北市樹林區鎮前街 347巷3弄3號
45	鴻昇測量工程 有限公司	廖吉雄	朱行健技師	黃景乾、 鄭瑞濤	(102) 台內測 字第 000050 號 (換發)	102年8月1 日	106年8月 25日	1.98年8月25日第一次登記 2.99年1月29日變更測量員 3.102年8月1日屆期換證、變更測 量員	無地籍 測量	04-25313266	臺中市大雅區三和村雅 潭路154號
46	正興測繪工程 有限公司	陳俊山	陳俊山技師	林威宗、 蔡約翰	(102) 台內測 字第 000051 號 (換發)	102年7月1 日	106年8月 26日	1.98年8月26日第一次登記 2.100年2月15日變更測量員 3.102年7月1日屆期換證 4.103年3月10日變更測量員	無地籍 測量	07-5573158	高雄市前金區鼎盛街80 號
47	岳達科技股份 有限公司	顏怡和	湯太重技師	陳至宗、 陳麗玲	(102) 台內測 字第 000052 號 (換發)	102年7月 23日	106年9月3 日	1.98年9月3日第一次登記 2.99年8月17日變更營業地址 3.102年7月23日屆期換證	含地籍 測量	02-29180592	新北市新店區寶高路74 號2樓
48	遠圖數位科技 有限公司	林啟榮	林啟榮技師	楊銘仁、 黃襄堯	(102) 台內測 字第 000054 號 (換發)	102年8月 14日	106年9月 23日	1.98年9月23日第一次登記 2.100年7月5日變更營業地址 3.102年8月14日屆期換證、變更 測量員	含地籍 測量	04-7618575	彰化縣花壇鄉北口村彰 花路957巷6號
49	鴻運國土測繪 有限公司	王奕荃	劉光明技師	沈耀琨、 王奕荃	(102) 台內測 字第 000055 號 (換發)	102年9月 13日	106年10月 27日	1.98年10月27日第一次登記 2.98年11月26日變更營業範圍、 測量技師、測量員 3.100年12月28日負責人改名、變 更印鑑、測量技師、測量員 4.102年5月6日變更名稱、印鑑、 測量員 5.102年9月13日屆期換證、變更 測量員	含地籍 測量	02-24571217	基隆市暖暖區暖暖街 530巷122-2號3樓

50	研訊工程顧問有限公司	劉育儒	劉育儒技師	林聰志、呂易旻	(102) 台內測字第 000056 號 (換發)	102 年 10 月 30 日	106 年 11 月 16 日	1.98 年 11 月 16 日第一次登記 2.102 年 10 月 30 日屆期換證	含地籍 測量	02-22473595	新北市中和區復興路 280 巷 33 弄 5 號 1 樓
51	東英測量工程有限公司	林娟娟	周渙文技師	陳俊杉、睦台光	(102) 台內測字第 000057 號 (換發)	102 年 10 月 9 日	106 年 12 月 3 日	1.98 年 12 月 3 日第一次登記 2.99 年 6 月 2 日變更測量員 3.102 年 10 月 9 日屆期換證	含地籍 測量	04-23267627	臺中市西區博館三街 82 號 3 樓
52	亞新國土科技股份有限公司	徐明鎰	徐明鎰技師	許美英、詹智顯	(102) 台內測字第 000058 號 (換發)	103 年 3 月 26 日	106 年 12 月 8 日	1.98 年 12 月 8 日第一次登記 2.101 年 4 月 20 日變更測量員 3.102 年 11 月 20 日屆期換證、變更 測量員 4.103 年 3 月 26 日變更營業地址	無地籍 測量	04-22583387	臺中市西區五權三街 263 號
53	厚生工程顧問有限公司	王文燦	王文燦技師	賴坤成、蔡宇凡	(102) 台內測字第 000059 號 (換發)	102 年 10 月 16 日	106 年 12 月 10 日	1.98 年 12 月 10 日第一次登記 2.99 年 5 月 6 日變更測量員 3.100 年 6 月 3 日變更測量員 4.102 年 10 月 16 日屆期換證	含地籍 測量	03-4798899	桃園縣龍潭鄉建國路 16 巷 1 號
54	慎衡國土測繪有限公司	劉禎忠	杜仲楹技師	洪文亮、吳連發、劉俞成	(103) 台內測字第 000060 號 (換發)	103 年 1 月 6 日	107 年 1 月 10 日	1.99 年 1 月 11 日第一次登記 2.103 年 1 月 6 日屆期換證、變更測 量員	含地籍 測量	04-24375538	臺中市北屯區景賢南二 路 273 號 1 樓
55	育祥國土測繪有限公司	陳雍讓	葉精國、李瑞春技師	譚忠華、陳宥全	(103) 台內測字第 000062 號 (換發)	103 年 6 月 16 日	107 年 2 月 7 日	1.99 年 2 月 8 日第一次登記 2.103 年 1 月 15 日屆期換證、變更 測量員 3.103 年 6 月 16 日變更負責人、印 鑑、營業範圍、測量技師	含地籍 測量	049-2338887	南投縣草屯鎮碧山路 981 巷 3 弄 9 號 1 樓
56	泰霖測量工程有限公司	劉燉立	徐文德技師	劉燉立、周進昌	(103) 台內測字第 000063 號 (換發)	103 年 2 月 21 日	107 年 3 月 2 日	1.99 年 3 月 3 日第一次登記 2.103 年 2 月 21 日屆期換證	含地籍 測量	02-24571629	基隆市暖暖區東碇路 508 號 1 樓
57	成威工程顧問有限公司	容發彥	魏夢辰技師	容發彥、伍嘉偉	(103) 台內測字第 000064 號 (換發)	103 年 2 月 24 日	107 年 3 月 15 日	1.99 年 3 月 16 日第一次登記 2.99 年 12 月 21 日變更負責人 3.103 年 2 月 24 日屆期換證、變更	無地籍 測量	04-25368558	臺中市潭子區潭陽路 30 巷 6 號 1 樓

								測量員			
58	得盈開發有限公司	羅威士	羅威士、蘇建源技師	蘇建源、洪啟竣	(103) 台內測字第 000065 號 (換發)	103 年 3 月 4 日	107 年 3 月 28 日	1.99 年 3 月 29 日第一次登記 2.103 年 3 月 4 日屆期換證、變更測量員	含地籍 測量	04-23299989	臺中市南屯區大墩 17 街 137 號 10 樓
59	鉅識測繪科技有限公司	李志宏	李志宏技師	李鎰洧、陳信洲	(103) 台內測字第 000066 號 (換發)	103 年 3 月 5 日	107 年 4 月 19 日	1.99 年 4 月 20 日第一次登記 2.100 年 6 月 8 日變更營業地址 3.103 年 3 月 5 日屆期換證、變更測量員	含地籍 測量	06-2029595	臺南市永康區永平街 39 號 1 樓
60	經緯空間資訊股份有限公司	羅正方	王定平技師	陳冠宇、吳佳駿	(103) 台內測字第 000067 號 (換發)	103 年 4 月 30 日	107 年 4 月 20 日	1.99 年 4 月 21 日第一次登記 2.100 年 3 月 2 日變更營業地址、測繪業印鑑、負責人印鑑、測量技師 3.100 年 5 月 20 日變更營業範圍、測量員 4.103 年 4 月 30 日屆期換證、變更測量員	含地籍 測量	02-27084438	臺北市大安區信義路 4 段 306 號 10 樓
61	九福科技顧問股份有限公司	黃國紋	黃國紋技師	趙明德、鍾禹賢	(103) 台內測字第 000069 號 (換發)	103 年 5 月 6 日	107 年 5 月 6 日	1.99 年 5 月 7 日第一次登記 2.103 年 5 月 6 日屆期換證、變更測量員	無地籍 測量	02-25551238	臺北市大同區重慶北路 2 段 57 巷 15 號 4 樓之 2
62	瑞川測量聯合技師事務所	侯堉堅	侯堉堅、廖德宗技師	張洪生、潘建坤	(103) 台內測字第 000070 號 (換發)	103 年 4 月 11 日	107 年 5 月 10 日	1.99 年 5 月 11 日第一次登記 2.103 年 4 月 11 日屆期換證	含地籍 測量	02-27628980	臺北市松山區南京東路 5 段 316 號 5 樓之 1
63	邦翊工程顧問有限公司	許君薇	林己勝技師	王子昂、王瑋詔	(103) 台內測字第 000072 號 (換發)	103 年 4 月 28 日	107 年 5 月 13 日	1.99 年 5 月 14 日第一次登記 2.103 年 4 月 28 日屆期換證	含地籍 測量	03-5517408	新竹縣竹北市光明三路 166 號
64	天中天工程有限公司	蔡進中	卓贊育技師	蔡進中、程南洋	(103) 台內測字第 000073 號	103 年 4 月 9 日	107 年 5 月 23 日	1.99 年 5 月 24 日第一次登記 2.103 年 4 月 9 日屆期換證	無地籍 測量	02-25502252	臺北市大同區天水路 49 號 8 樓

					(換發)							
65	良佳正測量工程顧問有限公司	鍾煥昌	鍾煥昌技師	紀國清、 陳裕發	(103) 台內測字第 000074 號 (換發)	103 年 4 月 17 日	107 年 6 月 7 日	1.99 年 6 月 8 日第一次登記 2.103 年 4 月 17 日屆期換證	無地籍 測量	07-2115628、	高雄市新興區新興路 31 號	
	山阜顧問有限公司	丘如山	張錦泉技師	丘如岡、 丘如山	(103) 台內測字第 000075 號 (換發)	103 年 6 月 16 日	107 年 6 月 13 日	1.99 年 6 月 14 日第一次登記 2.101 年 4 月 24 日變更測量員 3.103 年 6 月 16 日屆期換證	無地籍 測量	02-24292290	基隆市中正區義二路 75 號 4 樓	
66	大壹測量有限公司	卓訓培	孟祥福技師	卓訓培、 劉昆彥	(99) 台內測字第 000077 號	99 年 7 月 1 日	103 年 7 月 1 日	1.99 年 7 月 1 日第一次登記	無地籍 測量	03-4982965	桃園縣中壢市中正路 4 段 588 巷 16 號 1 樓	
67	華邦工程顧問有限公司	蕭志書	蕭志書技師	王小秋、 張春桂	(99) 台內測字第 000078 號	99 年 8 月 2 日	103 年 8 月 2 日	1.99 年 8 月 2 日第一次登記	含地籍 測量	02-24226789	基隆市信義區信一路 133 之 2 號 4 樓	
68	坤眾科技股份有限公司	林立義	林立義技師	林益州、 梁榮森	(99) 台內測字第 000080 號 (換發)	102 年 11 月 12 日	103 年 10 月 12 日	1.99 年 10 月 12 日第一次登記 2.100 年 5 月 31 日變更營業地址 3.102 年 11 月 12 日變更營業地址	無地籍 測量	02-26516161- 102	臺北市南港區重陽路 221 號 4 樓	
69	富楓測量有限公司	徐素英	何奇鋁技師	謝金成、 邱達康	(99) 台內測字第 000081 號	99 年 11 月 2 日	103 年 11 月 2 日	1.99 年 11 月 2 日第一次登記 2.100 年 5 月 31 日變更測量員	含地籍 測量	03-5218461	新竹市中華路 2 段 723 號 4 樓之 1	
70	泰陽測量工程有限公司	陳生泰	翟立信技師	蔡孟宏、 蔡守雄	(99) 台內測字第 000082 號	99 年 11 月 11 日	103 年 11 月 11 日	1.99 年 11 月 11 日第一次登記	無地籍 測量	07-6525249	高雄市鳳山區新強路 134 號 1 樓	
71	詠翔測量工程有限公司	許茂坤	張昭宜技師	葉建和、 吳瑞溪	(99) 台內測字第 000083 號	99 年 11 月 16 日	103 年 11 月 16 日	1.99 年 11 月 16 日第一次登記	無地籍 測量	05-7835229	雲林縣北港鎮仁愛路 169 號 1 樓	
72	日陞測量有限公司	林瑞德	孫景武技師	陳銘山、 朱勝興	(99) 台內測字第 000084 號	99 年 12 月 6 日	103 年 12 月 6 日	1.99 年 12 月 6 日第一次登記	無地籍 測量	049-2305692	南投縣南投市彰南路 1 段 722 號 1 樓	
73	達雲科技有限公司	林明旻	林明旻技師	徐偉城、 林恩楷	(102) 台內測字第 000085 號	103 年 3 月 10 日	103 年 12 月 28 日	1.99 年 12 月 28 日第一次登記 2.100 年 9 月 8 日變更營業地址	含地籍 測量	03-6589495	新竹縣竹北市高鐵二路 32 號 13 樓之 3	

				陳慧鵬、 謝其昌	(換發)			3.102年1月11日變更測量員 4.102年9月23日變更營業地址 5.103年3月10日變更負責人、印鑑			
74	永達測量有限公司	陳文達	陳明華技師	謝清龍、 曾逸霖	(102)台內測 字第000086號 (換發)	102年4月 26日	104年1月5 日	1.100年1月5日第一次登記 2.102年4月26日變更測量技師、 測量員、營業範圍	無地籍 測量	02-89855295	新北市三重區頂崁街 196號5樓
75	華興測量有限公司	林進江	馮同修、李 選思技師	林進江	(100)台內測 字第000087號	100年3月4 日	104年3月4 日	1.100年3月4日第一次登記	含地籍 測量	04-24060599	臺中市大里區新興路 157號1樓
76	興成測量有限公司	賴明昌	涂裕民技師	江仁傑、 何進嘉	(100)台內測 字第000088號	100年3月 10日	104年3月 10日	1.100年3月10日第一次登記 2.100年10月26日變更測量技師	無地籍 測量	04-22972010	臺中市北區文昌一街83 號
77	林宥廷測量技師事務所	林宥廷	林宥廷技師	王吉昌、 林柏亨	(100)台內測 字第000089號	100年8月1 日	104年8月1 日	1.100年8月1日第一次登記	含地籍 測量	02-29206786	新北市永和區福和路 182號5樓
78	環球測繪有限公司	黃宗宸	周宏達技師	黃宗宸、 張子嫻	(100)台內測 字第000090號	100年8月 30日	104年8月 30日	1.100年8月30日第一次登記 2.101年3月16日變更測量技師、 測量員	無地籍 測量	02-29522814	新北市板橋區民生路1 段91號3樓
79	力弘科技股份有限公司	賈志強	賈志強技師	姚良居、 廖宣惠	(101)台內測 字第000091號 (換發)	103年1月9 日	105年3月6 日	1.101年3月6日第一次登記 2.103年1月9日變更印鑑、負責人 、資本額內容、測量員	含地籍 測量	04-23805563	臺中市南屯區豐樂里黎 明路一段830號
80	久峯工程顧問有限公司	林景瑤	孫志堅技師	林景瑤、 吳文明	(101)台內測 字第000092號	101年6月4 日	105年6月4 日	1.101年6月4日第一次登記	無地籍 測量	07-7158803	高雄市苓雅區武廟路72 號2樓
81	駿業空間測繪有限公司	盧金胡	盧金胡技師	黃信福、 黃郁勛	(101)台內測 字第000093號	101年6月5 日	105年6月5 日	1.101年6月5日第一次登記 2.103年1月6日變更測量員	含地籍 測量	07-2258753	高雄市苓雅區建國一路 255之1號5樓

82	崧騰測量工程 有限公司	林志清	賴子銘技師	詹振浩、 李朝漢	(101) 台內測 字第 000094 號	101 年 7 月 25 日	105 年 7 月 25 日	1.101 年 7 月 25 日第一次登記	無地籍 測量	04-26818676	臺中市大甲區通天路 149 巷 1 號
83	天與地科技股 份有限公司	陳毅	郭源技師	廖世嘉、 廖威鳴	(101) 台內測 字第 000095 號	101 年 8 月 30 日	105 年 8 月 30 日	1.101 年 8 月 30 日第一次登記	無地籍 測量	02-22420321	新北市中和區泰和街 31 之 1 號
84	乙弘國際股份 有限公司	宋耀光	廖向芄技師	戚淳婷、 陳蘭君	(101) 台內測 字第 000096 號	101 年 9 月 26 日	105 年 9 月 26 日	1.101 年 9 月 26 日第一次登記	含地籍 測量	07-7335158	高雄市左營區明華一路 229 號 6 樓
85	佑益測量有限 公司	鍾琮凱	周順卿技師	阮文俊、 羅國倫	(101) 台內測 字第 000097 號	101 年 11 月 7 日	105 年 11 月 7 日	1.101 年 11 月 7 日第一次登記	無地籍 測量	04-22954516	臺中市石岡區石岡街 105 號 2 樓
86	宏如測量工程 顧問有限公司	王天南	王天南技師	邱有典、 劉育辰	(102) 台內測 字第 000098 號	102 年 1 月 21 日	106 年 1 月 21 日	1.102 年 1 月 21 日第一次登記	含地籍 測量	05-5361755	雲林縣斗六市北平路 51 之 2 號 1 樓
87	銓日儀企業有 限公司	章乃文	王義強技師	趙尊憲、 任崇銘	(102) 台內測 字第 000099 號	102 年 2 月 7 日	106 年 2 月 7 日	1.102 年 2 月 7 日第一次登記	無地籍 測量	07-5717056	高雄市苓雅區英明路 313 號
88	華緯工程技術 顧問有限公司	闕啟華	闕啟華技師	吳政盈、 陳昱達	(102) 台內測 字第 000100 號	102 年 2 月 8 日	106 年 2 月 8 日	1.102 年 2 月 8 日第一次登記 2.103 年 1 月 9 日變更測量員	含地籍 測量	03-6992000	新竹縣湖口鄉成功路 326 號 1 樓
89	嘉佺工程有限 公司	廖昌輝	湯士胤技師	趙怡婷、 傅淑惠	(102) 台內測 字第 000101 號	102 年 7 月 5 日	106 年 7 月 5 日	1.102 年 7 月 5 日第一次登記 2.103 年 5 月 28 日變更測量員	無地籍 測量	06-2681623	臺南市東區崇明十四街 60 巷 12 號 6 樓
90	康鷹空間資訊 有限公司	林志奕	劉銘哲技師	林志奕、 黃名逢	(102) 台內測 字第 000102 號	102 年 7 月 12 日	106 年 7 月 12 日	1.102 年 7 月 12 日第一次登記	無地籍 測量	02-22342652	臺北市文山區木新路 3 段 399 號 1 樓
91	台灣檢測股份 有限公司	周妙珍	張新鏘技師	林彥武、 胡毓烘	(102) 台內測 字第 000103 號	102 年 10 月 28 日	106 年 10 月 28 日	1.102 年 10 月 28 日第一次登記	無地籍 測量	04-23819948	臺中市南屯區五權西路 2 段 501 號 6 樓
92	光波測繪工程 有限公司	莊廣年	涂振邦技師	莊廣年、 吳奇華	(102) 台內測 字第 000104 號	102 年 11 月 11 日	106 年 11 月 11 日	1.102 年 11 月 11 日第一次登記	含地籍 測量	049-2351458	南投縣草屯鎮正興街 22 號 1 樓

93	全球測繪科技股份有限公司	陳民本	王元才技師	徐明誼、 張祐銓	(102) 台內測 字第 000105 號	102 年 12 月 2 日	106 年 12 月 2 日	1.102 年 12 月 2 日第一次登記	無地籍 測量	02-28375722	臺北市北投區明德路 333 巷 31 號
94	綠環工程技術顧問有限公司	洪偉嘉	洪偉嘉技師	李時賢、 楊茂林	(102) 台內測 字第 000106 號	102 年 12 月 24 日	106 年 12 月 23 日	1.102 年 12 月 24 日第一次登記	無地籍 測量	02-22521628	新竹市東區關東路 151 號 11 樓之 3
95	和富測繪有限公司	陳錦貴	沈柏琦技師	蔡文章、 陳佩儒	(103) 台內測 字第 000107 號	103 年 1 月 8 日	107 年 1 月 7 日	1.103 年 1 月 8 日第一次登記 2.103 年 2 月 20 日變更測量員	含地籍 測量	03-3163055	桃園縣桃園市民生路 677 巷 8 號 7 樓
96	吉歐工程顧問有限公司	陳豐萍	楊煒東技師	彭德義、 李佳容	(103) 台內測 字第 000108 號	103 年 3 月 5 日	107 年 3 月 4 日	1.103 年 3 月 5 日第一次登記	無地籍 測量	02-25362228	臺北市中山區林森北路 100 號 12 樓之 4
97	子觀工程有限公司	陳鴻聖	王克強技師	吳鎮名、 彭馥慶	(103) 台內測 字第 000109 號	103 年 6 月 9 日	107 年 6 月 8 日	1.103 年 6 月 9 日第一次登記	無地籍 測量	04-23011000	臺中市西區臺灣大道 2 段 103 號 12 樓
98	聯合大地工程顧問股份有限公司	王美娜	焦人希技師			102 年 8 月 5 日			無地籍 測量	02-27466777	臺北市松山區南京東路 5 段 356 號 5 樓
99	詮華國土測繪有限公司	黃仰澤	彭德熙技師			97 年 5 月 8 日			含地籍 測量	02-26439699	臺北縣汐止市新台五路 1 段 159 號 5 樓之 1
100	大眾測繪有限公司	劉慶輝	劉慶輝技師			93 年 5 月 1 日			含地籍 測量	02-23684395	臺北市汀州路 2 段 123 號 3 樓
101	萬鼎工程服務股份有限公司	高銘堂	卓卿郎技師			102 年 7 月 15 日			含地籍 測量	02-27838250	臺北市士林區中山北路 6 段 89 號 10 樓
102	林同棧工程顧問股份有限公司	戴忠	歐陽樸然技師			100 年 9 月 22 日			含地籍 測量	02-27840988	臺北市大安區仁愛路 3 段 136 號 12 樓
103	中興工程顧問股份有限公司	曹壽民	劉鳴錚技師			98 年 6 月 17 日			含地籍 測量	02-27698388	臺北市南京東路 5 段 171 號 14 樓
104	忠承技術顧問有限公司	張瑞隆	張瑞隆技師			99 年 12 月 15 日			含地籍 測量	02-27088550	臺北市大安區信義路 4 段 306 號 10 樓

105	至誠資產開發有限公司	楊大偉	楊大偉技師			99年7月6日			含地籍測量	06-3561460	臺南市安南區育安二街135巷10號1樓
106	全美工程顧問股份有限公司	鍾高明	李清吉技師			97年6月1日			含地籍測量	04-23050133	臺中市西區模範街24巷22號4樓
107	杜風工程顧問有限公司	曾一平	林文得技師			100年6月13日			含地籍測量	02-88098001	新北市淡水區中正東路2段27之7號17樓
108	李聖堂測量技師事務所	李聖堂	李聖堂技師		技師事務所無營業登記						花蓮縣花蓮市中美十二街23號1樓
109	達利開發建設有限公司	胡金盆			(97)台內測字第000007號(註銷)	97年6月12日		1.97年6月12日第一次登記 2.99年7月20日變更測量員 3.101年2月22日測繪業務自行停業 4.102年1月18日歇業-廢止登記		07-7480221	高雄市鳳山區鳳崗路64號
110	北新工程顧問股份有限公司	柯朝仁			(97)台內測字第000011號(註銷)	97年10月14日		1.97年8月27日第一次登記 2.97年10月14日核准歇業-廢止登記		02-29158597	臺北縣新店市中正路37之1號1樓
111	精準開發有限公司	陳順景			(101)台內測字第000021號(換發)(註記:停業)	101年12月26日	105年12月23日	1.97年12月23日第一次登記 2.98年7月20日變更負責人 3.99年7月30日變更負責人 4.100年12月6日變更營業地址 5.101年12月26日屆期換證、變更負責人、測量員 6.102年10月4日自行停業		04-23762755	臺中市西區忠明南路270號13樓之3
112	群鷹翔國土資源航空股份有限公司	許曉琴			(102)台內測字第000033號(註銷)	102年3月1日	106年3月26日	1.98年3月26日第一次登記 2.98年11月2日變更負責人 3.101年3月7日變更營業地址 4.102年3月1日屆期換證 5.102年10月8日歇業-廢止登記		04-26155011	臺中市沙鹿區中清路42號

113	銓承工程有限公司	范揚貴			(98)台內測字第 000042 號 (註記：停業)	98年5月26日	102年5月26日	1.98年5月26日第一次登記 2.99年4月20日核准自行停業		03-5579728	新竹縣竹北市仁義路131巷9號1樓
114	千睿科技有限公司	莊美觀			(98)台內測字第 000043 號 (註銷)	98年6月3日		1.98年6月3日第一次登記 2.99年7月29日核准自行停業 3.100年6月22日歇業-廢止登記		07-7190131	高雄縣鳳山市鳳崗路58號1樓
115	華揚測量工程有限公司	張英略			(98)台內測字第 000053 號 (註記：停業)	98年9月5日	102年9月5日	1.98年9月5日第一次登記 2.99年10月21日核准自行停業	無地籍測量	04-23815825	臺中市西區三民西路209號1樓
116	群測測量工程有限公司	游志文			(99)台內測字第 000068 號	99年5月6日	103年5月6日	1.99年5月6日第一次登記 2.103年5月7日逾期未申請換證，視同測繪業務自行停業	無地籍測量	02-22517091	新北市板橋區篤行路3段玉平巷76弄17號3樓
117	百達威電科技股份有限公司	李偉智			(99)台內測字第 000079 號 (註記：停業)	99年10月5日	103年10月5日	1.99年10月5日第一次登記 2.101年8月17日測繪業務自行停業	無地籍測量	06-5800000	臺南市新化區民權街58號
118	泰昇測繪工程有限公司	胡志成	陳文欣技師	李俊男、胡志成	(102)台內測字第 000061 號 (換發)	102年12月27日	107年1月20日	1.99年1月21日第一次登記 2.102年12月27日屆期換證、變更營業地址	含地籍測量	02-28485874	新北市蘆洲區集賢路222之3號12樓
119	東海工程顧問有限公司	梁東海	梁東海技師						含地籍測量	04-22130333	臺中市東區東南街73號1樓
登記序號	測繪業名稱	負責人	測量技師	測量員	登記證字號	最近登記證核發日期	登記證有效期限	登記事項摘要	營業範圍	聯絡電話	營業地址

備註：

· 本表係摘要呈現各測繪業之現況，黑色列表測繪業登記證有效，持續經營中；紅色列表測繪業停業或歇業。

· 「測量技師」欄，如僅註記「○○○技師」，其簽證範圍請參見「營業範圍」欄是否包含地籍測量；如有多位技師，則註記為「○○○技師(地籍測量)、□□□(無)、◎◎◎(無)」，代表該公司有3位測量技師可進行測繪業務簽證，其中「○○○技師」簽證範圍包括地籍測量，另2位(□□□、◎◎◎)技師簽證範圍不包括地籍測量。

· 「登記證字號」欄所載登記證編號採一測繪業一編號，按核發登記證先後順序編號，其第一次登記所核發字號以「(核發年)台內測字第○○○○○號」表示。如「(97)台內測字第000001號」係指於97年核發，編號000001號測繪業登記證。其經申辦涉及公司名稱、負責人姓名、身分證字號、公司所在地、營業範圍等事項之變更登記，所核發登記證字號

以原字號加註「(換發)」表示為原則，如「(97)台內測字第000001號(換發)」。經申辦「登記證已屆有效期限換發」變更登記，所核發之登記證字號以「(新核發年)原字號(換發)」表示為原則，如「(101)台內測字第000001號(換發)」。

· 「登記事項摘要」欄所載日期，如涉及核發登記證，係登載登記證所載日期；如無核發登記證，則登載本部公函發文日。

附錄三

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量與空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答，謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司

成大研究發展基金會

國立成功大學測量與空間資訊學系

計畫主持人：江凱偉 教授

協同主持人：曾義星 教授

楊 名 教授

饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG CHENG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

訪談日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商/單位基本資料	1. 廠商/單位名稱	盈豐衛星資訊股份有限公司			
	2. 地址	台南市東區東門路三段253號12F			
	3. 網址	www.geosat.com.tw			
	4. 受訪人	姓名 羅正方	電話 0936376287	E-mail cao@geosat.com.tw	
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 很熟悉	<input type="checkbox"/> (2) 熟悉	<input type="checkbox"/> (3) 了解一點	<input type="checkbox"/> (4) 不了解
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是	<input type="checkbox"/> (2) 否	<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是	<input type="checkbox"/> (2) 否	<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能	<input type="checkbox"/> (2) 不能	<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 成本更低	<input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高	<input checked="" type="checkbox"/> (3) 品質更佳	
	<input checked="" type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍	<input checked="" type="checkbox"/> (5) 打入國際市場	<input type="checkbox"/> (6) 精度提升		(請注 明)
資源面向	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS	<input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU		
	<input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算	<input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定			
	<input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理	<input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式			(請注 明)
	<input type="checkbox"/> (7) 其他				
資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有	<input type="checkbox"/> (2) 無		
	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 空載	<input checked="" type="checkbox"/> (2) UAV	<input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載	
	<input type="checkbox"/> (4) 人載	<input type="checkbox"/> (5) 船載			
	3. 移動製圖系統取得方式	<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input checked="" type="checkbox"/> 自行組裝發展	
資源面向	<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input checked="" type="checkbox"/> 自行組裝發展		
	<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input checked="" type="checkbox"/> 自行組裝發展		
	<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展		
	<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展		
4. 移動製圖系統國外採購取得來源	國外廠商名稱：				



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

	UAV(2) 國外廠商名稱： 車載(3) 國外廠商名稱： 人載(4) 國外廠商名稱： 船載(5) 國外廠商名稱：
	5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) 衛載(1) _____ % 空載(2) 5 % UAV(3) 65 % 車載(4) 30 % 人載(5) _____ % 船載(6) _____ % 其他(7) _____ %
產品面向	1. 目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input checked="" type="checkbox"/> (7) 其他 查位. 土地開發. 水利工程. (請注 明) 2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時，客戶軟硬體需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2) 尋找軟硬體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監理指導 <input type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注 明) 3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注 明)
環境面向	1. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 (1) 公部門 30 % (2) 私部門 60 % (3) 其他 _____ % 1. 您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6) 其他 (請注 明) 2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制
發展面向	

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

- (3) 關鍵性技術移轉
 (4) 教育訓練課程
 (5) 其他

(請注明)

3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。
對於各種比例尺之製圖規範上，不含時宜及阻礙
MMS 技術引用的規定，應立即修正，1 套規过时是最大
的問題！
4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。
權利與義務的對等規範是重要。坦白說，對於
有心參與產學合作，發展國內科技生根的廠商而言，
5. 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。對於這類的經驗是
pos 的系統整合能力，
6. 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。
7. 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。
政府在光華試辦上的內需市場引導不足。限制太多。
法規过时。立法跟國際發展的環境比較。
8. 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。
這是台灣在基礎圖資更新上唯一的后路。
9. 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。
繼續投入技術發展及系統升級。
以 MMS 作為企業發展上的核心力量之一。



國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

10. 瞭解企業實施多平台移動製圖系統應用計劃的成效。

只有一句話，我們的努力，至少讓國際上看到台灣還有不少人在MMS領域上奮戰。

11. 企業對多平台移動製圖系統經營之困難情形及未來經營策略。

如果國家只重視洋槍大炮，反正就由國外花大錢買現成的系統，其實就不用在^{心理上}再談什麼科技生根的

13. 無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難

虛飾的客話，清楚從政府規章上的不平等限制作起。

14. 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。

同 11.

最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

請內政部對於長遠的發展上，區別出預算及提列計畫。
台灣的MMS技術需要國家常態計畫的支持。

技術上的驗證及建立實績，請不要只放在研究的項目，只有研究完，對於MMS技術的純熟化是沒有幫助的。

感謝您的支持和寶貴意見！



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成大
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量與空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答，謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司

成大研究發展基金會

國立成功大學測量與空間資訊學系

計畫主持人：江凱偉 教授

協同主持人：曾義星 教授

楊 名 教授

饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

訪談日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商/單位基本資料	1. 廠商/單位名稱			日陞空間資訊股份有限公司			
	2. 地址			台南市永康區中華路455號4樓之4			
	3. 網址			www. sheng srgeo.com.tw			
	4. 受訪人			姓名	游勳喬	電話	0970102006
			簽名		E-mail	hsunchi@dyu@gmail.com	
			職稱	總經理			
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為						
	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉		<input checked="" type="checkbox"/> (2) 熟悉		<input type="checkbox"/> (3) 了解一點		
	<input type="checkbox"/> (4) 不了解						
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢						
	<input type="checkbox"/> (1) 是		<input checked="" type="checkbox"/> (2) 否				<input type="checkbox"/> (3) 不知道
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力						
<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是		<input type="checkbox"/> (2) 否				<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值							
<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能		<input type="checkbox"/> (2) 不能				<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項)							
<input checked="" type="checkbox"/> (1) 成本更低		<input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高		<input type="checkbox"/> (3) 品質更佳			
<input type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍		<input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場		<input type="checkbox"/> (6) 精度提升			
<input type="checkbox"/> (7) 其他						(請注	
6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項)							
<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS		<input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU					
<input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算		<input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定					
<input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理		<input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式				(請注	
<input type="checkbox"/> (7) 其他							
資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務						
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有		<input type="checkbox"/> (2) 無				
	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)						
	<input type="checkbox"/> (1) 空載		<input type="checkbox"/> (2) UAV		<input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載		
<input type="checkbox"/> (4) 人載		<input type="checkbox"/> (5) 船載					
3. 移動製圖系統取得方式							
空載(1)		<input type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 國內採購			
UAV(2)		<input type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 國內採購			
車載(3)		<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 國內採購			
人載(4)		<input type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 國內採購			
船載(5)		<input type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 國內採購			
4. 移動製圖系統國外採購取得來源							
空載(1)		國外廠商名稱：				立得空間信習股份有限公司	

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

	UAV(2) 國外廠商名稱： 車載(3) 國外廠商名稱： 人載(4) 國外廠商名稱： 船載(5) 國外廠商名稱： 5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) 衛載(1) _____ % 空載(2) _____ % UAV(3) _____ % 車載(4) _____ % 人載(5) _____ % 船載(6) _____ % 其他(7) _____ %
	1. 目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請注 明)
產品 面 向	2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時，客戶軟硬體需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2) 尋找軟硬體服務商外包獨立建設 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監理指導 <input type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注 明)
環 境 面 向	3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注 明)
發 展 面 向	1. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 (1) 公部門 50 % (2) 私部門 50 % (3) 其他 _____ % 1. 您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6) 其他 (請注 明) 2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制



國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

- (3) 關鍵性技術移轉
 (4) 教育訓練課程
 (5) 其他

(請注明)

3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。

4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。

5. 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。

6. 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。

7. 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。

8. 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。

9. 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

10. 瞭解企業實施多平台移動製圖系統應用計劃的成效。
11. 企業對多平台移動製圖系統經營之困難情形及未來經營策略。
12. 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。
13. 無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。
14. 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。

最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量與空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答，謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司

成大研究發展基金會

國立成功大學測量與空間資訊學系

計畫主持人：江凱偉 教授

協同主持人：曾義星 教授

楊 名 教授

饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

訪談日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商/單位基本資料	1. 廠商/單位名稱				自強工程顧問有限公司			
	2. 地址				新北市中和區新長街112號5樓			
	3. 網址				www.stromy.co.com.tw			
	4. 受訪人		姓名	簽名	職稱	E-mail	電話	
				測量技師		0952386598		
					ms.lee@stromy.com.tw			
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為							
	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉		<input checked="" type="checkbox"/> (2) 熟悉		<input type="checkbox"/> (3) 了解一點		<input type="checkbox"/> (4) 不了解	
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢							
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是		<input type="checkbox"/> (2) 否		<input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力							
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是		<input type="checkbox"/> (2) 否		<input type="checkbox"/> (3) 不知道			
4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值								
<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能		<input type="checkbox"/> (2) 不能		<input type="checkbox"/> (3) 不知道				
5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的 主要好處(可勾選多項)								
<input type="checkbox"/> (1) 成本更低		<input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高		<input checked="" type="checkbox"/> (3) 品質更佳				
<input type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍		<input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場		<input type="checkbox"/> (6) 精度提升				
<input type="checkbox"/> (7) 其他						(請注 明)		
6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項)								
<input type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS		<input type="checkbox"/> (2) IMU		<input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定				
<input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算		<input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式						
<input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理								
<input type="checkbox"/> (7) 其他						(請注 明)		
資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務							
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有		<input type="checkbox"/> (2) 無					
	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)							
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 空載		<input checked="" type="checkbox"/> (2) UAV		<input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載			
<input type="checkbox"/> (4) 人載		<input checked="" type="checkbox"/> (5) 船載						
3. 移動製圖系統取得方式								
<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 國內採購		<input type="checkbox"/> 自行組裝發展				
<input type="checkbox"/> UAV(2)		<input type="checkbox"/> 國外採購		<input checked="" type="checkbox"/> 國內採購		<input type="checkbox"/> 自行組裝發展		
<input type="checkbox"/> 車載(3)		<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 國內採購		<input type="checkbox"/> 自行組裝發展		
<input type="checkbox"/> 人載(4)		<input type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 國內採購		<input type="checkbox"/> 自行組裝發展		
<input type="checkbox"/> 船載(5)		<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 國內採購		<input type="checkbox"/> 自行組裝發展		
4. 移動製圖系統國外採購取得來源								
<input type="checkbox"/> 空載(1)		國外廠商名稱：		RTI, Vexcel, IGI ...				

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

	UAV(2) 車載(3) 人載(4) 船載(5)	國外廠商名稱： <u>PJT Platform</u> 國外廠商名稱： <u>IMKME, TMar</u> 國外廠商名稱： <u>IXSea, Consberta</u>
	5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務形式比例(請依主要形式填寫百分比) 衛載(1) _____ % 空載(2) <u>35</u> % UAV(3) <u>5</u> % 車載(4) <u>25</u> % 人載(5) _____ % 船載(6) <u>30</u> % 其他(7) _____ %	
	1. 目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input checked="" type="checkbox"/> (7) 其他 <u>海岸、水庫監測</u>	<input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防救災 (請注)
產品面向	2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時，客戶軟硬體需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2) 尋找軟硬體服務商外包獨立建設 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監理指導 <input type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注)	
環境面向	3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注)	<input type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新 (請注)
發展面向	1. 您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5) 技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6) 其他 (請注)	1. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 (1) 公部門 <u>80</u> % (2) 私部門 <u>20</u> % (3) 其他 _____ % 2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制



國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

- (3) 關鍵性技術移轉
 (4) 教育訓練課程
 (5) 其他

(請注明)

3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。

支持, SOP可推動專家需求評估上
諸多立足點.

4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。

支持, 期待能成為良好溝通平台.

5. 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。

應用面 / 技術整合推廣.

6. 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。

製圖單位 / 工程顧問公司 / 地理資訊
or 空間資訊

7. 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。

技術整合門檻.

8. 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。

樂見其成並持續推廣.

9. 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。

評估專家需求 → 擬定執行計畫,
(選擇適合效率、精確度之製圖)



國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

10. 瞭解企業實施多平台移動製圖系統應用計劃的成效。

持續推廣應用,

11. 企業對多平台移動製圖系統經營之困難情形及未來經營策略。

軟體/硬體持續升級之成本過高。
導入自主整合研發部份。

12. 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。

低成本2D/3D組裝及應用,
PDS系統整合

13. 無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。

技術整合門檻 (及人力需求)

14. 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。

空間資訊人材培育。

最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量與空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答，謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司

成大研究發展基金會

國立成功大學測量與空間資訊學系

計畫主持人：江凱偉 教授

協同主持人：曾義星 教授

楊 名 教授

饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

訪談日期：民國 年 月 日

廠商/單位基本資料	1. 廠商/單位名稱	迅聯光電有限公司			
	2. 地址	台北市內湖區陽光街1321巷56號4F17			
	3. 網址	www.linkfast.com.tw			
	4. 受訪人	姓名 楊丞勳	電話 0913503037	簽名 楊丞勳	
	職稱	總經理	E-mail	dean_yang@linkfast.com.tw	
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉	<input checked="" type="checkbox"/> (2) 熟悉	<input type="checkbox"/> (3) 了解一點	<input type="checkbox"/> (4) 不了解
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是	<input type="checkbox"/> (2) 否	<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是	<input type="checkbox"/> (2) 否	<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能	<input type="checkbox"/> (2) 不能	<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的 主要好處(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 成本更低	<input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高	<input type="checkbox"/> (3) 品質更佳	
	<input checked="" type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍	<input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場	<input type="checkbox"/> (6) 精度提升		(請注 明)
資源面向	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS	<input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU		
	<input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算	<input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定			
	<input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理	<input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式			(請注 明)
	<input type="checkbox"/> (7) 其他				
	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有	<input type="checkbox"/> (2) 無		
	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 空載	<input type="checkbox"/> (2) UAV	<input type="checkbox"/> (3) 車載	
<input type="checkbox"/> (4) 人載	<input type="checkbox"/> (5) 船載				
3. 移動製圖系統取得方式	<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展		
<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展			
<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展			
<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展			
4. 移動製圖系統國外採購取得來源	國外廠商名稱：	Briegl			
<input type="checkbox"/> 空載(1)					

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

	UAV(2) 國外廠商名稱： <u>Microwdrones</u> 車載(3) 國外廠商名稱： <u>Riesl</u> 人載(4) 國外廠商名稱： 船載(5) 國外廠商名稱： 5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) 衛載(1) % 空載(2) % UAV(3) % 車載(4) % 人載(5) % 船載(6) % 其他(7) %
	1. 目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請注 明)
產品面向	2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時，客戶軟硬體需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 尋找軟硬體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監理指導 <input type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注 明) 3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注 明)
環境面向	1. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 (1) 公部門 % (2) 私部門 % (3) 其他 % 1. 您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input type="checkbox"/> (2) 標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。 <input type="checkbox"/> (3) 資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6) 其他 (請注 明) 2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制
發展面向	

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

- (3) 關鍵性技術移轉
 (4) 教育訓練課程
 (5) 其他

(請注明)

3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。

希望能夠隨科技進步存有修改空間

4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。

否

5. 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。

硬體整合便利, 後處理自動化

6. 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。

否

7. 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。

政府公共工程減少

8. 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。

否

9. 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。

否



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

10. 瞭解企業實施多平台移動製圖系統應用計劃的成效。

11. 企業對多平台移動製圖系統經營之困難情形及未來經營策略。
業主實際上對系統缺乏分辨能力

12. 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。

有商機可考慮自行系統整合

13. 無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。

缺乏机电整合能力

14. 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。

在各種應用上能成為常態

最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量與空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答，謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司

成大研究發展基金會

國立成功大學測量與空間資訊學系

計畫主持人：江凱偉 教授

協同主持人：曾義星 教授

楊 名 教授

饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

訪談日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商/單位基本資料	1. 廠商/單位名稱		繪華國土測繪有限公司		
	2. 地址		新北市汐止區新台一路159號 5F-1		
	3. 網址		www.chuanhua.com.tw		
	4. 受訪人		姓名	林怡熙	電話
		簽名			#159
		職稱	航測作業經理	E-mail	ycsger@chuanhua.com.tw
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為				
	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉		<input type="checkbox"/> (2) 熟悉		<input type="checkbox"/> (3) 了解一點
	<input type="checkbox"/> (4) 不了解		<input type="checkbox"/> (1) 是		
	<input type="checkbox"/> (2) 是		<input type="checkbox"/> (2) 否		
	<input type="checkbox"/> (3) 是		<input type="checkbox"/> (1) 是		
	<input type="checkbox"/> (4) 是		<input type="checkbox"/> (2) 否		
資源面向	4. 移動製圖系統國外採購取得來源				
	<input type="checkbox"/> (1) 空載		<input type="checkbox"/> (2) 國外採購		
	<input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載		<input type="checkbox"/> (4) 國內採購		
	<input type="checkbox"/> (4) 人載		<input type="checkbox"/> (5) 國內採購		
	<input type="checkbox"/> (5) 船載		<input type="checkbox"/> (6) 國內採購		
	<input type="checkbox"/> (6) 其他		<input type="checkbox"/> (7) 其他		
4. 移動製圖系統國外採購取得來源					
<input type="checkbox"/> (1) 空載		<input type="checkbox"/> (2) 國外採購			
<input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載		<input type="checkbox"/> (4) 國內採購			
<input type="checkbox"/> (4) 人載		<input type="checkbox"/> (5) 國內採購			
<input type="checkbox"/> (5) 船載		<input type="checkbox"/> (6) 國內採購			
<input type="checkbox"/> (6) 其他		<input type="checkbox"/> (7) 其他			

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

	UAV(2) 國外廠商名稱： 車載(3) 國外廠商名稱： <u>RIEGL</u> 人載(4) 國外廠商名稱： <u>Leica</u> 船載(5) 國外廠商名稱： <u>R2</u>
	5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) 衛載(1) _____ % 空載(2) <u>60</u> % UAV(3) _____ % 車載(4) <u>10</u> % 人載(5) <u>15</u> % 船載(6) <u>15</u> % 其他(7) _____ %
	1. 目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請注 明)
產品面向	2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時，客戶軟硬體需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2) 尋找軟硬體服務商外包獨立建設 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監理指導 <input type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注 明)
環境面向	3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注 明)
發展面向	1. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 (1) 公部門 <u>80</u> % (2) 私部門 _____ % (3) 其他 _____ % 1. 您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input type="checkbox"/> (2) 標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。 <input type="checkbox"/> (3) 資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input type="checkbox"/> (4) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6) 其他 (請注 明)
	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

- (3) 關鍵性技術移轉
 (4) 教育訓練課程
 (5) 其他

(請注明)

3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。
4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。
5. 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。
6. 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。
7. 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。
8. 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。
9. 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

10. 瞭解企業實施多平台移動製圖系統應用計劃的成效。
11. 企業對多平台移動製圖系統經營之困難情形及未來經營策略。
12. 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。
13. 無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。
14. 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。

最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

可整合國內業者相關技術發展海外市場

感謝您的支持和寶貴意見！



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量與空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答，謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司

成大研究發展基金會

國立成功大學測量與空間資訊學系

計畫主持人：江凱偉 教授

協同主持人：曾義星 教授

楊 名 教授

饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

訪談日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商/單位基本資料	1. 廠商/單位名稱		中興測景有限公司		
	2. 地址		中興區思仁街159號		
	3. 網址		www.chsurvey.com.tw		
	4. 受訪人		姓名	林志英	電話
		簽名		E-mail	Jan1@chsurvey.com.tw
		職稱	工程師		
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為				
	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉		<input checked="" type="checkbox"/> (2) 熟悉		<input type="checkbox"/> (3) 了解一點
	<input type="checkbox"/> (4) 不了解				
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是		<input type="checkbox"/> (2) 否		
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力				
<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是		<input type="checkbox"/> (2) 否		<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值					
<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能		<input type="checkbox"/> (2) 不能		<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的 主要好處(可勾選多項)					
<input type="checkbox"/> (1) 成本更低		<input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高		<input checked="" type="checkbox"/> (3) 品質更佳	
<input checked="" type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍		<input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場		<input type="checkbox"/> (6) 精度提升	
<input type="checkbox"/> (7) 其他					
		(請注			
		明)			
6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項)					
<input type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS		<input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU			
<input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算		<input type="checkbox"/> (4) 系統率定			
<input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理		<input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式			
<input type="checkbox"/> (7) 其他					
		(請注			
		明)			
資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有		<input type="checkbox"/> (2) 無		
	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 空載		<input type="checkbox"/> (2) UAV		<input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載
<input checked="" type="checkbox"/> (4) 人載		<input type="checkbox"/> (5) 船載			
3. 移動製圖系統取得方式					
<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 國內採購		<input type="checkbox"/> 自行組裝發展	
<input type="checkbox"/> UAV(2)		<input type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 自行組裝發展	
<input type="checkbox"/> 車載(3)		<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 自行組裝發展	
<input type="checkbox"/> 人載(4)		<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 自行組裝發展	
<input type="checkbox"/> 船載(5)		<input type="checkbox"/> 國外採購		<input type="checkbox"/> 自行組裝發展	
4. 移動製圖系統國外採購取得來源					
<input type="checkbox"/> 空載(1)		<input type="checkbox"/> 國外廠商名稱：			<i>Optech</i>

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

	UAV(2) 國外廠商名稱： 車載(3) 國外廠商名稱： 人載(4) 國外廠商名稱： 船載(5) 國外廠商名稱： 5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) 衛載(1) _____ % 空載(2) <u>30</u> % UAV(3) _____ % 車載(4) <u>15</u> % 人載(5) <u>15</u> % 船載(6) _____ % 其他(7) <u>40</u> %
	國外廠商名稱： <u>optech</u> 國外廠商名稱： <u>optech, Biggle, ZTF</u> 國外廠商名稱： 5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請注 明)
產品 面向	2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時，客戶軟硬體需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 尋找軟硬體服務商外包獨立建設 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監理指導 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注 明)
環境 面向	3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注 明) 1. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 (1) 公部門 <u>70</u> % (2) 私部門 <u>30</u> % (3) 其他 _____ %
發展 面向	1. 您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input type="checkbox"/> (2) 標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。 <input type="checkbox"/> (3) 資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5) 技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6) 其他 (請注 明) 2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

(3) 關鍵性技術移轉

(4) 教育訓練課程

(5) 其他

(請註明)

3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。

應確定要求不同系統之過程之 SOP 及 QC 計畫，以確保作業結果之精確。

4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。

OK/A

5. 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。

人才及技術能力。

6. 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。

所有測繪業

7. 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。

市場飽和且競爭激烈

8. 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。

應多加利用且多推廣

9. 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。

NA



國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

10. 瞭解企業實施多平台移動製圖系統應用計劃的成效。

可派外業危險度且加強材料儲存性

11. 企業對多平台移動製圖系統經營之困難情形及未來經營策略。

儀器保固及維護昂貴. 並有自主校正維護能力. 國內軟硬體設備
齊

12. 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。

多 sensor 整合應用研發

13. 無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。

N/A.

14. 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。

多推廣應用轉各之平台

最後· 您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議· 敬請提出：

應整合建置 SOP 以確保不同需求下之品質成果. 並能利用於多應用問題

建議表及協助 D.D. 林

感謝您的支持和寶貴意見！



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量與空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答，謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司

成大研究發展基金會

國立成功大學測量與空間資訊學系

計畫主持人：江凱偉 教授

協同主持人：曾義星 教授

楊 名 教授

饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

訪談日期：民國103年10月24日

廠商/單位基本資料	1. 廠商/單位名稱	陳亞科技			
	2. 地址	台中市中港路二段122-19號 3F-2			
	3. 網址	www.performer.com.tw			
	4. 受訪人	姓名	楊登權	電話	
		簽名		0919186080	
		職稱	測量工程師	E-mail	
				Kevin.Yang@performer.com.tw	
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 很熟悉	<input type="checkbox"/> (2) 熟悉	<input type="checkbox"/> (3) 了解一點	<input type="checkbox"/> (4) 不了解
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是	<input type="checkbox"/> (2) 否	<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力	<input type="checkbox"/> (1) 是	<input type="checkbox"/> (2) 否	<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能	<input type="checkbox"/> (2) 不能	<input type="checkbox"/> (3) 不知道	
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的 主要好處(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 成本更低	<input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高	<input type="checkbox"/> (3) 品質更佳	
	<input checked="" type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍	<input checked="" type="checkbox"/> (5) 打入國際市場	<input type="checkbox"/> (6) 精度提升		(請注 明)
資源面向	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS	<input type="checkbox"/> (2) IMU		
	<input type="checkbox"/> (3) POS 解算	<input type="checkbox"/> (4) 系統率定			
	<input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理	<input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式			(請注 明)
	<input type="checkbox"/> (7) 其他				
1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有	<input type="checkbox"/> (2) 無			
2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 空載	<input checked="" type="checkbox"/> (2) UAV	<input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載		
<input checked="" type="checkbox"/> (4) 人載	<input type="checkbox"/> (5) 船載				
3. 移動製圖系統取得方式	<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展		
<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展			
<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展			
<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展			
<input type="checkbox"/> 國外採購	<input type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展			
4. 移動製圖系統國外採購取得來源	國外廠商名稱：	ULTRACAM, Leica ALS60			
空載(1)					

國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

- (3) 關鍵性技術移轉
 (4) 教育訓練課程
 (5) 其他

(請注明)

3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。

非常好, 可以提供一級標準作為依據。

4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。

高新材料技術設備昂貴, 投資人員使用及培訓
總需相關技術諮詢服務。

5. 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。

更快速 容易反饋及進行相關業務管理。

6. 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。

測繪和地圖業者。

7. 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。

產品怕人買比這公司抗擾管理, 但私人則不行。

8. 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。

在基礎測繪製圖的基石, 不能簡單執行空間資料

9. 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。

1. 系統製圖
2. 系統製圖的平台系統
3. 人員教育訓練
4. 系統製圖的數據



國內多平台移動製圖系統業者實地訪談表

	<p>10. 瞭解企業實施多平台移動製圖系統應用計劃的成效。</p> <p>可以有效的縮短製圖時間 如基本圖塊製, 2D/3D 製圖, 以板製出基本地形圖製,</p> <p>11. 企業對多平台移動製圖系統經營之困難情形及未來經營策略。</p> <p>設備昂貴, 軟體推廣速度太快, 目前業務在沒有特別支援, 新設備更新,</p> <p>12. 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。</p> <p>2D/3D 方面, 自製 2D 並利用自行開發 pixel 2D 軟體</p> <p>製成 3D 模型圖資料,</p> <p>13. 無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。</p> <p>是</p> <p>14. 在推動研發創新方面, 最需要政府協助項目。</p> <p>專利及教學合作經費補助。</p>
<p>最後, 您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議, 敬請提出:</p>	

感謝您的支持和寶貴意見!



財團法人成大研究發展基金會
NCKU Research & Development Foundation



成功大學
NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY



測量及空間資訊學系

附錄四

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whotLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

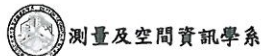
聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系



國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國103年10月24日

廠商基本資料	1.廠商名稱	懷恩測量工程有限公司		
	2.地址	台中市南屯區黎明路二段424號9F-23		
	3.網址	vivippp@yahoo.com.tw		
	4.聯絡人	姓名	葉順和	電話
職稱		測量技師	E-mail	vivippp@yahoo.com.tw
產業面向	1.目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2.測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3.運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	4.運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值 <input type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1.目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務 <input type="checkbox"/> (1) 有 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 無			
	2.目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 無			



國內多平台移動製圖系統業者調查表

環境	1.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 <input type="checkbox"/> (1)公部門 % (2)私部門 % (3)其他 % <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
面向	1.您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)政策支援,如提供相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input type="checkbox"/> (2)標準化支援,即制定相關標準,推廣認證行業示範解決方案等。 <input type="checkbox"/> (3)資金支援,即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input type="checkbox"/> (4)人才培養支援,即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5)技術與網站平臺搭建支援,即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6)其他 (請補充)
發展	2.在推動研發創新方面,期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移植 <input type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
面向	最後,您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議,故請提出:

感謝您的支持和寶貴意見!

國內多平台移動製圖系統業者調查表

3.移動製圖系統取得方式	<input type="checkbox"/> 空載(1) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> UAV(2) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 車載(3) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 人載(4) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 船載(5) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
4.移動製圖系統國外採購取得來源	空載(1) 國外廠商名稱: _____ UAV(2) 國外廠商名稱: _____ 車載(3) 國外廠商名稱: _____ 人載(4) 國外廠商名稱: _____ 船載(5) 國外廠商名稱: _____
5.目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)	衛載(1) % 空載(2) % UAV(3) % 車載(4) % 人載(5) % 船載(6) % 其他(7) %
1.目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時,主要應用領域範圍(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1)土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2)民生目標蒐集 <input type="checkbox"/> (3)公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4)建築物設施調查 <input type="checkbox"/> (5)三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6)防災災 (請補充) <input type="checkbox"/> (7)其他 (請補充)
2.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時,客戶較硬體需求開發建制	中,一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2)尋找較硬體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3)依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監理指導 <input type="checkbox"/> (4)不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
3.您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有那些(可選多項)	<input type="checkbox"/> (1)科技創新 <input type="checkbox"/> (2)服務創新 <input type="checkbox"/> (3)管理創新 <input type="checkbox"/> (4)銷售創新

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估。此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whotLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	潯昇測量		
	2. 地址	台中市大雅區中正路 5-28 號		
	3. 網址	hsse666@yahoo.com.tw		
	4. 聯絡人	姓名	鄭瑞濤	電話
職稱		經理	E-mail	hsse666@yahoo.com.tw
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為			
	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
資源面向	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項)			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 品質更佳			
	<input checked="" type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 精度提升			
	<input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項)			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU			
	<input type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統率定			
	<input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式			
	<input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務		
<input type="checkbox"/> (1) 有 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 無				
2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)				
<input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載				
<input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 無				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

<input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)	
環境	1.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 <input type="checkbox"/> (1)公部門 <input type="checkbox"/> (2)私部門 <input type="checkbox"/> (3)其他 %
發展	1.您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專業環境等。 <input type="checkbox"/> (2)標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。 <input type="checkbox"/> (3)資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input type="checkbox"/> (4)人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5)技術與網站平臺搭建支援，即搭建專業聯盟資訊應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6)其他 (請補充)
方向	2.在推動研發創新方面，期望法人單位或學府提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有那些需求和建議，敬請提出：	
感謝您的支持和寶貴意見！	

國內多平台移動製圖系統業者調查表

3. 移動製圖系統取得方式	<input type="checkbox"/> 空載(1) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> UAV(2) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 車載(3) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 人載(4) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 船載(5) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
4. 移動製圖系統國外採購取得來源	<input type="checkbox"/> 空載(1) 國外廠商名稱： <input type="checkbox"/> UAV(2) 國外廠商名稱： <input type="checkbox"/> 車載(3) 國外廠商名稱： <input type="checkbox"/> 人載(4) 國外廠商名稱： <input type="checkbox"/> 船載(5) 國外廠商名稱：
5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)	空載(1) % 空載(2) % UAV(3) % 車載(4) % 人載(5) % 船載(6) % 其他(7) %
產品	1.目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範圍(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2)民生地權蒐集 <input type="checkbox"/> (3)公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4)建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5)三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6)防救災 <input type="checkbox"/> (7)其他 (請補充)
面向	2.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時，客戶軟體需求開發建制 <input type="checkbox"/> (1)以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2)尋找較硬體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3)依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監理指導 <input type="checkbox"/> (4)不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
方向	3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)科技創新 <input type="checkbox"/> (2)服務創新 <input type="checkbox"/> (3)管理創新 <input type="checkbox"/> (4)銷售創新

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whatLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	經緯衛星資訊股份有限公司		
	2. 地址	台南市東區東門路三段 253 號 12 樓		
	3. 網址	www.geosat.com.tw		
	4. 聯絡人	姓名	謝佳諭	電話
職稱		專案經理	E-mail	pb6971018@gmail.com Jayor@geosat.com.tw
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的 主要好處(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 <input type="checkbox"/> (2) 無			
	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 空載 <input checked="" type="checkbox"/> (2) UAV <input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input type="checkbox"/> (6) 無			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

<input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)	
環境	1.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 (1)公部門 % 90 (2)私部門 10 % (3)其他 %
面向	1.您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專項環境等。 <input checked="" type="checkbox"/> (2)標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3)資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input checked="" type="checkbox"/> (4)人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input checked="" type="checkbox"/> (5)技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6)其他 (請補充)
發展	2.在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術轉移 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
面向	最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：
產品	2.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時，客戶較硬體需求開發定制 中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)以企業自身力量自主建設 <input checked="" type="checkbox"/> (2)尋找軟體硬體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3)依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監督指導 <input type="checkbox"/> (4)不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
應用	3.您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2)服務創新 <input type="checkbox"/> (3)管理創新 <input type="checkbox"/> (4)銷售創新 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

3. 移動製圖系統取得方式	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
空載(1)	<input type="checkbox"/> 國外廠商名稱 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
UAV(2)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
車載(3)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
人載(4)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
船載(5)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
空載(1)	國外廠商名稱
UAV(2)	國外廠商名稱
車載(3)	國外廠商名稱
人載(4)	國外廠商名稱
船載(5)	國外廠商名稱
5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)	衛載(1) % 空載(2) 40 % UAV(3) % 車載(4) % 人載(5) 70 % 船載(6) % 其他(7) %
1. 目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1)土地利用調查 <input checked="" type="checkbox"/> (2)民生垃圾蒐集 <input checked="" type="checkbox"/> (3)公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4)建築物設施調查 <input type="checkbox"/> (5)三維數碼城市 <input checked="" type="checkbox"/> (6)防災 <input type="checkbox"/> (7)其他 (請補充)
2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時，客戶較硬體需求開發定制	中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)以企業自身力量自主建設 <input checked="" type="checkbox"/> (2)尋找軟體硬體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3)依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監督指導 <input type="checkbox"/> (4)不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1)科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2)服務創新 <input type="checkbox"/> (3)管理創新 <input type="checkbox"/> (4)銷售創新 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：
https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whotLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form
 謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
 成大研究發展基金會
 國立成功大學測量及空間資訊學系
 計畫主持人：江凱偉 教授
 協同主持人：曾義星 教授
 楊 名 教授
 饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱 電子信箱：cacalut1690@gmail.com
 連絡電話：06-2373876 轉 857 行動電話：0953320660
 地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	陸林科技			
	2. 地址	台中市崇德路二段130號17號			
	3. 網址				
	4. 聯絡人	姓名	劉政彥	電話	0963233921
		職稱	經理	E-mail	service@taolin.com.tw
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為				
	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解				
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力				
	<input type="checkbox"/> (1) 是 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
資源面向	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的 主要好處(可勾選多項)				
	<input type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 品質更佳				
	<input type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 精度提升				
	<input checked="" type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
資源面向	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項)				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU				
	<input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統率定				
	<input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式				
	<input checked="" type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
	資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務			
<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 <input type="checkbox"/> (2) 無					
資源面向	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)				
	<input type="checkbox"/> (1) 空載 <input checked="" type="checkbox"/> (2) UAV <input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載				
	<input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input type="checkbox"/> (6) 無				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

<input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)	
環境	1.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 <input type="checkbox"/> (1)公部門 <input checked="" type="checkbox"/> (2)私部門 <input type="checkbox"/> (3)其他 %
面向	1.您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)政策支援, 如提供有關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input type="checkbox"/> (2)標準化支援, 即制定相關標準, 推廣測繪行業規範解決方案等。 <input type="checkbox"/> (3)資金支援, 即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input type="checkbox"/> (4)人才培養支援, 即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5)技術與網站平臺搭建支援, 即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6)其他 (請補充)
發展	2.在推動研發創新方面, 期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3)關鍵性技術轉移 <input type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
面向	最後, 您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有那些需求和建議, 敬請提出:

感謝您的支持和寶貴意見!

國內多平台移動製圖系統業者調查表

3. 移動製圖系統取得方式 空載(1) <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 國外採購 UAV(2) <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 國外採購 車載(3) <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 國外採購 人載(4) <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 國外採購 船載(5) <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展	
4. 移動製圖系統國外採購取得來源 空載(1) 國外廠商名稱: _____ UAV(2) 國外廠商名稱: _____ 車載(3) 國外廠商名稱: _____ 人載(4) 國外廠商名稱: _____ 船載(5) 國外廠商名稱: _____	
5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專業業務形式比例(請依主要形式填寫百分比) 衛載(1) _____ % 空載(2) _____ % UAV(3) _____ % 車載(4) _____ % 人載(5) _____ % 船載(6) _____ % 其他(7) _____ %	
產品	1. 目前貴公司運用移動製圖系統執行專業業務時, 主要應用領域範圍(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地理蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防災 (請補充) <input type="checkbox"/> (7) 其他
面向	2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業業務時, 跨戶數硬體層次開發建制 中, 一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2) 尋找較硬體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監理指導 <input type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
回應	3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估。此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whatLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 年 月 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	GARMIN		
	2. 地址	新北市汐止區樟樹二路 68 號		
	3. 網址			
	4. 聯絡人	姓名	黃光哲	電話
職稱		課長	E-mail	Kevin.Cheng@garmin.com
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為			
	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力			
	<input type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
資源面向	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項)			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項)			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 <input type="checkbox"/> (2) 無			
資源面向	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)			
	<input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input type="checkbox"/> (6) 無			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

	(請補充)	1. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 (1) 公部門 % (2) 私部門 100 % (3) 其他 %
環境	(請補充)	1. 您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input type="checkbox"/> (2) 標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。 <input type="checkbox"/> (3) 資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input type="checkbox"/> (4) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5) 技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6) 其他 (請補充)
發展	(請補充)	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 關鍵性技術移轉 <input type="checkbox"/> (4) 教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
面向	(請補充)	最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！

	(請補充)	3. 移動製圖系統取得方式 空載(1) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 UAV(2) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 車載(3) <input checked="" type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 人載(4) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 船載(5) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購
產品	(請補充)	4. 移動製圖系統國外採購取得來源 空載(1) 國外廠商名稱： UAV(2) 國外廠商名稱： 車載(3) 國外廠商名稱： 人載(4) 國外廠商名稱： 船載(5) 國外廠商名稱：
產	(請補充)	5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) 空載(1) % 空載(2) 20 % UAV(3) % 車載(4) % 人載(5) % 船載(6) % 其他(7) %
面	(請補充)	1. 目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範圍(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防災 (請補充)
向	(請補充)	2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時，客戶較硬體需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2) 尋找軟體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監督指導 <input type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
產品	(請補充)	3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新

國內多平台移動製圖系統業者調查表

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whatLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

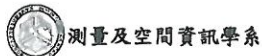
聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系



國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商基本資料	1.廠商名稱	勤崙國際科技股份有限公司		
	2.地址	台北市中正區羅斯福路二段100號3F		
	3.網址			
	4.聯絡人	姓名	黃韋凱	電話
職稱		高級工程師	E-mail	kye@kingwaytek.com
產業面向	1.目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為			
	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2.測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3.運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
資源面向	4.運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5.您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項)			
	<input type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	6.您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項)			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU <input type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1.目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 <input type="checkbox"/> (2) 無			
資源面向	2.目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)			
	<input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input type="checkbox"/> (6) 無			



國內多平台移動製圖系統業者調查表

<input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)	
環境	1.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 <input type="checkbox"/> (1)公部門 % <input type="checkbox"/> (2)私部門 % <input type="checkbox"/> (3)其他 %
面向	1.您希望政府和服務部門在哪些方面提供支持(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)政策支持，如擔任相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input type="checkbox"/> (2)標準化支援，即制定相關標準，推廣規範行業示範解決方案。 <input checked="" type="checkbox"/> (3)資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input type="checkbox"/> (4)人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5)技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6)其他 (請補充)
發展	2.在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3)關鍵性技術轉移 <input type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
面向	最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有那些需求和建議，敬請提出：
感謝您的支持和寶貴意見！	

國內多平台移動製圖系統業者調查表

3.移動製圖系統取得方式 <input type="checkbox"/> 空載(1) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> UAV(2) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 車載(3) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input checked="" type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 人載(4) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 船載(5) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展	
4.移動製圖系統國外採購取得來源 <input type="checkbox"/> 空載(1) 國外廠商名稱：_____ <input type="checkbox"/> UAV(2) 國外廠商名稱：_____ <input type="checkbox"/> 車載(3) 國外廠商名稱：_____ <input type="checkbox"/> 人載(4) 國外廠商名稱：_____ <input type="checkbox"/> 船載(5) 國外廠商名稱：_____	
5.目前貴公司有運用移動製圖系統執行專業業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) 衛載(1) % 空載(2) % UAV(3) % 車載(4) % 人載(5) % 船載(6) % 其他(7) %	
1.目前貴公司運用移動製圖系統執行專業業務時，主要應用領域範圍(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2)民生地塊蒐集 <input checked="" type="checkbox"/> (3)公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4)建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5)三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6)防災 <input type="checkbox"/> (7)其他 (請補充)	
2.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業業務時，客戶較硬體層次開發建制 中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2)尋找較硬體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3)依靠協力廠商服務機構提供諮詢和路理指導 <input checked="" type="checkbox"/> (4)不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)	
3.您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有那些(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)科技創新 <input type="checkbox"/> (2)服務創新 <input type="checkbox"/> (3)管理創新 <input type="checkbox"/> (4)銷售創新	
產品	向

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whotLsM6T6hoHuTeeHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商基本資料	1.廠商名稱	華聯國際科技股份有限公司		
	2.地 址	台北市中正區羅斯福路一段100號2F		
	3.網 址			
	4.聯絡人	姓名	游詩恒	電話
職稱		經理	E-mail	klly.yu@kingwaytek.com
產業面向	1.目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2.測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3.運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力 <input type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 不知道			
	4.運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值 <input type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的 主要好處(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU <input type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1.目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專業業務 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 <input type="checkbox"/> (2) 無			
	2.目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input type="checkbox"/> (6) 無			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whotLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 年 月 日

廠商基本資料	1.廠商名稱	勤崙國際科技(股)		
	2.地址	北市羅斯福路二段100號3F		
	3.網址			
	4.聯絡人	姓名	黃源沁	電話
職稱		助理	E-mail	ginny@kongwaytek.com
產業面向	1.目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2.測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3.運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	4.運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5.您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	6.您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1.目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 <input type="checkbox"/> (2) 無			
	2.目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input type="checkbox"/> (6) 無			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：
https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whotLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
 成大研究發展基金會
 國立成功大學測量及空間資訊學系
 計畫主持人：江凱偉 教授
 協同主持人：曾義星 教授
 楊 名 教授
 饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱 電子信箱：cacalut1690@gmail.com
 連絡電話：06-2373876 轉 857 行動電話：0953320660
 地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	群立科技(股)公司		
	2. 地址	台中市中港路二段 122-19 3 房之 2		
	3. 網址	geoforce.com.tw		
	4. 聯絡人	姓名	黃俊舜	電話
職稱		經理	E-mail	jerry@geoforce.com.tw
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU <input type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 <input type="checkbox"/> (2) 無			
	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input type="checkbox"/> (6) 無			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whotLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 年 月 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	海洋地球物理科技有限公司		
	2. 地址			
	3. 網址	http://www.marinegeophysics.com.tw		
	4. 聯絡人	姓名	王元才	電話
職稱		測量技師	E-mail	
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力 <input type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 不知道			
	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 <input type="checkbox"/> (2) 無			
	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 船載 <input type="checkbox"/> (6) 無			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

<input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)	
環境	1.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 (1)公部門 <u>70</u> % (2)私部門 <u>30</u> % (3)其他 %
面向	1.您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)政策支援，如提供有關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input checked="" type="checkbox"/> (2)標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3)資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input checked="" type="checkbox"/> (4)人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5)技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6)其他 (請補充)
發展	2.在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術轉移 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
面向	最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

3. 移動製圖系統取得方式 <input checked="" type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展	
4. 移動製圖系統國外採購取得來源 空載(1) 國外廠商名稱： UAV(2) 國外廠商名稱： 車載(3) 國外廠商名稱： 人載(4) 國外廠商名稱： 船載(5) 國外廠商名稱：	
5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專業業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) 空載(1) <u>10</u> % 車載(2) <u>90</u> % UAV(3) % 船載(6) % 其他(7) % 人載(4) %	
應用品	1.目前貴公司運用移動製圖系統執行專業業務時，主要應用領域範圍(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)土地利用調查 <input checked="" type="checkbox"/> (2)民生地理蒐集 <input checked="" type="checkbox"/> (3)公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4)建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5)三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6)防災 <input type="checkbox"/> (7)其他 (請補充)
面向	2.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業業務時，客戶較硬體需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)以企業自身力量自主建設 <input checked="" type="checkbox"/> (2)尋找軟體服務商外包獨立建設 <input checked="" type="checkbox"/> (3)依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監督指導 <input checked="" type="checkbox"/> (4)不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
方向	3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2)服務創新 <input type="checkbox"/> (3)管理創新 <input type="checkbox"/> (4)銷售創新

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whatLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商基本資料	1.廠商名稱	東原打拉股份有限公司		
	2.地址	新北市新莊區高第路74號2F		
	3.網址			
	4.聯絡人	姓名	鍾怡和	電話
職稱		總經理	E-mail	
產業面向	1.目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2.測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3.運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	4.運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5.您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	6.您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1.目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 <input type="checkbox"/> (2) 無			
	2.目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 無			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

環境	1.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 (1)公部門 % (2)私部門 % (3)其他 %
發展	1.您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專場環境等。 <input checked="" type="checkbox"/> (2)標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業規範解決方案等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3)資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input checked="" type="checkbox"/> (4)人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5)技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 (請補充) (6)其他
面向	2.在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術轉移 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 (請補充) (5)其他
最後	您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出： 創區項目招標

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

3. 移動製圖系統取得方式	空載(1) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 車載(3) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 人載(4) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 船載(5) <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 自行組裝發展
4. 移動製圖系統國外採購取得來源	空載(1) 國外廠商名稱： UAV(2) 國外廠商名稱： 車載(3) 國外廠商名稱： 人載(4) 國外廠商名稱： 船載(5) 國外廠商名稱：
5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專業業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)	空載(1) % 50 車載(4) % 25 船載(6) % 其他(7) %
1. 目前貴公司運用移動製圖系統執行專業業務時，主要應用領域範圍(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 民生地理蒐集 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 建築物設施調查 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 防災 (請補充) (7) 其他
2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業業務時，客戶軟體需求開發建制	中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 尋找軟體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監督指導 <input type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有那些(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whotLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

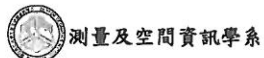
聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系



國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 年 月 日

廠商基本資料	1.廠商名稱	大時代測量顧問有限公司		
	2.地址	新竹市民生路199-1號		
	3.網址			
	4.聯絡人	姓名	孔維博	電話
職稱		技師	E-mail	4723_bng@msu.hinet.net
產業面向	1.目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1)很熟悉 <input type="checkbox"/> (2)熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3)了解一點 <input type="checkbox"/> (4)不了解			
	2.測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input checked="" type="checkbox"/> (1)是 <input type="checkbox"/> (2)否 <input type="checkbox"/> (3)不知道			
	3.運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力 <input checked="" type="checkbox"/> (1)是 <input type="checkbox"/> (2)否 <input type="checkbox"/> (3)不知道			
	4.運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值 <input checked="" type="checkbox"/> (1)能 <input type="checkbox"/> (2)不能 <input type="checkbox"/> (3)不知道			
	5.您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2)效率更高 <input checked="" type="checkbox"/> (3)品質更佳 <input type="checkbox"/> (4)拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5)打入國際市場 <input checked="" type="checkbox"/> (6)精度提升 <input type="checkbox"/> (7)其他 (請補充)			
	6.您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)GPS/GNSS <input checked="" type="checkbox"/> (2)IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3)POS 解算 <input type="checkbox"/> (4)系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5)遙測感測器成果處理 <input type="checkbox"/> (6)多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7)其他 (請補充)			
資源面向	1.目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務 <input type="checkbox"/> (1)有 <input checked="" type="checkbox"/> (2)無			
	2.目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)空載 <input type="checkbox"/> (2)UAV <input type="checkbox"/> (3)車載 <input type="checkbox"/> (4)人載 <input type="checkbox"/> (5)船載 <input checked="" type="checkbox"/> (6)無			



國內多平台移動製圖系統業者調查表

環境	1.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業之經費來源比例如 <input type="checkbox"/> (1)公部門 <input type="checkbox"/> (2)私部門 <input type="checkbox"/> (3)其他 % <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
面向	1.您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專業環境等。 <input type="checkbox"/> (2)標準化支援，即制定相關標準，推廣理論行業示範解決方案等。 <input type="checkbox"/> (3)資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input type="checkbox"/> (4)人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input checked="" type="checkbox"/> (5)技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6)其他 (請補充)
發展	2.在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術轉移 <input type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
回饋	最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

3.移動製圖系統取得方式	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
4.移動製圖系統國外採購取得來源	空載(1) 國外廠商名稱： UAV(2) 國外廠商名稱： 車載(3) 國外廠商名稱： 人載(4) 國外廠商名稱： 船載(5) 國外廠商名稱：
5.目前貴公司有運用移動製圖系統執行專業業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)	衛載(1) % 空載(2) % UAV(3) % 車載(4) % 人載(5) % 船載(6) % 其他(7) %
1.目前貴公司運用移動製圖系統執行專業業務時，主要應用領域範圍(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1)土地利用調查 <input checked="" type="checkbox"/> (2)民生地標蒐集 <input checked="" type="checkbox"/> (3)公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4)建築物查詢 <input type="checkbox"/> (5)三維數據城市 <input type="checkbox"/> (6)防災 <input type="checkbox"/> (7)其他 (請補充)
2.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業業務時，客戶較硬體需求開發建制	中，一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2)尋找軟體開發商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3)依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監督指導 <input type="checkbox"/> (4)不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
3.您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1)科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2)服務創新 <input type="checkbox"/> (3)管理創新 <input type="checkbox"/> (4)銷售創新

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

[https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whatLsM6T6hoHuTeehHg](https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whatLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form)

[/viewform?usp=send_form](#)

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商基本資料	1.廠商名稱	華英工程顧問有限公司			
	2.地 址	台北市中山區北安路458巷39號3F			
	3.網 址				
	4.聯絡人	姓名	黃大堯	電話	02-25335681
		職稱	負責人	E-mail	es72688@ms26.kinet.net
產業面向	1.目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2.測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3.運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	4.運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值	<input type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1.目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專業業務	<input type="checkbox"/> (1) 有 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 無			
	2.目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 無			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(請補充)	1.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 (1)公部門 % (2)私部門 % (3)其他 %
環境	1.您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)政策支援,如提供相關多平台移動製圖系統政府專項環境等。 <input type="checkbox"/> (2)標準化支援,即制定相關標準,推廣規範行業示範解決方案。 <input type="checkbox"/> (3)資金支援,即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input type="checkbox"/> (4)人才培養支援,即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5)技術與網站平臺搭建支援,即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6)其他 (請補充)
發展	2.在推動研發創新方面,期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移植 <input type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
面向	最後,您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議,敬請提出:
感謝您的支持和寶貴意見!	

3.移動製圖系統取得方式	空載(1) <input type="checkbox"/> 國外採擷 <input type="checkbox"/> 國內採擷 UAV(2) <input type="checkbox"/> 國外採擷 <input type="checkbox"/> 國內採擷 車載(3) <input type="checkbox"/> 國外採擷 <input type="checkbox"/> 國內採擷 人載(4) <input type="checkbox"/> 國外採擷 <input type="checkbox"/> 國內採擷 船載(5) <input type="checkbox"/> 國外採擷 <input type="checkbox"/> 國內採擷 自行組裝發展 自行組裝發展
4.移動製圖系統國外採擷取得來源	空載(1) 國外廠商名稱: _____ UAV(2) 國外廠商名稱: _____ 車載(3) 國外廠商名稱: _____ 人載(4) 國外廠商名稱: _____ 船載(5) 國外廠商名稱: _____
5.目前貴公司有運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)	衛載(1) % 空載(2) % UAV(3) % 車載(4) % 人載(5) % 船載(6) % 其他(7) %
1.目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時,主要應用領域範圍(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1)土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2)民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3)公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4)建築物設施調查 <input type="checkbox"/> (5)三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6)防災 (請補充) <input type="checkbox"/> (7)其他 (請補充)
2.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案業務時,客戶軟體需求開發建制	中,一般是採用哪種方式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2)尋找軟體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3)依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監督指導 <input type="checkbox"/> (4)不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
3.您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可選多項)	<input type="checkbox"/> (1)科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2)服務創新 <input type="checkbox"/> (3)管理創新 <input type="checkbox"/> (4)銷售創新
產品	向 面 品 產

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估。此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whotLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

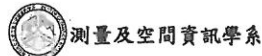
聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

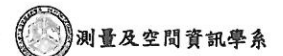
地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系



國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 年 月 日

廠商基本資料	1.廠商名稱	自強工程股份有限公司		
	2.地址	新北市中和區新昆街112號5F		
	3.網址			
	4.聯絡人	姓名	賴澄澤	電話
職稱		董事長	E-mail	stll@strongco.com.tw
產業面向	1.目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2.測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3.運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	4.運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5.您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	6.您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1.目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 <input type="checkbox"/> (2) 無			
	2.目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 空載 <input checked="" type="checkbox"/> (2) UAV <input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 船載 <input type="checkbox"/> (6) 無			



國內多平台移動製圖系統業者調查表

3. 移動製圖系統取得方式	<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展	<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展	<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展	空載(1) UAV(2) 車載(3) 人載(4) 船載(5)	<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展	<input checked="" type="checkbox"/> 國外採購 <input checked="" type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展	空載(1) UAV(2) 車載(3) 人載(4) 船載(5)	Reigl 自組 1 WAN A 國外廠商名稱: 國外廠商名稱: 國外廠商名稱: 國外廠商名稱: 國外廠商名稱: Reson	5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專業業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)	衛載(1) % 空載(2) % UAV(3) % 船載(6) % 40. % 18 % 人載(5) % 2 %	其他(7) %	產 品 面 向
1. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業業務時，主要應用領域範圍(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 消防災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)	<input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 消防災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)	<input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 消防災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)	2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業業務時，需戶數硬體需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2) 尋找軟體硬體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監督指導 <input type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)	<input type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2) 尋找軟體硬體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監督指導 <input type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)	3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新	<input type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

環境	1. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業之經費來源比例為 (1) 公部門 % 90 (2) 私部門 % 10 (3) 其他 %	1. 希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專業環境等。 <input type="checkbox"/> (2) 標準化支援，即制定相關標準，推廣規範行業示範解決方案等。 <input type="checkbox"/> (3) 資金支援，即對多平台移動製圖系統專業給予資金/稅收支持等。 <input type="checkbox"/> (4) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5) 技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6) 其他 (請補充)	發展	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3) 關鍵性技術轉移 <input type="checkbox"/> (4) 教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)	最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：	本系統可製作以前無法達到可視效果。 希望政府相關單位給予支持，並多設立相關規範及資料、系統升級創新。
面向	(1) 公部門 % 90 (2) 私部門 % 10 (3) 其他 %		面向			
發			發			

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估，此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whotLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國103年10月24日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	坤羅科技股份有限公司			
	2. 地址	臺南市南港區中陽路221號4F			
	3. 網址	www.civimap.com.tw			
	4. 聯絡人	姓名	林名州	電話	04-27050566
		職稱	經理	E-mail	Yichou@civimap.com.tw
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為				
	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解				
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
資源面向	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的 主要好處(可勾選多項)				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input type="checkbox"/> (3) 品質更佳				
	<input checked="" type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input type="checkbox"/> (6) 精度提升				
	<input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
資源面向	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項)				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU				
	<input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定				
	<input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式				
	<input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
	資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務			
<input type="checkbox"/> (1) 有 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 無					
資源面向	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)				
	<input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載				
資源面向	<input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 無				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

<input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)	
環境	1.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為 (1)公部門 % 100 (2)私部門 % (3)其他 %
面向	1.您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input checked="" type="checkbox"/> (2)標準化支援，如制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3)資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input checked="" type="checkbox"/> (4)人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input checked="" type="checkbox"/> (5)技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟實訓化應用公共服務平臺及服務網路等。 (6)其他 (請補充)
發展	2.在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術轉移 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
面向	最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

3. 移動製圖系統取得方式 <input type="checkbox"/> 空載(1) <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> UAV(2) <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 車載(3) <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 人載(4) <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展 <input type="checkbox"/> 船載(5) <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展	
4. 移動製圖系統國外採購取得來源 <input type="checkbox"/> 空載(1) 國外廠商名稱： <input type="checkbox"/> UAV(2) 國外廠商名稱： <input type="checkbox"/> 車載(3) 國外廠商名稱： <input type="checkbox"/> 人載(4) 國外廠商名稱： <input type="checkbox"/> 船載(5) 國外廠商名稱：	
5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專業業務型比例(請依主要形式填寫百分比) 衛載(1) % 空載(2) % UAV(3) % 船載(6) % 車載(4) % 人載(5) % 其他(7) %	
產品	1. 目前貴公司運用移動製圖系統執行專業業務時，主要應用領域範圍(可選多項) <input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地理蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 建築物設施調查 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 消防救援 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)
面向	2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業業務時，用戶較複雜需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2) 尋找軟體硬體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監督指導 <input type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
方向	3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估。此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whotLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國103年10月24日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	台灣世曦公司			
	2. 地址				
	3. 網址				
	4. 聯絡人	姓名	吳錫賢	電話	0935523288
		職稱	副理	E-mail	zephyr@ceci.com.tw
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為				
	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解				
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
資源面向	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項)				
	<input type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項)				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務				
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 <input type="checkbox"/> (2) 無				
資源面向	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)				
	<input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 無				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

3. 移動製圖系統取得方式	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
空載(1)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
UAV(2)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
車載(3)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
人載(4)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
船載(5)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input type="checkbox"/> 自行組裝發展
4. 移動製圖系統國外採購取得來源	空載(1) 國外廠商名稱: _____ UAV(2) 國外廠商名稱: _____ 車載(3) 國外廠商名稱: _____ 人載(4) 國外廠商名稱: _____ 船載(5) 國外廠商名稱: _____
5. 目前貴公司有運用移動製圖系統執行專業業務型比例(請依主要形式填寫百分比)	衛載(1) _____ % 空載(2) _____ % UAV(3) _____ % 車載(4) _____ % 人載(5) _____ % 船載(6) _____ % 其他(7) _____ %
1. 目前貴公司運用移動製圖系統執行專業業務時，主要應用領域範圍(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地理彙集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建築物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防災救災 <input checked="" type="checkbox"/> (7) 其他 救災 (請補充)
2. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業業務時，客戶較硬體需求開發建制中，一般是採用哪種方式(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 以企業自身力量自主建設 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 尋找軟體服務商外包獨立建設 <input type="checkbox"/> (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監督指導 <input type="checkbox"/> (4) 不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
3. 您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有哪些(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 服務創新 <input type="checkbox"/> (3) 管理創新 <input type="checkbox"/> (4) 銷售創新

國內多平台移動製圖系統業者調查表

環境	<input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充) 1. 目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業之經費來源比例為 (1) 公部門 _____ % (2) 私部門 _____ % (3) 其他 _____ %
發展	1. 您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 政策支持，如提供相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 標準化支援，即制定相關標準，推廣測繪行業示範解決方案等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5) 技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (6) 其他 (請補充)
面向	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3) 關鍵性技術移轉 <input type="checkbox"/> (4) 教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
最後	您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出： _____ _____ _____

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(103 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

敬啟者：

目前國內空間資訊相關領域使用多平台移動製圖系統獲取空間資訊之作業日漸普及，在空間資訊與非空間資訊領域等諸多領域得到廣泛應用。但因各業主多直接向國外採購多平台移動製圖系統，或自行組裝發展，造成多平台移動製圖系統規格不一，也欠缺針對此類系統進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制，使得業主難以評估其系統是否能達到作業需求之精度。

國立成功大學測量及空間資訊學系接受內政部地政司計畫委託，進行「國內多平台移動製圖系統業者調查」研究與評估。此項調查之目的為瞭解當前國內空間資訊業者使用多平台移動製圖系統概況有關事項及其經營意向，調查區域範圍主要針對在臺灣地區從事空間資訊與測繪業務，並經核准登錄有案取得測繪業登記證之測繪業者為限。

本調查希望藉由貴公司參與多平台移動製圖系統的實際經驗，提供本研究實質與重大貢獻，期能建立相關統計資料，以提供各界經營決策之參考；特懇您撥空協助填答紙本問卷並寄回，或於線上填寫網路表單：

https://docs.google.com/forms/d/1bFGG8HT3G9MvAm2hiHzKOP0whatLsM6T6hoHuTeehHg/viewform?usp=send_form

謝謝您的熱忱協助。

敬祝 時祺

內政部地政司
成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系
計畫主持人：江凱偉 教授
協同主持人：曾義星 教授
楊 名 教授
饒見有 副教授

敬邀

註：本調查表僅做本研究之參考，所有資料不移作他用請放心填答。

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：廖振凱

電子信箱：cacalut1690@gmail.com

連絡電話：06-2373876 轉 857

行動電話：0953320660

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 103 年 10 月 24 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	三禾測量工程有限公司		
	2. 地址			
	3. 網址			
	4. 聯絡人	姓名	謝政平	電話
職稱		技師	E-mail	gk.liu@msa-hinet.net
產業面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為			
	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2. 測繪產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3. 運用多平台移動製圖系統是公司業務取得市場優勢的關鍵能力			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
資源面向	4. 運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 不知道			
	5. 您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項)			
	<input type="checkbox"/> (1) 成本更低 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 效率更高 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 品質更佳 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 拓展業務地域範圍 <input type="checkbox"/> (5) 打入國際市場 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 精度提升 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
	6. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項)			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU <input type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1. 目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務			
	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 (海測) 空載 <input type="checkbox"/> (2) 無			
資源面向	2. 目前貴公司擁有之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)			
	<input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 船載 <input type="checkbox"/> (6) 無			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

環境	1.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專案之經費來源比例為何 <input type="checkbox"/> (5)其他 <input type="checkbox"/> (1)公部門 <input type="checkbox"/> (2)私部門 <input type="checkbox"/> (3)其他 <input type="checkbox"/> (4)其他 20 %
面向	1.您希望政府和服務部門在哪些方面提供支援(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1)政策支援，如提供相關多平台移動製圖系統政府專案環境等。 <input type="checkbox"/> (2)標準化支援，即制定相關標準，推廣並繪行業示範解決力量等。 <input type="checkbox"/> (3)資金支援，即對多平台移動製圖系統專案給予資金/稅收支持等。 <input checked="" type="checkbox"/> (4)人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (5)技術與網站平臺搭建支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網絡等。 <input type="checkbox"/> (6)其他
發展	2.在推動研發創新方面，期望法人單位或學術單位提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1)領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3)關鍵性技術接轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
面向	最後，您對“多平台移動製圖系統”的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出： _____

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

3.移動製圖系統取得方式	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input checked="" type="checkbox"/> 自行組裝發展
空載(1)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input checked="" type="checkbox"/> 自行組裝發展
UAV(2)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input checked="" type="checkbox"/> 自行組裝發展
車載(3)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input checked="" type="checkbox"/> 自行組裝發展
人載(4)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input checked="" type="checkbox"/> 自行組裝發展
船載(5)	<input type="checkbox"/> 國外採購 <input type="checkbox"/> 國內採購 <input checked="" type="checkbox"/> 自行組裝發展
空載(1)	國外廠商名稱：_____
UAV(2)	國外廠商名稱：_____
車載(3)	國外廠商名稱：_____
人載(4)	國外廠商名稱：_____
船載(5)	國外廠商名稱：_____
5.目前貴公司有運用移動製圖系統執行專業業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)	衛載(1) _____ % 空載(2) _____ % UAV(3) _____ % 車載(4) _____ % 人載(5) _____ % 船載(6) _____ % 其他(7) _____ %
4.移動製圖系統國外採購取得來源	<input type="checkbox"/> 國外廠商名稱：_____
1.目前貴公司運用移動製圖系統執行專業業務時，主要應用領域範圍(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1)土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2)民生垃圾蒐集 <input type="checkbox"/> (3)公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4)建築物設施調查 <input type="checkbox"/> (5)三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6)防災 <input checked="" type="checkbox"/> (7)其他 港口及近海水深調查 (請補充)
2.目前貴公司運用多平台移動製圖系統執行專業業務時，客戶較硬體層次需要控制	<input type="checkbox"/> (1)以企業自身力量自主建設 <input type="checkbox"/> (2)尋找較硬體服務商外包獨立建設 <input checked="" type="checkbox"/> (3)依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監理指導 <input type="checkbox"/> (4)不限一種方式 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請補充)
3.您認為多平台移動製圖系統對公司創新能力的影響有那些(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1)科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> (2)服務創新 <input type="checkbox"/> (3)管理創新 <input type="checkbox"/> (4)銷售創新

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

訪談日期：民國 103 年 10 月 24 日

受訪單位基本資料	1. 單位名稱	內政部地政司			
	2. 地址	臺南市正統路 5 號			
	3. 連絡人	姓名	李益群	電話	02-23565712
		簽名		E-mail	mo1676@mo.gov.tw
職稱		技士			
業務面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解				
	2. 空間資訊產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	3. 運用多平台移動製圖系統提升單位業務執行績效 <input type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	4. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU <input type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
資源面向	1. 目前貴單位有無委託廠商運用多平台移動製圖系統執行業務 <input type="checkbox"/> (1) 有(接續回答下列二題) <input type="checkbox"/> (2) 無				
	2. 目前受貴單位委託廠商使用之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載				
	3. 目前貴單位委託廠商運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) 衛載(1) _____ % 空載(2) <u>25</u> % UAV(3) <u>25</u> % 車載(4) <u>25</u> % 人載(5) <u>25</u> % 船載(6) _____ % 其他(7) _____ %				
成果面向	1. 目前貴單位運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
發展面向	1. 關於多平台製圖技術之應用，您希望在哪些方面獲得支援(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 標準化支援，即制定相關規範與標準程序。 <input type="checkbox"/> (2) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (3) 技術諮詢網站支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (4) 其他 (請補充)				
	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3) 關鍵性技術移轉				

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

業務面向	<input type="checkbox"/> (4) 教育訓練課程
	<input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充) <u>於商用</u>
	3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。 <u>1. 得國學為第一有利於統一國內專業製圖作法</u> <u>3. 降低新興測繪業入 MMS 製圖作業門檻，間接促進本系統推廣及多元化發展</u> <u>4. 倘未來測繪車普及至復工法管理階段時，變成重要作業規範參考。</u>
	4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。 <u>1. 建立專業 Q&A 解決方案 (如網站形式)</u> <u>2. 個案性協助或可成立專業諮詢小組形式合作。</u> <u>深入</u>
最後，您對“多平台移動製圖系統”在貴單位職掌業務的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出： <u>建議</u> <u>1. 持續深入精度精度控制研究方案 2. 帶出創新或國際</u> <u>跨科研究規劃，以協助主管機關帶領國內產學界</u> <u>發展之效。</u>	

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

訪談日期：民國 103 年 10 月 24 日

受訪單位基本資料	1. 單位名稱	台北市政府 地政局 土地開發總隊		
	2. 地址	台北市信義區新敬路 37 巷 11 弄 2 號 3F		
	3. 連絡人	姓名	陳建勳	電話 02-87807058 #411
		簽名	陳建勳	
		職稱	股長	E-mail g2-1401@mail.taipei.gov.tw
業務面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解		
	2. 空間資訊產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道		
	3. 運用多平台移動製圖系統提升單位業務執行績效	<input type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 不知道		
	4. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)		
資源面向	1. 目前貴單位有無委託廠商運用多平台移動製圖系統執行業務	<input type="checkbox"/> (1) 有(接續回答下列二題) <input checked="" type="checkbox"/> (2) 無		
	2. 目前受貴單位委託廠商使用之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載		
	3. 目前貴單位委託廠商運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)	衛載(1) _____ % 空載(2) _____ % UAV(3) _____ % 車載(4) _____ % 人載(5) _____ % 船載(6) _____ % 其他(7) _____ %		
成果面向	1. 目前貴單位運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)		
發展面向	1. 關於多平台製圖技術之應用，您希望在哪些方面獲得支援(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 標準化支援，即制定相關規範與標準程序。 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 技術諮詢網站支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (4) 其他 (請補充)		
	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3) 關鍵性技術移轉		

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

<input checked="" type="checkbox"/> (4) 教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。
4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。
最後，您對“多平台移動製圖系統”在貴單位職掌業務的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

訪談日期：民國 107 年 10 月 24 日

受訪單位基本資料	1. 單位名稱	臺中市政府地政局			
	2. 地址	臺中市西區三民路一段 158 號 5F			
	3. 連絡人	姓名	水物 16	電話	04-22190541
		簽名	李物 16		
		職稱	科員	E-mail	+68225@taichung.gov.tw
業務面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2. 空間資訊產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3. 運用多平台移動製圖系統提升單位業務執行績效	<input type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	4. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU <input type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1. 目前貴單位有無委託廠商運用多平台移動製圖系統執行業務	<input type="checkbox"/> (1) 有 (接續回答下列二題) <input type="checkbox"/> (2) 無			
	2. 目前受貴單位委託廠商使用之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載			
	3. 目前貴單位委託廠商運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)	衛載(1) _____ % 空載(2) _____ % UAV(3) _____ % 車載(4) _____ % 人載(5) _____ % 船載(6) _____ % 其他(7) _____ %			
成果面向	1. 目前貴單位運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
發展面向	1. 關於多平台製圖技術之應用，您希望在哪些方面獲得支援(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 標準化支援，即制定相關規範與標準程序。 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 技術諮詢網站支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (4) 其他 (請補充)			
	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3) 關鍵性技術移轉			

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

	<input type="checkbox"/> (4) 教育訓練課程
	<input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
	3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。
	4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。
最後，您對“多平台移動製圖系統”在貴單位職掌業務的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出： <u>無</u>	

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

訪談日期：民國103年10月24日

受訪單位基本資料	1. 單位名稱	內政部國土測繪所			
	2. 地址				
	3. 連絡人	姓名	李旭昇	電話	04-22522966
		簽名			
職稱		主任	E-mail		
業務面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解				
	2. 空間資訊產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	3. 運用多平台移動製圖系統提升單位業務執行績效 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	4. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
資源面向	1. 目前貴單位有無委託廠商運用多平台移動製圖系統執行業務 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 有(接續回答下列二題) <input type="checkbox"/> (2) 無				
	2. 目前受貴單位委託廠商使用之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載				
	3. 目前貴單位委託廠商運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) 衛載(1) _____ % 空載(2) 20 % UAV(3) _____ % 車載(4) 20 % 人載(5) _____ % 船載(6) _____ % 其他(7) _____ %				
成果面向	1. 目前貴單位運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
發展面向	1. 關於多平台製圖技術之應用，您希望在哪些方面獲得支援(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 標準化支援，即制定相關規範與標準程序。 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (3) 技術諮詢網站支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (4) 其他 (請補充)				
	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 關鍵性技術移轉				

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

<input checked="" type="checkbox"/> (4) 教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。
4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。
最後，您對“多平台移動製圖系統”在貴單位職掌業務的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

訪談日期：民國 年 月 日

受訪單位基本資料	1. 單位名稱	行政院農業委員會林業園藝村防盜測繪所			
	2. 地址	100 台北市中正區和平南路三段100號			
	3. 連絡人	姓名	黃宗仁	電話	02-23332659
		簽名		E-mail	philip@nfaci.gov.tw
職稱		技士			
業務面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解				
	2. 空間資訊產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	3. 運用多平台移動製圖系統提升單位業務執行績效 <input type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道				
	4. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統串定 <input type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
資源面向	1. 目前貴單位有無委託廠商運用多平台移動製圖系統執行業務 <input type="checkbox"/> (1) 有(接續回答下列二題) <input checked="" type="checkbox"/> (2) 無				
	2. 目前受貴單位委託廠商使用之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載				
	3. 目前貴單位委託廠商運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) 衛載(1) _____ % 空載(2) _____ % UAV(3) _____ % 車載(4) _____ % 人載(5) _____ % 船載(6) _____ % 其他(7) _____ %				
成果面向	1. 目前貴單位運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)				
發展面向	1. 關於多平台製圖技術之應用，您希望在哪些方面獲得支援(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 標準化支援，即制定相關規範與標準程序。 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input type="checkbox"/> (3) 技術諮詢網站支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (4) 其他 (請補充)				
	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 關鍵性技術移轉				

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

<input type="checkbox"/> (4) 教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。
4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。
最後，您對“多平台移動製圖系統”在貴單位職掌業務的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

訪談日期：民國 年 月 日

受訪單位基本資料	1. 單位名稱	桃園市政府地政局			
	2. 地址	桃園市桃園區府前路1號3F			
	3. 連絡人	姓名	吳澍源	電話	03-3372320
		簽名	吳澍源		
		職稱	股長	E-mail	rsd50@mail.tycg.gov.tw
業務面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解			
	2. 空間資訊產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	3. 運用多平台移動製圖系統提升單位業務執行績效	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道			
	4. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU <input type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)			
資源面向	1. 目前貴單位有無委託廠商運用多平台移動製圖系統執行業務	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有(接續回答下列二題) <input type="checkbox"/> (2) 無			
	2. 目前受貴單位委託廠商使用之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 空載 <input checked="" type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載			
	3. 目前貴單位委託廠商運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)	空載(2) UAV(3) 100% 車載(4) 人載(5) 船載(6)			
成果面向	1. 目前貴單位運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項)	<input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防救災 <input checked="" type="checkbox"/> (7) 其他 3公分地電解析度正射影像成果應用地籍測量 (請補充)			
	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3) 關鍵性技術移轉			

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

<input type="checkbox"/> (4) 教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。 無
4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。 無
最後，您對“多平台移動製圖系統”在貴單位職業業務的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

訪談日期：民國 年 月 日

本資料	1. 單位名稱	國土測繪中心																
	2. 地址	台中市黎明路二段499號4F																
	3. 連絡人	姓名	長志霖	電話	04-22522966 #387													
		簽名	長志霖															
		職稱	教士	E-mail	z3155@mail.nlsc.gov.tw													
業務面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解																	
	2. 空間資訊產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道																	
	3. 運用多平台移動製圖系統提升單位業務執行績效 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道																	
	4. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input checked="" type="checkbox"/> (7) 其他 外業設備之標準化、方便量測系統拆裝 (請補充)																	
資源面向	1. 目前貴單位有無委託廠商運用多平台移動製圖系統執行業務 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 有(接續回答下列二題) <input type="checkbox"/> (2) 無																	
	2. 目前受貴單位委託廠商使用之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 空載 <input checked="" type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載																	
	3. 目前貴單位委託廠商運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) <table border="0"> <tr> <td>空載(1)</td> <td>%</td> <td>空載(2)</td> <td>%</td> <td>UAV(3)</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>車載(4)</td> <td>%</td> <td>人載(5)</td> <td>%</td> <td>船載(6)</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>其他(7)</td> <td>%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	空載(1)	%	空載(2)	%	UAV(3)	%	車載(4)	%	人載(5)	%	船載(6)	%	其他(7)	%			
空載(1)	%	空載(2)	%	UAV(3)	%													
車載(4)	%	人載(5)	%	船載(6)	%													
其他(7)	%																	
成果面向	1. 目前貴單位運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)																	
發展面向	1. 關於多平台製圖技術之應用，您希望在哪些方面獲得支援(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 標準化支援，即制定相關規範與標準程序。 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 技術諮詢網站支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 其他 移動製圖系統建置及維護 (請補充)																	
	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 關鍵性技術移轉																	

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

<input checked="" type="checkbox"/> (4) 教育訓練課程
<input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。
4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。
最後，您對“多平台移動製圖系統”在貴單位職掌業務的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

訪談日期：民國 年 月 日

受訪單位基本資料	1. 單位名稱	臺中市霧峰區地利路195號																			
	2. 地址	臺中市霧峰區地利路195號																			
	3. 連絡人	姓名	許瑞芬	電話	04-25336490																
		簽名																			
職稱		技士	E-mail	linda90424@hotmail.com																	
業務面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為 <input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解																				
	2. 空間資訊產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢 <input type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道																				
	3. 運用多平台移動製圖系統提升單位業務執行績效 <input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道																				
	4. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input type="checkbox"/> (2) IMU <input type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)																				
資源面向	1. 目前貴單位有無委託廠商運用多平台移動製圖系統執行業務 <input type="checkbox"/> (1) 有(接續回答下列二題) <input type="checkbox"/> (2) 無																				
	2. 目前受貴單位委託廠商使用之移動製圖系統平台型式(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載																				
	3. 目前貴單位委託廠商運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比) <table border="0"> <tr> <td>衛載(1)</td> <td>%</td> <td>空載(2)</td> <td>%</td> <td>UAV(3)</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>車載(4)</td> <td>%</td> <td>人載(5)</td> <td>%</td> <td>船載(6)</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>其他(7)</td> <td>%</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>	衛載(1)	%	空載(2)	%	UAV(3)	%	車載(4)	%	人載(5)	%	船載(6)	%	其他(7)	%						
衛載(1)	%	空載(2)	%	UAV(3)	%																
車載(4)	%	人載(5)	%	船載(6)	%																
其他(7)	%																				
成果面向	1. 目前貴單位運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項) <input type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)																				
發展面向	1. 關於多平台製圖技術之應用，您希望在哪些方面獲得支援(可勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 標準化支援，即制定相關規範與標準程序。 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 技術諮詢網站支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (4) 其他 (請補充)																				
	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項) <input checked="" type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制 <input type="checkbox"/> (3) 關鍵性技術移轉																				

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

<input type="checkbox"/> (4) 教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。
4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。
最後，您對“多平台移動製圖系統”在貴單位職掌業務的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：

感謝您的支持和寶貴意見！

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表


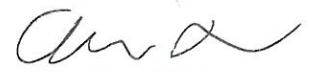
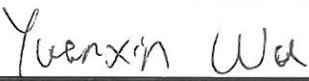
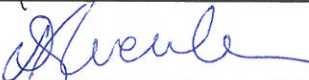



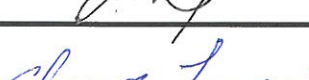


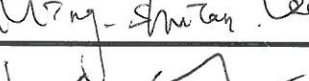


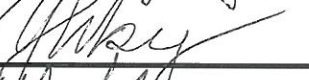
訪談日期：民國 103 年 10 月 24 日

受訪單位基本資料	1. 單位名稱	內政部國土測繪中心		
	2. 地址	台北市南區博愛街 80 巷 51 號		
	3. 連絡人	姓名	電話	04-2252-2966
		簽名		
		職稱		E-mail
業務面向	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為	<input type="checkbox"/> (1) 很熟悉 <input type="checkbox"/> (2) 熟悉 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 了解一點 <input type="checkbox"/> (4) 不了解		
	2. 空間資訊產業運用多平台移動製圖系統是未來之主要趨勢	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 是 <input type="checkbox"/> (2) 否 <input type="checkbox"/> (3) 不知道		
	3. 運用多平台移動製圖系統提升單位業務執行績效	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 能 <input type="checkbox"/> (2) 不能 <input type="checkbox"/> (3) 不知道		
	4. 您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些？(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) GPS/GNSS <input checked="" type="checkbox"/> (2) IMU <input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 遙測感測器成果處理 <input checked="" type="checkbox"/> (6) 多平台資料聯合處理模式 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)		
資源面向	1. 目前貴單位有無委託廠商運用多平台移動製圖系統執行業務	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 有 (接續回答下列二題) <input type="checkbox"/> (2) 無		
	2. 目前受貴單位委託廠商使用之移動製圖系統平台型式(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 空載 <input checked="" type="checkbox"/> (2) UAV <input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載		
	3. 目前貴單位委託廠商運用移動製圖系統執行專案業務型式比例(請依主要形式填寫百分比)	衛載(1) _____ % 空載(2) _____ % UAV(3) _____ % 車載(4) _____ % 人載(5) _____ % 船載(6) _____ % 其他(7) _____ %		
成果面向	1. 目前貴單位運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 土地利用調查 <input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集 <input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查 <input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市 <input type="checkbox"/> (6) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (請補充)		
發展面向	1. 關於多平台製圖技術之應用，您希望在哪些方面獲得支援(可勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 標準化支援，即制定相關規範與標準程序。 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 人才培養支援，即培訓和推薦多平台移動製圖系統技術人才等。 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 技術諮詢網站支援，即構建產業聯盟資訊化應用公共服務平臺及服務網路等。 <input type="checkbox"/> (4) 其他 (請補充)		
	2. 在推動研發創新方面，期望法人單位或學術界提供服務資源(請依主要形式勾選多項)	<input checked="" type="checkbox"/> (1) 領域知識指導 <input checked="" type="checkbox"/> (2) 技術諮詢服務機制 <input checked="" type="checkbox"/> (3) 關鍵性技術移轉		

國內多平台移動製圖系統公家機關調查表

<input checked="" type="checkbox"/> (4) 教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請補充)
3. 對國內研擬多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之標準作業程序之看法。 ① 因應新興之平台移動製圖系統，使測繪工作已非困難，但此類系統成果較難加以檢核成果，應制定相對應之精度成果分析，並檢核方式。
4. 對多平台移動製圖系統進行製圖作業時所需之技術諮詢服務機制之建議。 ② 不同精度之需求，應分級處理。
最後，您對“多平台移動製圖系統”在貴單位職掌業務的應用看法還有哪些需求和建議，敬請提出：
感謝您的支持和寶貴意見！

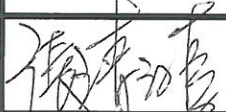

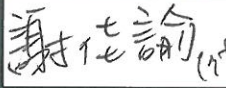

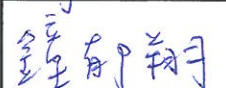
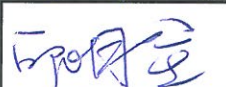


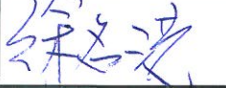

附錄五


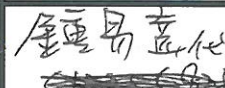

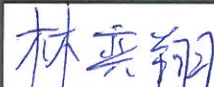


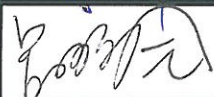
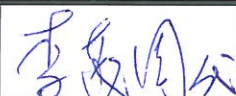

Type	First Name	Last Name	Organization / Institute	Signature
Lecturer	Naser	El-Sheimy	Department of Geomatics Engineering, University of Calgary	
Lecturer	Charles	K. Toth	Department of Civil, Environmental and Geodetic Engineering, The Ohio State University	
Lecturer	Yuan-Xin	Wu	School of Aeronautics and Astronautics, Central South University	
Lecturer	Dorota	A. Grejner-Brzezinska	Department of Civil, Environmental and Geodetic Engineering, The Ohio State University	
Lecturer	Cheng	Wang	School of Information Science and Engineering, Xiamen University	
Lecturer	Ayman	Habib	Department of Geomatics Engineering, University of Calgary	
Lecturer	Jonathan	Li	Department of Geography & Environmental Management, University of Waterloo	
Lecturer	Cheng-Fan	Lo	GeoSat Informatics Technology Co.	
Lecturer	Jih-Tian	Wang	RollingStar Survey Technology.	
Lecturer	Ming-Shiuan	Lee	Strong Engineering Consulting Co.,Ltd	
Chair of the MMT 2014 LOC	Kai-Wei	Chiang	National Cheng Kung University	
Chair of Dept. Geomatics	Ming	Yang	National Cheng Kung University	
Associate Dean of College of Engineering	Yi-Hsing	Tseng	National Cheng Kung University	
Guest	Allison	Kelly	The University of Melbourne	

Type	First Name	Last Name	Organization / Institute	Signature	Note
Student	Phagasinee	Boottho	King Mongkut's University of Technology Thonburi	Phagasinee B.	MMT-126 <i>Accommodation</i>
Student	Zhi-Peng	Cai	Xiamen University		MMT-150 UAV Airshow <i>Accommodation</i>
Student	Li-Ling	Chan	National Central University	林立菱	MMT-138
Student	Wen-Chi	Chang	National Central University (素)	張紋綺	MMT-135
Student	Yu-Han	Chang	National Cheng Kung University	張宇涵	MMT-158
Student	Kuei-Chia	Chen	National Cheng Kung University	陳桂嘉	MMT-177 <i>Accommodation</i>
Student	Lei-Han	Chen	Wuhan University	陈磊	MMT-125 UAV Airshow <i>Accommodation</i>
Student	Ting-Ting	Cui	State Key Laboratory of Information Engineering in Survey, Mapping and Remote Sensing	崔婷婷	MMT-128
Student	Jia	Fan	Wuhan University	范佳	MMT-175 <i>Accommodation</i>
Student	Lin	Gao	Wuhan university	高琳	MMT-112 UAV Airshow <i>Accommodation</i>
Student	Lin-Lin	Gong	Wuhan University	龚琳琳	MMT-113 UAV Airshow <i>Accommodation</i>
Student	Tzu-Min	Hong	National Cheng Kung University	洪子敏	MMT-178



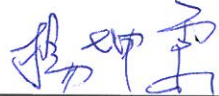
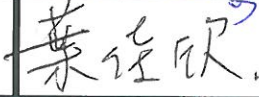
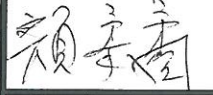
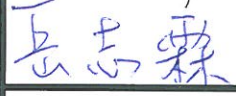
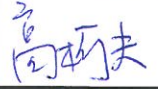
Type	First Name	Last Name	Organization / Institute	Signature	Note
Student	Ya-Hsuan	Hsieh	National Cheng Kung University	謝亞璇	MMT-139
Student	Chun-Hsuan	Huang	National Chiao Tung University	黃俊軒	MMT-147 UAV Airshow
Student	Yu-Xiang	Lan	National Central University	藍裕翔	MMT-136
Student	Kuan-Yi	Lee	National Cheng Kung University	李冠毅	MMT-176
Student	Qian	Li	Wuhan University	李謙	MMT-124 UAV Airshow
Student	Hsuan-Sheng	Lin	National Cheng Kung University	林烜生	MMT-188
Student	Ryan	Lin	National Chiao Tung University	林建維	MMT-156 UAV Airshow
Student	Wei-Tsun	Lin	National Chiao Tung University	林煒尊	MMT-131 UAV Airshow
Student	Huan	Luo	Xiamen University		MMT-152 UAV Airshow
Student	Nan-Lin	Pan	National Chiao Tung University	潘南霖	MMT-157
Student	Evelyn	Peng	National Taiwan University	彭胡雁	MMT-127 UAV Airshow
Student	Tsung-Sian	Ruan	National Taiwan University	阮宗先	MMT-137 UAV Airshow

Type	First Name	Last Name	Organization / Institute	Signature	Note
△ Student	Yu-Chieh	Tseng	National Taiwan University	曾于捷	MMT-140 UAV Airshow
Student	Bo	Wang	GNSS Research Center, Wuhan University	王博	MMT-154 UAV Airshow
Student	Ting-Hao	Wang	National Cheng Kung University	王廷豪	MMT-189 UAV Airshow
✓ Student	Hsien-Ming	Wu	National Chiao Tung University	吳憲珉	MMT-130 UAV Airshow
Student	Yu-Tien	Wu	National Cheng Kung University	吳昱暉	MMT-179
✓ Student	Sz-Cheng	Yu	National Chiao Tung University	游斯丞	MMT-145 UAV Airshow
Student	Da-Wei	Zai	Xiamen University		MMT-151 UAV Airshow
✓ Student	Kai-Zhi	Zhan	National Chiao Tung University (臺中)	詹智智	MMT-144 UAV Airshow
Student	Quan	Zhang	GNSS Research Center, Wuhan University	張全	MMT-123 UAV Airshow

Type	First Name	Last Name	Organization / Institute	Signature	Note(*Receipt)
Professional	Chin-Hung	Chang	GEOSAT INFORMATICS & TECHNOLOGY CO.		MMT-185
Professional	Kuan-Yun	Chen	National Land Surveying and Mapping Center		MMT-008
Professional	Jui-Ying	Chi	GeoSat Infomatics & Technology Co.		MMT-186 Chia Fu Hsieh
Professional	Yung-Chao	Chiu	Taipower Company		MMT-006
Professional	Yu-Hsiang	Chung	SGS		MMT-021
Professional	Ming-Chuan	Ciou	National Land Surveying and Mapping Center		MMT-146*
Professional	Ming-Feng Shen-Ming	Shen Feng	Tainan City Government Land Administration Buray		MMT-002
Professional	Chin-Shyong	Hou	Central Geological Survey, MDEA		MMT-005
Professional	Chih-Chang	Hsu	National Land Surveying and Mapping Center		MMT142 UAV Airshow
Professional	Min-Hung	Hsu	Taiwan Instrument Co.		MMT-017
Professional	Shu-Chin	Hsu	GEOSAT INFORMATICS & TECHNOLOGY CO.		MMT-184*
Professional	Wil	Hu	LinkFast Technology Co., Ltd		MMT-019

Type	First Name	Last Name	Organization / Institute	Signature	Note(*Receipt)
Professional	Chien-Hua	Huang	Land Administration Bureau, Taoyuan City Government		MMT-011
Professional	Ching-Jung	Hung	Chung Hsing Surveying Co., Ltd.		MMT-013
Professional	Cheng-Piao	Lai	Strong Engineering Consulting Co., Ltd.		MMT-015
Professional	Chao-Liang	Lee	Land Administration Bureau, Kaohsiung City Government		MMT-007
Professional	Cheng-Yi	Lin	National Land Surveying and Mapping Center		MMT-141
Professional	Yi-Shiang	Lin	Geosat Informatics & Technology Co. <small>(轉) 9/12</small>		MMT-018
Professional	Kircheis	Liu	Geosat Aerospace Co., LTD.		MMT-004
Professional	Zong-Hua	Liu	DataForce		MMT-180*
Professional	Hubert	Lu	Chung-Shan Institute of Science & Technology		MMT-010
Professional	Tomoya	Matsuo	National Cheng Kung University		MMT-132*
Professional	Chung-Hsin	Miao	Aerial Survey Office, Forestry Bureau		MMT-009
Professional	Tai-Chang	Shao	Dept. of Land Administration, M.O.I.		MMT-016

9/12 李奇華

Type	First Name	Last Name	Organization / Institute	Signature	Note(*Receipt)
Professional	Kuen-Shiou	Tsai	Garmin Corps.		MMT-020
Professional	Craig	Wang	Carbon-based Technology Inc.		MMT-014
Professional	Ken-Yi	Wu	Sunrise Geomatics Inc.		MMT-003
Professional	Benny	Yang	Rolling Star Survey Technology Limited		MMT-001
Professional	Chia-Hsin	Yeh	Land Development Agency, Department of Land Taipei City Government		MMT-012
Professional	Jou-Yu	Yen	National Central University		MMT-134*
Professional	Chih-Lin	Yueh	National Land Surveying and Mapping Center		MMT-143
Professional	Ke-Fu	Gao	Wuhan University		MMT-160 UAV Airshow

Type	First Name	Last Name	Organization / Institute	Signature
Staff	Yeu-Jen	Yeh	National Cheng Kung University	葉羽英
Student	Yi-Ching	Chen	National Cheng Kung University	陳怡靜
Student	Yi-Hua	Wang	National Cheng Kung University	王意華
Student	Heng-Chung	Tsao	National Cheng Kung University	
Student	Bo-Heng	Chen	National Cheng Kung University	
Student	Chien-Hsun	Chu	National Cheng Kung University	朱建勳
Student	Cheng-An	Lin	National Cheng Kung University	林政安
Student	Jhen-Kai	Liao	National Cheng Kung University	廖振凱
Student	Meng-Lun	Tsai	National Cheng Kung University	蔡孟倫
Student	Zih-Syuan	Wong	National Cheng Kung University	翁梓軒
Student	I-Ting	Ku	National Cheng Kung University	古伊庭
Student	Li-Hung	Chen	National Cheng Kung University	陳麗虹
Student	Tzu-Hao	Kuo	National Cheng Kung University	郭子暉
Student	Kuei-Ping	Jhang	National Cheng Kung University	張桂萍
Student	Jimmy	Chou	National Cheng Kung University	周志明
Student	Yuan-Zhen	Ni	National Cheng Kung University	倪緣臻
Staff	Yi-Hsuan	Lee	National Cheng Kung University	Yi-Hsuan Lee
Student	Cheng-Kai	Wang	National Cheng Kung University	Cheng-Kai Wang
Student	Ruo-Tzu	Chiang	National Cheng Kung University	江若慈
Student	Ting-Yu	Jian	National Cheng Kung University	簡廷宇
Student	Guan-Ying	Lin	National Cheng Kung University	林冠穎
Student	Kuang-Che	Tsai	National Cheng Kung University	蔡光哲
Student	Fang-Ju	Jao	National Cheng Kung University	饒若如
Student	Ting-Yi	Yang	National Cheng Kung University	楊亭宜

附錄六

多平台移動製圖系統實務座談會

2014/10/24

13+2

序號	單位	姓名	訓練時數	簽到
31	內政部國土測繪中心	林文亮	公務人員時數	林文亮
32	行政院農業委員會林務局農林航空測量所	黃宗仁	公務人員時數	黃宗仁
33	內政部國土測繪中心	鍾文彥	公務人員時數	鍾文彥
34	內政部	邵泰璋	技師時數	邵泰璋
35	*新竹市政府地政處	施能言	無	施能言
36	內政部地政司	李育華	公務人員時數	李育華
37	臺中大里地政事務所	張嘯喆	公務人員時數	張嘯喆
38	臺北市府地政局土地開發總隊	陳建勳	公務人員時數	陳建勳
39	*臺中市政府地政局	李敬怡	公務人員時數	李敬怡
40	高雄市政府地政局	鄭智仁	公務人員時數	鄭智仁
41	臺中市市中興地政事務所	林士哲	公務人員時數	
42	桃園縣政府地政局	鄭凱仁	公務人員時數	鄭凱仁
43	桃園縣政府地政局	吳澍源	公務人員時數	吳澍源
44	臺中市雅潭地政事務所	許溥鑫	公務人員時數	許溥鑫
45	內政部地政司	黃暉峰	公務人員時數	黃暉峰

46 內政部國土測繪中心

李旭

11

李旭

49 台南市政府地政局

黃煥峰

4

黃煥峰

多平台移動製圖系統實務座談會

2014/10/24

序號	單位	姓名	訓練時數	簽到
46	臺南市政府地政局	鄭煒騰	公務人員時數	✓
47	成大測量系	陳韻安	無	陳韻安
48	成大測量系	詹鈞評	無	詹鈞評
49	成大測量系	李易唐	無	
50	成大測量系	葉怡靖	無	葉怡靖
51	成大測量系	黃聰哲	無	黃聰哲
52	成大測量系	陳厚任	無	陳厚任
53	瑞成工程顧問公司	謝周洵	技師	謝周洵
54	內政部國土測繪中心	吳志毅	技師	吳志毅
55	遠東科技	林明	技師	林明
56	SGS	陳品因	無	陳品因
57	長夏科技股份有限公司	蔡明和	無	蔡明和
58	內政部國土測繪中心	林世安	公務人員	林世安
59	經緯衛星資訊	謝佳誠		謝佳誠
60	經緯衛星資訊	鄭文祥		鄭文祥

多平台移動製圖系統實務座談會

2014/10/24

序號	單位	姓名	訓練時數	簽到
16	昱展工程顧問有限公司	許世煜	技師訓練時數	
17	慎衡國土測繪有限公司	杜仲楹	技師訓練時數	
18	坤眾科技	林益州	無	林益州
19	*詮華國土測繪公司	蔡世霖	無	蔡世霖
20	致用水土保持技師事務所	劉衍志	技師訓練時數	劉衍志
21	聚禾公程顧問有限公司	黃敏郎	技師訓練時數	
22	鴻昇測量	鄭瑞濤	無	鄭瑞濤
23	海洋地球物理科技有限公司	王元才	技師訓練時數	王元才
24	海洋地球物理科技有限公司	張祐鈺	技師訓練時數	張祐鈺
25	懷恩測量工程有限公司	龔順和	技師訓練時數	龔順和
26	群立科技(股)公司	黃俊霖	無	黃俊霖
27	群立科技(股)公司	童鈺雯	無	童鈺雯
28	群立科技(股)公司	何偉聰	無	何偉聰
29	勤崑國際科技	黃韋凱	技師訓練時數	黃韋凱
30	尹晟工程顧問有限公司	黃大星輝	無	黃大星輝

31 主辦單位 謝其泰

謝其泰

謝其泰

多平台移動製圖系統實務座談會

2014/10/24

12

序號	單位	姓名	訓練時數	簽到
1	台灣世曦工程顧問股份有限公司	劉新達	無	劉新達
2	群立科技	楊進雄	技師訓練時數	楊進雄
3	大時代測量顧問有限公司	孔繁榮	技師訓練時數	孔繁榮
4	台灣世曦工程顧問股份有限公司	吳錫賢	無	吳錫賢
5	達雲科技	施奕良	無	
6	森泰儀器有限公司	陳鴻聖	無	
7	子觀工程有限公司	王克強	技師訓練時數	王克強
8	鴻富測量工程股份有限公司	葉文凱	技師訓練時數	
9	三禾測量公司	謝政平	技師訓練時數	謝政平
10	中興測量有限公司	張坤樹	技師訓練時數	
11	Garmin	鄭光哲	無	鄭光哲
12	勤崑國際科技股份有限公司	游詩怡	技師訓練時數	游詩怡
13	勤崑國際科技股份有限公司	葉瑾玲	無	葉瑾玲
14	陶林數值測量有限公司	劉致亨	技師訓練時數	劉致亨
15	自強工程顧問有限公司	賴澄漂	無	賴澄漂

多平台移動製圖系統實務座談會

2014/10/24

序號	單位	姓名	訓練時數	簽到
61	成大測量系	朱建勳	無	✓
62	成大測量系	蔡孟倫	無	蔡孟倫
63	成大測量系	林政安	無	林政安
64	成大測量系	廖振凱	無	廖振凱
65	成大測量系	蔡光哲	無	蔡光哲
66	成大測量系	翁梓軒	無	翁梓軒
67	成大測量系	周志明	無	周志明
68	成大測量系	張桂萍	無	張桂萍
69	成大測量系	倪緣臻	無	倪緣臻
70	成大測量系	古伊庭	無	古伊庭
71	成大測量系	Trung	無	Trung
72	=	F		
73				
74				
75				

多平台移動製圖系統實務座談會 公務員時數簽證

2014/10/24 Fri.

序號	姓名	身分證字號	單位	1024(五)		
				10:00-12:00	13:00-14:20	14:30-17:00
1	林文亮	S100327271	內政部國土測繪中心	林文亮	林文亮	林文亮
2	黃宗仁	F124308161	行政院農業委員會林務局農林航空測量所	黃宗仁	黃宗仁	黃宗仁
3	鍾文彥	T121223037	內政部國土測繪中心	鍾文彥	鍾文彥	鍾文彥
4	李育華	J122350651	內政部地政司	李育華	李育華	李育華
5	張嘜喆	P123107425	臺中大里地政事務所	張嘜喆	張嘜喆	張嘜喆
6	陳建勳	F124395155	臺北市政府地政局土地開發總隊	陳建勳	陳建勳	陳建勳
7	李敬怡	L222817109	臺中市地政局	李敬怡	李敬怡	李敬怡
8	鄭智仁	E122570962	高雄市政府地政局	鄭智仁	鄭智仁	鄭智仁
9	林士哲		臺中市興地政事務所	林士哲	林士哲	林士哲
10	鄭凱仁	J120066861	桃園縣政府地政局	鄭凱仁	鄭凱仁	鄭凱仁
11	吳澍源	F123208788	桃園縣政府地政局	吳澍源	吳澍源	吳澍源
12	許溥鑫	P223066823	臺中市雅潭地政事務所	許溥鑫	許溥鑫	許溥鑫
13	黃暉峰	Q120989640	內政部地政司	黃暉峰	黃暉峰	黃暉峰
14	鄭大輝	D121196294	臺南市政府地政局	鄭大輝	鄭大輝	鄭大輝
15	李旭志	A120888424	內政部國土測繪中心	李旭志	李旭志	李旭志
16	林文亮	A120888424	內政部國土測繪中心			
17						
18						
19						
20						

多平台移動製圖系統實務座談會
2014/10/24 10:00-12:00

序號	姓名	身分證字號	簽到	簽到日期時間	簽退日期時間	主辦單位名稱	技師電子郵件
1	楊建雄	F120651554	楊建雄	2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	keviyuang@geoforce.com.tw
2	孔繁榮	S100327271	孔繁榮	2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	s723.king@msa.hinet.net
3	王克強	B100375068	王克強	2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	seonyeh@highfordms2008.com
4	葉文凱	E121647133		2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	mo1553@moi.gov.tw
5	邵泰璋	F123358907	邵泰璋	2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	tree@chsurvey.com.tw
6	張坤樹	P121490570		2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	qh.liu@msa.hinet.net
7	謝政平	C101206796	謝政平	2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	eli.yu@kingwaytek.com
8	游詩怡	C221059740		2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	liuherry_gis@hotmail.com
9	劉致亨	V120354795	劉致亨	2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	johnnyq411@seed.net.tw
10	許世煜	H120013396		2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	linm41@yahoo.com.tw
11	杜仲楹	L120622888		2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	dlyong.tw@gmail.com
12	劉衍志	N123111848		2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	Yoshi.hni@gmail.com
13	黃敏郎	E120304915		2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	yuan@marinegeophysics.com.tw
14	王元才	F129074222	王元才	2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	cyo@marinegeophysics.com.tw
15	張祐銘	N124676535	張祐銘	2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	vinp@p@vahoo.com.tw
16	龔順和	S122098751	龔順和	2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	kye@kingwaytok.com
17	黃華忠	A125658496		2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	hsiehro88@gmail.com
18	謝村潤	E100888505	謝村潤	2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	dina.mn.lin@gmail.com
19	林明晃	R12092536	林明晃	2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	ceo@geosat.com.tw
20	羅正方	F120069145	羅正方	2014-10-24 10:00:00.000	2014-10-24 12:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	joel@chsurvey.com.tw

林文交 L123201992 林文交 2014-10-24 10:00
李明德 W121502796 mslee@strongco.com.tw 2014-10-24 12:00
林文國 2014-10-24 12:00
joel@chsurvey.com.tw

林文文 C12201914
 林文文 2014-10-24 13:00
 多平台移動製圖系統實務座談會
 2014/10/24 13:00-14:20

jam1@chsurvey.com.tw

序號	姓名	身分證字號	檢期	簽到日期時間	簽退日期時間	主辦單位名稱	技師電子郵件
1	楊進雄	F120651554	林文文	2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	kevinyang@geoforce.com.tw
2	孔繁榮	S100327271	孔繁榮	2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	s273.kong@msa.hinet.net
3	王克強	B100375068	王克強	2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
4	葉文凱	E121647133		2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	seorveh@hightune2008.com
5	邵泰璋	F123358907	邵泰璋	2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	moil553@moi.gov.tw
6	張坤樹	P121490570		2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	tree@ctsurvey.com.tw
7	謝政平	C101206796	謝政平	2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	gh_hu@msa.hinet.net
8	游詩怡	C221059740	游詩怡	2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	gily.yu@kingwaytek.com
9	劉致亨	V120354795		2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	liuhervy_gis@hotmail.com
10	許世煜	H120013396		2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	johnny0411@seed.net.tw
11	杜仲楹	L120622888		2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	linw41@yahoo.com.tw
12	劉衍志	N123111848		2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	diona.tw@gmail.com
13	黃敏郎	E120304915		2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	Yoshi.hmi@gmail.com
14	王元才	F129074222		2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	yuanyw@marinegeophysics.com.tw
15	張祐銘	N124676535		2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	gyc@marinegeophysics.com.tw
16	龔順和	S122098751	龔順和	2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	wyvip@pch.com.tw
17	葉志龍	A125658496		2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	kye@kingwaytek.com
18	鄧周翔	E100848505	鄧周翔	2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	hsieh1008@gmail.com
19	林明晏	A120925316		2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	dino.mm.lin@gmail.com
20	羅正方	F120069145		2014-10-24 13:00:00.000	2014-10-24 14:20:00.000	財團法人成大研究發展基金會	ceo@geosat.com.tw

林文文 C12201914
 2014-10-24 13:00
 2014-10-24 14:20
 財團法人成大研究發展基金會
 wstmslee@strategies.com.tw

李朝輝 0121502096 李朝輝 mslee@hku.hk 2014/10/24 14:30-17:00 多平台移動製圖系統實務座談會

序號	姓名	身分證字號	簽到	簽到日期時間	簽退日期時間	主辦單位名稱	技師電子郵件
1	楊進雄	F120651554	李朝輝	2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	kevinfang@geosforce.com.tw
2	孔繁榮	S100327271	孔繁榮	2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	s723.kong@msa.hinet.net
3	王克強	B100375068	王克強	2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
4	葉文凱	E121647133		2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	seonyeh@highform2008.com
5	邵泰璋	F123358907	邵泰璋	2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	mo15559@moi.gov.tw
6	張坤樹	P121490570		2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	tree@chsurvey.com.tw
7	謝政平	C101206796	謝政平	2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	dp.liu@msa.hinet.net
8	游詩怡	C221059740		2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	eli.yu@hunyank.com
9	劉致亨	V120354795		2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	liuherry_gis@hotmail.com
10	許世煜	H120013396		2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	johnny0411@seed.net.tw
11	杜仲楹	L120622888		2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	jimw41@yahoo.com.tw
12	劉衍志	N123111848	劉衍志	2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	diyona.tw@gmail.com
13	黃敏郎	E120304915		2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	Yoshi.hn@gmail.com
14	王元才	F129074222		2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	Yuan@mairresearch.com.tw
15	張祐鈺	N124676535		2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	gyc@mairesearch.com.tw
16	龔順和	S122098751	龔順和	2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	vivipolo@yahoo.com.tw
17	黃志如	A105658496		2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	eye@kingwaytek.com
18	謝國翔	E100848505	謝國翔	2014-10-24 14:30:00.000	2014-10-24 17:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	hsieh1008@gmail.com

杯明晃 R120925316

羅正方 F120069145

林志文 L122201944 李林文 2014-10-24 14:30

2014-10-24 17:00

財團法人成大研究發展基金會

dino.wm.lin@gmail.com
ceo@geosat.com.tw
fau@chsurvey.com.tw

附錄七

The DG Performance Verifications of UAV Borne MMS Payload with Two Tactical Grade Low Cost MEMS IMUs Using New Calibration Method

Chien-Hsun Chu*, Meng-Lun Tsai

Department of Geomatics, National Cheng-Kung University, Taiwan

BIOGRAPHY

Chien-Hsun Chu and Meng-Lun Tsai are PhD. Candidates within the Positioning, Orientation Integrate, and Navigation Technologies Lab at the Department of Geomatics of National Cheng Kung University (NCKU) under the supervision of Dr. Kai-Wei Chiang. They are interested in navigation technology such as GNSS modernization, inertial navigation, integrated system techniques and Photogrammetry.

ABSTRACT

Rapid spatial information collection has become an emerging trend for remote sensing and mapping applications. To facilitate applications such as environment detection and disaster monitoring, the development of rapid low cost systems for collecting near-real-time spatial information is very critical. The technology of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) mobile mapping system (MMS) can satisfy these demands. It usually loads an Inertial Navigation System (INS) and Global Positioning System (GPS) for integrated positioning and orientation. Moreover, the mapping system is also loaded on board to implement of Direct Georeferencing (DG) capability. The DG capability can rapidly provide the coordinate of interesting points without

any ground control points. These coordinates can be quickly converted to measurable spatial information for numerous applications demanding for near real time georeferenced images.

This study develops a long endurance DG based fixed-wing UAV photogrammetric platform where a low cost tactical grade integrated Positioning and Orientation System (POS) is developed. In addition, a novel kinematic calibration method including lever arms, boresight angles and camera shutter delay is proposed. A commercial Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) tactical grade IMU is also applied for comparison. Two flight tests with two tactical grade low cost MEMS IMUs are performed to verify the positioning accuracy in DG mode without using Ground Control Points (GCPs) using different calibration method.

This study develops a new two-step-kinematic calibration method and compares with traditional two-step calibration. Furthermore, the performance of DG is also analyzed based on the two methods with the different flights and two DG modules. The results presented in this study indicate the accuracy of DG can be significantly improved by lower flight and hardware with superior specifications. The new two-step-kinematic method improves the accuracy of DG about 1-10%. The preliminary results show that horizontal DG positioning accuracies in two-dimension (2D) are around 8 m at a flight height of 600 m with the newly designed

tactical grade integrated Positioning and Orientation System (POS). The positioning accuracy in three-dimension (3D) is less than 12 m. Such accuracy is good for near real-time disaster relief. The DG ready function of the proposed platform guarantees mapping and positioning capability even in GCP free environments, which is very important for rapid urgent response for disaster relief. Generally speaking, the data processing time for the DG module, including POS solution generalization, interpolation, Exterior Orientation Parameters (EOP) generation, and feature point measurements, is less than one hour.

Keywords: UAV, INS, GPS, MMS, DG, Calibration

INTRODUCTION

The idea of mobile mapping is basically executed by producing more than one image that includes the same object from different positions, and then the 3D positions of the same object with respect to the mapping frame can be measured (Tao and Li, 2007). Multi-platform and multi-sensor integrated mapping technology has clearly established a trend towards fast geospatial data acquisition. Sensors can be mounted on a variety of platforms, such as satellites, aircraft, helicopters, terrestrial vehicles, water-based vessels, and even people. As a result, mapping has become mobile and dynamic. In the words, mobile mapping refers to a means of collecting geospatial data using mapping sensors that are mounted on a mobile platform.

With the number of natural disasters increasing due to climate change, the development of a rapidly deployable and low cost system for collecting near-real-time spatial information without any ground reference from the disaster area has become very critical. Therefore, rapid spatial

information acquisition capability has become an emerging trend for remote sensing and mobile mapping applications. Airborne remote sensing, more specifically aerial photogrammetry, in its classical form of film-based optical sensors (analog) has been widely used for high accuracy mapping applications at all scales and rapid spatial information collection for decades. Recently, film-based optical sensors have been replaced by digital imaging sensors.

Generally speaking, conventional photogrammetric methods rely on huge numbers of GCPs. Although photogrammetry has adopted digital technology, GCPs are generally considered the only source of reliable georeferencing information (Gibson et al., 1992). Recently, the inclusion of mobile mapping technology that enables DG has become possible by integrating GPS and INS, making EOP available with sufficient accuracy at any instant of time (Gibson et al., 1992). The integration of INS and GPS improves the georeferencing of photogrammetric data and frees it from operational restrictions that require ground reference information. Together with digital data recording and data processing, it allows Mobile Mapping Systems.

Operational flexibility is greatly enhanced in all cases where a block structure is not needed (Schwarz et al., 1993). Costs are considerably reduced, especially in areas where little or no ground control is available (Chiang et al., 2004). Current achievable accuracy of commercial airborne MMSs is sufficient for numerous mapping applications. In addition, cost has decreased and production efficiency has increased with the use of DG-based photogrammetric platforms (Chiang et al., 2004). However, current airborne MMSs have some limitations. The cost of renting a plane to conduct aerial photogrammetry is high and there are strict regulations and complicated procedures for obtaining a permit to

conduct a flight plan in most countries. In addition, the flexibility and capability of conducting small area surveys or rapid spatial information collection are rather limited. Therefore, an airborne MMS that is relatively free of government regulations and relatively inexpensive but maintains high mobility for small area surveys or rapid spatial information acquisition is desired for urgent response such as disaster relief and assessment.

Integrated Sensor Orientation (ISO), which combines the benefits of DG and indirect georeferencing with traditional bundle adjustment using an Aerial Triangulation (AT) process, is considered a practical and robust process for modern airborne photogrammetry applications when the imagery is flown in a block configuration with sufficient overlap (Ip, 2005). By using the EOP, provided by DG systems as initial approximations for bundle adjustment, only a limited number of tied points in an overlapping area are needed. GCPs are applied to check the datum shift and compensate for residual systematic errors of differential GPS (Ip, 2005). Generally speaking, ISO combines the advantages of DG and the traditional AT process and allows the use of a less accurate Inertial Measurement Unit (IMU); however, its primary limitation for potential disaster applications is the requirement of block imagery (Ip, 2005), which might not be always available for disaster relief applications. Therefore, ISO is not implemented in this study. Table 1 shows a comparison of various sensor orientation methods.

Table 1: Comparison of sensor orientation methods

Type	Observations	Control	Accuracy	Cost	Efficiency	
Bundle Block Adjustment Indirect Georeferencing	Tie points	Lots of GCP	High	GCP collection	Poor	
GNSS-assisted AT	Tie points GNSS	Several GCP	High	GCP collection	Medium	
Direct Sensor Orientation (DSO)	GNSS/INS-assisted AT (ISO)	Tie points GNSS INS	A few GCP	High	Minor: GCP collection Major: IMU	High
	Direct Georeferencing (DG)	GNSS INS	No	Dependent on the used IMU	Dependent on the used IMU	Excellent

GNSS: Global Navigation Satellite System

Numerous studies have been conducted to apply UAV for photogrammetry researches. Nowadays despite the large availability of very high resolution satellite imagery, large scale photogrammetric mapping is still performed primarily with aerial images. The reason is that satellite images have several constrains such as weather, availability of stereo coverage, temporal and geometric resolution, minimum area order and price. Thus airborne platforms such as aircraft, helicopter, kite, balloon and UAV are a very good and generally cheap alternative. Moreover the latest developments of small and medium format digital cameras are remarkable with also great advances on the automated image processing side. In case of large areas, aircrafts are usually employed as a platform for acquiring aerial images. But for small and remote area mapping, UAV is a very good and inexpensive platform and imaging alternative, in particular in developing countries. Generally speaking, the main application of UAVs could be defined with observation, maintenance, surveillance, monitoring, remote sensing and security tasks (Grant et al., 2005). In recent years, more and more UAV based photogrammetric platforms have been developed and their performances have been proven in certain scenarios (Nagai and Shibasaki, 2006). Chiang et al., (2012) developed a DG based UAV photogrammetric platform where an INS/GPS integrated POS system was implemented to provide the DG capability of the platform. The preliminary results show horizontal DG positioning accuracies in the x and y axes of below 5 meters with 300 meters flight height without using any GCP. The positioning accuracy in the z axis is less than 10 meters. Such accuracy is good for near real time disaster relief.

Rehak,et al. (2013) presents the development of a low cost UAV with the capability of direct georeferencing. The advantage of such system lies in its high maneuverability, operation flexibility as well as capability to acquire image

data without the need of establishing GCPs. Moreover, the precise georeferencing offers an improvement in the final mapping accuracy when employing integrated sensor orientation. Such mode of operation limits the number and distribution of GCPs, which in turns save time in their signalization and surveying.

Generally speaking, the selection of a platform is application dependent. The primary objective of developing a UAV based photogrammetric platform is to meet requirements such as small operational area, rapid deployment, low cost, high mobility, and acceptable positioning accuracy. Therefore, it is not practical to use such platforms as replacements for conventional photogrammetric applications 10 (Grenzdorffer et al., 2008).

PROBLEM STATEMENT

As indicated previously, Chiang et al. (2012) utilized a low end INS/GPS integrated POS system to provide the DG capability of the UAV photogrammetric platform. Figure 1 shows the DG module proposed by Chiang et al., (2012) for facilitating GCP free photogrammetry applications and INS/GPS integrated POS aided bundle adjustment photogrammetry. The EVK-6T GPS receiver from U-blox is used in the DG module. This model is chosen because of its L1 carrier phase measurements for DGPS processing, which provides sufficient positioning accuracy.

The IMU used for the DG module is MMQ-G from BEI SDID. This model is chosen due to its compact size and weight. The MMQ-G IMU integrates MEMS quartz rate sensors (100 deg/hr in run bias) and vibrating quartz accelerometers. The total budget of the proposed POS module is around 10,000 US dollars.

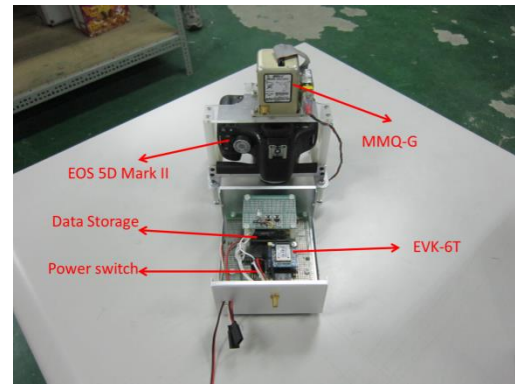


Figure 1: The Configuration of DG module proposed by Chiang et al., (2012)

MEMS inertial sensors has advanced rapidly; thus, the inclusion of MEMS inertial sensors for UAV borne MMS applications has a lot of potential in terms of cost and accuracy.

With the advance of MEMS inertial technology, some commercial MEMS IMUs are able to provide better sensor stability but reduce the total budget of the POS significantly. Therefore, the first objective of this study is to develop a new POS module using a tactical grade IMU with 6 deg/hr gyro in run bias but cost only one third of the POS module proposed in Chiang et al., (2012).

The most common integration scheme used today is Loosely Coupled (LC) integration scheme, as shown in Figure 2. The position and velocity of the estimated by the GPS Kalman filter (KF) are processed in the navigation KF to aid the INS, which is also known as decentralized or cascaded filtering. This kind of integration has the benefit of a simpler architecture that is easy to utilize in navigation systems. However, the errors in the position and velocity information provided by the GPS KF are time-correlated, which can cause degradation in performance or even instability of the navigation KF if these correlations are not considered by some means (Wendel and Trommer, 2004).

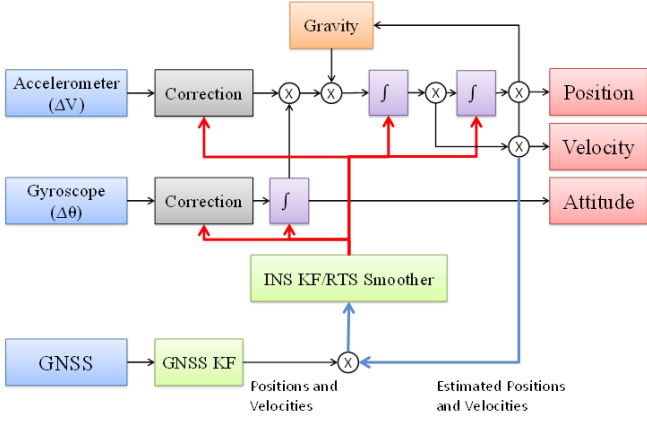


Figure 2: The LC integration scheme

In the case of incomplete constellations, i.e. fewer than four satellites in view, the output of the GPS receiver has to be ignored completely, leaving the INS unaided (Lewantowicz 1992). When a UAV flies in the open sky, the GPS signals are not obstructed or reflected by high buildings. There is no GPS outage and the user can receive more than 4 satellites, theoretically. However, Tsai et al. (2011) indicated that due to the vibration of the UAV platform and certain maneuvers, such as sharp turns or sudden movements due to strong winds, the logged GPS raw measurements for post-processing provided by the proposed GPS module tend to lose lock of sufficient. This issue becomes severer when carrier phase measurements are applied. Thus the accuracies of the POS solutions are deteriorated significantly when a low cost MEMS IMU and the LC scheme are used during partial GPS outages. Therefore the second objective of this study is to apply a robust INS/GPS integration scheme to avoid the partial GPS outages taking place in UAV scenarios.

Equation (1) and Figure 3 illustrate the general concept of the airborne DG. With this implementation, the coordinates of a mapping feature can be obtained directly through measured image coordinates. This procedure works based on

the a priori knowledge of various systematic parameters, as shown in the following expression:

$$r(t)_{nav}^m = r(t)_{GPS}^m - R(t)_b^m a_{INS}^{GPS}$$

$$r_i^m = r(t)_{nav}^m + R(t)_b^m (s_i R_c^b r_i^c + a_{INS}^c) \quad (1)$$

where r_i^m is the coordinate vector of feature point (i) in the mapping frame (m-frame), $r(t)_{nav}^m$ is the interpolated coordinate vector of the navigation sensors (INS/GPS) in the m-frame, s_i is a scale factor, determined by stereo techniques, laser scanners or Digital Terrain Model (DTM), $R(t)_b^m$ is the interpolated rotation matrix between the navigation sensor body frame (b-frame) and the m-frame, (t) is the time of exposure, i.e., the time of capturing the images, determined by synchronization, R_c^b is the differential rotation matrix between the camera frame (c-frame) and the b-frame, determined by calibration, r_i^c is the coordinate vector of the point in the c-frame (i.e., image coordinate), a_{INS}^c is the vector between the IMU center and the camera principal point, determined by calibration, and a_{INS}^{GPS} is the vector between the IMU center and the GPS antenna center, determined by calibration.

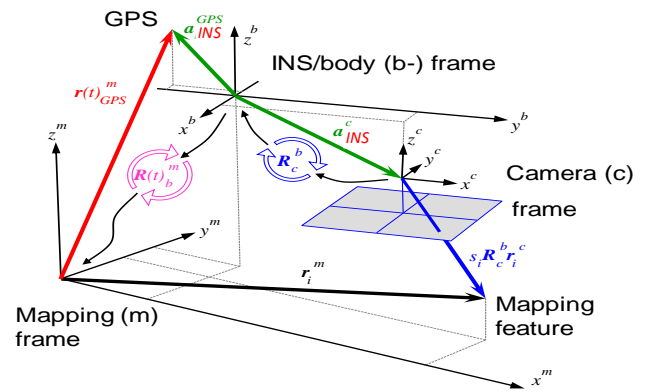


Figure 3: Concept of airborne DG

The physical meanings of R_c^b , a_{INS}^c , and a_{INS}^{GPS} are given in Figures 4 and 5, respectively. Traditional two-step

calibration procedure is implemented to acquire the rotation matrix (R_c^b) between the camera and IMU by using the rotation matrix (R_b^m) provided by the IMU and the rotation matrix (R_c^m) provided by conventional bundle adjustment during the calibration procedure using the following equation (Fraser, 1997):

$$R_c^b = R_c^m (R_b^m)^T \quad (2)$$

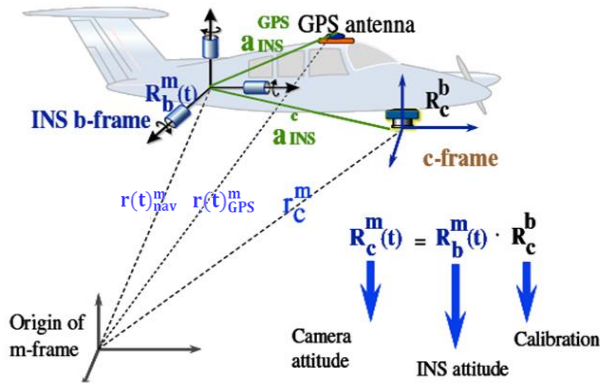


Figure 4: Concept of boresight angle calibration

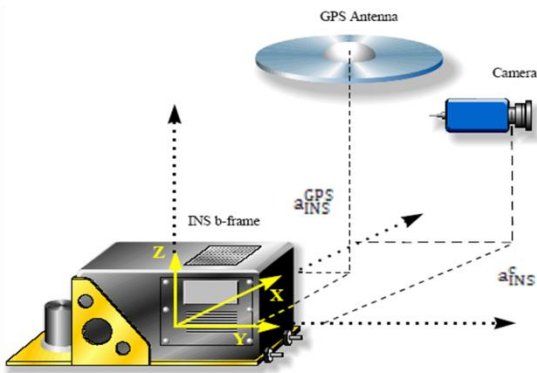


Figure 5: Concept of lever arm calibration

The lever arm vector a_{INS}^{GPS} between the GPS phase center and the IMU center is determined through a surveying process. The lever arm vector a_{INS}^c between the camera and

the IMU centers is determined through a two-step procedure. First, the EOPs of the images were calculated through bundle adjustment by measuring the image points when the flight mission had completed. Second, the interpolation of INS/GPS smoothed POS solutions at the image exposure time was implemented. The lever arm and boresight angle were obtained by comparing the differences of the position and the attitude between the EOP and the interpolated INS/GPS solutions using the following equation:

$$a_c^{INS} = R_m^b \begin{pmatrix} X_b^m - X_c^m \\ Y_b^m - Y_c^m \\ Z_b^m - Z_c^m \end{pmatrix} \quad (3)$$

Where a_c^{INS} is the lever arm vector to be estimated, (X_b^m, Y_b^m, Z_b^m) represents the positional vector of the INS center in the m-frame provided by INS/GPS integrated POS solutions, and (X_c^m, Y_c^m, Z_c^m) represents the positional vector of the camera center in the m-frame provided by bundle adjustment. Once these parameters are well calibrated and those sensors are fixed on the platform, the proposed platform is able to conduct GCP free DG missions without conventional bundle adjustments for future flights.

However, in addition to those lever arms and boresight angles, the camera shutter delay that represents the time delay between the trigger time used for interpolating POS solutions and the exposure time when image is taken should be calibrated simultaneously in kinematic mode, as indicated in Chiang et al. (2012). In practice, the trigger signal is sent to camera to take a picture and recorder to record the time mark simultaneously. Then those smoothed INS/GPS solutions are interpolated at the time mark of each image. As a matter of fact, the camera exposure time is always different from recorded time mark because of the delay due to signal transmission. This deviation of time will lead to the systemic

shift of position and attitude of each image along the forward direction. Therefore, the exposure time delay compensation should be applied to estimate the magnitude of time delay at each exposure station. Therefore, the third objective of this study is to develop a new calibration method known as two-step-kinematic to solve this problem. The two-step-kinematic method not only estimates the lever-arm and boresight, but estimates the deviation of time using the same measurements with the traditional two-step.

THE TECHNICAL CONFIGURATIONS OF PROPOSED PLATFORM

The proposed UAV platform is illustrated in Figure 6. As indicated in the figure, the proposed UAV is designed for medium range applications. The proposed UAV platform and its specifications are illustrated in Figure 1. As shown in the figure, the proposed UAV is designed for medium range applications.

The wing span is 4 m and the payload is 40 kg. The flexible flight altitude and eight hours endurance make the platform suitable for small area and large scale photogrammetric missions. This model is jointly developed by the Department of Geomatics, NCKU and GeoSat Informatics Technology Co. Figure 7 depicts the **tactical grade** DG module designed in this study to facilitate GCP free photogrammetry as well as INS/GPS POS aided bundle adjustment.

Figure 8 illustrates the specifications of the GPS receiver, AEK-6T from U-blox, applied in the DG module. This model is chosen because it can provide L1 carrier phase raw measurements that can be applied for differential GPS processing with single frequency carrier phase measurements

to provide sufficient positioning accuracy. In addition, it supplies Pulse Per Second (PPS) output used to synchronize the time mark used to trigger the camera used in DG module.



Figure 6: The proposed UAV platform

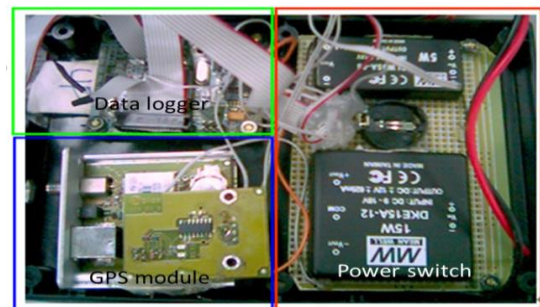
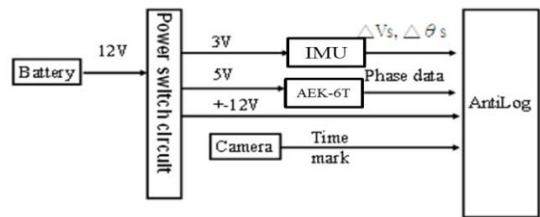


Figure 7: The configuration of DG module

Item	AEK-6T
Function	L1 carrier phase measurement and pseudo range
Communication port	USB, RS232 port
Sample rate	10 Hz
Voltage	5V
Dimension	74mm x 54mm x 24mm





Figure 8: The GPS receiver of DG module

Figure 9 illustrates those two IMUs used for previous and new DG module, MMQ-G from BEI SDID and ADIS16488 from Analog Device, respectively. These models are chosen because of their compact size and weight. The retail price of ADIS16488 IMU is around 1500 USD while that of MMQ-G was 10000~12000 USD in 2008. Based on the specification illustrated below, the new version of DG module is at least 6 times superior to previous version in terms of the quality of inertial sensors but costs only one fifth of the original budget.



item	ADIS16488	MMQG	unit
GYROSCOPES			
range	±450	±200	°/sec
Misalignment	±0.1	±0.3	Degrees
Initial Bias Error (1σ)	0.2	0.03	°/sec
In-Run Bias Stability (1σ)	6.25	100	°/hr
Angular Random Walk (1σ)	0.3	0.3	°/√hr
ACCELEROMETERS			
range	±18	±10	g
Misalignment	±0.1	±0.3	Degrees
Initial Bias Error (1σ)	16	2.5	mg
In-Run Bias Stability (1σ)	0.1	3	mg
Velocity Random Walk (1σ)	2.9	0.5	mg/√hr

Figure 9: The IMUs for DG module

To supply the power required for the individual sensors with various power requirements from the battery, a power switch

module was designed. An RS232 port is used to transmit the measurements collected by the MMQ-G/ADIS16488 IMU to the data storage module. Since the camera, a Canon EOS 5D Mark II, has its own power supply, it is not considered in the power supply design. The data storage module used to record the measurements collected by MMQ-G/ADIS16488, EVK-6T, and the synchronized time mark used to trigger the camera is Antilog from Martelec. Due to the limitations of the power supply, a PC or notebook based data storage module was ruled out in this study. A simple mechanization that can store measurements transferred through a serial port is thus required. Antilog is chosen due to its flexibility, low power consumption, and reliability. Since the camera has its own storage mechanization, it is not included in this module.

PROPOSED CALIBRATION ALGORITHM

As mentioned previously, the lever arms and boresight angles can be obtained by traditional two-step method. In the process of the lever arms and boresight angles calibration, the perspective center of each image (r_{oc}^l) is exactly known after executing the bundle adjustment, and the calculation about the INS/GNSS position vector (r_{ob}^l) and rotation matrix (R_l^b) is conducted by the interpolation at the trigger time received. Then the lever arms (r_{bc}^b) can be solved by the following equation:

$$r_{bc}^b(t) = R_l^b(t)(r_{oc}^l(t) - r_{ob}^l(t)) \quad (4)$$

In terms of the boresight angles calibration, the rotation matrix between the camera frame and the local level frame of each image (R_c^l) is also obtained through the bundle adjustment results, and the rotation matrix between the body frame and mapping frame of each image is provided by integrated solutions. Eventually, the rotation matrix (R_c^b) can be calculated by the matrix multiplication:

$$R_c^b(t) = R_l^b(t)R_c^l(t) \quad (5)$$

However, there is another important parameter, exposure time delay (Δt), that is time difference between the timing of recorded by recorder and camera exposure. Therefore, DG equation is modified as follow:

$$t_c = t_b + \Delta t \quad (6)$$

$$\begin{aligned} r_{oA}^M &= r_{ob}^M(t_c) + R_b^M(t_c)(r_{bc}^b + sR_c^b r_{cA}^c) \\ &= r_{ob}^M(t_b + \Delta t) + R_b^M(t_b + \Delta t)(r_{bc}^b + sR_c^b r_{cA}^c) \end{aligned} \quad (7)$$

Where, “ t_c ” is the exposure time of camera and “ t_b ” is recorded by recorder. The two-step calibration equations can then be revised in kinematic mode.

$$r_{bc}^b(t_c, t_b) = R_l^b(t_b)(r_{oc}^l(t_c) - r_{ob}^l(t_b)) \quad (8)$$

$$R_c^b(t_c, t_b) = R_l^b(t_b)R_c^l(t_c) \quad (9)$$

When the platform of MMS is in kinematic mode, the accuracy of 3D positioning is significantly affected by the exposure time delay. Therefore, the proposed calibration method is developed to reduce the impact of the exposure time delay. In the following derivation, the magnitude of the exposure time delay is assumed to be an unknown constant. The derivation of related equations is described below.

$$\begin{aligned} r_{bc}^b(t_c) &= R_l^b \left(r_c^l(t_c) - r_b^l(t_c) \right) \\ &= R_l^b \left(r_c^l(t_c) - \left(r_b^l(t_b) + r_b^l(\Delta t) \right) \right) \\ &= R_l^b \left(r_c^l(t_c) - r_b^l(t_b) + \dot{r}_b^l * \Delta t \right) \\ &= r_{bc}^b(t_c, t_b) + v_b^b * \Delta t \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} R_b^c(t_c) &= R_l^c(t_c) * R_b^l(t_c) \\ &= R_l^c(t_c) * R_b^l(t_b) * R_b^l(\Delta t) \\ &= R_b^c(t_c, t_b) * R_b^l(\Delta t) \\ &\quad \Downarrow \\ R_c^b(t_c) &= R_l^b(\Delta t) * R_c^b(t_c, t_b) \\ &= \dot{R}_l^b * \Delta t * R_c^b(t_c, t_b) \end{aligned} \quad (11)$$

Where, “ r ”, “ R ” and “ t ” mean position vector, rotation matrix and time, respectively, and the superscript and subscript are frame. We suppose the frames of INS/GNSS and MMS are overlay, so “ b ” is the MMS body frame also INS/GNSS frame. The “ c ” and “ l ” are camera and local level frame (LLF), respectively.

The calibration process is carried out in the LLF to avoid unnecessary systematic error sources due to frame transformation. The equation builds the relationship between measurement and unknowns including lever arm, boresight and exposure time delay (Δt), they are arranged and rewritten as follow. The two-step-kinematic is implemented using Least Square (LS) method. Before processing the LS, the rotation matrix has been re-written to Quaternions form. Therefore, lever arms have 3 elements including [x, y, z] in body frame and the boresight angles have 4 elements including [q0, q1, q2, q3].

$$\left\{ \begin{array}{l} r_{bc}^b(t_c, t_b) = r_{bc}^b(t_c) - v_b^b * \Delta t \\ R_c^b(t_c, t_b) = \Delta t * \dot{R}_b^l * R_c^b(t_c) \\ L + V = AX \\ X = [r_{bc}^b, R_c^b, \Delta t]_{8 \times 1}^T \\ L = [r_{bc}^b(t_c, t_b), R_c^b(t_c, t_b)]_{7 \times 1}^T \end{array} \right. \quad (10)$$

Generally speaking, the accuracy of the calibration procedure is dominated by the quality of the INS/GNSS POS data and the bundle adjustment results. This relationship also affects the performance of MMS implicitly. Traditional

two-step method dose not calibrate the exposure time delay simultaneously. If the method is applied to calibrate MMS operating in kinematic mode, the impact of exposure time delay will propagate to lever arm and boresight, respectively. The two-step-kinematic can avoid this problem and provide the best estimates of lever arm, boresight and exposure time delay at the same time. On another note, the distribution of the GCPs in the image and the quality of the INS/GNSS solutions are very important during the calibration procedure. After obtaining calibration parameters, the DG task can be performed seamlessly without GCPs.

DATA PROCESSING STRATEGY

For the determination of the delay, lever arm and boresight parameters, the Exterior Orientation Parameters (EOPs) including position and attitude of images must be solved by the bundle adjustment. However, some errors are included during the image measurements due to the imperfection of cameras during production. Thus the camera calibration must be performed. The objective of camera calibration is to analyze the interior orientation parameters (IOPs) such as the lens distortion, the focal length, and the principle point. In this case, those systematic errors can be diminished during the image point measurements. Therefore, in order to process the system calibration above and check the ability of DG, the establishment of the camera control field and the ground control field must be done in this research.

The circular plane is set up for camera calibration. The diameter of this plane is 240 cm, and more than two hundred artificial landmarks are distributed evenly. Moreover, the landmarks provided by Australis software are also included. Such design can be applied for calibrating various cameras with different resolution and focal length process, as shown

in Figure 10.

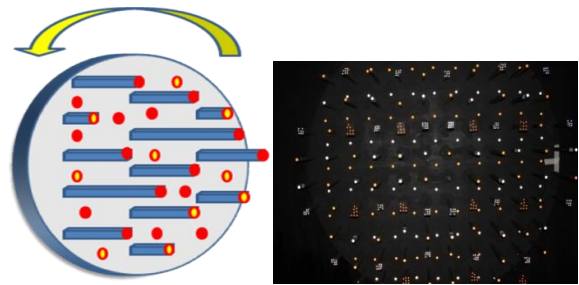


Figure 10: The camera control field

Generally speaking, the amount of the images captured from multi-angle at the different locations could be restrained if the space of the camera control field is not enough. However, in the proposed field architecture, the relation of each landmark is fixed during the field rotation. That means its local coordinate system is also invariable. Each image can be shot at the same location but with different rotation angle. Compared to change the location of the shot, this design can overcome the restriction of the field space and provide sufficient reliability of the camera calibration, as shown in Figure 11. The camera control field is designed to acquire images with the best intersection geometry and avoid the high correlation between parameters. Thus, the calibration can be processed in the small space such as our control field (only $4*4*3m^3$) with the best intersection geometry and the low correlation between parameters.

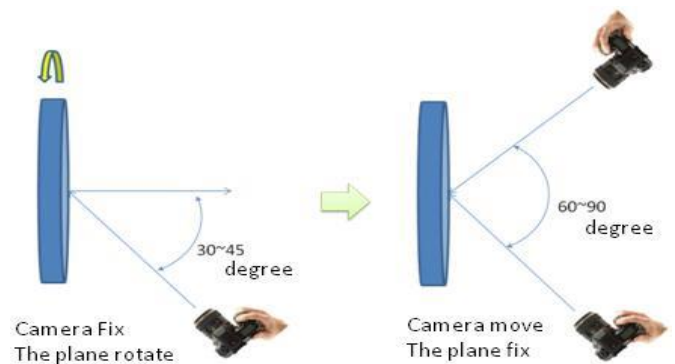


Figure 11: Relation between two situations

The analysis of IOPs such as the focal, the principal point, and the lens distortion is the objective in this process. Because the digital CCD camera is different from the traditional metric camera which can use the flame frame to rectify the systematic error and image coordinates measurement, the bundle method with self-calibration is proposed to determine the interior parameters CCD cameras applied. The equation is included to the bundle adjustment (Li, 2010):

$$x_a = x_p - c \frac{r_{11}(X_A - X_0) + r_{12}(Y_A - Y_0) + r_{13}(Z_A - Z_0)}{r_{31}(X_A - X_0) + r_{32}(Y_A - Y_0) + r_{33}(Z_A - Z_0)} + \Delta x \quad (12)$$

$$y_a = y_p - c \frac{r_{21}(X_A - X_0) + r_{22}(Y_A - Y_0) + r_{23}(Z_A - Z_0)}{r_{31}(X_A - X_0) + r_{32}(Y_A - Y_0) + r_{33}(Z_A - Z_0)} + \Delta y \quad (13)$$

This research adapts the commercial software, Australis (Cronk, et al., 2006), to solve those parameters. It can process calibration automatically after the images imported. The lens distortion model that includes seven parameters is enough in most kinds of the camera.

$$\Delta x = \bar{x} + (K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6) \bar{x} + P_1 (r^2 + 2\bar{x}^2) + 2P_2 xy + b_1 x + b_2 y \quad (14)$$

$$\Delta y = \bar{y} + (K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6) \bar{y} + P_1 (r^2 + 2\bar{y}^2) + 2P_1 xy \quad (15)$$

Where, $\bar{x} = (x - x_p)$, $\bar{y} = (y - y_p)$, $r = \sqrt{\bar{x}^2 + \bar{y}^2}$

C: The focal length

x_p, y_p : The principal points

K_1, K_2 and K_3 : The radial lens distortion parameters

P_1 and P_2 : The decentering lens distortion parameters

b_1 and b_2 : The linear distortion parameters

After obtaining proper IOPs, those parameters can be applied to enhance the accuracy of EOPs estimation on the aspects of bundle adjustment for system calibration and DG. For the determination of calibration parameters, the EOPs of each

image need be known. They can be calculated by the bundle adjustment using control field. So the two control fields are built for calibrating those systems applied in the study. Figure 12 illustrates the distribution of ground control points (GCPs) in the two control fields which are set up every 400 and 800 meters, respectively. Those GCPs are accurately surveyed by using RTK (Real Time Kinematic) GNSS (Global Navigation Satellite System) and processed with network adjustment software. The standard deviation of GCPs is 3 millimeters.

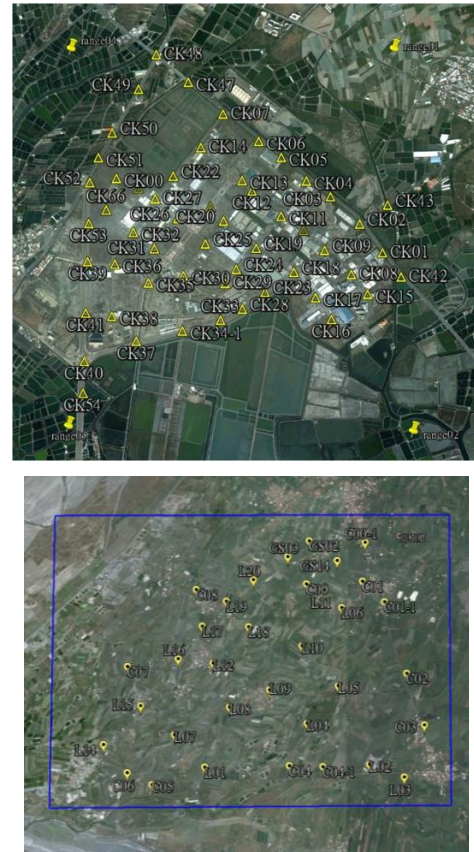


Figure 12: The distribution of GCPs in two control fields

The image acquisition for system calibration process is performed via flying UAV photogrammetric over the ground control field and the measurements of the image points are also measured at first. Second, the Australis software is used to complete the bundle adjustment to get the EOPs of each

image. After performing the interpolation of INS/GPS positioning and orientation solution (POS) at the trigger time, the differences of them between the EOPs and interpolated POS are derived for further processing. The differences are used to calculate calibration parameters using mentioned calibration algorithm. After obtaining calibration parameters, the DG task can be performed exactly without using any GCP. On the other hand, traditional photogrammetric process can use INS/GPS POS and GCPs throughout the whole interesting area to assist conventional bundle adjustments process (Tao and Li, 2007).

The grey, yellow and green scopes in Figure 13 illustrate the process of INS/GPS POS assisted AT, system calibration and DG, respectively. The INS/GPS POS assisted AT executes AT after three steps are finished as tie-points and control points are measured, IOPs of cameras is calibrated and INS/GPS POS is interpolated. The EOPs of each images is obtained by through AT, and the final products can be completed like ortho-photo, Mosaic and DEM/DSM. INS/GPS POS assisted AT is included in combination of calibration and DG process as shown in Figure 13. The calibration procedure needs EOPs of each image and interpolated INS/GPS POS solutions. Therefore, the calibration can be executed after completing AT then generates the calibration report. The DG function can provide positioning of interesting points without any using GCP with interpolated INS/GPS POS and calibration report. In fact, the final products of DG are the same as AT. However, the INS/GPS POS assisted AT has to implement dense GCPs throughout the whole interesting area before taking pictures. On the other hand, the DG mode only requires a control field for calibration purpose which is not required for every mission once it has been performed and the payload remained fixed after last calibration.

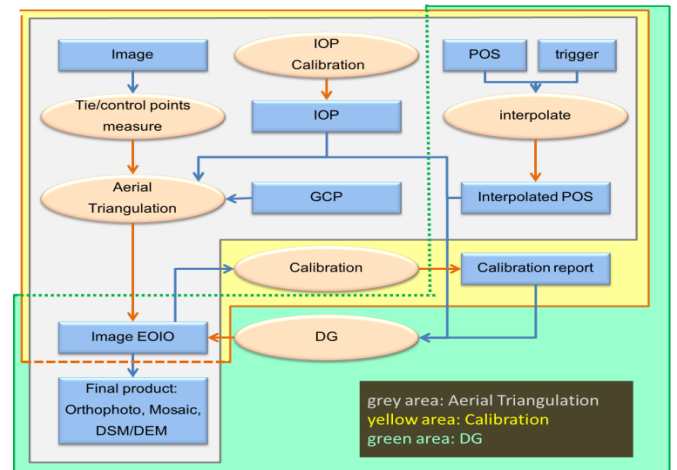


Figure 13: The process of INS/GPS POS assisted AT, system calibration and DG

Figure 14 illustrates the costs estimates of proposed UAV based photogrammetric platform. As shown in Figure 14, the proposed DG based UAV photogrammetric can save the cost for field works including aerial photography and GCP survey significantly. On the other hand, the lab works might be increased intensively as the number of pictures to be processed increase. Generally speaking, the idea of proposed platform is not the replacement of conventional DG based photogrammetry; in fact, the idea is to fill the gap when it is not convenient or practical to perform rapid spatial information acquisition mission in small areas with conventional DG based photogrammetry (Bar-Itzhack and Berman, 1988).

The Flow Charts of UAV based Conventional and DG based photogrammetric mapping scenarios

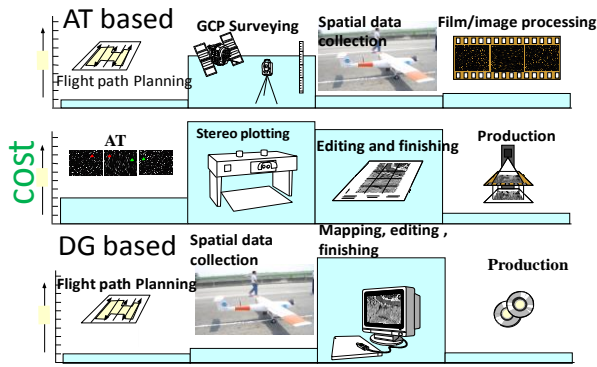


Figure 14: The proposed DG-ready photogrammetric procedure

To avoid losing lock of GPS satellite due to the vibration of the UAV platform and certain maneuvers, this study applies the TC scheme to provide more robust POS solutions even with frequent partial GPS outages to overcome the hardware limitations. The TC scheme uses a single KF to integrate GPS and IMU measurements, as shown in Figure 15. It depicts that the raw measurements are collected from the IMU and converted into position, velocity, and attitude measurements in the desired coordinate system using the INS mechanization algorithms. In the TC integration, the GPS pseudo range, delta range, and carrier phase measurements are processed directly in the INS KF (Scherzinger, 2000). The primary advantage of this integration is that raw GPS measurements can still be used to update the INS when fewer than four satellites are available. This is of special benefit in a hostile environment such as downtown areas where the reception of the satellite signals is difficult due to obstruction. Also, in the case when carrier phase GPS measurements are used, the IMU measurements are used to aid the ambiguity resolution algorithm.

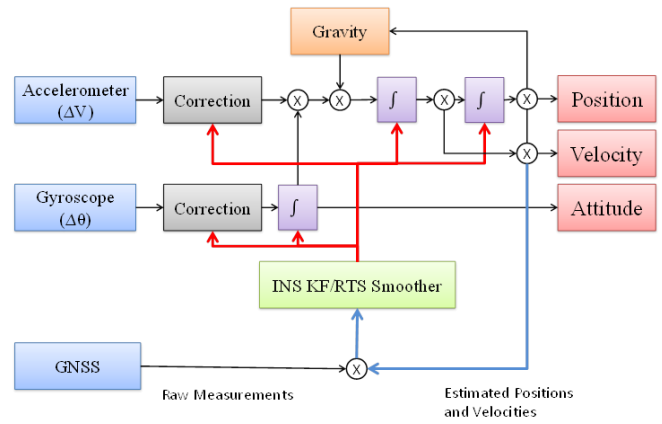


Figure 15: The TC integration scheme

Post-mission processing, when compared to real-time filtering, has the advantage of using the data of the whole mission for estimating the trajectory. It is impossible when using filtering, because only part of the data is available at each trajectory point except the last. After filtering is used in the first step, an optimal smoothing method, such as the Rauch-Tung-Striebel (RTS) backward smoother, can be applied (Chiang et al., 2004). It uses filtered results and their covariance as a first approximation. This approximation is improved by using additional data that was not used in the filtering process. Depending on the type of data used, the improvement obtained by optimal smoothing can be considerable (Gelb, 1974).

For a georeferencing process which puts POS stamps on images and a measurement process that obtains three-dimensional coordinates of all important features and stores them in a Geographic Information System (GIS) database, only post-mission processing can be implemented due to the complexity (El-Sheimy, 2002). Therefore, most commercially available DG systems operate in real-time only for data acquisition and conduct most of the data processing and analysis in post-mission mode.

After processing POS and bundle adjustment solutions using

measurements acquired over control fields, the calibration and performance verification can be achieved. At first, the position and attitude of POS are converted to $[x, y, z]$ and normalized quaternions form for the further processing, respectively. The smoothed POS solutions are interpolated by linear interpolation at trigger time. The DG procedure is done by using smoothed POS solutions at trigger time and calibration report to obtain IOPs and EOPs of each image. The three-dimension coordinates of interesting points can be solved by conventional photogrammetric technology such as collinearity equation and intersection. The statistical analysis of MMS performance is estimated by check points and then output the MMS performance report. Figure 16 illustrates the data processing procedure adopted in this study

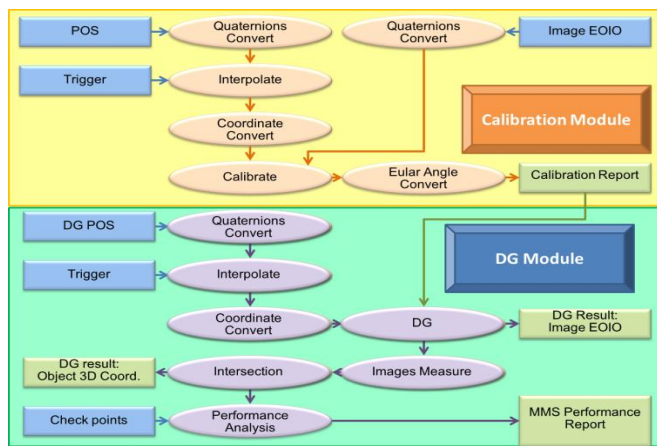


Figure 16: Data processing procedure

RESULTS AND DISCUSSIONS

To validate the impact of flight height on DG performance, a field test was conducted in the fall of 2011 at the first control field. The DG payload used in this scenario was the previous version and the flight altitudes set for aerial photography were set as 300 and 600 meters above ground, respectively. The scope of the test zone is 3 kilometers * 3 kilometers,

which covers the first control field, as shown in Figure 17(a) with the red square. The blue region illustrates the fly zone approved for this test.

In addition, to compare the performance of previous and new versions of DG modules, the second test was conducted in the fall of 2013 at the second control field. The tested IMU was the IMU ADIS16488 and the flight altitude set for aerial photography was set as 600 meters above ground in this test. The scope of the test zone is 3 kilometers * 3 kilometers, which covers the second control field shown the red square in Figure 17(b). The blue region illustrates the fly zone approved for this test.

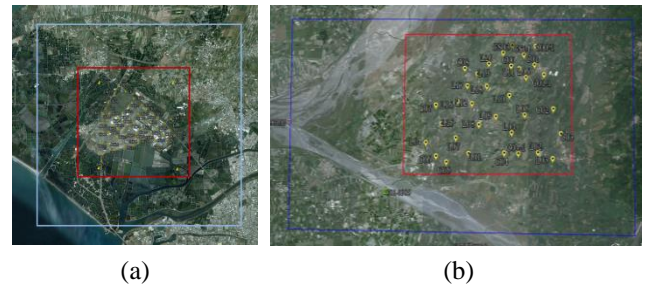
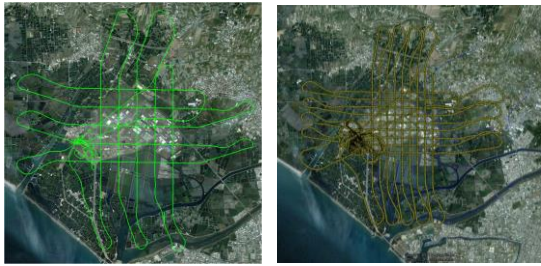


Figure 17: The proposed DG-ready photogrammetric procedure.

Owing to the limit of the payload and the impact of side wind affecting the attitude of UAV, the endlap and sidelap were increased to 80% and 40% respectively to insure that the coverage of the stereo pair can overlap completely during the test flight. Although more images have to be processed, it can be guaranteed that the completed coverage of the stereo pair. Figures 18(a) and (b) illustrate the flight trajectories of the first test with 600 and 300 meters flight height and Figure 19 depicts the trajectory of the second test.



(a) (b)

Figure 18: The trajectories of the first test flight



Figure 19: The trajectories of the second test flight

Calibration results

In this study, the camera calibration procedure was implemented first to obtain the IOP of camera. Then the system calibration was executed after installing the DG module on the UAV. Consequently, the performance analysis of DG accuracy was performed by comparing DG results with checking points with precisely known coordinates. Table 2 shows the preliminary IOP results of two tests, respectively.

Figure 20 shows the accuracy of EOPs results of MMQG-600, MMQG-300 and ADIS16488-600, respectively. The estimated accuracy of image referencing is 0.33, 0.38 and 0.58 pixels. The influence of the EOP is around 0.03, 0.06 and 0.14 meters in terms of the three-dimensional positioning accuracy.

Table 2: The IOP of EOS 5D Mark II

		First		Second	
		Value	accuracy	Value	accuracy
Principal distance	c (mm)	20.6478	0.001	20.7399	0.001
Principal point offset in x-image coordinate	x_p (mm)	-0.0819	0.001	0.0746	0.000
Principal point offset in y-image coordinate	y_p (mm)	-0.0792	0.001	0.1707	0.000
3 rd -order term of radial distortion correction	K_1	2.380e-04	5.5231e-07	2.412e-04	2.2721e-07
5 th -order term of radial distortion correction	K_2	-4.751e-07	4.2347e-09	-5.149e-07	1.2586e-09
7 th -order term of radial distortion correction	K_3	5.808e-11	9.5854e-12	1.374e-10	2.0717e-12
Coefficient of decentering distortion	P_1	1.012e-05	7.026e-07	-3.487e-06	3.202e-07
Coefficient of decentering distortion	P_2	2.767e-06	5.663e-07	-6.352e-06	2.311e-07
No significant differential scaling present	B_1	0.0000e+00	3.334e-10	0.0000e+00	4.426e-10
No significant non-orthogonality present	B_2	0.0000e+00	3.334e-10	0.0000e+00	4.426e-10

Measurement Accuracy Summary

Scale set? Yes

Estimated accuracy of 3D point coordinates (RMS 1-sigma level)

X m, or

Y m, or

Z m, or

Overall m, or

Estimated accuracy of image referencing pixels (RMS 1-sigma level)

Quality of self-calibration (if applied)

Measurement Accuracy Summary

Scale set? Yes

Estimated accuracy of 3D point coordinates (RMS 1-sigma level)

X units, or

Y units, or

Z units, or

Overall units, or

Estimated accuracy of image referencing pixels (RMS 1-sigma level)

Quality of self-calibration (if applied)

Measurement Accuracy Summary

Scale set? Yes

Estimated accuracy of 3D point coordinates (RMS 1-sigma level)

X units, or

Y units, or

Z units, or

Overall units, or

Estimated accuracy of image referencing pixels (RMS 1-sigma level)

Quality of self-calibration (if applied)

Figure 20: The EOPs results

The traditional two-step and two-step-kinematic calibration procedures are implemented in this study to estimate calibration parameters of each camera for further study. The proposed software, as shown in Figure 21, is written by Visual Studio 2008 C++, QT, OpenCV and OpenGL for system calibration and DG verification. The EOPs of the images are calculated first with Australis software through the bundle adjustment by measuring the image points when the flight mission complete. Then the trajectories of INS/GPS integrated POS are obtained through the use of TC

schemes with the RTS smoother. The interpolation of INS/GPS smoothed POS solutions at the image exposure time is then performed. The lever arm and boresight angle of each epoch are applied by comparing the differences of the position and the attitude between the exterior orientation parameters and the interpolated INS/GPS solutions. The proposed software solves those calibration parameters using those methods and generates the calibration report, as shown in Table 6.

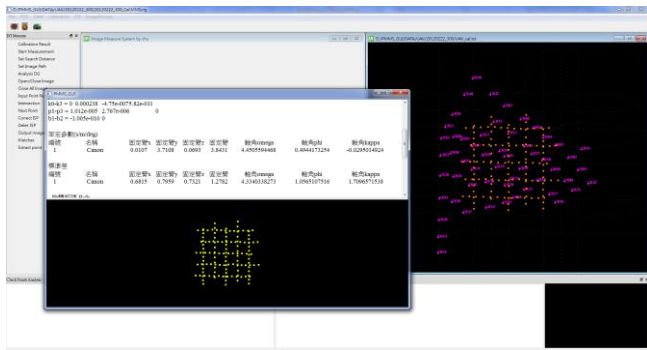


Figure 21: The calibration operation of the program

The center of POS and camera is coarsely overlay along x and y axis when they are assembled in the payload frame. As shown in Table 6, the relative accuracy of two-step-kinematic method is better than that of traditional two-step method. The most probable values and relative accuracies of DG modules with the 600 and 300 meter flight height are compared based on those calibration methods. As illustrated in Table 3, the accuracies and the most probable values of 300 meter flight height scenario is much better than those of 600 meter flight height scenario with both calibration methods. This finding illustrates the fact that the calibration flight test should be conducted with 200-300 meters flight height for the UAV used in this study. In addition, the relative accuracies and the most probable values for new DG module illustrate superior results than those of previous DG module with 600 meter flight height.

This finding illustrates the fact that the calibration results can be improved significantly with a better POS module. On the other hand, the accuracies of two-step-kinematic calibration method are superior to those of two-step calibration method because the bias of exposure time delay contaminates lever-arm and boresight parameters in the traditional two-step method. Figure 22 illustrates the impact of exposure time delay on lever arm parameters at each epoch. The delay leads to a bias which depends on the velocity of platform along the forward direction.

Table 3: The result of two calibration methods

	(s)	Lever-Arm (m)				Boresight (deg)		
		Delay	X	Y	Z	Distance	Omega	Phi
UAV-MMQG-600								
Two-Step								
most probable value		-0.9598	3.07912	0.6589	3.2919	3.70580830	6.42025078	1.70846544
accuracy		2.4147	2.21455	1.5878	3.6409	5.84215539	6.02013435	6.03865411
Two-Step-Dynamic								
most probable value		-0.0213	-0.9683	1.2251	0.7547	1.7344	3.72235108	6.41652110
accuracy		0.0131	0.0492	0.333	0.0543	0.3410	5.67856382	5.69047325
UAV-MMQG-300								
Two-Step								
most probable value		0.0107	3.7108	0.0693	3.7115	4.45057330	0.49507641	-0.01414960
accuracy		0.6815	0.7959	0.7321	1.2782	4.71672934	5.04687666	4.67520019
Two-Step-Dynamic								
most probable value		-0.0545	-0.0122	1.1610	0.1482	1.1705	4.45332557	0.48909365
accuracy		0.0122	0.0356	0.3070	0.0394	0.3116	3.30274538	3.30921971
UAV-ADIS-600								
Two-Step								
most probable value		0.1509	3.9115	-0.8931	4.7140	3.592893289	2.538094429	-0.33852927
accuracy		0.7363	1.8333	2.1505	2.9203	4.34821615	3.27087881	5.30746610
Two-Step-Dynamic								
most probable value		-0.1696	0.1639	-0.2569	-0.5960	0.6694	3.62772798	2.56615951
accuracy		0.0098	0.0683	0.2579	0.0692	0.2756	2.95304391	2.95268621

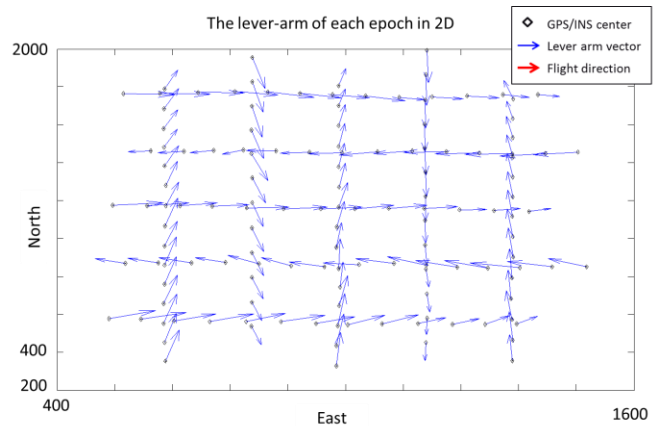


Figure 22: The lever-arm of each epoch

The Verification of DG Capability of Proposed UAV Photogrammetric Platform

The software developed in this study can also perform the DG verification and it utilizes collinearity equation and intersection to calculate the coordinates of check point, as shown in Figure 23. As illustrated in Figure 23, the information including the coordinates of the control points, POS, calibration report and trigger file are imported to the software which calculates the EOPs of each image by DG function. Users can perform the image point measurements of those check points appearing in different images. The results of the space intersection of check points are obtained from these images and their coordinates derived through GCP free mode are then compared with known coordinates of them. The reference coordinates of the check points are obtained through the precise control survey with GNSS RTK technology and network adjustment. Therefore, the DG coordinates of those check points are then compared with their reference coordinates.

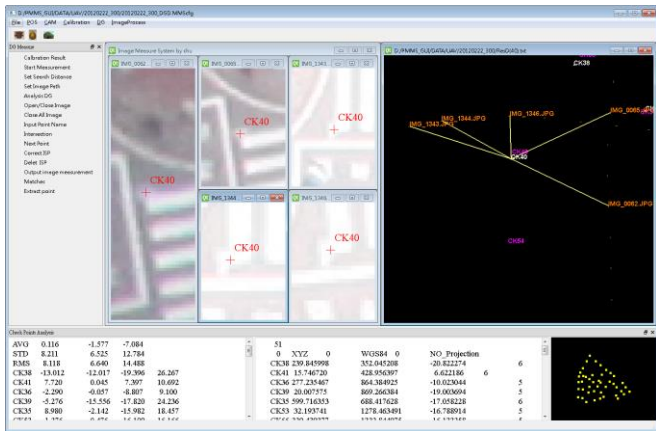


Figure 23: The DG program

Table 4 illustrates the statistical analysis of DG based on different flights height, DG modules and calibration methods, respectively. Figures 24, 25 and 26 illustrate DG performance for those scenarios with those check points. It is

obvious that the newly developed DG payload can provide significant improvement comparing to previous version of DG payload. The horizontal positioning accuracy of new DG is best as about 8.1 meter in 2D and 12.8 meter in 3D. And then several comparing is provided on following.

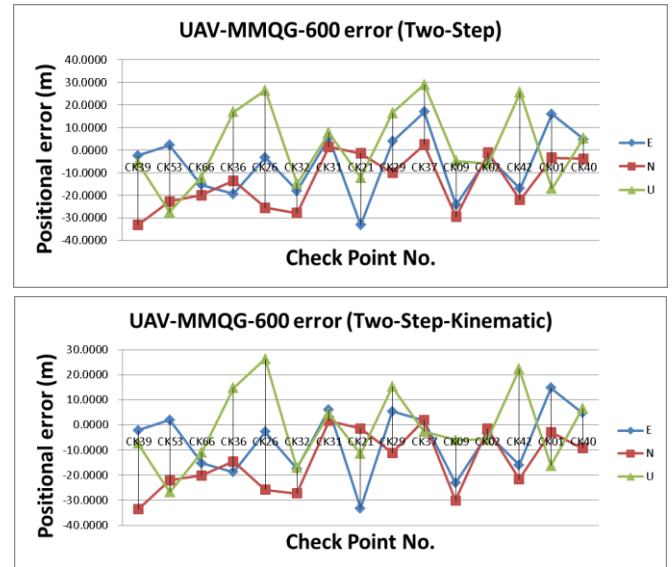


Figure 24: The error of DG based on MMQG with 600 flight height

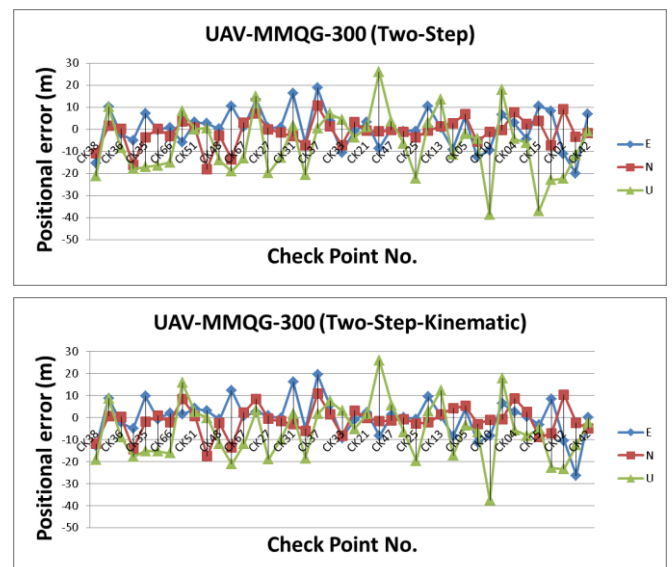


Figure 25: The error of DG based on MMQG with 300 flight height

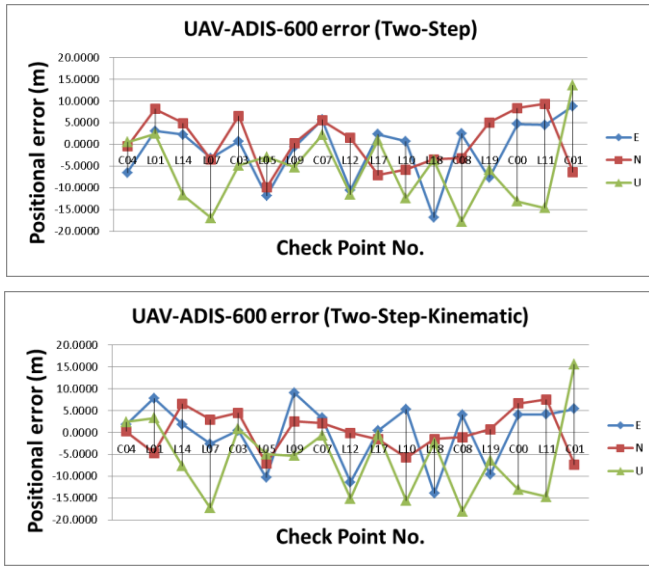


Figure 26: The error of DG based on ADIS 16488 with 600 flight height

Table 4: The statistical analysis of DG

	UAV-MMQG-600					UAV-MMQG-300					UAV-ADIS-600				
	Two-Step			Two-Step-Kinematic		Two-Step			Two-Step-Kinematic		Two-Step			Two-Step-Kinematic	
	E	N	U	2D	3D	E	N	U	2D	3D	E	N	U	2D	3D
AVG	-5.8477	-14.0748	1.7935	15.2413	15.3464	-6.4059	-14.4641	-0.8681	15.8192	15.8430	-1.1769	-0.4640	-7.1619	1.2651	7.2727
STD	14.7725	12.4718	17.8161	19.3331	26.2904	13.3759	12.2120	15.4826	18.1121	23.8277	7.1285	6.2058	7.9448	9.4513	12.3470
RMS	15.4231	18.5277	17.3052	24.1070	29.6752	14.4229	18.6655	14.9828	23.5886	27.9447	6.8643	5.9056	10.3971	9.0551	13.7875

Tables 5 and 6 illustrate the improvement rates analysis for those scenarios. The first scenario is the relationship of the low cost POS to the flight height. The accuracies based on MMQG with 300 meter flight improve about 129.1% and 58.5% in term of 2D and 3D absolute positional errors, respectively when comparing with 600 meter flight height using the traditional two-step method. On the other hand, those statistical numbers also improve about 127.3% and 59.1% using the proposed new two-step-kinematic method.

The second scenario compares the performance of two DG modules. Comparing the two results of using MMQ-G and

ADIS16488 IMUs with the 600 meter flight, the results of ADIS16488 IMU are superior to those of MMQ-G. It improves about 166.2% and 115.2% in terms of 2D and 3D absolute positional errors using the traditional two-step method and improves about 190.3% and 117.7 % in terms of 2D and 3D absolute positional errors using new two-step-kinematic method, respectively.

Table 5: The improvement rate of DG accuracy based on different flight and DG modules

%	two-step		two-step-kinematic	
	MMQG-600		MMQG-600	
	2D	3D	2D	3D
MMQG-300	129.1202	58.50345	127.259	59.0582
ADIS16488-600	166.2249	115.2326	190.262	117.694

The last analysis is the improvement rate based on new calibration method. The new two-step-kinematic method is proven effectively in all scenarios applied in this study. It improves 2.2% and 6.2% in terms of 2D and 3D absolute positional errors with the 600 meter flight and 1.4% and 6.6 % in terms of 2D and 3D absolute positional errors with the 300 meter flight based on MMQG, respectively. The DG accuracies provided by the proposed DG modules with the new two-step-kinematic method reach 11.4% and 7.4% in terms of 2D and 3D absolute positional errors with the 600 meter flight.

Table 6: The improvement rate of DG accuracy with two-step-kinematic

%	two-step-kinematic	
	2D	3D
MMQG-600	2.19765	6.192682
MMQG-300	1.367304	6.564354
ADIS16488-600	11.42484	7.40718

The approximate error budgets of the proposed tactical grade

DG module with a flight height of 600 m are given in Table 7. The error distribution analysis in Figure 25 shows that the primary DG positional error sources are related to the quality of the gyroscopes used within the IMU. The proposed DG module improves the kinematics positioning accuracy of trajectory to be less than 1 m by using single frequency carrier phase measurements. In addition, the remaining positional error sources can be mitigated by replacing current IMU with the superior gyroscopes.

Table 7: Error budgets of the new DG system

ADI-16488 with 600 flight height		
Error source	Magnitude	Impact on (DG error)
INS/GNSS Positional error	0.1-0.2 m	0.1-0.2 m
INS/GNSS Orientation error	0.15-0.25 degree	1.6-2.5 m
Calibration error -Boresight -Lever-arm	0.15-0.25 degree 0.1-0.2 m	1.6-2.5 m 0.1-0.2 m
Synchronization error -Position -Orientation	1-2 msec	120km/hr fly speed 0.036-0.072m 0.3-0.6m

The primary contribution of this study is the implementation of a UAV based photogrammetric platform with DG ability and the verification of its performance in terms of DG accuracy with several situations using a low cost tactical grade IMU. In addition, the preliminary results indicate that the DG accuracy in GCP free mode can meet the requirements for rapid disaster mapping and relief applications.

The total cost of the proposed POS module is below 2000 US dollars, making it suitable for rapid disaster relief deployment to provide near real-time geo-referenced spatial information. The data processing time for the DG module, including POS solution generalization, interpolation, EOP generation, and feature point measurements, is less than one

hour.

CONCLUSIONS

This study develops a long endurance DG based fixed-wing UAV photogrammetric platform where a low cost tactical grade integrated Positioning and Orientation System (POS) is developed. In addition, a novel kinematic calibration method including lever arms, boresight angles and camera shutter delay is proposed and compared with traditional two-step calibration. Furthermore, the performance of DG is also analyzed based on the two methods with the different flights and two DG modules. The results presented in this study indicate the accuracy of DG can be significantly improved by lower flight and hardware with superior specifications. The new two-step-kinematic method improves the accuracy of DG about 10%.

The preliminary results show that horizontal DG positioning accuracies in two-dimension (2D) are around 8 m at a flight height of 600 m with the newly designed tactical grade integrated Positioning and Orientation System (POS). The positioning accuracy in three-dimension (3D) is less than 12 m. Such accuracy is good for near real-time disaster relief.

The DG ready function of the proposed platform guarantees mapping and positioning capability even in GCP free environments, which is very important for rapid urgent response for disaster relief. Generally speaking, the data processing time for the DG module, including POS solution generalization, interpolation, Exterior Orientation Parameters (EOP) generation, and feature point measurements, is less than one hour.

ACKNOWLEDGMENTS

The author would acknowledge the financial supports provided by the National Science Council of Taiwan NSC (102-2221-E-006-137-MY3) and all technical assistances from his supervisor, Dr. Kai-Wei Chiang.

REFERENCES

1. Bar-Itzhack, I.Y. and Berman, N. (1988): Control Theoretic Approach to Inertial Navigation System., *Journal of Guidance Control and Dynamics*, Vol.11, No.3, pp.237-245.
2. Chiang, K.W., Tsai, M.L., and Chu, C.H. (2012): The Development of an UAV Borne Direct Georeferenced Photogrammetric Platform for Ground Control Point Free Applications, *Sensors* 2012, 12(7), 9161-9180
3. Chiang, K.W., Noureldin, A. and El-Sheimy, N. (2004): A new weight updating method for INS/GPS integration architectures based on neural networks, *Measurement Science and Technology* 15(10): 2053-2061.
4. Cronk, S., Fraser, C. S., and Hanley, H. (2006): Hybrid Measurement Scenarios in Automated Close-Range Photogrammetry, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B3b, pp. 745-749, Beijing.
5. El-Sheimy, N. (1996): The development of VISAT - A mobile survey system for GIS applications. Ph.D. thesis, UCGE Report No. 20101, Department of Geomatics Engineering, the University of Calgary: Calgary, Canada.
6. El-Sheimy, N. (2002): Introduction to inertial navigation, Thesis, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, Alberta, Canada.
7. Fraser, C.S. (1997): Digital camera self-calibration *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 52(4): 149-159.
8. Gelb, A. (1974): *Applied Optimal Estimation*. The MIT Press: Cambridge, MA, USA.
9. Gibson, J.R., Schwarz, K.P., Wei, M. and Cannon, M.E. (1992): GPS-INS data integration for remote sensing Position Location and Navigation Symposium, *IEEE PLANS* 92., IEEE: 480. doi: 10.1109/PLANS.1992.185889.
10. Grant, M.S., Katzberg, S.J. and Lawrence, R.W. (2005): GPS remote sensing measurements using aerosonde UAV, *American Institute of Aeronautics and Astronautics*, 2005–7005.
11. Grenzdorffer, G.J., Engel, A. and Teichert. B (2008):“The photogrammetric potential of low-cost UAVs in forestry and agriculture” *International Archives Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXVII*: 1207-1213.
12. Ip, A.W.L. (2005): Analysis of integrated sensor orientation for aerial mapping, Thesis, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary.
13. Lewantowicz, Z.H. (1992): Architectures and GPS/INS integration: impact on mission accomplishment, Position Location and Navigation Symposium, *IEEE PLANS '92*., IEEE 7(6): 284-289. doi: 10.1109/PLANS.1992.185856.
14. Li, Y.H. (2010): The Calibration Methodology of a Low Cost Land Vehicle Mobile Mapping System, *ION GNSS 2010*, Portland, OR
15. Nagai, M., and Shibasaki, R. (2006): Robust trajectory tracking by combining GPS/IMU and continual CCD

images, The International Symposium Space Technology and Science 25: 1189-1194.

16. Rehak, M., Mabillard, R. and Skaloud J. (2013): A MICRO-UAV WITH THE CAPABILITY OF DIRECT GEOREFERENCING, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2
17. Schwarz, K.P., Chapman, M.E., Cannon, E. and P. Gong. (1993): An integrated INS/GPS approach to the georeferencing of remotely sensed data Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 59(11): 1667-1674.
18. Scherzinger, B.M. (2000): Precise robust positioning with Inertial/GPS RTK, Proceeding of the ION GPS: 155-162.
19. Tao, V., and Li, J. (2007): Advances in Mobile Mapping Technology; International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) Book Series; Taylor and Francis Group: London, UK.
20. Tsai, M.L., Chiang, K.W., Huang, Y.W., Lo, C.F. and Lin, Y.S. (2011): The development of a UAV based MMS platform and its applications, 7th International Symposium on Mobile Mapping Technology, I(ICWG I/V).
21. Wendel, J., and G.F. Trommer. (2004): Tightly coupled GPS/INS integration for missile applications *Aerospace Science and Technology* 8: 627-634.

Article

The Performance Analysis of the Tactical Inertial Navigator Aided by Non-GPS Derived References

Kai-Wei Chiang ¹, Cheng-An Lin ^{2,*} and Thanh-Trung Duong ³

- 1 Department of Geomatics, National Cheng-Kung University, No.1, University Road, Tainan 701, Taiwan; E-Mail: kwchiang@mail.ncku.edu.tw
- 2 Department of Geomatics, National Cheng-Kung University, No.1, University Road, Tainan 701, Taiwan; E-Mail: P68011068@mail.ncku.edu.tw
- 3 Department of Geomatics, National Cheng-Kung University, No.1, University Road, Tainan 701, Taiwan; E-Mail: duong_trung2004@yahoo.com

* Author to whom correspondence should be addressed; E-Mail: P68011068@mail.ncku.edu.tw; Tel.: +886-6-237-0876; Fax: +886-6-237-5764.

Received: / Accepted: / Published:

Abstract: The Inertial Navigation System (INS) is now widely applied in many navigation and mobile mapping applications. The primary advantage of an INS is high sampling rates, high accuracy in short-term cases, and no limitations caused by interference or signal obstructions. An INS can continuously provide the position, velocity and attitude of a vehicle. Conversely, the disadvantage of the stand-alone INS is that its accuracy degrades rapidly with time because of the accumulations of systematic errors and noises from accelerometers and gyros. Therefore, this research implements an integration system with non-GPS derived reference data aided INS using a tactical inertial navigator. The proposed integration system applied an Extended Kalman Filter (EKF) as the core estimator to provide superior performance. INS positions are updated by information from reference data to improve navigation accuracy in the long-term. In order to validate the performance of the proposed integration system for land applications, various field tests including open-sky freeway, urban area and tunnel have been conducted. The preliminary results presented in this research demonstrate that the proposed system with frequent non-GPS reference information aiding provides uninterrupted updates and better performance of vehicular navigation.

Keywords: INS; tactical inertial navigator; non-GPS derived references

1. Introduction

Vehicular navigation and guidance systems provide vehicle real-time location, communication, and route-guidance services, improving the efficiency of location-based services (LBS) [1].

The Global Positioning System (GPS) can provide continuous, accurate positioning with lines of sight to more than four satellites. However, the accuracy and availability of GPS-based vehicular navigation systems are subject to the open-sky condition and they will degrade in the presence of signal blockage and reflected signals. The INS can fill any GPS gaps to provide continuous navigation solutions including position, velocity, and attitude. An inertial navigator refers to a set of gyroscopes and accelerometers. It provides compensated raw measurements including velocity changes (ΔV) and orientation changes ($\Delta \theta$) along the three directions of its body frame. The INS usually refers to a combination of an inertial navigator and an onboard computer that can provide navigation solutions in the chosen navigation frame directly in real-time, in addition to providing compensated raw measurements [2].

The primary advantage of using the INS is the provision of navigation solutions at high sampling rates. However, the disadvantage of the INS is that its accuracy degrades quickly with time because of systematic errors and noises from inertial sensors, including accelerometers and gyros. In particular, low-cost or tactical-grade INS can experience large position and attitude errors over short-term duration in comparison with navigation-grade systems. Therefore, the tactical inertial navigator is only used in short-term cases if no other navigational aids are available.

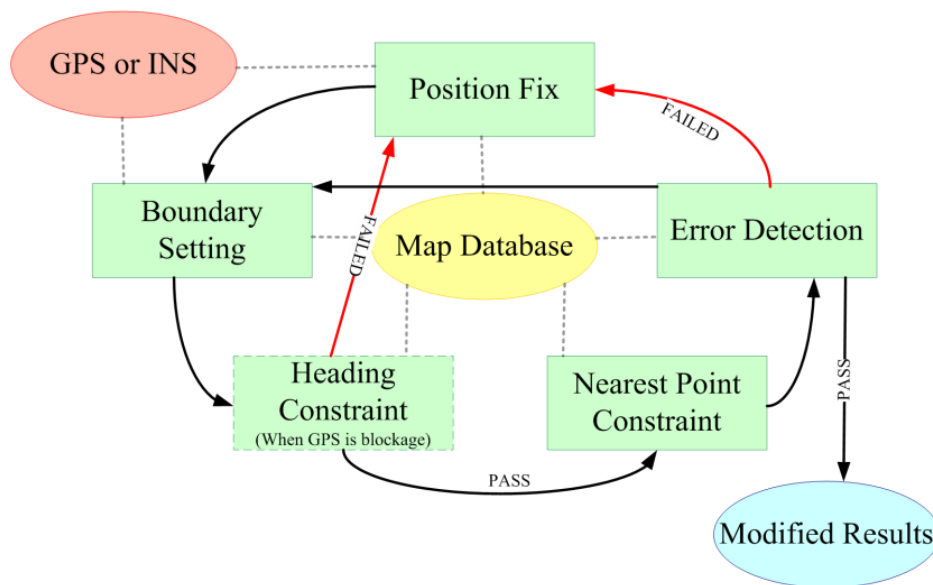
The INS was considered the nucleus of the integration system, mainly because it provides the attitudes of the vehicle. Moreover, being a totally autonomous sensor, its performance cannot be degraded by external means. Although an integrated navigation system can work in GPS-denied environments, the high cost of inertial sensors and the length of time during the unavailability of GPS signals for which it can compensate, limit its applicability. In other words, aiding INS with other complementary sensors is critical to improve the accuracy of inertial-based navigation systems. Choosing an appropriate estimation method is a key process in developing an aided INS [3].

On the other hand, there are several non-GPS derived reference data models which can provide effective positioning aiding to assist navigation systems. One of the non-GPS derived reference data models is map matching (MM). It is a core component of current vehicular navigation systems. A brief discussion of the earliest conventional MM algorithm, a semi-deterministic method, can be found in [4], [5] and [6].

The algorithm has evolved into a probabilistic method. For detailed discussions on probabilistic-based solutions, see [7]. Meanwhile, [8] combines a digital map and navigation solutions to find the nearest point to the location of a vehicle that may exist in the digital map database to improve the accuracy of navigation solutions. Furthermore, [9] uses digital map data and GPS to filter candidate routes on which the vehicle may appear, while [10] utilizes the MM algorithm to improve the output from a GPS receiver based on fuzzy logic methodology. The MM procedure is divided into five steps:

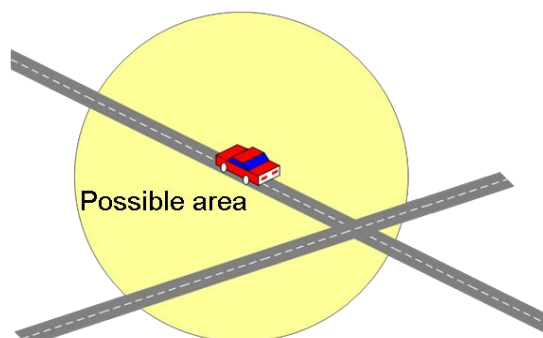
Position Fix, Boundary Setting, Heading Constraint, Nearest Point Constraint and Error Detection. Figure 1 displays the procedures of MM applied; see [8] for details.

Figure 1. Procedures of Map Matching Technology.



In the position fix process, the absolute position is provided by the integration system. Based on this information, the position of the vehicle is matched with the road network provided by the map database using the shortest distance principle. Position fix is applied at the beginning of the trajectory and failure in the error detection for cutting down the computation load. Once the position is located, the boundary setting is triggered. Due to the large amount of the data in the map database, the boundary setting is applied to avoid wasting unnecessary time in searching for an impossible point which is far away from the position of vehicle. In the boundary setting, the last coordinate obtained from the integration system is considered as a center point. Depending on this center point, a limited region is set to cover the scope the vehicle may appear, which is called the possible area [11], as shown in Figure 2. The range of the region correlates with the accuracy of the navigation system.

Figure 2. The possible area of vehicle at t-1 epoch.



In technical terms, the coupling relationships between GPS, dead reckoning (DR) sensors, and MM algorithms can be regarded as uncoupled. To overcome this limitation, several studies have been

conducted to develop solid coupling relationships between GPS/DR sensors and MM algorithms [11]. Certain mechanizations have been implemented to utilize MM results to calibrate DR errors. According to [11], various methods can be used to correct DR errors. MM results can be input into a Kalman Filter to estimate DR sensor errors based on DR sensor error models. DR errors can also be corrected by frequently updating new positions from MM results, thus constraining DR predicted position errors during GPS signal blockages. As mentioned by [11], instead of using positions predicted with DR measurements during GPS outages, the continuous coordinate update mode could be implemented using map matched points to frequently reset the positional drifts caused by DR sensors. For example, the positions at epoch t predicted by DR are the summations of the positions of epoch $t-1$ predicted by DR and the coordinate differences along navigation axes derived from DR measurements including distance travelled and heading. Therefore, the map matched points at epoch $t-1$ can be applied to replace DR predicted positions at that epoch. The positional drifts caused by DR sensors during GPS outages are thus constrained.

In the present study, an algorithm is proposed that embeds a general MM algorithm in the INS in order to enhance the sustainability and accuracy of the integration systems. Numerous research institutions and industries around the world have already developed successfully GPS/INS integrated map matching algorithms (see [12] and [13] for details). MM technology combines information of the road network obtained from a map database with positions estimated by the navigation system, making it suitable for real-time vehicle navigation systems. The continuous coordinate update mode can be implemented to guarantee the sustainability and accuracy of the integrated vehicular navigation systems.

Several INS/GPS integration schemes are available for implementing seamless land vehicular navigation systems, such as loosely-coupled integration and tightly-coupled integration [2]. The choice of integration strategy primarily depends on the application. Although tightly-coupled integrations have the advantages of high accuracy and the capacity to update GPS when there are fewer than four satellites, the complexity of computation produces a heavy computation load for processors used in low-cost vehicular navigation applications [14]. High fault tolerance and a low numerical computation burden make loosely-coupled integration schemes easier to implement [2]. Therefore, the proposed integration system is based on the loosely-coupled integration strategy due to its simplicity of implementation and good performance, while INS applies as a central navigation system. Non-GPS derived references provide position updates which can be used to aid INS continuously. In particular, if GPS is not available in military applications, non-GPS derived references can provide reliable position information. The scope of this research is to implement an aided inertial navigation algorithm with a specific matching strategy between non-GPS derived references and navigation solutions derived from INS mechanization to obtain sufficient aided information.

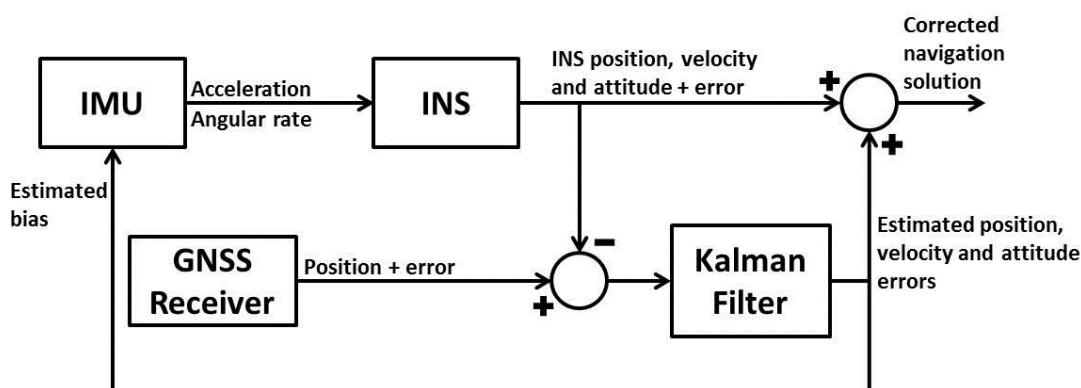
2. Optimal Core Estimator

The Kalman Filter (KF), which is considered as a special form of Bayesian estimation [15,16], has been widely adopted as the standard optimal estimator for integration system. The KF estimates the instantaneous state of a linear system upset by Gaussian white noise and provides a means of inferring information by the use of measurements. The KF can read the measurements, including associated

noise, and then estimates the required states. In this research, the KF relies on a set of position information data from non-GPS derived references and appropriate INS dynamic and stochastic models to provide optimal estimates of the INS error states. If the KF is exposed to input data that does not fit the model, it will not result in reliable estimates. Obviously, the model presentation depends on the *a priori* knowledge and the process taking place in the integration system.

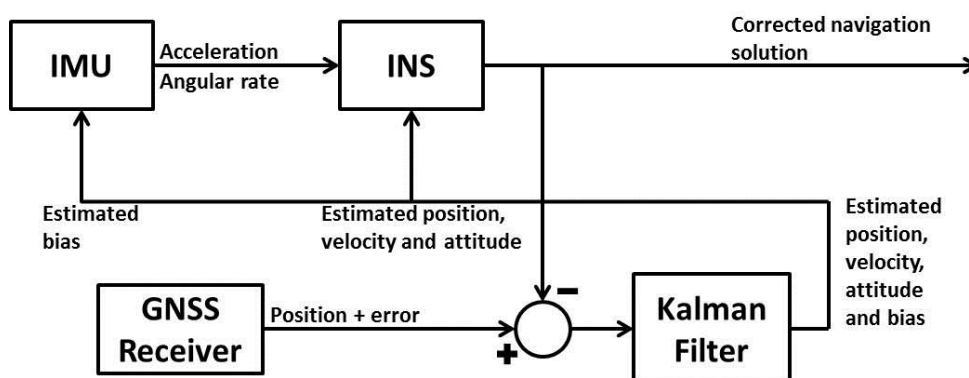
Figure 3 shows the information flow of the integration navigation system with a linearized Kalman Filter (LKF) and a bias feedback design (closed loop). The linear acceleration and angular rate of the inertial navigator are fed into the INS mechanization to calculate the position, velocity and attitude of the vehicle. The difference between the non-GPS derived position and the inertial measured position is given to the LKF to estimate the errors of position, velocity, attitude and the bias of the inertial sensors. Then, the errors are used to correct the navigation solution and the inertial sensors to obtain better results for the INS. The LKF works very well as long as the nominal trajectory does not go too far away from the true state, which would be the case without bias correction, because of the drift of the inertial navigation solution. Therefore, this design does not fit the scope of including a low cost inertial navigator.

Figure 3. Architecture of the integration system with LKF.



Alternatively, it is common to use an Extended Kalman Filter (EKF) to accomplish the data fusion, and the data flow of the integration navigation system with an EKF is shown in Figure 4. The linear acceleration and angular rate of the inertial navigator are fed into the INS mechanization to calculate the position, velocity and attitude of the vehicle.

Figure 4. Architecture of the integration system with EKF.



The main advantage of using the EKF is that it estimates the true state directly instead of the deviation of the nominal trajectory. The estimated state is then fed back into the INS to process the nominal trajectory ahead, which is then recursively estimated by the EKF. Thus the nominal trajectory is the estimated state. In order to estimate navigation solutions optimally, the output of the INS mechanization needs to be integrated with the position information from the non-GPS derived reference data model. The EKF is the most popular estimation technique for such integration systems.

In this research, the proposed integration system uses the EKF to estimate navigation solutions optimally, and the output of the INS mechanization needs to be integrated with the position provided from the non-GPS derived reference data model. A simple form of the mechanization equation in the local level frame can be written as follows:

$$\begin{bmatrix} \dot{r}^l \\ \dot{v}^l \\ \dot{R}_b^l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D^{-1}v^l \\ R_b^l f^b - (2\Omega_{ie}^l + \Omega_{el}^l)v^l + g^l \\ R_b^l(\Omega_{ib}^b + \Omega_{il}^b) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Where r^l is the position [φ (latitude), λ (longitude), h (height)], v^l is the velocity [v_e, v_n, v_u], R_b^l is the transformation matrix from the inertial navigator body frame to the local level frame as a function of attitude angles, g^l is the gravity vector in the local level frame, Ω_{ib}^b and Ω_{il}^b are the skew-symmetric matrices of the angular rate vectors ω_{ib}^b and ω_{il}^b respectively, and D^{-1} is a 3x3 matrix whose non-zero elements are functions of the vehicle's latitude and ellipsoidal height, as shown un the following:

$$D^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{M+h} & 0 \\ \frac{1}{(N+h)\cos\varphi} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

An INS mechanization algorithm by itself seldom results in good performance due to the inertial navigator biases and the fixed-step integration errors that make the navigation parameters diverge quickly. The dynamic error model used in EKF for the navigation solutions can be determined through the linearization of the INS mechanization equations and by neglecting insignificant terms in the resultant linear model, for which a simplified form is then obtained as follows:

$$\delta \dot{r}^l = D^{-1} \delta v^l \quad (3)$$

$$\delta \dot{v}^l = -(2\Omega_{ie}^l + \Omega_{el}^l) \times \delta v^l - \delta R_b^l f^b + R_b^l \delta f^b + \delta g^l \quad (4)$$

$$\delta \dot{A}^l = E \delta v^l + R_b^l \delta \omega^b \quad (5)$$

$$\delta f^b = b_a + \text{diag}(f^b) s_a \quad (6)$$

$$\delta \omega^b = b_g + \text{diag}(\omega^b) s_g \quad (7)$$

Where δr^l is the position error state vector in the local level frame, δv^l is the velocity error state vector in the local level frame, δA^l is the attitude error state vector in the local level frame, δg^l is the error in the computed gravity vector in the local level frame, δf^b and $\delta \omega^b$ are accelerometer bias and gyroscope drift vectors in the body frame respectively, and s_a and s_g are scale factors of accelerometer and gyroscope respectively, and E is a 3x3 matrix whose non-zero elements are a function of the vehicle's latitude and the Earth's radii of curvatures.

In the EKF, INS errors are updated by the position differences between the non-GPS derived reference data model and INS. The EKF applied in this research has 21 states, including the errors in positions, velocities and attitudes and the biases and scale factors of the gyro and accelerometer.

The equations of the EKF are divided into two parts: prediction and update. The time prediction equations are responsible for the forward time transition of the current epoch (k-1) states to the next epoch (k) states. The prediction equations are:

$$\hat{x}_k(-) = \Phi_k \hat{x}_{k-1}(+) \quad (8)$$

$$P_k(-) = \Phi_k P_{k-1}(+) \Phi_k^T + Q_{k-1} \quad (9)$$

Where \hat{x} is the optimally estimated state vector, Φ is the state transition matrix, P is the variance-covariance matrix of inertial states, Q is the system noise matrix, $(-)$ is the estimated value after prediction, and $(+)$ is the estimated value after updating.

The measurement update equations use the new measurements into the *a priori* state estimation in order to obtain an optimized *a posteriori* state estimation. The measurement update equations are given as follows:

$$K_k = P_k(-) H_k^T [H_k P_k(-) H_k^T + R_k]^{-1} \quad (10)$$

$$\hat{x}_k(+) = \hat{x}_k(-) + K_k (Z_k - H_k \hat{x}_k(-)) \quad (11)$$

$$P_k(+) = P_k(-) - K_k H_k^T P_k(-) \quad (12)$$

Where K is the Kalman gain matrix, H is the design matrix, Z is the vector of updating measurements of position, R is the measurements variance-covariance matrix. The EKF generates an updated estimate for reducing the INS errors using measurement update equations.

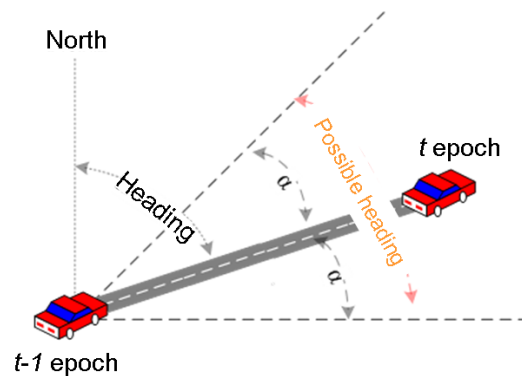
3. Implementation of MM Algorithms

According to [8], the accuracy and reliability of digital map databases have steadily improved. In the navigation domain, the positions of a vehicle or person from some sensing system can be used for visualization with a proper display platform that has spatial information. In this respect, a digital map database is considered as an interface for drivers to obtain location information and to interact with the LBS; therefore, a high-quality digital map database and an accurate positioning module are essential components in vehicular navigation systems [11]. A general MM procedure is based on a presumption that the navigation vehicle travels on a road segment. By utilizing a digital map with meter-level accuracy, the deviation that results from incorrect positioning information can be minimized by snapping the vehicle to the most probable location on the map [17].

The main purpose of MM is to determine the most probable location of the vehicle on the map. Numerous schemes have been proposed to improve the efficiency of MM [10] [11] [18]. According to [14], a partial inertial navigator composed of one heading gyro and two horizontal accelerometers can provide basic information for navigation. The heading information can be considered as a threshold for

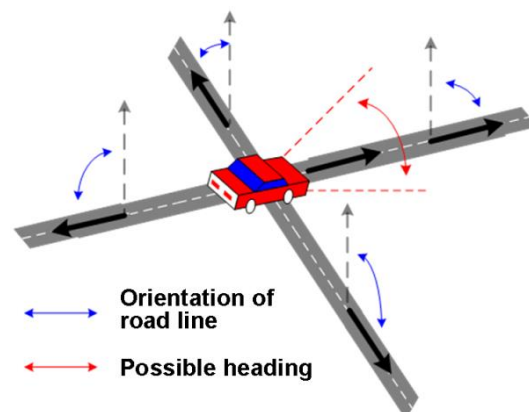
selecting suitable road candidates. The heading of the vehicle, as defined in this paper, is considered as the direction of the vehicle moving from epoch $t-1$ to epoch t , as shown in Figure 5.

Figure 5. The possible heading of the vehicle at the t epoch.



By comparing the heading of the vehicle and the orientation of the candidate roads, the ideal headings can be determined, as shown in Figure 6. When the orientations of the candidate roads are in the range of the heading of the vehicle, the candidate roads are processed in the next step, nearest point search process. Heading constraints only apply during GPS outages where the heading of the vehicle is available from inertial sensors.

Figure 6. Diagram of the heading constraints.



In Figure 5, α is the threshold value set to tolerate the difference between the heading of the vehicle and the orientation of the candidate road. It is applied to filter the most probable road for the MM process. In addition, the heading constraint is applied by using the heading derived from the positional difference between consecutive map matched points. In other words, the map derived heading can be fed into the proposed scheme as a direct measurement update. However, this approach is sensitive to the orientation of road segments, especially when the orientation of the road network approaches the east and west bounds. Certain criteria can be implemented to overcome this limitation; see [14] for details. [14] found that the improvement ratio of the heading error after applying heading constraints during GPS outages reached 30%~50% in the tested cases; however, this ratio varied with the dynamics of the vehicle.

In the present study, the nearest feature search (NFS) algorithm was chosen for obtaining the nearest point due to its simple implementation [8]. The NFS algorithm combines navigation parameters with the map database, and then finds the nearest point to the coordinates obtained from the navigation parameters on the candidate roads.

[8] proposed a vector form of NFS. Based on the type of measurements used in the present study, the NFS algorithm is modified and implemented in point-to-point mode, as shown in the following:

$$d = \sqrt{(X_{INS} - X_{Map})^2 + (Y_{INS} - Y_{Map})^2 + (Z_{INS} - Z_{Map})^2} \tag{13}$$

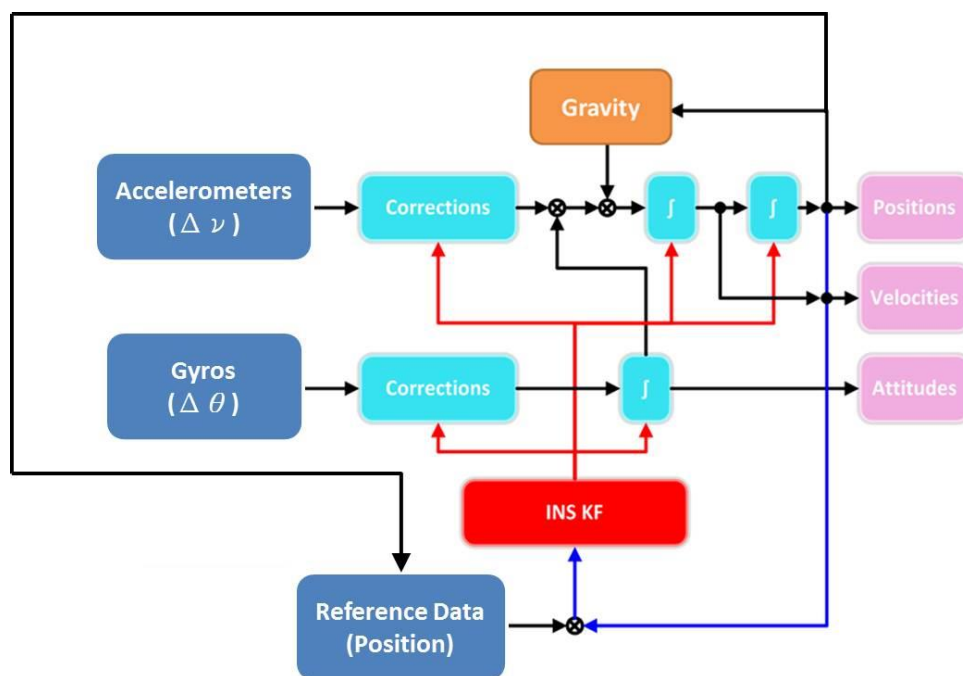
Where d is the distance between a vehicle location and the coordinates of a point on the road. X_{INS} , Y_{INS} and Z_{INS} are the coordinates representing the search point in the north and east respectively. X_{Map} , Y_{Map} and Z_{Map} are the coordinates representing the point in the map database in the north and east respectively.

Therefore, the point with the minimum value of distance, which represents the distance between a vehicle location and the coordinates of a point on the road, is defined as the closest matched point. The error detection procedure is time-consuming and thus significantly increases the latency of navigation solutions. There are many methods for checking abnormal conditions; see [11] for details.

4. Configuration of Proposed System

In this research, the proposed system is based on the most common integration strategy, namely the loosely-coupled system, because it is the simplest way of integrating the non-GPS derived reference data processing engine into an inertial navigation system. The non-GPS derived reference data processing engine calculates the position fixes and then sends the information as measurement updates to the INS. By comparing the position of the navigation solutions provided by the INS mechanization with the position provided by non-GPS derived reference data, the navigation states can be estimated optimally. Figure 7 illustrates the proposed integration system.

Figure 7. The proposed integration system with EKF (closed loop).

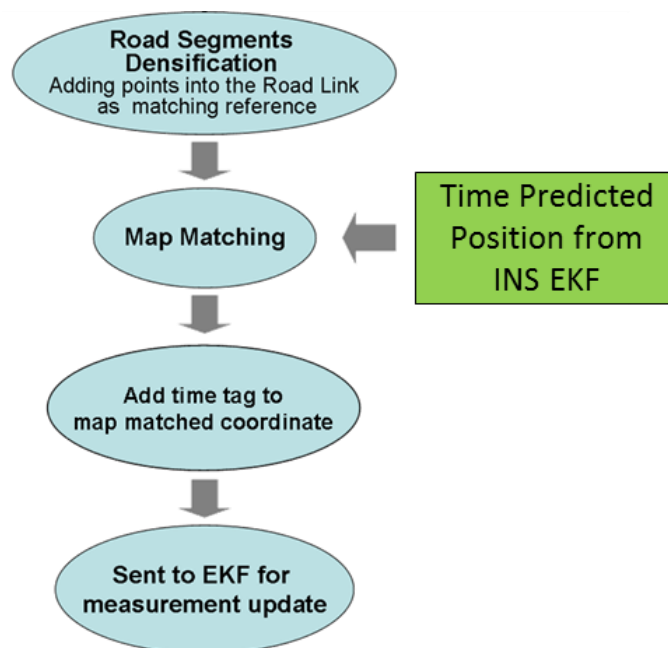


The strategy of the non-GPS derived reference is to integrate the INS and MM which are applied during the mission of vehicular navigation. When the position is fed into the INS EKF as the measurement update, the measurement covariance matrix is generated simultaneously. Therefore, the proposed integration system can combine the non-GPS derived reference source consisting of the map database, and then provide the most reliable and accurate measurement into INS EKF. Finally, the optimal estimates of states are acquired to compensate the navigation solutions from the INS mechanization. In any case, the performance of vehicular navigation would be improved directly based on the accuracy of the map database and the specifications of the inertial navigator.

Position drift is avoided by combining the integration system with the map database, and the proposed architecture provides continuous coordinate updates to the integration system and implements the seamless navigation mode. The predicted positions and headings provided by the EKF are used for MM to derive map-matched positions. Therefore, robust seamless continuous coordinate updates are provided for the EKF to facilitate the measurement update mode. In the update mode, the results from the MM procedure are fed into the proposed integration system to substitute the original GPS derived positions.

Figure 8 illustrates the procedure of generating map-derived positions. The road network is constructed by points. Road segment densification is performed because the data rate of the integration system is only 100 Hz. A road segment between two end points with known coordinates from the map database is interpolated with a proper interval to supply sufficient candidates for map matching.

Figure 8. The procedure for generating map-derived positions.




The positions predicted by the INS EKF are considered as the candidates for the MM procedure. In addition, road centerlines stored in a map database are required for the implementation of the MM procedure applied in this study. After the MM procedure, the new coordinates are tagged with the timing information provided by the candidates. The map-derived positions are then fed into the INS EKF as the measurement updates for optimal estimation.

The typical aiding for INS is GPS, and the aiding strategy accords with the GPS time. On the other hand, the proposed non-GPS derived references are different from GPS because the aiding strategy of non-GPS derived references accord with the heading of the vehicle, the orientation of the road and the distance between the vehicle and the road. Therefore, the advantage of the proposed integration system is that it can implement independently and any errors of synchronization can be eliminated.

5. Results and Discussions

In order to validate the performance of the proposed integration system, several field tests were conducted for the detailed analysis, including an open-sky freeway, an urban area and a tunnel. The performance evaluation was conducted by comparison between the navigation solutions provided by the proposed INS aided by the non-GPS derived reference integration system and reference system. The reference system comprised a high-end, tactical grade IMU (UIMU-LCI from NovAtel), and a dual-frequency, geodetic grade GNSS receiver (SPAN-SE from NovAtel). The specifications for the UIMU-LCI are shown in Table 1.

Table 1. Specifications for testing the tactical inertial navigator.

	System Performance		
		Gyro	Accelerometer
	Range	± 800 deg/sec	± 40 g
	Bias	1 deg/hr	1 mg
	Scale Factor	100 ppm	500 ppm
	Random Walk	0.05 deg/ $\sqrt{\text{hr}}$	40 $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$
	Axis Misalignment	1 mrad	1 mrad

The reference data was generated by the reference system with its raw IMU measurements and GPS carrier phase measurements processed in the differential mode with commercial software, Inertial Explorer (NovAtel), and sensor fusion was performed in the post-processed tightly-coupled by using the Rauch-Tung-Striebel (RTS) backward smoother [19]. In general, the accuracy of the reference system was less than 10 centimeters, which is considered sufficient for this research.

In the tests, non-GPS derived reference information was applied frequently to feed into the INS EKF as the measurement update. The update interval is 1 second, which is the same as the frequency of GPS. The test equipment was installed on a platform which was mounted on the top of a land vehicle. Non-GPS derived references were applied to aid INS for seamless vehicular navigation, and the map database was the main aiding source in the land scenario. The results of the proposed integration system are analyzed and compared with the INS/GPS integration results processed by the RTS smoother.

■ Test 1 : Open-sky Freeway

A test conducted on an open-sky freeway with an average driving speed of 90 km/h was arranged for the purposes of validating the proposed integration system for seamless vehicular navigation and

comparing with the INS/GPS integration system. The distance of Test 1 trajectory was approximately 80 kilometers and the period of the field test was about 60 minutes.

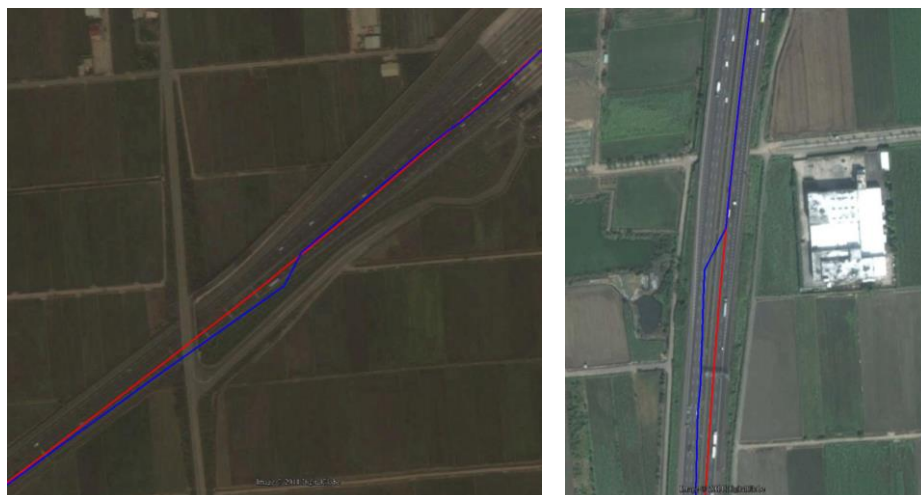
Figure 9 illustrates the reference trajectory which was provided by INS/GPS integrated RTS smoothed results, the trajectory of the proposed algorithms, and the pure INS trajectory. Because of the open-sky conditions and frequent updates from non-GPS reference information, the differences between the reference trajectory and the proposed system are not significant. Therefore, it is not easy to distinguish the differences from Figure 9 to the scale in use.

Figure 9. The trajectories of Test 1.



However, GPS gaps occurred due to the driving speed, and this caused the drift of the INS/GPS integrated navigation results. The problem caused by this phenomenon is illustrated in Figure 10. The blue line represents the INS/GPS integrated results, and the red line represents the reference trajectory.

Figure 10. The problem of GPS gaps.



In Test 1, long-term navigation solutions are collected in terms of the performance evaluation. The error comparison of position and attitude in Test 1 is shown in Figure 11. In addition, Table 2 illustrates the statistical analysis, which gives the numerical statistics of the positional root mean square errors (RMSE). The analysis indicates that, in general, the estimation accuracy in terms of the position for proposed integration system is superior to that for pure INS.

Figure 11. The error comparison for position (left) and attitude (right) in Test 1.

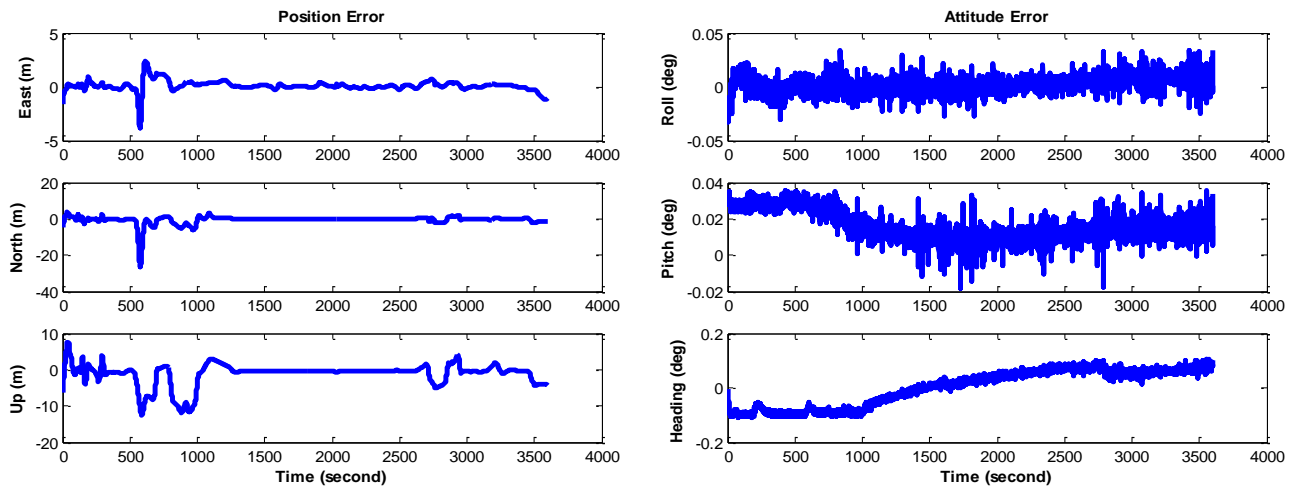


Table 2. Statistical analysis of position errors for Test 1.

	Position RMSE (meter)			
	East	North	Up	3D
Pure INS	24464.953	1725.982	75301.308	79194.696
Proposed system	0.2574	1.0524	0.6413	1.259

From the statistical analysis, it is clear that the position errors of the proposed integration system are improved significantly due to frequent position updates from non-GPS derived references. In general, the 3D position accuracy provided by the proposed integration system is around 1 meter, which is limited by the accuracy of the non-GPS derived references.

■ **Test 2 : Urban Area**

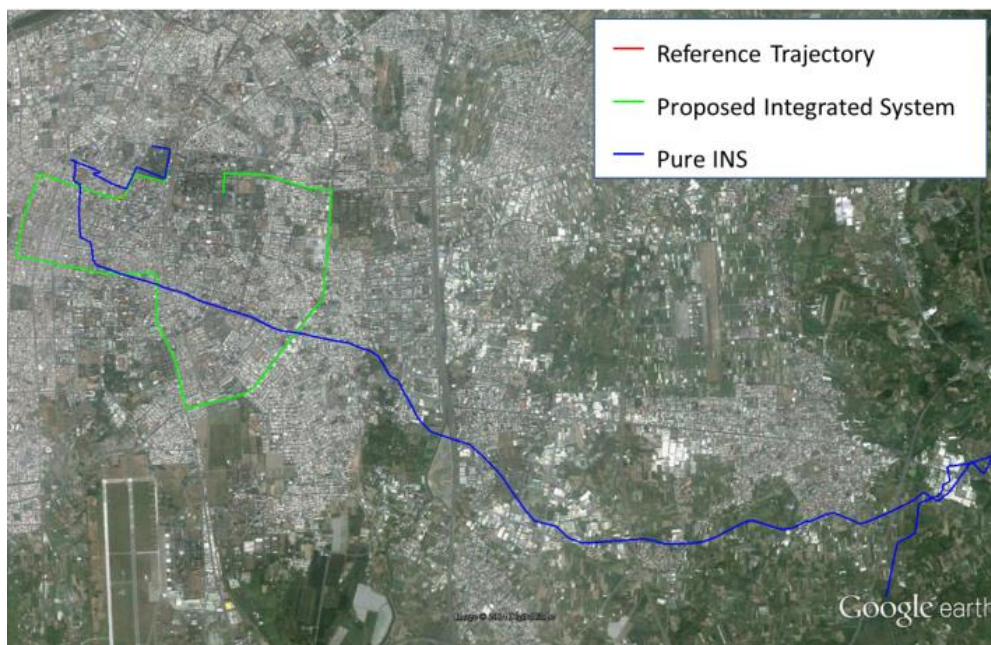
A test of an urban region was conducted in the downtown area of Tainan. The distance of Test 2 trajectory was approximately 13 kilometers and the period of the field test was about 40 minutes. In Test 2, the GPS signal was easily obstacle or interfered with, as shown in Figure 12. Due to the impact of GPS outages and multipath errors, the navigation results for the proposed integration system were better than the INS/GPS integration system in the GPS denied environments of urban areas. In addition, the proposed integration system can provide seamless navigation solutions.

Figure 12. The test scenario of Test 2.



The reference trajectory, which includes INS/GPS integrated RTS smoothed results, proposed integration system results and pure INS results, can be seen in Figure 13. Because non-GPS derived references frequently aid the INS, the deviations between the reference trajectory and the proposed system are also insignificant.

Figure 13. The trajectories of Test 2.



The error comparison for position and attitude is shown in Figure 14, and the statistical analysis of the position errors is illustrated in Table 3.

Figure 14. The error comparison for position (left) and attitude (right) in Test 2.

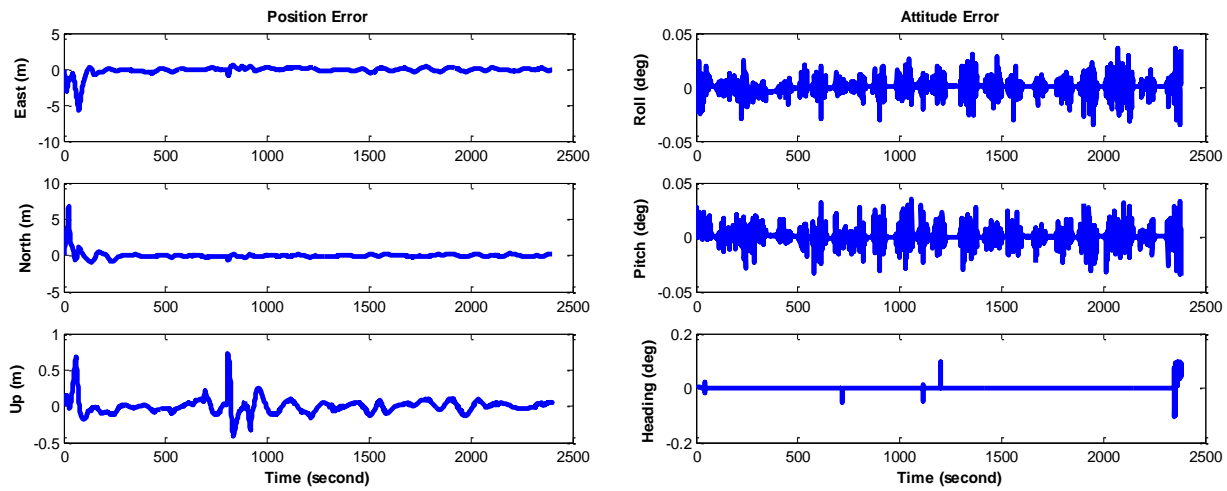


Table 3. Statistical analysis of position errors for Test 2.

	RMSE (meter)			
	East	North	Up	3D
Pure INS	5349.302	2346.461	5321.592	7901.914
Proposed system	1.6391	1.4941	1.1043	2.4776

From the statistical analysis, it is evident that the errors of position were also improved significantly. The 3D position accuracy provided by the proposed integration system in RMSE is approximately 2.5 meters, and the improvements from pure INS are also obvious.

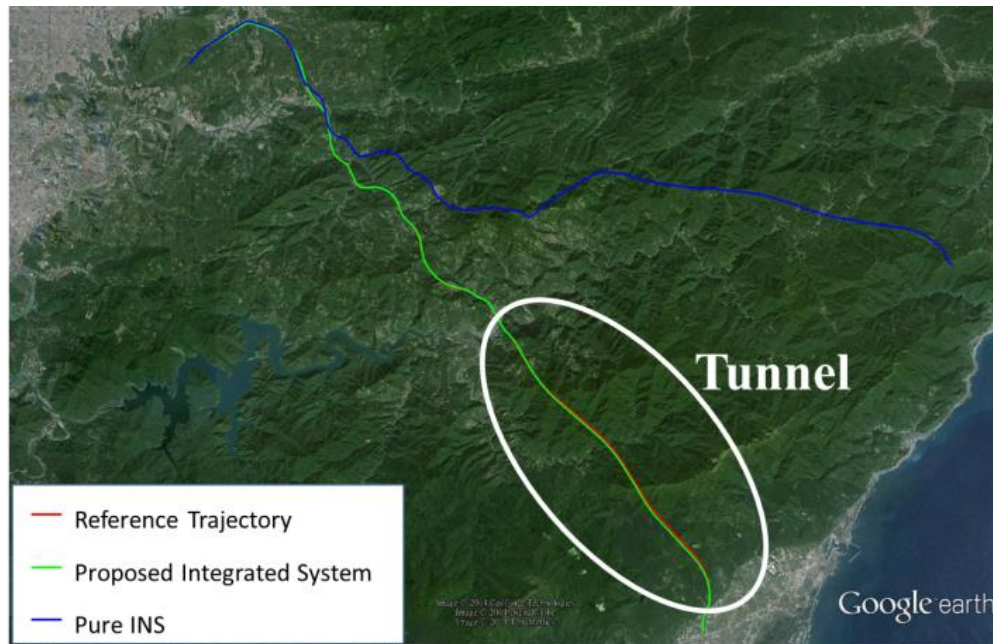
On the other hand, in the GPS denied environments, such as urban canyons, the intermittent GPS signals and multipath errors cause the worst navigation results of the INS/GPS integration system in the specific area. According to the navigation results of the specific area, the proposed integration system provides a 3D position improvement in RMSE of approximately 39%.

■ **Test 3 : Tunnel**

The length of the Test 3 trajectory was approximately 30 kilometers and the length of the tunnel is about 12.9 kilometers. The period of the field test was about 30 minutes. Figure 25 shows the trajectories of the reference, proposed system and pure INS and the section of the tunnel.

In Test 3, there was no signal reception inside the tunnel at all. Therefore, the long period of GPS outage was the key to evaluating the performance of the INS/GPS integration system, and the long period of GPS outage is also the aim to implement the proposed integration system and evaluate the seamless navigation results.

Figure 15. The trajectories of Test 3.



The position and attitude errors of Test 3 are shown in Figure 16, while Table 4 illustrates the statistical analysis including the comparison of the INS/GPS integration system.

Figure 16. The error comparison for position (left) and attitude (right) in Test 3.

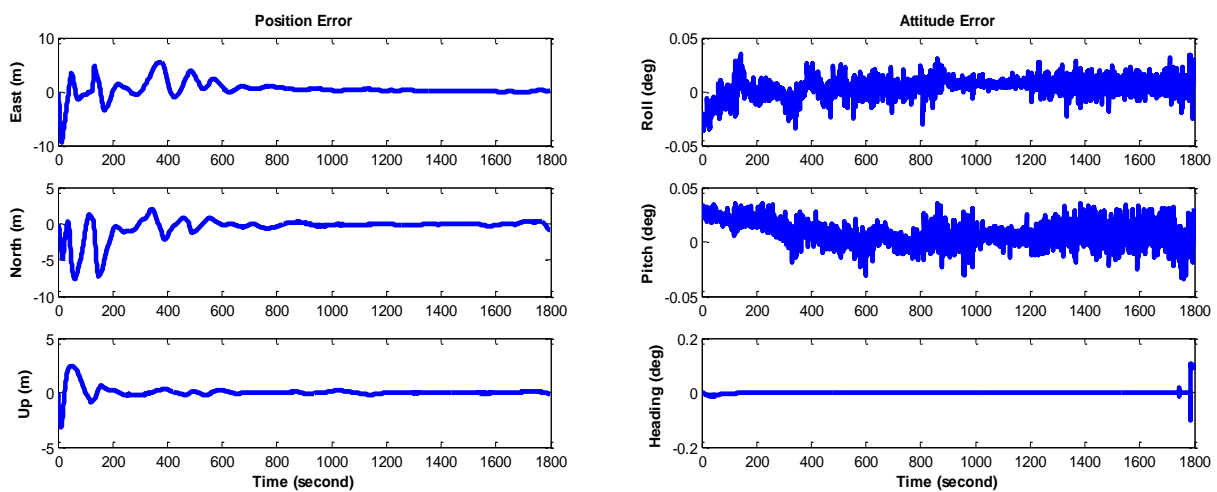


Table 4. Statistical analysis of position errors for Test 3.

	RMSE (meter)			
	East	North	Up	3D
Pure INS	3603.373	6303.581	6599.505	9811.875
INS/GPS	849.192	1515.409	68.9751	1738.491
Proposed system	1.5535	1.4945	0.4767	2.2077

From the results of the tests, it is clear that the trajectories of the proposed system match smoothly with the reference trajectory because the INS acquires continuous updates from non-GPS derived references. On the other hand, the accumulations of navigation solution errors make the pure INS results unreasonable, and the improvements in the proposed integration system are significant.

In addition, in the GPS denied environments, the navigation performance of the INS/GPS integration system would be affected by the GPS outages and multipath errors, and the 3D position improvements in RMSE are obvious in the specific area.

Therefore, most results have proved that the proposed integration system can provide seamless navigation solutions and extensively improved performance extensively. The various test scenarios and results can be summed up in a few words. The proposed integration system implements successfully with the tactical inertial navigator and provides seamless navigation solutions. The performances are superior to pure INS results and conventional INS/GPS integration systems in GPS denied environments.

6. Conclusions

This research evaluates the integration system aided by non-GPS derived reference with tactical inertial navigator. The proposed system takes advantage of non-GPS derived reference as an accurate update for EKF to improve continuously the performance of navigation solutions.

Various critical issues and test scenarios have been considered in the experiments, and the preliminary results presented in this research illustrate the proposed integration system with frequent non-GPS derived reference aiding provides seamless, reliable and accurate vehicular navigation results. In addition, the measured performances are mainly superior to those of pure INS, and the improvement of the proposed integration system is significant when in GPS denied environments such as urban areas.

References and Notes

1. Chiang, K.W.; Huang, Y.W. An intelligent navigator for seamless INS/GPS integrated land vehicle navigation applications. *Applied Soft Computing*, **2008**, 8(1), pp. 722–733.
2. Titterton, D.H.; Weston, J.L. *Strapdown Inertial Navigation Technology*, 2nd ed.; American Institute of Aeronautics and Astronautics: Reston, USA, **2004**.
3. Shin, E.H.; El-Sheimy, N. Navigation Kalman Filter Design for Pipeline Pigging. *The Journal of Navigation*, **2005**, 58, pp. 283–295.
4. French, R.L. Map Matching Origins, Approaches and Applications. Proceedings of Second International Symposium of Land Vehicle Navigation; **1989**; pp. 91–116.
5. Bullock, J.B. A Prototype Portable Vehicle Navigation System Utilizing Map Aided GPS. Thesis, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, Alberta, **1995**. pp. 74–76.
6. Quddus, M.A.; Ochieng, W.Y.; Zhao, L.; Noland, R.B. A general map matching algorithm for transport telematics applications. *GPS Solutions*, **2003**, 7(3), pp. 157–167, DOI: 10.1007/s10291-003-0069-z(2003).
7. Zhao, Y. *Vehicle Location and Navigation Systems*. Artech House, **1997**.
8. Cui, Y.J.; Ge, S.S. Autonomous vehicle positioning with GPS in urban canyon environments. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, **2003**, 19(1), pp. 15–25.

9. Taylor, G.; Blewitt, G.; Steup, D.; Corbett, S.; Car, A. Road Reduction Filtering for GPS-GIS Navigation. *Transactions in GIS*, **2001**, 5(3), pp. 193–207, DOI: 10.1111/1467-9671.00077.
10. Quddus, M.A.; Noland, R.B.; Ochieng, W.Y. A high accuracy fuzzy logic based map matching algorithm for road transport. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, **2006**, 10(3), pp. 103–115. DOI: 10.1080/15472450600793560.
11. Yu, M.; Li, Z.; Chen, Y.; Chen, W. Improving Integrity and Reliability of Map Matching Techniques. *Journal of Global Positioning Systems*, **2006**, 5(1-2), pp. 40–46.
12. Basnayake, C.; Mezentsev, O.; Lachapelle, G.; Cannon, M.E. An HSGPS, inertial and map-matching integrated portable vehicular navigation system for uninterrupted real-time vehicular navigation. *International Journal of Vehicle Information and Communication Systems*, **2005**, 1(1/2), pp. 131–151.
13. Li, W.; Leung, H. Constrained unscented Kalman filter based fusion of GPS/INS/digital map for vehicle localization. *Proceedings of Intelligent Transportation Systems IEEE*; **2003**; 2, pp. 1362–1367.
14. Niu, X.; Han, S. Improving the performance of portable navigation devices by using partial IMU based GPS/INS integration technology. *Proceedings of ION GNSS*; **2008**, pp. 2130–2136.
15. Jekeli, C. *Inertial Navigation System with Geodetic Application*, Walter de Gruyter: Berlin, Germany, **2001**.
16. John, L.C.; John, L.J. *Optimal Estimation of Dynamic System*, Chapman & Hall/CRC Applied Mathematics & Nonlinear Science: Washington, DC, USA, **2004**.
17. Saab, S.S. A map matching approach for train positioning Part I: development and analysis. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, **2000**, 49(2), pp. 467–475. DOI: 10.1109/25.832978.
18. Newson, P.; Krumm, J. Hidden Markov map matching through noise and sparseness. *Proceedings of 17th ACM SIGSPATIAL*; **2009**, pp. 336–343. DOI: 10.1145/1653771.1653818.
19. Rauch, H.; Tung, F.; Striebel, C. Maximum likelihood estimates of linear dynamic systems. *AIAA Journal*, **1965**, 3, pp. 1445–1450.

© 2014 by the authors; licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>).

手機三維行人定位與地圖匹配演算法於室內導航應用之 效能分析

The Performance Analysis of a Smartphone Based Three Dimension Pedestrian Dead-reckoning and Map-Matching Algorithm for Indoor Navigation Applications

蔡光哲 ¹	廖振凱 ²	朱宏杰 ³	江凱偉 ⁴
Guang-Je Tsai	Jhen-Kai Liao	Hone-Jay Chu	Kai-Wei Chiang
王銘正 ⁵	陳杰宗 ⁶	邵泰璋 ⁷	
Ming-Zheng Wang	Jie-Chung Chen	Tai-Zhang Shao	

摘要

近年來，行動導向服務 (LBS) 已變成最為熱門的議題。根據以往的經驗，全球衛星導航系統 (GPS) 與地理資訊系統 (GIS) 扮演著很重要的角色於行動導向服務中。然而，在訊號遮蔽的環境下，GPS 並無法提供良好的定位精度。

隨著手機軟硬體設施的快速發展，將室內定位以及室內的行動導向服務應用於手機應用程式上逐漸受到重視。本研究著重在以手機內建感測器為基礎下，所開發的行人航位推算 (PDR)。藉由手機內件慣性原件感測器 (IMU) 來偵測行人的走路模式，並配合電子羅盤的方位資訊提供更进一步的軌跡推算。

本研究建立一套三維的行人航位推算演算法及室內地圖匹配，將地圖資訊應用在室內導航上。在行人航位推算演算法中，提出了適用於不同使用者所開發的行走偵測演算法，以此為基礎比較各個步長預測模型，並透過率定將精度大大提升。此外，利用氣壓計以及加速度計的感測資料，我們可以將原本的二維平面資訊提升至三維的導航資訊，並透過室內圖資的輔助提高定位精度及可靠度。初步成果顯示本研究所開發的演算法可以實際的應用在三維的室內環境下，搭配室內圖資與導航資訊，可將路徑規劃以及定位系統應用於室內的救難規劃中。

關鍵詞：行人航位推算、地圖匹配、室內導航

¹國立成功大學測量及空間資訊學系 碩士生

²國立成功大學測量及空間資訊學系 博士生

³國立成功大學測量及空間資訊學系 助理教授

⁴國立成功大學測量及空間資訊學系 教授

⁵內政部 地政司 測量科 司長

⁶內政部 地政司 測量科 科長

⁷內政部 地政司 測量科 科員

Abstract

In recent years, the location-based services (LBS) has become a hot-button issue. According to previous experience, Global Positioning System (GPS) and geographic information system (GIS) play an important role for LBS applications. However, GPS cannot provide the correct position when the user is in the GPS-denied environment.

As the smartphone and other mobile devices become popular, people have been enhancing their demands for indoor applications. In this study, we focus on the smartphone-based pedestrian dead-reckoning. It is the most important algorithm that uses accelerometer to detect human pattern of each step and also uses magnetometers to provide orientation data to identify the heading information while the person is walking.

This scope of this research includes the step detection, estimating and calibrating step length, developing 3D PDR algorithm and the map-matching algorithm. In the step detection section, the highly robust detection method is implemented so that the numbers of step can be more accurately detected of each person. Then, the comparisons of each length estimation model are presented. To improve the precision of estimating travel distance, the fixed distance calibration is adopted and the error per meter is only a few centimeter after calibration. Based on acceleration and atmospheric pressure information, the identify mechanism can recognize which floor the user is on and demonstrate the navigation information on each digital building plan. Finally, the more exact forward trajectory can be acquired through the map-matching procession with digital building road map.

Keyword: Surveying, Pedestrian Dead-reckoning Map-Matching and Indoor navigation

一. 前言

隨著行動裝置的蓬勃發展，行動導向服務變得越來越普及之外，近來，人們開始將注意力放在室內的服務面上。而為了達到即時的應用與服務，除了提供完善的室內資訊之外，我們還需要另外一項技術，也就是室內定位。現今手機技術發展成熟，手機就像一台微型電腦，上面搭載著各式各樣感測器，其中廣為應用在行動導向服務上面的就是衛星定位系統。然而，衛星定位系統卻無法在室內環境下有良好的應用。因此，人們開始尋求其他方法來達成室內定位的需求，如 Wi-Fi 定位系統，行人航位推算演算法。而考量到訊號發射器的分佈與成本問題，多數研究多採用偵測行人走路模式的航位推算的方式。

在多種航位推算的研究當中，手持式定位模式，最為符合使用室內行動導向服務的概念，如圖 1 所示，在手持式的方式下，我們可以邊觀看螢幕，邊使用室內的定位與導航模式，有別於傳統足攜式的定位模式，讓我們可以更加方便地應用在室內導航上面。

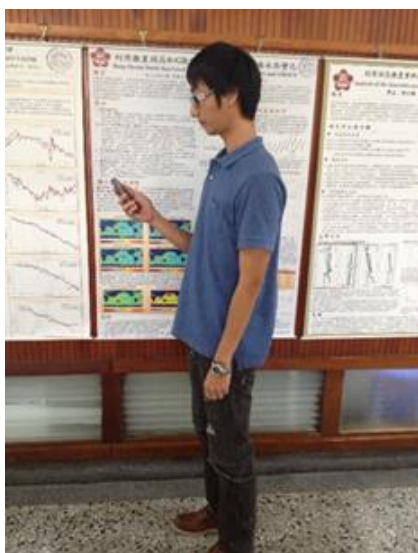


圖 1. 手持式定位示意圖

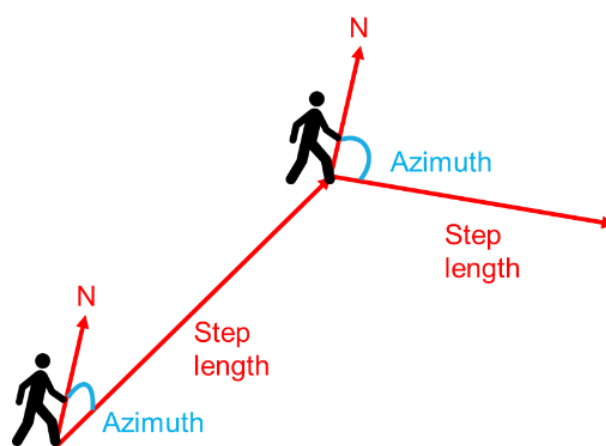


圖 2. 行人航位推算原理

傳統個人導航系統中，航位推算的機制主要為偵測行人每一步時間點，並利用感測器資訊進一步預測每一步步長大小，搭配羅盤或陀螺等儀器加以輔助，而得到導航資訊。如圖 2 所示，我們依據初始定位點的資訊，利用預測的步長與方位，就像導線原理一樣，一步一步推算出使用者的定位軌跡(Gusenbauer, 2010)。

本研究主要為拓展傳統航位推算演算法，進而達到三維的應用。在步伐偵測上，有別於一般單純的門檻值限制，使用相對加速度的強度的概念來發展偵測演算法，不需多餘率定即可普遍應用在各個使用者身上。另一方面，步長預測則比較三種不同模型，透過步長率定的步驟，得出最為精準的模型並在後續推算上應用。而為了擴展到三維導航資訊，配合氣壓計的應用，搭配行為辨識偵測，可以補足氣壓計精度只能在分辨樓層上的不足，解決在樓梯間時不確定性。後續搭配室內地圖，透過地圖匹配演算法進一步提升定位精度，即時應用在室內服務應用的初步模型。

二. 三維行人導航系統

本研究主要流程如流程圖 3 所表示，分別為以步伐偵測為基礎演算法，依據偵測到的步伐，對應到該時間點的觀測量，進行步長預測、率定與方位推算，進而搭配氣壓計，判別所處的樓層，得到三維的定位效果。

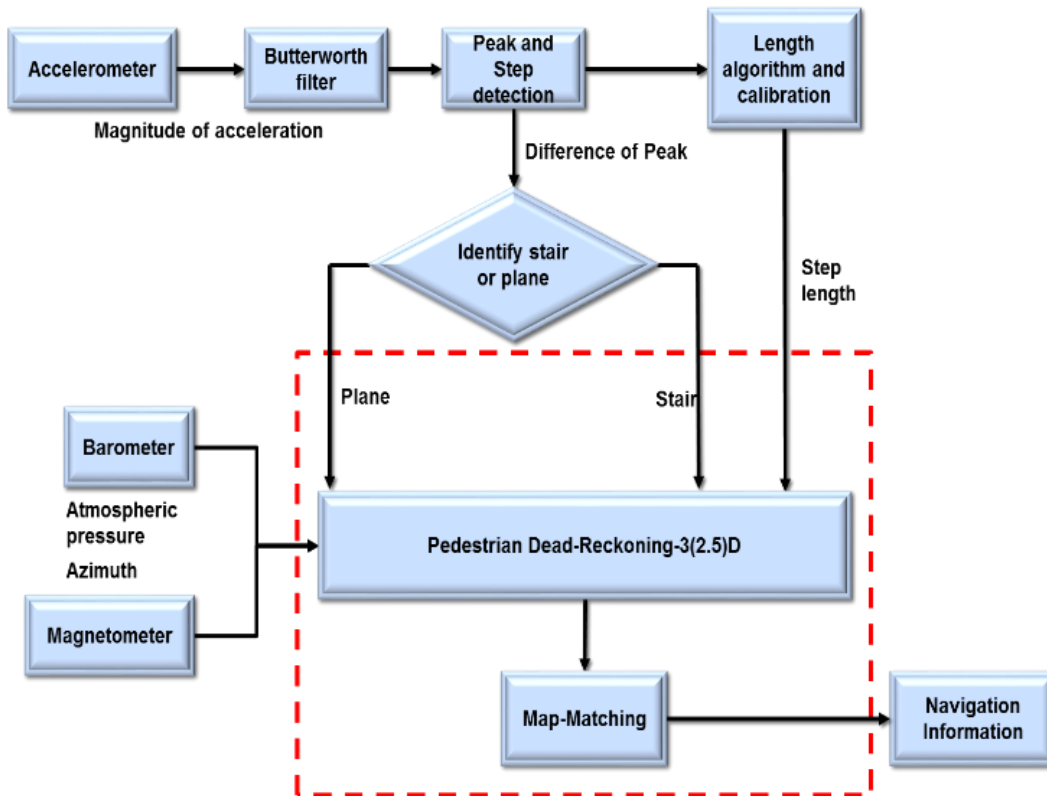


圖 3. 三維行人導航系統流程圖

1. 步伐偵測：

傳統單靠 MEMS 加速度計的垂直分量來進行偵測，並無法滿足多數使用者的行為模式，使用者手持手機時並非將軸向真實對應在正上方(Mladenov, 2009)。故此，本演算法將三軸加速度分量平方相加開更號，得到三軸的合力方向，並除去重力值的影響。

$$a(t) = \sqrt{a_x^2(t) + a_y^2(t) + a_z^2(t)} - g \quad (1)$$

為了減少高頻雜訊的影響並降低過多或過少偵測的情況，本研究對加速度合力資料進行平滑化與過濾的動作。而 Butterworth low-pass filter 為多數研究所採用的濾波器，依照輸出頻率的大小，我們可以自行調整截止頻率(cutoff frequency)，經過處理後的資料讓我們可以提升偵測的成果。

濾波器之後的訊號，我們加以偵測訊號波型的波峰與波谷位置，意即人類在行走時，會有一上下震盪的行為，而感測器在訊號上，則會形成一個波峰與波谷，這也是我們在偵測步伐的主要核心概念。如圖 4 所示，上方的圖形為未經過濾波器的加速度合力訊號，而經過濾波器後可以看到下圖的訊號波型整體變為平順，這有利於我們來偵測波峰與波谷，紅色與綠色點為波峰與波谷的位置，而要偵測

到為一個步伐，除了波峰與波谷的差值要大於一定門檻值之外，我們還設定另一項步伐時間的門檻值，也就是偵測到的波峰與波峰之間的時間差，必須大於一定常數，演算法才會認定為偵測到一個步伐。藉由這兩項門檻值的設定，此偵測機制可以達到正負兩步的精準度。

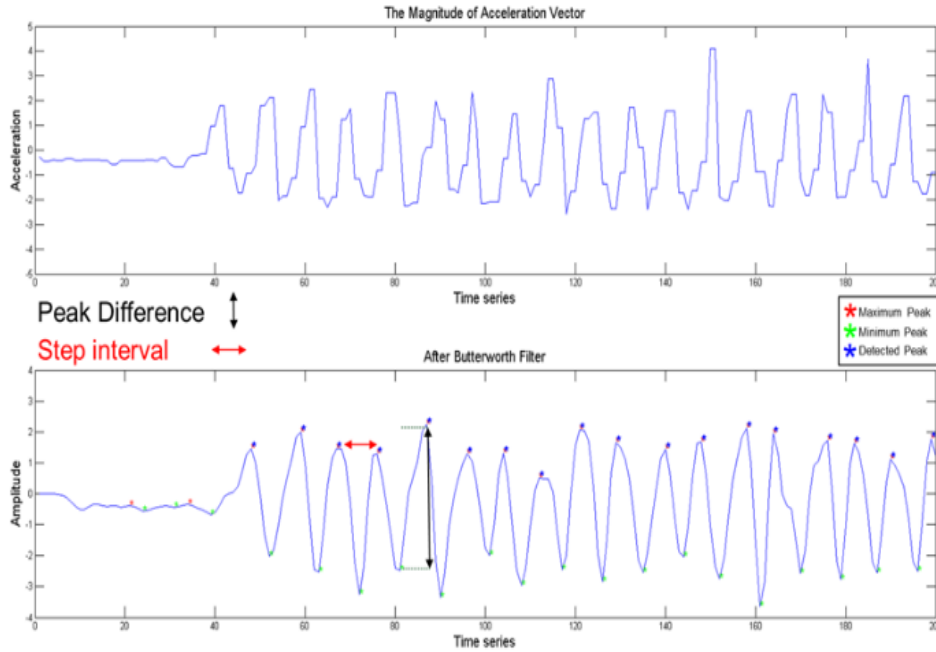


圖 4. 步伐偵測示意

2. 步長預測

行人導航上，為了決定整體行走軌跡的尺度變化，精準的步長預測也是相當重要的一環，本研究為了得到最佳的步長預測，參考三種不同數學模型(Chen, 2011、Scarlet, 2005、Weinberg, 2002)，希望藉由比較與分析，得到更好的定位精度。

模型一：

$$L = \left[0.7 + a(H - 1.75) + b \times \frac{(SF - 1.79) \times H}{1.75} \right] \times k_1 \quad (2)$$

L 為步長、SF 為行走頻率、H 則為身高，a、b 為方程式係數， k_1 則為個人因子，此模型考慮身高與行走頻率的影響，藉此模擬出步長的大小。

模型二：

$$L = \frac{a_{Avg} - a_{Min}}{a_{Max} - a_{Min}} \times k \times k_2 \quad (3)$$

k 為方程式係數， k_2 為個人因子，模型二藉由步伐與步伐之間的加速度合力資訊，找出每一步之間的平均值、最小值與最大值，藉此來預估步長大小

模型三：

$$L = \sqrt[4]{a_{Max} - a_{Min}} \times k \times k_3 \quad (4)$$

k 為方程式係數， k_3 為個人因子，此模型主要概念為，依據人類行走時，感測器所受到的力量大小，來判斷行人所走的步長長短。

3. 樓層辨識與方位推算

一般方位推算的研究，主要會使用磁力計與陀螺儀兩種儀器，然而，陀螺儀除了會隨時間而累積一定程度的誤差外，同時也必須考慮初始姿態的影響。因此，本研究採用磁力計資料所構成的電子羅盤來進行方位推算，並且補償一定程度的傾斜誤差。

而本文另外一項重點則在於利用氣壓計與加速度計，改善以往氣壓計只能判斷樓層，若使用者在樓梯間行走走到中間位置時，氣壓計精度並無法判別所處樓層，導致定位無法確實執行。

在判斷樓層的機制中，最重要的概念為判斷使用者是否處在樓梯的情況或者持續走在平面，圖 5 中，可看到兩個紅色框標所標示的範圍即為使用者在爬樓梯時儀器的受力狀況，不管是上下樓，儀器所感受到的合力會遠大於我們一般行走在平面上所受的力量。

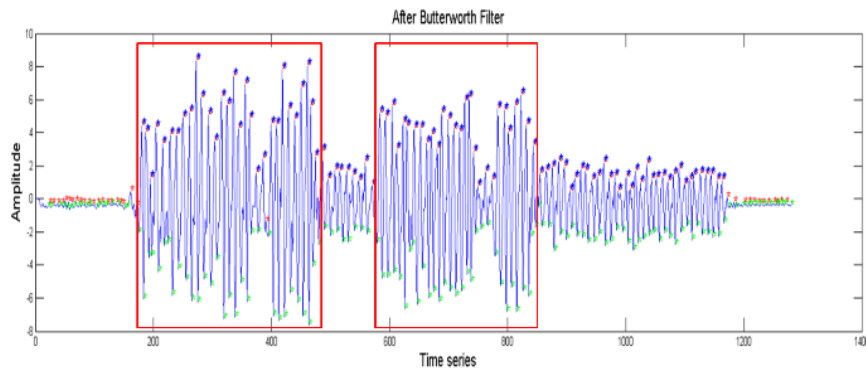


圖 5. 加速度合力於樓梯與平面之比較

因此，判我們將判斷機制分為兩個步驟，步驟一為偵測每一步時間點，氣壓計的讀數，並判斷所處高度，步驟二為分析每一步之間，波峰與波谷的差值，若差值大於一定門檻值且連續超過一定程度，我們則視為行走在樓梯間，這時定位系統則會顯示在樓梯行走。而若是差值雖然大於門檻值，但不連續我們則視為平面。

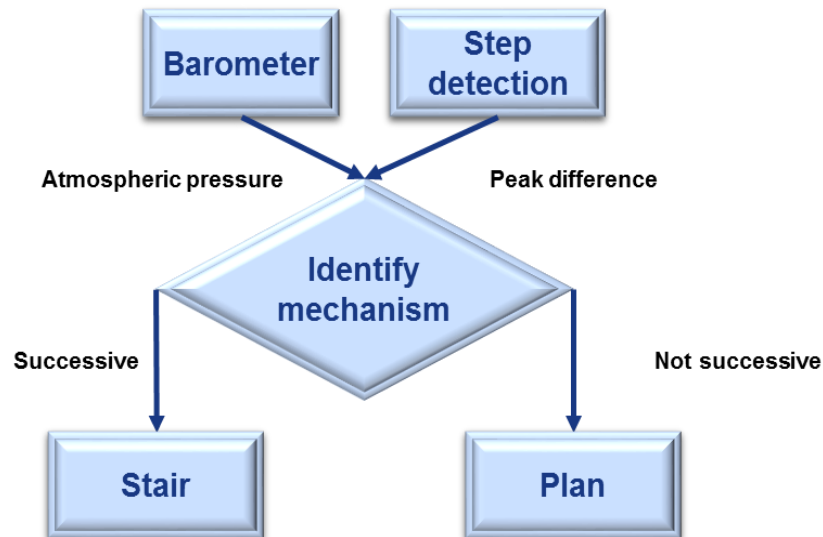


圖 6. 樓層判斷機制

三. 室內地圖匹配演算法

地圖匹配演算法為導航系統裡面重要的一項研究，配合地圖圖資，可以將定位精度大幅提升。然而在室內，我們將採用基本的地圖演算法。圖 7 為演算法主要步驟。依據行人導航的地位點導航資訊，我們可以判斷方位角與地圖路線線段的方位角差值，來進行路線的篩選，接下來判斷定位點是否投影到該線段，找到所有候選線段後再進行點位與線段的最短距離計算，找到最適合也是最佳的線段並且投影到該線段，更新定位點。

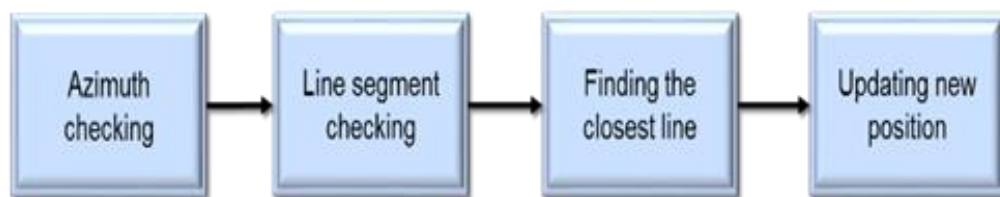


圖 7. 室內地圖匹配演算法流程

四. 實驗及成果

實驗將分為兩階段，第一階段為行人導航的各演算法評估，第二階段為室內定位為成果的分析與討論

表 1 為步伐偵測的結果，實驗場地分別為籃球場與操場。從表中我們可以看到五名受驗者中，最大的偵測誤差皆不超過一步，即使步伐達到五百多步，仍可以維持同

樣水準的效果。

表 1. 步伐偵測成果

受驗者編號	籃球場-86m		操場-400m	
	真實步數	偵測步數	真實步數	偵測步數
1	126	127	527	527
2	126	126	577	577
3	121	120	546	546
4	116	117	534	535
5	133	134	589	588

確認步伐演算法精度之後，將評比三種步長預測模型，並且經過個人因子的率定。本實驗蒐集五名受驗者行走操場一百公尺的資料，並依據此資料，求出三種模型的個人因子參數。

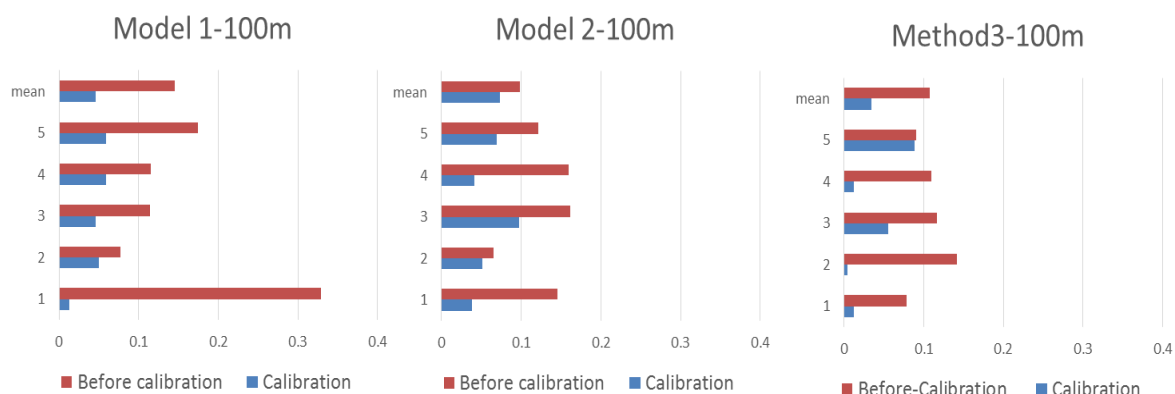


圖 8. 步長模型率定前後比較(每公尺誤差長方圖，橫軸為誤差量，縱軸為受驗者編號)

圖 8 中，紅色長條為率定前每公尺的誤差，藍色為率定後每公尺的誤差，可以明顯看出經過率定後，可以將步長精度提升到每公尺低於 10 公分甚至更低的精度，而三種預測模型以模型三預測的成果為最佳，每公尺誤差約為 3 公分的精度。





4



5

圖 9. 籃球場行人定位軌跡



1



2



3



4



5

圖 10. 操場行人定位軌跡

表 2. 二維行人導航成果

籃球場			操場	
受驗者編號	預測步長	閉合差(公尺)	預測步長	閉合差(公尺)
		相對精度		相對精度
1	91.6894	5.927	404.257	4.471
		6.4%		1.1%
2	82.8209	4.202	392.084	11.008
		0.5%		2.8%
3	90.9122	5.886	404.059	3.695
		6.4%		0.9%

4	93.1088	6.269	381.538	7.671
		6.7%		2%
5	88.0043	8.283	407.178	3.361
		9%		0.8%
Mean	90.1470	6.113	395.936	6.041
		5.6%		1.2%

表 2 為籃球場與操場的成果，在籃球場，可得出相對精度的平均值為百分之五左右，最高之閉合差為 8 公尺，估計是受磁場干擾影響，而最小則為 4 公尺左右。操場精度普遍比籃球場較佳，相對精度平均值可達到百分之一，雖然受驗者 2 有著 11 公尺誤差，但因行走距離較長，誤差本身也會隨之累積。而操場因為方便變化不向籃球場這麼劇烈，整體精度也遠勝籃球場。

實驗第二階段，我們選擇成功大學電機系館，受驗者從一樓走到六樓，每走到一層樓就變換走到另一樓梯間，依序從一樓走到六樓。

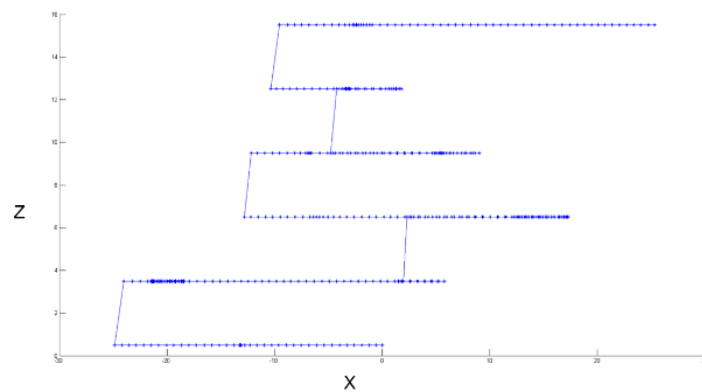
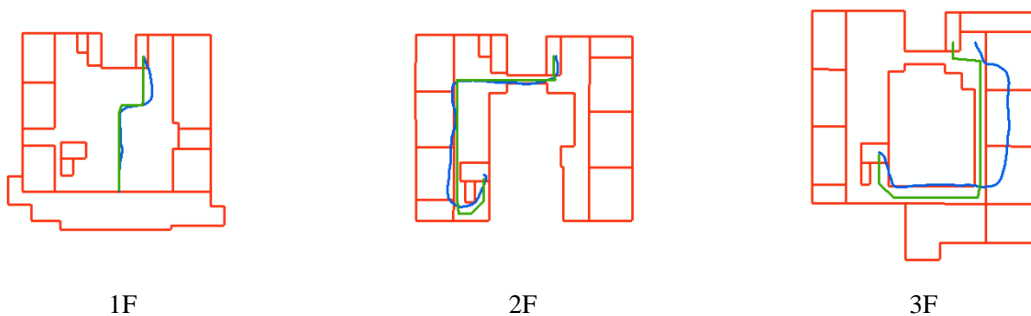


圖 10. 高度剖面圖(橫軸為 X 座標，縱軸為高度座標 Z)



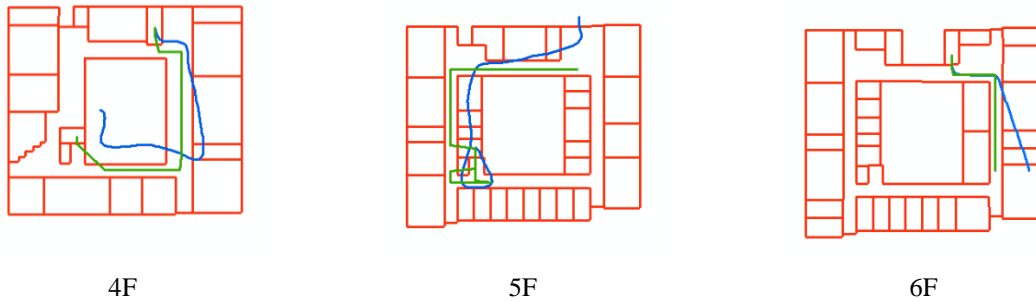


圖 11. 室內定位軌跡平面圖

圖 10 為高度剖面圖，依據樓層判識機制，我們可以將軌跡圖切割成各個樓層，並且對應到各個樓層平面圖上，如圖 11 所示，藍色線段為行人導航所得出的軌跡，而綠色線段則是經過地圖匹配後的成果。

表 3 為室內精度分析，在電子羅盤解方面，受到室內磁場干擾，如電腦，電子用品等等的影響，使得誤差最多達到 10 公尺，而經過地圖匹配後，原本 10 公尺的誤差可修正到約 5 公尺，將各個樓層平均來看，電子羅盤解的平均相對精度約為百分之九，透過地圖資料的修正，我們可以將它提升至百分之三。

表 3. 室內精度成果

樓層	電子羅盤解		地圖匹配解	
	閉合差(公尺)	相對精度(%)	閉合差(公尺)	相對精度(%)
1F	0.643	1.5	1.218	2
2f	0.623	0.7	2.205	2.7
3F	6.450	8.1	1.670	2.1
4F	9.270	12	0.161	0.2
5F	9.932	11.6	0	0
6F	10.540	21.2	5.826	11.7
Mean	6.243	9.2	1.847	3.2

五. 結論

本研究提出了三維行人導航的基礎架構並結合地圖匹配，達到更高精度的定位成果。從演算法最初的步伐偵測，利用訊號最大與最小的差值與波峰之間的時間差來當

作門檻值，本研究五名受驗者中，錯估的步伐皆未超過一步。而步長預測比較了三種模型之間的差異，經過個人化的率定過程，使步長誤差有顯著性的下降。此外，將傳統二維的行人導航提升至三維，配合氣壓計與加速度計，可有效地判定定位模式，並配合平面圖資訊，將室內受到磁場干擾而方位錯亂的影響減到最低，提供可靠的導航訊息。

六. 參考資料

- Chen, R., L. Pei and Y. Chen, 2011. A Smart Phone Based PDR Solution for Indoor Navigation, *Proceedings of the 24th International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS 2011)*, Portland, 20-23 Sept, pp. 1404-1408.
- Gusenbauer, D, C. Isert and J. Krösche, 2010. Self-Contained Indoor Positioning on Off-The-Shelf Mobile Devices, *Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), 2010 International Conference*, Zurich, 15-17 Sept.
- Mladenov, M. and M. Mock, 2009. A Step Counter Service for Java-Enabled Devices Using a Built-In Accelerometer, *CAMS '09 Proceedings of the 1st International Workshop*, Dublin, 16 June.
- Pratama, A. R., Widyawan and R. Hidayat, 2012. Smartphone-based Pedestrian Dead Reckoning as an Indoor Positioning System, *2012 International Conference on System Engineering and Technology*, Bandung, 11-12 Sept.
- Scarlett, J., 2005. Enhancing the Performance of Pedometers Using a Single Accelerometer, *Analog Devices AN-900 Application Note*.

北斗系統於車載製圖應用之都市效益分析

Urban Performance Analysis of BeiDou System in Land

Vehicular Mapping Application

林政安¹

江凱偉²

王銘正³

陳杰宗⁴

邵泰璋⁵

Cheng-An Lin

Kai-Wei Chiang

Ming-Cheng Wang

Chieh-Tsung Chen

Tai-Chang Shao

摘要

北斗系統已於2012年底正式提供區域性服務，而完整的北斗星群預計將於2015年建置完成，未來不論是即時導航或高精度測量定位，只要衛星接收機可支援多系統的多頻觀測量，便可提高衛星分布的幾何強度、增加觀測量的多餘觀測數，以獲得更高的定位精度與可靠度。在北斗系統近幾年快速的發展下，車載製圖應用可使用北斗系統為定位系統，透過多頻觀測量能有效的估計電離層效應並提供基線求解之應用，但在透空度不良的都市地區，遮蔽會讓使用者同時接收到的衛星顆數減少並且影響衛星訊號和定位精度。因此，本研究將利用車載製圖平台於台南市進行測試，並分析北斗系統於都市地區之動態定位精度與遮蔽效應。

關鍵詞：北斗系統、車載製圖應用、北斗RTK

Abstract

The BeiDou system began offering services of the Asia-Pacific region in 2012, and it is planned to serve global customers upon its completion in 2015. The accuracy and reliability of positioning can be improved in the future if the receiver is suitable for the GNSS signals. Because the BeiDou system was developed rapidly recent years, it can be applied as the positioning system for the land vehicular mapping applications and be used for the estimation of ionosphere effect and the computation of baselines. The problems including the fewer satellites in the view and degraded accuracy could be confronted in the urban canyons. In this research, various field tests which include the open-sky and strict areas were conducted by using the land vehicular platform. In addition, the performance and positioning accuracy are presented and analyzed.

Keywords: BeiDou system, Land vehicular mapping application, BeiDou-RTK

¹ 國立成功大學測量及空間資訊學系 博士生

² 國立成功大學測量及空間資訊學系 教授

³ 中華民國內政部地政司 司長

⁴ 中華民國內政部地政司測量科 科長

⁵ 中華民國內政部地政司測量科 科員

一、前言

全球衛星導航系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)泛指各種衛星導航系統，其中較主要的全球系統為美國的GPS(Global Positioning System)、俄羅斯的GLONASS(GLObal Navigation Satellite System)、歐盟的Galileo、中國的北斗衛星導航系統(BeiDou Navigation Satellite System)，以及相關的增強系統，如美國的WAAS(Wide Area Application Services)、歐洲的EGNOS(European Geostationary Navigation Overlay Service)，各國都積極地發展著全球導航衛星系統。由多系統所組成的GNSS如圖1所示，透過多層面與多模式的組合，提供使用者多個系統與多頻觀測量於定位導航的應用。

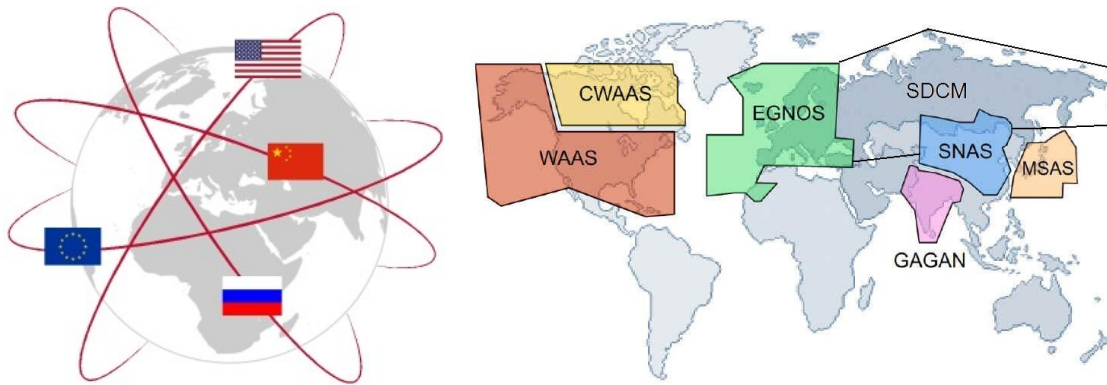


圖1. 全球衛星導航系統之組成 (擷取自Google圖片)

GPS為美國政府自1970年代末期開始進行研製和發展的衛星定位導航系統，目前有32顆衛星運行於衛星軌道上。由於設計至今已有四十多年的時間，其定位精度已經漸漸無法滿足日益增進的使用需求，因此，美國已經著手進行GPS系統之現代化，增加更新的電碼觀測量並且改善原有的電碼觀測量品質，以及更重要的是將原有的雙頻觀測系統提升為三頻觀測系統(楊名、江凱偉，2009)。

與GPS同時期發展的GLONASS是由俄羅斯政府所研發和運作，目前的系統有31顆衛星，由24顆工作衛星、3顆維修中衛星、3顆備份衛星及1顆測試衛星所組成，分布於三個軌道面上。GLONASS系統目前正積極地進行類似GPS現代化的計畫，該計畫除了預計發展新一代的導航衛星來取代現有老化的衛星外，並計劃將現有的雙頻觀測系統提昇至三頻觀測系統，除此之外，未來現代化的GLONASS系統將會提供與GPS、Galileo以及北斗相容的碼分多址(Code Division Multiple Access, CDMA)之編碼方式。因此，未來如果GLONASS能夠成為穩定的信號來源，整合現代化後的GPS及GLONASS的多頻率GNSS應能較現有的GPS/GLONASS系統具備更高的定位精度(Zinoviev, 2005)。圖2所示為GPS與GLONASS星群範例。

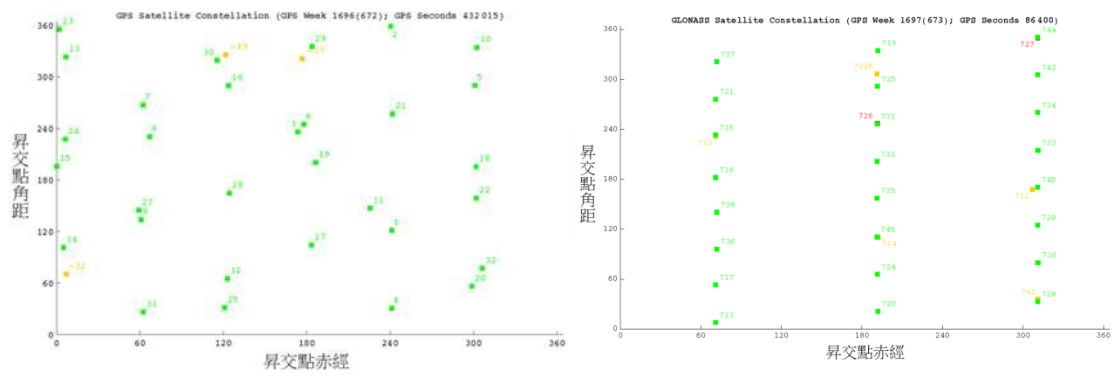


圖2. GPS (左) 與GLONASS (右) 星群範例

由歐盟所發展的Galileo，也預計於2019年布置完成30顆衛星的全球衛星系統，同樣會提供三頻的觀測量，只有付費使用的商業服務才可使用到第四個頻率(Hein *et al.*, 2002)，其訊號與GPS完全相容。與現有GPS系統相比，將會提供更多的衛星顆數、更多的觀測頻率以及更好的訊號品質，從而進一步提昇現有GPS衛星定位的精度、可靠度以及效率。

北斗衛星導航系統(BeiDou Navigation Satellite System)是由中國所建置的一個自主發展、獨立運行的全球衛星導航系統。於2012年12月27日，北斗衛星導航系統正式提供亞太地區的區域運行服務，且在2014年於南京舉辦的中國衛星導航會議(CSNC)上宣布，將加快其系統的發展，隨著明年預計開始發射的新一代衛星，期望能夠在2017年完成第三階段的發展，當全面完成部署後，北斗衛星導航系統的空間星座屆時將包含5顆地球靜止軌道(GEO)衛星、27顆中軌道(MEO)衛星、3顆傾斜同步軌道(IGSO)衛星。

根據各系統的發展時程，預計在2020年之後一般使用者可以無限制使用四個衛星導航系統所提供的多頻觀測量，獲得更高的定位精度，未來不論是低精度即時動態單點定位導航模式，或是高精度後處理的動態或靜態基線解算模式，皆可使用多系統以提高定位精度。表1所示為未來GNSS各式參數的比較表。

表1. 未來各衛星導航系統比較表

	GPS	GLONASS	Galileo	北斗系統
衛星顆數	32	31	30	35
軌道面數	6	3	3	7
軌道傾角 (度)	55	64.9	56	55
軌道高度 (公里)	20200	19100	23222	MEO:21528 GEO、IGSO:35786
運行週期	11 小時 56 分	11 小時 15 分	14 小時 05 分	MEO:12 小時 50 分 GEO:24 小時 00 分

時間系統	GPST	GLONASST	GST	BDT
坐標系統	WGS-84	PZ-90.11	GTRF	CGCS2000
使用頻率 (MHz)	L1:1575.42 L2:1227.60 L5:1176.45	G1:1602+k×0.5625 G2:1246+k×0.4375 G3:1202.025	E1:1575.42 E5a:1176.45 E5b:1207.14 E6:1278.75	B1:1561.098(E2) B2:1207.14(E5b) B3:1268.52(E6)
傳輸方式	CDMA	FDMA/CDMA	CDMA	CDMA
服務	軍用/民用	軍用/民用	商用/開放	授權/開放

由此可知，這四個全球尺度的導航衛星系統將成為GNSS之主要核心，未來在即時導航或高精度測量定位的應用中，只要衛星接收機可支援多個衛星系統的多頻觀測量，便可提高衛星分布的幾何強度並增加觀測量的多餘觀測數，以獲得更佳的定位精度與可靠度。因此，本研究針對車載製圖應用之特性，透過GPS與北斗系統的多頻率觀測量處理演算架構、聯合資料處理的作業技術、作業環境與動靜態模式來探討GPS和北斗系統在測試區中不同遮蔽程度下的影響，並且分析北斗系統的動態定位精度以及應用在車載製圖系統的效益。

二、車載製圖系統

近年來，快速蒐集空間資訊的能力，已成為遙感探測技術與測繪製圖發展的重要課題，而地理資訊系統(GIS)需求日益漸增，以傳統測量高成本方式獲取資料已日不敷出，限制了GIS的發展，因此，要有效地建立GIS資料庫是一個困難但必要的挑戰。一般而言，大部分的測量製圖應用程序需依靠地面控制點(Ground Control Point, GCP)，即使現今航空攝影測量感測器已從傳統光學進步到數碼影像，地面控制點仍是唯一可提供可靠地理參考訊息的來源。直到最近結合全球衛星導航系統(GNSS)和慣性導航系統(Inertial Navigation System, INS)的發展，直接地理定位(Direct Georeferencing, DG)將可以實現。藉由GNSS與INS的整合，可得到所有的外方位元素，並提供任何時刻足夠精度的訊息(Schwarz *et al.*, 1993)，藉由INS/GNSS整合系統所提供攝影測量影像的定位資訊，並透過數位資料記錄與處理，開啟了多感測器系統的時代。因此，移動式製圖系統(Mobile Mapping System, MMS)成為測量製圖應用上的趨勢，透過整合相機、錄影機、雷射掃描儀、INS、GNSS等多元感測器，以達到直接地理定位之目的(Chiang *et al.*, 2008)。以下公式及圖3說明了DG的原理，地面點坐標利用製圖系統可直接透過量測影像坐標求得，而此過程仰賴多種系統參數的先驗資訊，如表2所示。

$$r_i^m = r_{INS}^m(t) + R_b^m(t) \cdot (S^i \cdot R_c^b \cdot r^c + r_{INS}^c - r_{INS}^{GNSS}) \quad (1)$$

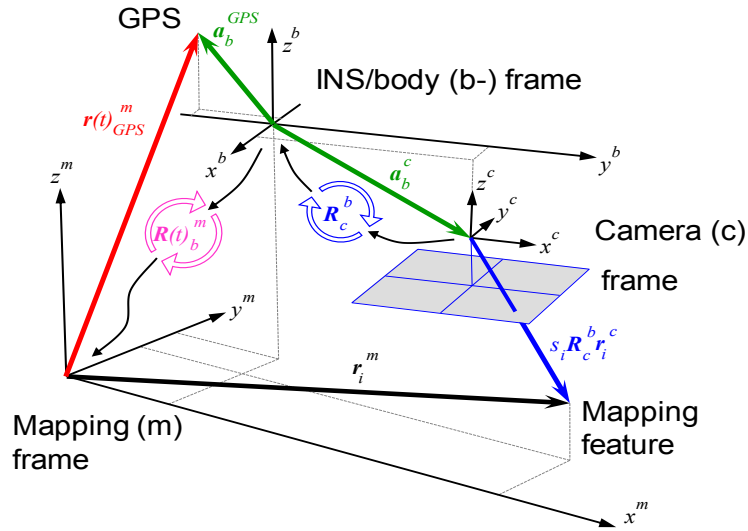


圖3. DG原理之示意圖

表2. DG公式之參數說明

參數	說明
r_i^m	目標物在物空間地理坐標系統(mapping frame, m-frame)的位置向量
$r_{INS}^m(t)$	INS/GNSS 在 t 時刻 m-frame 的內插位置向量
$R_b^m(t)$	INS 所屬的 body-frame(b-frame)在 t 時刻相對於 m-frame 之旋轉矩陣
S^i	尺度因子
R_c^b	相機坐標系統(camera frame, c-frame)相對於 INS 之旋轉矩陣
r^c	c-frame 中的位置向量 (影像坐標)
r_{INS}^c	INS 中心和相機像主點之間的位置向量
r_{INS}^{GNSS}	INS 中心和 GNSS 相位中心之間的位置向量

多元感測器整合定位定向系統對於製圖系統的直接地理定位成果影響很大，製圖系統精度之定位誤差公式如下：

$$\delta r_i^m = \delta r_{INS}^m(t) + \delta R_b^m(t) \cdot (S^i \cdot R_S^b \cdot r^S + a^b) + R_b^m(t) \cdot (S^i \cdot \delta R_S^b \cdot r^S + \delta a^b) + R_b^m(t) \cdot (\delta S^i \cdot R_S^b \cdot r^S + S^i \cdot R_S^b \cdot \delta r^S) + (V + \omega) \cdot \delta T \quad (2)$$

公式(2)中包含INS/GNSS定位 ($\delta r_{INS}^m(t)$) 及INS定向誤差 ($\delta R_b^m(t)$)、率定誤差 (δa^b 、 δR_S^b)、目標物位置及幾何誤差 (δS^i 、 δr^S)、同步化誤差 (δT)，此五種主要的誤差將影響後續計算三維直接定位的精度。詳細公式說明請參考文獻

El-Sheimy (1996)與Ip *et al.*(2004)。表3所示為車載製圖系統的誤差來源與大小。

表3. 車載製圖系統誤差來源與大小(El-Sheimy, 1996)

誤差來源	預估大小	對 δr_t^m 影響	特性
INS/GNSS 位置誤差	2~10 公分	2~10 公分	對於同一張影像上的任意點，誤差影響皆一致，其誤差量與GNSS之觀測品質有高相關。
INS/GNSS 姿態誤差	1~5 arcminutes	實際距離 30 公尺約 1~4 公分	相機與目標物之間的距離方程式。
率定誤差 δR_s^b	1~3 arcminutes	實際距離 30 公尺約 1~2.5 公分	相機與物體之間的距離影響三維坐標精度，誤差值為一常數。
率定誤差 δa^b	0.1~0.3 公分	實際距離 30 公尺約 2~6 公分	取決於相機的三維配置，關鍵點在於相機基座的製作。
目標位置與 幾何誤差 δr^s	0.5 pixel	實際距離 7 公尺時約 0.5 公分;實際距離 30 公尺時約 2.5 公分	取決於相機的三維配置，導致橫向(across-track)誤差。
目標位置與 幾何誤差 δs^i	0.5 pixel	實際距離 7 公尺時約 2.5 公分;實際距離 30 公尺時約 16 公分	取決於相機的三維配置，其說明關於縱向誤差，關鍵點在於相機基座的製作。
同步誤差 $V\delta T$	1~2 msec	當時速 60 公里時約 1.8~3.6 公分	引入縱向誤差，可藉由時鐘卡降低誤差。
同步誤差 $\omega\delta T$	1~2 msec	當 ω 為每秒 30 度時存在 1.8~3.6 arcmin 的影響 (實際距離 30 公尺時約 1.5~3 公分)	其說明關於橫向誤差，為相機與物體的距離誤差大小方程式。

從表2中可看出INS/GNSS的位置誤差是車載製圖系統的主要誤差來源，而其誤差量又與GNSS的觀測品質有高相關性，因此，高精度的GNSS成果除了提供精確的載體定位導航解，也可以提升量測目標物坐標的正確性。

另一方面，在INS/GNSS鬆耦合整合系統中，使用者必須同時接收四顆以上的衛星訊號，負責處理GNSS觀測量的卡曼濾波器才能解算出GNSS所提供的定位導航解，但是在都市的環境中常會遭遇到以下兩種問題，第一個問題是很多時候使用者並不能同時接收到四顆以上的衛星訊號，主要是因為透空度不好或是遮蔽嚴重的觀測區域，例如高樓大廈林立處、隧道、綠色隧道等等。第二個問題是多路徑效應，有時候使用者可以接收到四顆或以上的衛星訊號但卻是品質不良的反射訊號，導致無法提供正確的定位導航解，如圖4所示。

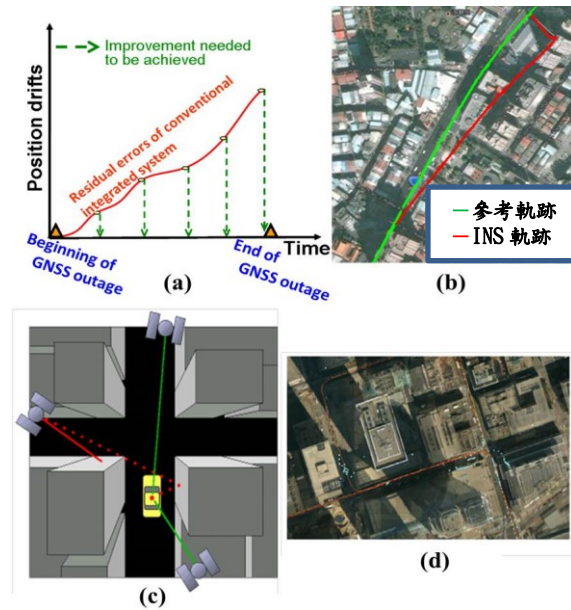


圖4. INS/GNSS整合系統應用於都市中常見的問題 (a)GNSS訊號失鎖時，INS所提供的定位誤差會快速累積 (b)INS所產生的飄移現象 (c)多路徑效應 (d)GNSS無法連續提供定位導航解

隨著北斗系統的迅速發展，未來的GNSS正逐漸演進為具備多系統多頻率之特性，因此，使用多個全球衛星導航系統的多頻率觀測量，大幅提升現有的定位精度是可預期的。

三、RTK 處理程序

即時動態定位(Real Time Kinematic, RTK)是利用高精度的載波相位觀測量，透過通訊設備將參考站的觀測資料以及參考站的坐標即時的傳送到移動站，並且採用差分的處理方式，消除移動站與參考站之間的系統誤差，移動站於動態的情況求解週波未定值(Ambiguity)達到即時定位。圖5為RTK定位原理的示意圖。

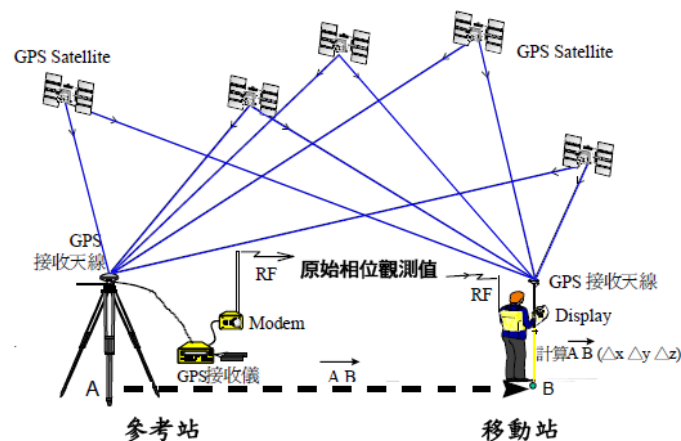


圖5. RTK定位原理 (擷取自詹君正(2008))

因此，和其他測量方式比起來，RTK具有施測快速且不需要後處理計算等優點。由於RTK是利用差分定位的方式，所以移動站與參考站之間的距離（基線長）越短，越能有效地消除兩站間的系統誤差，而解算週波未定值的時間也會越短，定位的精度就會越高。

四、實驗成果與分析

根據不同的實驗環境可分成市區與郊區，在市區的實驗場景中包含了衛星訊號遮蔽嚴重與衛星訊號一般的測區，那是因為在實測時比較難區分衛星訊號遮蔽嚴重與一般的測區，而郊區則為衛星訊號良好之無遮蔽測區，分別分析其精度與遮蔽效益。本研究所使用的儀器為多系統多頻的GNSS接收機與天線，實驗所用的車載製圖平台與儀器外觀如圖6所示。



圖6. 車載製圖平台（左）與GNSS儀器（右）外觀

此 GNSS 接收機支援了 GPS 的 L1、L2 與 L5、GLONASS 的 G1 與 G2 以及北斗系統的 B1、B2 與 B3，根據原廠所提供的規格如表 4 所示。

表 4. 原廠精度規格表

	量測精度							
	GPS			GLONASS		北斗系統		
偽距觀測	L1	L2	L5	G1	G2	B1	B2	B3
	10 公分	10 公分	5 公分	10 公分	10 公分	10 公分	10 公分	5 公分
載波相位觀測	GPS			GLONASS		北斗系統		
	L1	L2	L5	G1	G2	B1	B2	B3
	0.5 毫米	1 毫米	0.5 毫米	1 毫米	1 毫米	0.5 毫米	0.5 毫米	0.5 毫米
差分處理	< 0.75 公尺							
單基線 RTK	平面：1 公分 + 0.5 PPM							

(< 20 公里)	垂直：2 公分 + 0.5 PPM
E-RTK (< 100 公里)	平面：20 公分 + 1 PPM 垂直：40 公分 + 1 PPM

本研究的實驗是利用國立成功大學測量及空間資訊學系系館頂樓所架設的參考站資料，透過網路通訊設備傳送到移動站，藉由車載製圖平台搭載天線與接收機達到即時動態定位的目的。市區的實驗路徑長約22公里，平均的行駛時速約為40公里，移動站天線所接收的資料時間總共為1小時13分38秒，而郊區的實驗路徑長約7.8公里，平均的行駛時速約為55公里，接收資料的時間總共為21分43秒，圖7為e-GPS與北斗RTK的軌跡展示。

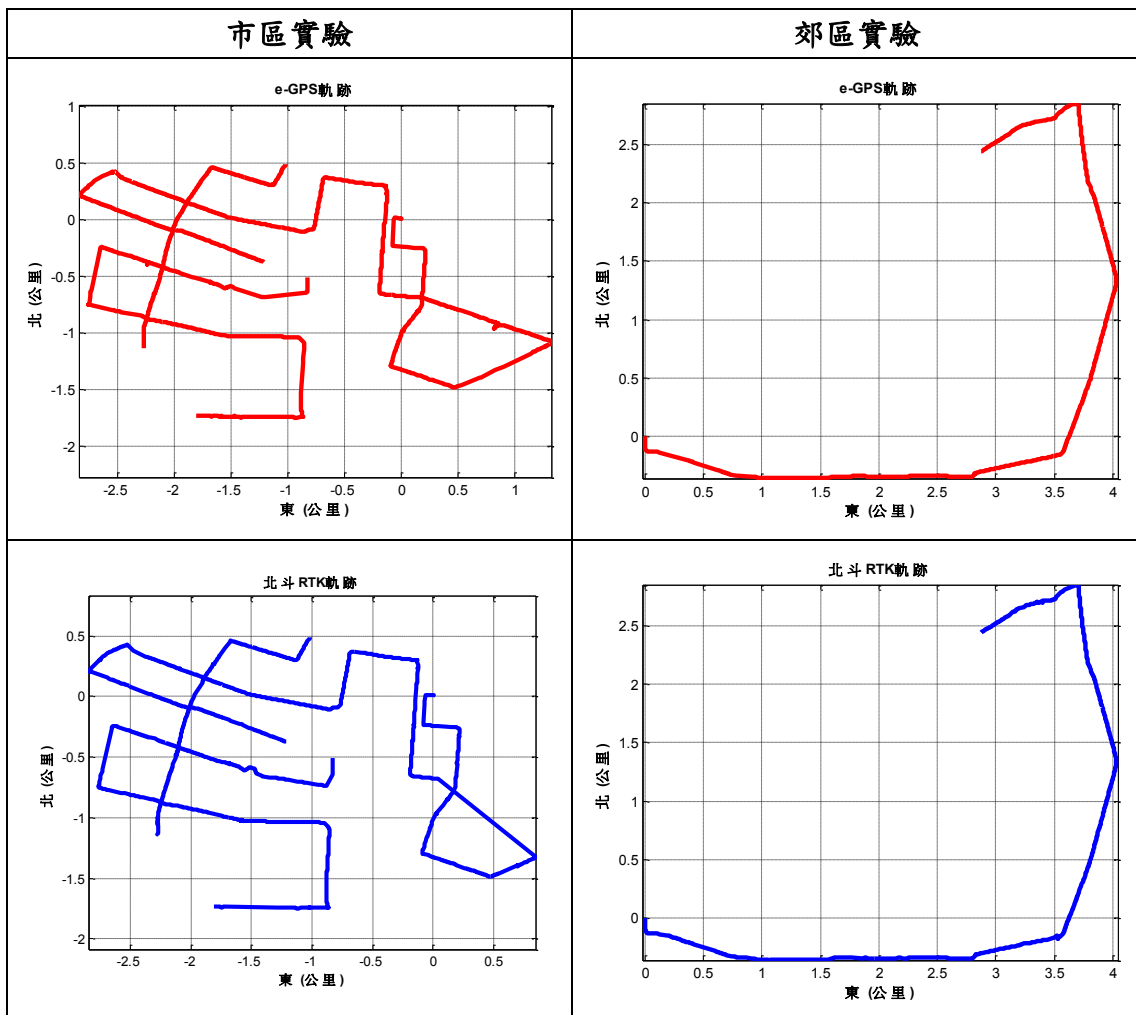


圖 7. e-GPS 軌跡(上)與北斗 RTK 軌跡(下)

受到車載製圖平台上空與周遭的遮蔽情形會影響移動站天線同一時間所能接收到的衛星顆數，導致可視衛星的數量下降，而衛星幾何分布與觀測量品質也會受損使得定位精度降低。表5為可視衛星的統計數據，而圖8為可視衛星比例圖。

表5. 可視衛星之統計數據

可視衛星	市區實驗 GPS 週秒時間：543407 ~ 548770		郊區實驗 GPS 週秒時間：549852 ~ 551154	
	e-GPS	北斗 RTK	e-GPS	北斗 RTK
4 顆	259	1	20	0
5 顆	640	527	82	61
6 顆	863	707	125	67
7 顆	529	880	223	105
8 顆	383	610	250	192
9 顆	399	241	248	251
10 顆	170	181	105	312
11 顆	236	0	143	198
12 顆	---	---	0	1
平均可視衛星	6.9181	6.9590	8.0736	8.8854

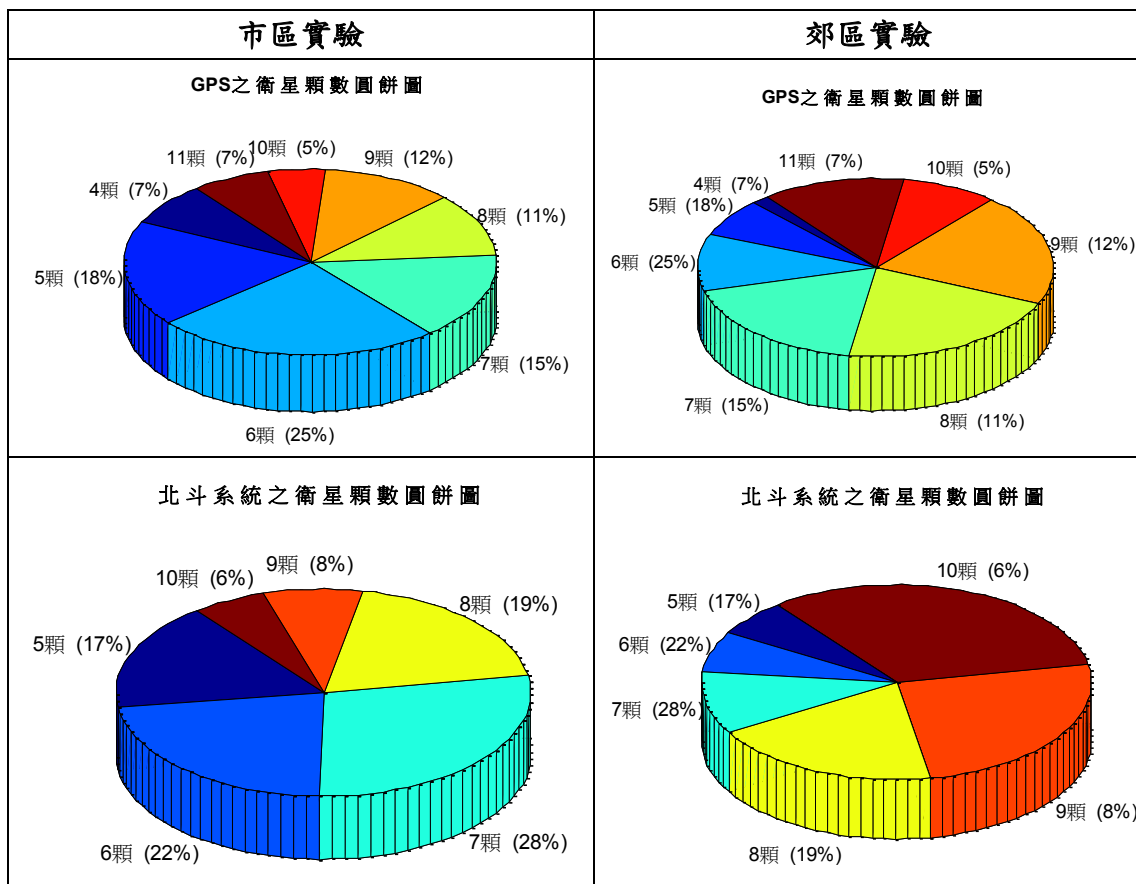


圖8. GPS(左)與北斗系統(右)可視衛星之比例圖

從表 5 的統計數據中可看出，在有可視衛星的情況下，同樣的遮蔽條件北斗系統的平均可視衛星高於 GPS 的平均可視衛星，而實驗期間北斗系統占多數的可

視衛星也都優於 GPS。另一方面，在沒有可視衛星的情況下會造成訊號失鎖以致無法提供定位成果，表 6 統計 e-GPS 與北斗 RTK 的訊號失鎖時間及其所占的比例。

表 6. 訊號失鎖情形之統計數據

	市區實驗		郊區實驗	
	失鎖時間 (秒)	比例 (%)	失鎖時間 (秒)	比例 (%)
e-GPS	1885	35.1417	107	8.2118
北斗 RTK	2217	41.3311	116	8.9025

在實驗中衛星訊號也同樣會受到遮蔽以及衛星幾何分布的影響，直接反應在動態定位的HDOP值(Horizontal Dilution Of Precision)，若是遮蔽越嚴重或是衛星幾何分布越差則HDOP值會越大，代表平面的定位精度越差，圖9所示為HDOP隨時間的變化圖。表7為HDOP之最小值、最大值及平均值。

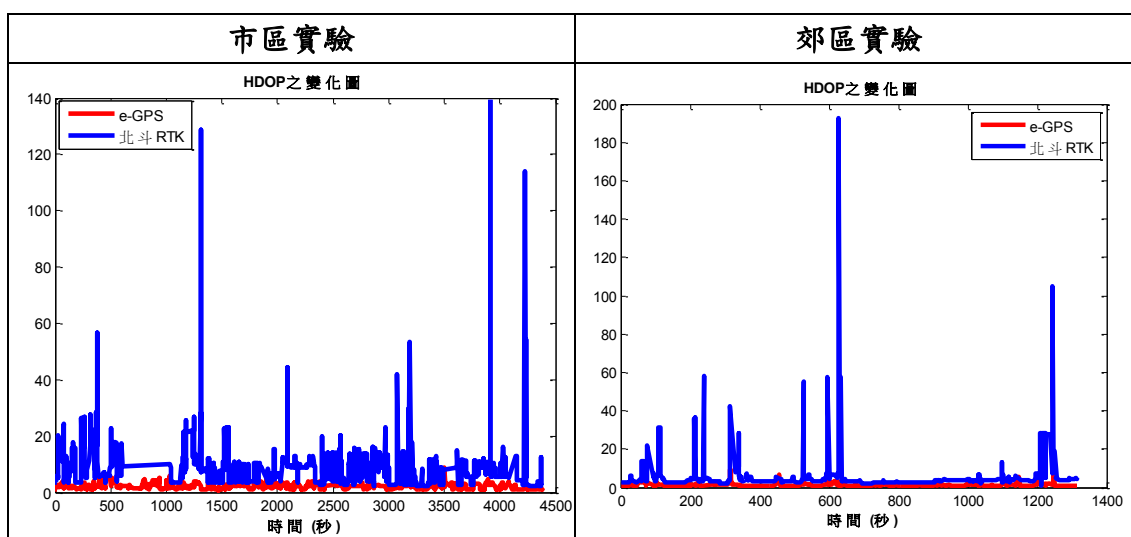


圖9. 市區實驗(左)與郊區實驗(右)HDOP隨時間之變化圖

表7. HDOP之統計數據

	市區實驗			郊區實驗		
	HDOP 最小值	HDOP 最大值	HDOP 平均值	HDOP 最小值	HDOP 最大值	HDOP 平均值
e-GPS	0.8	8.73	2.0563	0.73	8.95	1.2531
北斗 RTK	2.1	139.3	7.5897	0.9	192.9	5.2031

DOP代表衛星幾何分布對定位精度的影響，也就是在測量或是定位時所接收到的衛星在幾何結構上的強度，從圖8可看出北斗RTK的HDOP變化相對於e-GPS的HDOP變化較為劇烈，此現象說明著北斗系統的衛星訊號強度比較不穩定。另外，透過表7的統計數據可看出北斗RTK的HDOP值域和平均值都比e-GPS的HDOP值域和平均值大，數據成果也同樣顯示北斗系統HDOP跳動劇烈的現象。

五、結論

在評估車載製圖技術的精度時，INS/GNSS的位置誤差為主要的誤差來源，而其誤差量又與GNSS的觀測品質有高相關性。因此，隨著GNSS中各個衛星導航系統的發展與更新，未來的GNSS正逐漸演進為具備多系統多頻率之特性，透過使用多個全球衛星導航系統的多頻率觀測量，大幅提升製圖技術的精度是可預期的。

本研究透過車載製圖平台於台南市進行實驗，針對北斗RTK與e-GPS於測試區中的不同環境與遮蔽條件評估其效益。從實驗的成果與統計數據中可看出，北斗系統的平均可視衛星數量不管是在市區或郊區皆優於GPS，但是在衛星訊號的品質方面，透過衛星訊號失鎖的統計比例可得知，目前現階段的北斗系統受到遮蔽條件的影響較明顯，且HDOP的不穩定性也是目前北斗系統的主要問題之一，因此，未來車載製圖技術若是採用北斗衛星導航系統為定位系統，對於衛星訊號品質的篩選與定位誤差的別錯是相當重要的課題。

六、致謝

本研究承內政部地政司 103 年度多平台製圖技術工作案之資助下完成，特此感謝。

七、參考文獻

- 楊名、江凱偉，2009。全球導航衛星系統(GNSS)資料聯合處理技術(97年度)期末報告，內政部國土測繪中心。
- 詹君正，2008。利用全國性 e-GPS 衛星定位基準網辦理土地複丈經度之研究-以鶯歌地區為例，國立政治大學地政學系碩士論文。
- Chiang, K.W., A. Noureldin and N. El-Sheimy, 2008. Developing a Low Cost MEMS IMU/GNSS Integration Scheme Using Constructive Neural Networks, *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 44(2), pp. 582-594.
- El-Sheimy, N., 1996. The Development of VISAT - A Mobile Survey System For GIS Applications. Ph.D. Thesis, UCGE Report No. 20101, Department of Geomatics Engineering, the University of Calgary.
- Hein, G.W., J. Godet, J.L. Issler, J.C. Martin, P. Erhard, R. Lucas-Rodriguez and T. Pratt, 2002. Status of Galileo Frequency and Signal Design, *Proceeding of ION GPS 2002 Meeting*, Portland, Oregon, USA, 24-27 September, pp. 266-277.
- Ip, A.W.L., N. El-Sheimy and M.M.R. Mostafa, 2004. System Performance Analysis of INS/DGPS Integrated System for Mobile Mapping System (MMS), *Proceeding of The 4th International Symposium on Mobile Mapping Technology (MMT 2004)*, Kunming, China, 29-31 March,
- Zinoviev, A.E., 2005. Using GLONASS in Combined GNSS Receivers: Current Status, *Proceeding of ION GNSS 2005 Meeting*, Long Beach, California, USA, 13-16 September, pp. 1046-1057.

附錄八

期中委員意見修正對照表

期中報告審查會議委員意見	成大研究發展基金會修正情形
洪委員本善	
<p>室外驗證場有歸仁校區及自強校區兩處，為日後維護便利，是否有可能整合於一處辦理，適用多元化平台應用。(P.21)。</p>	<p>已於期中報告修正本中回覆，兩處因地緣及環境關係，考量作業安全可提供車載移動製圖系統作業，暫不考慮整合於一處。</p>
<p>自行研發整合製作多平台製圖系統，硬體方面可節省 100 萬以上，本案是否已有自行研發資料處理軟體，若需向國外採購，則此套完整的硬軟體價格可節省多少？若具有市場競爭優勢，建議可進一步申請經濟部科專技術，朝向商業化產品製作，對國內外銷售。(P.44)</p>	<p>已於期中報告修正本中回覆，本案歷年來的研究成果的確已經陸續順利轉化為具備自主智慧財產權之軟體，目前已有部分軟體交由業界測試中，若測試順利將朝技術轉移方向發展，未來當然會朝向國內外銷售的目標邁進。</p>
<p>手機之內建 GPS 定位精度分析，建議如 P.104 一律以 N、E、H 的投影地平坐標系統方式表示，較能呈現平面及高程方面的精度為何。(P.68)</p>	<p>已於期中報告修正本中回覆，3.3 小節中手機之內建 GPS 定位精度分析表與誤差分析圖，皆已改為 N、E、H 的投影地平坐標系統表示。</p>
<p>本案累積了 3 年以上的研發工作，學術已受國際上的肯定，而穩定的多平台製圖系統，測量業的發展不應侷限在後處理資料上，還需要實務實驗使系統更完善，確實能應用於製圖作業，進而行銷國內外，增加經濟效益。</p>	<p>已於現場提出口頭說明及期中報告修正本中回覆。近幾年來，提供相關軟硬體的知識協助國內廠商之外，並透過研習會與研討會進行提供操作經驗分享與開拓非傳統測量領域的使用者以協助測繪業者增加經濟效益，同時邀請國際知名學者分享相關技術的最新發展與應用實例。</p>
<p>第 66 頁第 1 段第 2 行，「經度」請修正為「精度」。</p>	<p>已於期中報告修正本中對應處修正。</p>
陳委員良健	
<p>本案是屬科技計畫，要做到相當成熟技術不容易，目前案內由各項目組合起來，卻不易察覺其連結性或其因果關係，如歷年來延續性研究後之分析規劃</p>	<p>已於期中報告修正本增設 1.4 小節說明歷年來之關係。</p>

<p>本年度工作項目的原因，或因國外技術其精度、時間、成本等因素不適國內沿襲使用而規劃研究、或中文摘要闡述傳統測量至建置成果需半年以上時間而本研究因此規劃研究以符合現在科技發展等，建議可總整理呈現，請團隊再補充之。</p>	
<p>本年度 6 月份曾辦理研討會，從會議中所得到的回饋為何？從寶貴的回饋資訊中，對於本工作計畫有無貢獻，或持續追蹤改善所提問題？如能從研討、實測、討論、回饋、改善、再驗證等方式持續作業，將對本案技術有更大的助益。</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，同時本次報告 2.4 章節中，有針對調查結果做分析及結果說明。</p>
<p>本案多平台製圖技術研究中似乎多著重直接地理定位部分，雖是製圖技術基礎，但後續製圖部分應該還有很多的面向能再多著墨，或本工作案所專注的焦點於報告中沒特別註明，請團隊應該要注意。</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，另外，101 年度工作案中，所開發之國土地地利用調查與影像管理多平台移動測繪管理系統，為直接地理定位成果後續應用實作軟體。同時本次報告第五章節各工作項目亦為 UAV 製圖之後續應用部分。</p>
<p>車載作業手冊之研析是否有實際數據佐證？另表 2.10 使用「精度」分級，是否採用「誤差」較為妥適？(P.30)</p>	<p>已於期中報告修正本回覆。</p>
<p>GNSS 與行動裝置的實驗測試，報告書中敘述稍嫌薄弱，無法完整了解實驗的方法與作為，請團隊再加強補充。</p>	<p>已於期中報告修正本回覆。</p>
<p>研究案請掌握關鍵性技術，如在 UAV 部分之大 FOV 設計及拼接技術，其有與國際上研究有不同之成果或貢獻，應該可以再凸顯其效益並掌握關鍵技術。(P.32)</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，本次報告中 5.3.2 中有詳細說明。</p>
<p>另報告中注意遣詞用字，應減少使用形容詞，並注意參考文獻格式。(P.5、P.62)</p>	<p>已於期中報告修正對應處修正。</p>

趙委員鍵哲	
本案各驗證場、率定場的設置，未來使用與維護是否計畫持續下去？同時也包括對於這方面人才的培育養成，也將佔重要的角色。	已於期中報告修正本回覆，未來使用與維護會計畫持續下去，過去三年已選派 10 人次分別各專業單位技術交流與訓練，未來持續專業人才訓練與國際交流。
本案進行驗證場更新維護中，包括傳統的導線測量，其場景設計非常特殊，從地面層量測到 4 樓，網形如以投影平面方式表示，將呈現震盪式圖形，且點位間非常靠近，網形強度太弱，導致誤差很大(表 2.4)，如以應用層面來說或許已經足夠，且導線類型也可能是室內製圖時主要將建構的類型，但在資料處理上能否再細緻，請團隊注意。(P.24-25)	已於期中報告修正本回覆，該部分已刪除。
大型 UAV 的 5 相機成果大範圍影像拼接，應該不僅止於公式 5.3，請團隊再與詳述其細節，層層處理方式，使內容更完整。又拼接後大 FOV 的數據可於文中揭示，另對於空三及物空間重建等各方面，有拼接與未拼接的成果，有無分析成果差異及獲益如何？請說明之。(P.109)	已於期中報告修正本回覆，本次報告 5.3.2 中有詳細說明。
參考文獻似乎有遺漏的部份，請再加強檢視。(如 P.8)	已於期中報告修正本回覆。
王委員定平	
本案工作團隊均依既定計畫及合約進行成果豐碩。	感謝王委員之肯定，本團隊將持續努力。
建請工作團隊加強核心工作之精進。	本次報告章針對各工作項目皆加強說明作業流程及呈現完整成果。
本案工作團隊率定實驗室說帖、實驗室之建置大致完成，亦正研提車載製圖系統作業手冊，也針對國內廠商進行問卷	已於期中報告修正本回覆。

<p>調查。綜觀國內測繪業，有能力引進設備及測繪新方法引用之公司，是屬於核心之測繪業，建請本案相關作業研究開發，可多與其溝通合作，而不僅止於問卷調查，從實務經驗回饋與實驗成果驗證以得更多寶貴有用資料，實務與學術界如能互相搭配，將使本案成果更精進。</p>	
<p>科技部災害防救應用科技方案辦公室</p>	
<p>大型 UAV 之原始影像成果，其影像拼接作業是否能採自動化處理？</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，其中 5.3.2 有詳細流程說明。</p>
<p>去年度已進行北斗系統的評估，本年度則持續實測北斗系統，其用意為何？請說明之。</p>	<p>已於現成口頭及期中報告修正本回覆。</p>
<p>本案建立之多平台率定實驗室請持續加強維護管理或增加人力，以保持其效益。</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，未來使用與維護會計畫持續下去，過去三年已選派 10 人次分別各專業單位技術交流與訓練，未來持續專業人才訓練與國際交流。</p>
<p>本案屬於行政院災害防救計畫的一部分，建議團隊未來 UAV 部分可朝在工程調查、災害調查、監測、防救災等應用層面加強研究。</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，未來經費許可，將改用三台中像幅數位相機，如此將有機會取代有人機，以降低人員遭受危險之機率。</p>
<p>未來冀望本工作案能持續將相關技術落實於產業成果。</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，本研究中所自行研制之軟硬體皆保留與產業進行合作之選項，除了提升本研究團隊之研究能量以掌握資料後處理關鍵技術外，亦希望能同時提升產業之技術能力</p>
<p>國家災害防救科技中心</p>	
<p>有關期中報告書中的利用通訊裝置發展低成本的移動製圖技術，對於利用手持裝置用於勘災將有很大的幫助，研發</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，本案利用通訊裝置發展低成本的移動製圖技術，其目的就是希望用手持裝置用於勘災。</p>

<p>團隊未來是否能進行這類的工作？</p>	
<p>內政部國土測繪中心</p>	
<p>測繪中心明年度將採購移動測繪平台，考量本中心需求大致上應符合國土利用調查、局部圖資更新、街景影像蒐集或未來 3D 影像建立等應用需求，報告書中已有不少建議影像搜集設備成本預估，惟獨對於光達部分比較沒有描述，能否請團隊針對這方面給予建議及參考。另也請團隊提供校正報告及車載作業手冊供本中心參考。</p>	<p>本次報告 2.3 章節已增列光達部分成本預估。</p>
<p>GPS 與 GNSS 的名詞使用請加注意。本案驗證場之 GPS 控制測量係參考我國 2 等衛星控制點之施測作業程序進行，惟參考文獻之表 2.1 是精度規範，似非規範作業程序。又測量作業為半天，無進行換站，且同時段同步觀測，同步觀測時間 60 分鐘，建議團隊明確說明之。(P.22-23)</p>	<p>已於期中報告修正本對應處修正。</p>
<p>表 2.2 的測量成果標準差除了 Y 方向有 0.001 公尺外，其餘幾乎為 0，是否有分析其原因?(P.23)</p>	<p>本次報告已更新軟體，增加位數。</p>
<p>高程控制測量部分，差異量為 2.5 公分是否正確?表 2.5 之精度規範應該有對應之測段長度 K，報告中似無說明。高程檢核應該屬兩站之間，表 2.6 僅呈現 TOP1 點號，請團隊補充說明。(P.25-26)</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，該部分已刪除。</p>
<p>文中提到可整合氣壓計、輪速計及磁力計用以約制慣性定位誤差之飄移，請問目前商用軟體或自行研發軟體使否可同時整合前開資料用以定位定向？如果有，請說明所需之軟硬體成本大約多少？(P.32)</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，對於大部分製圖系統，暫不需要磁力計。而智慧型手機等級則大部分已內建，而氣壓計以普遍用於軍規輪車與飛機使用之導航系統，售價約在 20 萬台幣之內，自行研發的軟體具備支援前開感測器之功能。</p>

<p>相鄰掃描有 5%到 15%的重疊(掃描距離的百分比)，請加以說明如何達成？又點雲密度足夠以利辨識及萃取出物件的物理細節。因涉及外業所需時間、資料儲存空間及內業處理時間，請問點雲密度需達多少，如何計算？(P.34)</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，建議掃描成果的物體表面點雲密度在距離車行軌跡 100 公尺內每平方公呎應達 10 點以上。</p>
<p>全景相機是否可以 Ladybug 相機取代，是否可減少影像拼接的時間成本？(P.44)</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，使用 Ladybug 相機可減少影像拼接的時間成本。</p>
<p>請問在外業時所使用之影像及點雲資料取得之軟體及內頁使用處理影像及點雲之軟體成本大約多少，屬一次性購買或是保固期後需每年繳交授權費？可否輸出 CAD 或 GIS 格式進行製圖，或是內業處理軟體即可進行製圖？從規劃、外業到內業所需之人事成本及所需時間各為多少？是否以車行距離或施測範圍面積加以說明？(P.44)</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，目前國內業者的作業成本是以行車距離為計算原則，以影像系統為例，若只提供原始資料(POS 解與影像)，每公里報價約在 5000 元，若提供處理過後之影像與製圖成果，報價可提高至 8000 至 15000 元不等，而光達車之報價原則上就是影像車之二倍以上。</p>
<p>報告第 44 頁第 16 行畫素單位錯誤，第 21 行多 1 個中括號，請修正之。</p>	<p>已於期中報告修正本對應處修正。</p>
<p>主席</p>	
<p>北斗 RTK、e-GPS 在市區或郊區時，北斗之 HDOP 值都較 e-GPS 大且不穩定，但為何在市區時，不管是最大誤差及均方根誤差，北斗系統精度卻比 e-GPS 精度高？郊區實驗時，北斗系統精度與市區實驗成果相當，但 e-GPS 提高很多，2 種系統觀測的衛星數差異</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，本次報告針對多路徑效應做改善，並提供五都之實際數據成果報告。</p>

<p>不大，簡報時歸因於多路徑效應所致，仍請團隊再分析其原因。</p>	
<p>因水準測量儀器、技術日益精進及因應現今水準測量作業需求，並符合基本測量實施規則規定，本部業以 103 年 7 月 9 日台內地字第 1030207860 號函送本部國土測繪中心，修正一等水準測量作業規範，做為一等水準測量之依據，本報告書內容請配合更新修正。(P.26)</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，該部分已刪除。</p>
<p>利用手機進行室內製圖應用，在室外進行各家手機進行率定實驗，精度都在數公尺以上，是否分析其原因?並請多加思考其應用層面。(P.61)</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，手機已內建包含移動製圖系統所需的定位定向感測器和製圖感測器，雖然其規格不如測量級系統高但是成本低廉，而以目前數公尺之精度，搭配手機普及率高，若核心技術可用於救災、屬性調查，應當效果顯著。</p>
<p>表 3.2 請增加單位。(P.68)</p>	<p>已於期中報告修正本對應處修正。</p>
<p>本案雖是科技計畫，前幾年以研究為主，未來應用部分請團隊多著墨，以促進國內測量界應用這些技術。</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，本次報告第五章節各工作項目即為空載製圖後續應用部分。</p>
<p>內政部地政司</p>	
<p>本案係延續性之工作案，請於報告撰寫時應先概述之前研究成果，並論述各章節工作項目或年度間之關連性，未來將持續進行的部分與預期達到的總目標設定，請團隊加以補充修正之。</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，增設 1.4 節。</p>
<p>本計畫屬於應用科技方案的一部分，請於期末報告時適當章節加強災防方面之應用論述，以符合原計畫初衷。</p>	<p>本次報告 5.2 以及 5.3 節，即為針對災後監測及修復應用之工作項目。</p>
<p>車載製圖作業手冊部分，目前概分低中高等 3 種不同精度應用要求，因精度差</p>	<p>已於期中報告修正本修正，本次報告將三種精度個別呈現，並精簡說明以及定義個名詞。</p>

<p>異性大，各步驟應注意事項皆不相同，如何能夠於 1 份作業手冊中概括完成？如僅為原則性說明，則較屬規範性質，與各作業步驟細節進行不同，請工作團隊注意。另關於本手冊草案，請於規劃 9 月辦理座談會前先行提供本部參考預為審閱，以免影響辦理座談會進行。</p>	
<p>圖 2.7 及圖 2.10 分別呈現 GPS 控制點位置，與圖 2.8 解算之網形成果發現，前面 2 圖所示垂直方向並非正北方向，建議於該等圖示增加指北方向，以免混淆成果相對位置。又於高程控制測量時，以 BS03 為參考控制點，其理由為何？（P22、P25、P27）</p>	<p>已於期中報告修正本回覆。</p>
<p>於 2.3 節探討整體車載製圖系統規劃建議與成本分析，並依表 2.17 分述各項相關設備內容，惟後半段關於感測器支架系統設計、資料擷取系統與載台部分著墨稍嫌不足，請團隊再予加強。另若改裝車輛致生驗車問題，為降低拆卸支架影響系統穩定疑慮，如採固定式設計系統支架，報國內車輛監理單位審核，是否可行？（P.42-46）</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，快拆式的支架設計已成主流，但因載台不同支架設計之細節或有差異，其基本原則保持拆卸前後各感測器的相對關係能夠維持不變為原則，目前所有商用系統皆採用快拆式設計，穩定性問題不大。</p>
<p>按附錄 1 所列本次「國內多平台移動製圖系統業者調查表」發文清單，除本部登記有案之 109 間測繪業外，尚包括於公共工程委員會申領執業執照之測量技師所屬公司，合計共 119 間公司或事務所，故 2.4 節所述問卷調查基本資料應予修正，又上述調查範圍部分公司已屬停業或歇業狀態，是否也為本次調查</p>	<p>已於期中報告修正本回覆。</p>

<p>對象？(P.46-49)</p>	
<p>於 3.3 節中評估與率定行動裝置之內建定位定向感測器，將手機盡可能放至於基樁中心來測試，是否有考量各式手機其衛星定位接收之相位中心位於何處？又內建之慣性感測器率定，其成果是否有相關資訊得以驗證其原始設計之效能？(P.65、P.72)</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，因為智慧型手機廠商一般不公開天線相位中心及慣性感測器型號這類資訊，評估與率定行動裝置之內建定位定向感測器並未考量這些資訊。</p>
<p>本次在台南市區進行多系統多頻 GNSS 訊號處理測試，依圖 4.5 顯示本次實驗之車行軌跡，除文中提及有 1 時段失鎖外，其軌跡線段並不連貫，是否有其他原因？(P.93) 又二系統誤差分析，係利用 INS/GNSS 的整合定位解為參考系統來做精度分析，據以判斷各系統之成果，請補充說明實驗階段時各系統架設之配置狀況及解算方式。(P.97-98)</p>	<p>已於期中報告修正本回覆，測試環境與遮蔽程度都會影響固定解的求解，所以造成軌跡的不連貫。</p>
<p>本案第 5 章節關於研析無人機製圖資料處理程序部分，所述完成之工作項目：「針對河川水道斷面測量評估合適之航拍與資料處理程序」及「針對橋梁監測與通水斷面測量評估合適之航拍與資料處理程序」，似僅於文中敘述完成佈置控制點及觀測水道兩岸已知斷面樁點位等作業，其餘部分仍請團隊加強補充及掌握工作案辦理期程。(P.105-106)</p>	<p>已於期中報告修正本回覆。</p>

附錄九



車載製圖系統作業手冊草案

V1.03



委託單位：內政部

執行單位：財團法人成大研究發展基金會

目錄

一、 前言.....	2
二、 名詞解釋.....	3
三、 作業程序之規劃建議.....	5
3.1 任務規劃.....	6
3.2 實地探勘.....	7
3.3 系統檢測.....	7
3.4 系統初始化.....	8
3.5 其他應注意之事項與應變方案.....	8
4 針對不同精度建議之應變作業程序.....	11
5 檢核機制.....	17
5.1 平台定位技術自我檢核方法.....	17
5.2 影像量測及率定之自我檢核機制.....	18
5.3 檢核點精度分析.....	18
6 成本分析.....	20
7 參考文獻.....	20
8 附件.....	21

一、前言

由於目前國內尚無針對車載移動製圖系統制定的作業程序與規範，而國外也在近幾年才逐漸落實並完善此類手冊，故去年度國立成功大學測量及空間資訊學系提出之草案架構，係參考美國交通研究委員會 2013 年的 NCHRP (National Cooperative Highway Research Program)，以及美國佛羅里達交通部 2012 年的 TML Guideline (Terrestrial Mobile LiDAR Surveying & Mapping Guidelines)，並根據國立成功大學測量及空間資訊學系在測繪領域之經驗，預先草擬車載移動製圖系統的作業手冊所需涵蓋的內容。但有鑑於目前現有之參考文獻多著重在以光達為主之施測應用，且多平台製圖系統適用的各式測量與非測量領域中，空間資訊蒐集之應用方向卻相當廣泛，故無法針對特定的製圖任務制定詳細規範，宜由不同應用之精度需求進行分級並提出原則性的作業程序。

國立成功大學測量及空間資訊學系於 102 年度之多平台移動製圖技術工作案，提出針對研提車載製圖系統之作業手冊的草案，涵蓋項目見下圖 1。而測繪業務若按照應用的精度需求，大致可分成三個等級見下表 1。而 103 年度期望通過邀請具有實務經驗之單位，採公開討論方式落實具體的手冊內容，將草案精簡並補強，針對不同應用之精度需求進行分級，並提出原則性的作業程序，供業主依其應用需求搭配現行規範並參酌本車載製圖系統作業手冊中之原則，落實在其相關合約中。今年度舉辦之「多平台移動製圖系統實務座談會」之課程講座，已順利落幕，各界測繪相關人士提供的建議與經驗相當寶貴，未來將逐漸落實至手冊中，並持續蒐集更多經驗回饋與作業建議，完善本車載系統作業手冊，不定時更新以符合現況之需求，供各單位用做於事務作業時之參考。



圖 1 研提車載製圖系統之作業手冊項目

表 1 系統精度分級及對應之應用

應用分級	低精度應用	中精度應用	高精度應用
精度分級	三維直接地理定位精度大於 100 公分	三維直接地理定位精度 30~100 公分	三維直接地理定位精度小於 30 公分
應用領域	<ul style="list-style-type: none"> ● 初步測繪規劃 ● 交通設施清查 ● 交通統計 ● 一般資產調查 ● 圖資更新 ● 防災應用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 工程規劃 ● 資產清查 ● 管理調查 ● 環境調查及測量 ● 土方或崩塌地測量 ● 淹水線測量 ● 城市測繪和建模 ● 海岸帶侵蝕分析 	<ul style="list-style-type: none"> ● 工程地形測量 ● 控制測量 ● 地籍測量 ● 變型測量 ● 結構及間隙測量 ● 建物測量 ● 鑑識測量

二、名詞解釋

英文名詞：

- DG：直接地理定位(Direct Geo-referencing)，由 INS/GNSS 系統提供攝影中心外方位參數，配合其他已知條件，能夠直接求定影像上像點之物空間位置。
- DT：系統精度行走漂移率(Distance travel)，單位距離誤差漂移量。
- GNSS：全球導航衛星定位系統(Global Navigation Satellite System)，包含美國與其他各國的衛星系統之統稱。
- GPS：全球定位系統(Global Positioning System)，由美國建立之衛星網構成。
- IMU：慣性測量元件，提供加速度與角速度等慣性觀測量。
- INS：慣性導航系統，由 IMU 與計算單元整合，能夠提供包含位置與姿態訊息等導航解。
- LC：鬆耦合架構(Loosely Coupled)，INS/GNSS 整合類型之一，演算法基於衛星的定位解，至少需四顆衛星才能解算。

- MMS：移動製圖系統(Mobile Mapping System)，具備 DG 能力的測繪平台，能夠提升測繪之效率。
- NHC：非諧和約制(Non-Holonomic Constraint)，假設載體移動時，側向及垂直方向加速度觀測量為零的約制演算法。
- PDOP：衛星定位的位置精度指標。
- QA：定量分析(Quantitative Analyses)。
- QC：品質的控制(Quality Control)。
- TC：緊耦合架構(Tightly Coupled)，INS/GNSS 整合類型之一，演算法基於衛星的觀測量，只要一顆衛星即能解算。
- ZUPT：零速更新(Zero Velocity Update)，假設載體靜止時三軸加速度觀測量應為零的約制演算法。
- ZIHR：航向約制(Zero Integrated Heading Rate)，假設載體靜止時航向應不變的約制演算法。

中文名詞：

- 主站(實體地面控制站)：以靜態衛星定位測量一點位坐標作為差分 GNSS 之參考。
- 移動站：相對於主站而持續移動之衛星定位點。
- 虛擬主站：因基線過長而透過內差實體主站得到較近之主站坐標。
- 基線：移動站與主站之距離。
- 檢核點：已知坐標但未納入解算之點位，將成果與已知坐標比較，並計算誤差，用於精度分析。
- 控制點：已知坐標之點位且有納入解算，例如用於架設主站或實施控制點輔助更新。
- 連結點：出現於兩張以上不同影像，用於連結影像之點位。

- 透空程度：於特定仰角(一般為 15 度)以上，天空可視且無遮蔽之程度，一般以透空圖表示。
- 輪速計：基於輪胎轉數計算載體速度之感測器。
- 光達：利用雷射光及其反射測量物點三維坐標或距離之儀器。
- 雙頻雙系統接收機：雙頻係指能接收兩種衛星訊號之頻段，雙系統則是指能夠接收兩種系統之衛星訊號，例如 GPS 與 GLONASS。
- 率定：透過特殊的方法求定感測器誤差的過程稱為率定。
- 精(確)度：觀測或解算之成果和已知真值比較之誤差，誤差越大精度越低，反之亦然。
- 漂移：慣性感測器誤差隨時間累積之現象。
- 多位置測試：用於率定慣性感測器系統誤差的方法之一。
- 阿倫變方分析：為一種統計方法，用於計算慣性感測器的隨機誤差。
- 初始對準：於 INS/GNSS 整合系統啟動時，尋找起始方位之過程。
- 內方位參數：相機的焦距、像主點像坐標與透鏡畸變參數等。
- 外方位參數：相機的物空間坐標與姿態。
- 固定臂：兩不同感測器坐標系統原點的位置偏移量。
- 軸角參數：兩不同感測器其坐標系統差異的旋轉量。
- 視覺里程技術：利用影像計算速度或位置用於輔助定位之技術。

三、 作業程序之規劃建議

國立成功大學測量及空間資訊學系依照使用車載移動製圖系統之經驗與參考文獻，列出下圖 2 之常見的作業程序。程序包含：任務規劃、實地踏勘、系統檢測、系統初始化、直接地理定位、資料後處理、成果分析與報表製作。其中任務規劃、實地踏勘、系統檢測三步

驟應在測繪任務執行前完成。測繪時則包含系統初始化與直接地理定位的步驟。最後內業任務則包含資料後處理、成果分析與報表製作。

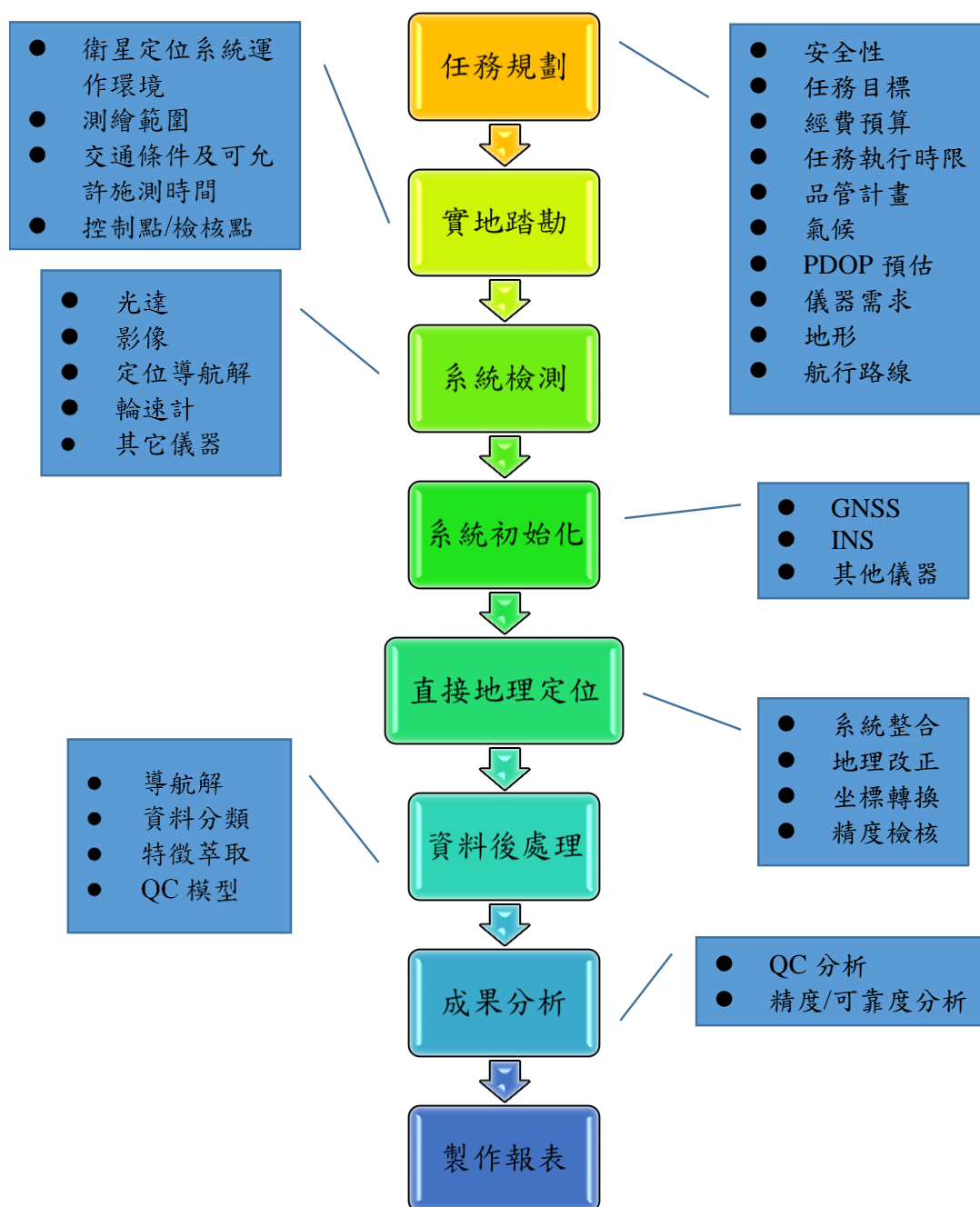


圖 2 一般之測繪作業程序

3.1 任務規劃

施測前，應預先規劃的項目包含施測環境的安全條件、本次任務目標、經費預算、任務執行時限、衛星定位系統運作環境、測繪範圍、

交通條件及可允許施測時間等，均應符合前述建議之規範或國家相關標準，防止意外或特殊狀況發生。

測繪路線之規劃，則有鑒於現有商用系統多已能提供緊耦合之解算架構，再搭配輪速計或視覺里程技術與雙系統雙頻衛星接收儀，傳統以路線各段透空程度與接收衛星顆數規劃路線之原則可以適當調整；只要衛星數量多於二顆且其觀測量殘差無異常，則緊耦合之解算架構皆能有效提供符合規格之定位定向解以供後續應用。

3.2 實地探勘

路線規劃完成後，建議實車探勘測區路線，透過定位定向系統解算後之各狀態與品質資訊及相關作業精度需求，規劃實施地面控制點輔助之相關細節，可透過在輪速計輔助的計算模式下，整合式定位定向系統在衛星訊號脫鎖期間的定位誤差累積行為與行走距離間之關聯判斷，以系統精度行走漂移率表示(% DT)。經驗法則顯示定位定向解的誤差佔直接定理定位精度約 8 成左右(El-Sheimy, 1996)。

施測前之探勘亦須確保主站與測量地區之距離，基線長度是否在規範之條件，過長的基線可能會使成果精度低於目標精度。建議可選擇二至三處控制點架設主站，分別靠近起點及終點，除預防主站因設備或人為疏失而必須重測的風險外，亦能有效約制誤差。同時地面控制主站接收儀的規格至少要與移動站相似以確保作業品質。

3.3 系統檢測

各種用於資料收集、處理或整合調整的儀器，精度亦需要符合規範之精度等級。而在任務前皆須經過率定，以驗證系統精度，並確認無任何異常。此外，各儀器間彼此的相對關係也需率定，故除了在室內實驗室進行部分參數的率定外，組裝完成的移動製圖系統亦須透過戶外率定場進行實測率定。各類率定程序可參考 102 年度多平台製圖技術工作案的計劃報告中，「整合式定位定向子系統之率定場與測試程序」章節(江凱偉等人, 2013)。多平台製圖系統測試及率定應實施之項目與流程略圖見圖 3，詳細內容在此不多加贅述。

測試率定實驗室	
衛星定位系統	慣性測量儀
1.系統輸出初檢 2.初始航向檢測(絕對及相對)	1.系統輸出初檢 2.初始航向檢測(絕對及相對) 3.規格絕對精度檢測 3.1 靜態多位置測試 3.2 動態多位置測試 3.3 溫度測試 3.4 阿倫變方分析
靜態測試基線場	
衛星定位系統	慣性測量儀
1.絕對定位精度驗證 2.絕對定向精度驗證 3.絕對定速精度驗證	1.絕對定向精度
動態測試平台	
衛星定位系統	慣性測量儀
1.相對定位精度驗證 2.相對定向精度驗證 3.相對定速精度驗證	(無GNSS訊號脫落及GNSS訊號脫落60秒) 1.相對定位精度驗證 2.相對定向精度驗證 3.相對定速精度驗證

圖 3 移動製圖系統建議率定項目

3.4 系統初始化

現有定位定向系統於進入動態定位模式之前皆需進行初始化，程序始於 GNSS 之初始化，大約只需花 1~2 分鐘，接下來進入一段約 10~15 分鐘的慣性導航之標準初始對準程序。

故車載系統進行初始化過程中，載體先靜止完成傳統初始對準程序後，依照矩形、L 型或圓形軌跡繞行約 15 至 20 分鐘以進一步提升航向精度，結束任務時也依循上述模式反向運作。

3.5 直接地理定位

系統初始化完成後，即可開始測繪任務，包含軌跡路線與影像資料收集等等。測繪過程需注意各感測系統間是否整合完善，運作情形

是否良好。同時，若各感測器間存在坐標系統之差異，應一併記錄供後續資料後處理時之參考。施測過程間也應即時檢核資料精度，例如衛星定位系統之 PDOP 值與衛星顆數等等，並記錄以供後續軌跡解算時之參考。

3.6 資料後處理

資料解算之方式與步驟按使用軟體而異，亦不屬於本車載製圖系統作業手冊涵蓋之範疇，故本手冊僅提供關於資料收集與使用系統之建議，以及不同精度之應用需求所可能需要採取的資料演算架構。細節可參閱第四章以及過往多平台製圖技術工作案的計劃報告。

3.7 成果分析與製作報表

成果分析之方式請參閱第五章。另報表製作可能受計畫執行之目的與需求，以及各公司實務作業上之傳統影響，而存在差異，因此本手冊僅提供精度評估之建議以及建議之測繪任務檢核表。

3.8 其他應注意之事項與應變方案

若實地探勘發現測區過大不易完全使用實體地面控制站，則建議在定位定向軟體功能支援後處理虛擬主站的技術下，引入部分虛擬主站加密，同時需在實體地面控制站率定虛擬主站技術引入的系統誤差，以便進一步移除該系統誤差對定位定向解之影響。

GNSS 在市區、地下道、隧道、森林等地區仍然會受到訊號遮蔽的效應所影響，實際作業時可能遭遇到第一種狀況為使用者接收儀無法所鎖定超過 4 顆衛星，故無法獲得定位解；而第二種狀況為使用者雖鎖定超過 4 顆衛星，但其觀測量品質不佳，導致定位精度不佳。長時間的衛星訊號失鎖，在演算法部分可以透過零速更新(Zero Velocity Update, ZUPT)、零速航向約制(Zero Integrated Heading Rate, ZIHR)及非諧合約制(Non-Holonomic Constraint, NHC)等，延長純慣性導航的支撐時間及精度。亦可以整合磁力計、輪速計、氣壓計等，約制慣性定位誤差之漂移。若安全及其他條件允許，在這些衛星訊號不良或易受遮蔽的地區，可加設檢核點以檢驗該段成果之精度。

若系統檢測時，發現儀器設備的精度資訊未知，通常可由製造商提供或經由率定驗證來獲取，並由專家或實務人員之經驗決定該儀器是否能符合成果所需的精度。國立成功大學測量及空間資訊學系建置

有室內慣性感測器率定場、室內影像感測器率定場、室外多平台製圖系統率定場等，各項設施見下圖 4。

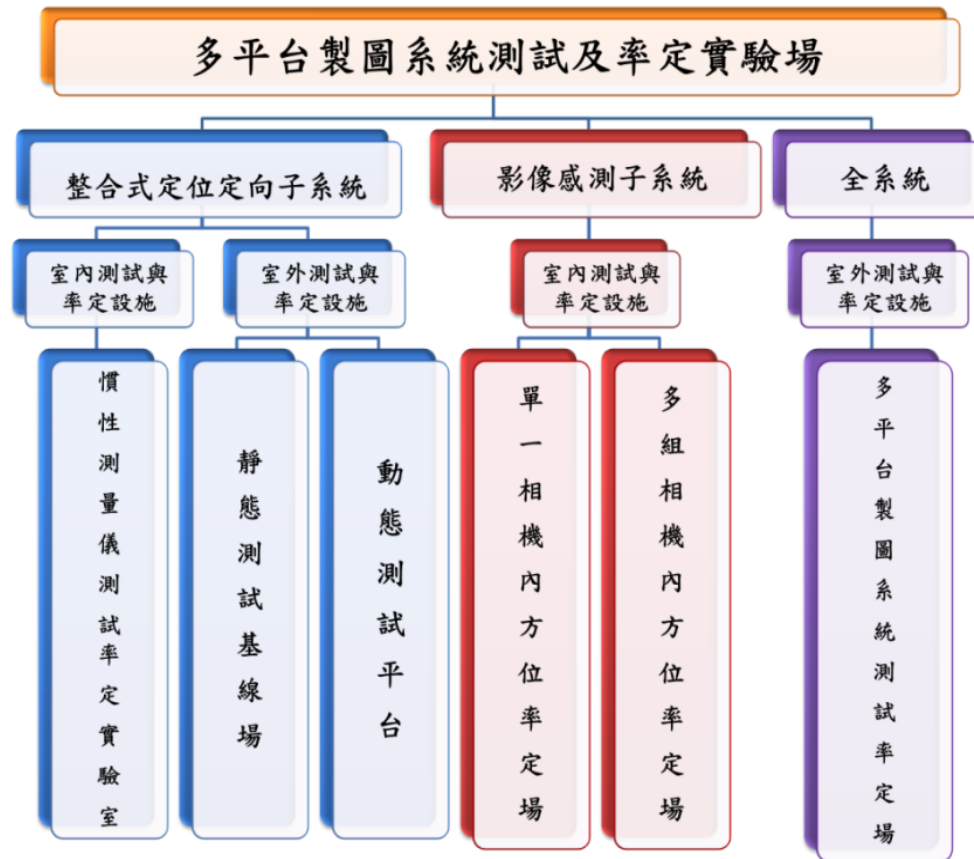


圖 4 國立成功大學測量及空間資訊學系建置之移動製圖系統率定設施

測繪過程中須隨時注意並記錄衛星訊號的品質，以及訊號脫落的時間和路段長度，確保慣性測量儀失去衛星訊號輔助的時間沒有超出預期，防止定位精度過低。

若採用光達等測距儀器，光達的有效距離可由儀器廠商的規格及性能分析報告書提供，點雲精度會與目標距離成反比。而使用者的精度需求則視任務目的來決定，並根據相關標準文件以及廠商與專家的建議，協助判斷任務適合之儀器規格及有效距離。資料收集應確保有重疊掃描的多餘觀測，一般建議兩個相鄰的掃描有 5% 至 15% 的重疊（掃描距離的百分比）。控制點分佈位置亦有一定考量，應盡量均勻分佈於測區。表 2 整理本小節文中所述之測繪過程常見的問題及建議的應變方案。圖 4 為一般的測繪程序流程圖。前述各種應變措施具體之建議使用時機可參酌第四章之內容。

表 2 測繪過程常見之問題及建議的應變方案

施測常見問題	解決方法或應滿足之條件
衛星數量少於二顆或觀測量殘差異常	<ul style="list-style-type: none"> ● 緊耦合架構 ● 輪速計或視覺里程技術 ● 雙系統雙頻衛星接收儀 ● 地面控制點輔助的頻率： 輪速計輔助的計算模式下，衛星訊號脫鎖期間行走 100 公尺後其定位誤差將漂移 10 公分 (0.1% DT)，若精度需求為 30 公分，應實施為至少 200 公尺一次(以上述系統為例)。
主站架設及選點	<ul style="list-style-type: none"> ● 選擇二至三處控制點架設主站，靠近起終點 ● 地面控制主站接收儀的規格要與移動站相似 ● 若測區過大不易使用實體地面控制站，建議引入部分虛擬主站加密，同時需在實體地面控制站率定虛擬主站技術引入的系統誤差。
儀器率定及檢測	<ul style="list-style-type: none"> ● 驗證系統精度，並確認無任何異常 ● 率定各儀器間彼此的相對關係 ● 組裝完成的移動製圖系統亦須透過戶外率定場進行實測率定。
系統初始化	<ul style="list-style-type: none"> ● GNSS 之初始化約需 1 至 2 分鐘 ● 慣性導航標準初始對準程序約 10 至 15 分鐘 ● 中階戰術等級系統需手動輸入初始姿態 ● 高階戰術等級系統應先實施靜態初始對準 ● 導航等級系統可全程實施靜態初始對準 ● 載體先靜止完成傳統初始對準程序後，依照矩形或圓形軌跡繞行約 15 至 20 分鐘可進一步提升航向精度，結束任務時也依循上述模式反向運作

四、 針對不同精度建議之應變作業程序

為配合不同的應用目的及精度需求，應有不同之方案解決所需的系統及測量之環境。不同的系統需求除影響成果精度外，專案耗費的成本亦是考量之一，若建置一高精度且高成本的系統但僅用於低精度之應用，不但浪費系統資源，同時也壓縮專案利潤及其他需要經費的項目。另一方面，若建立一套低成本但精度卻無法達到任務需求之系

統，除專案無法完成以外，最後可能還需添購更高等級之設備，則原先設備的支出就顯得多餘且不必要。

本手冊擬依不同應用之精度需求進行分級並提出原則性的作業程序，業主再依其應用需求搭配現行規範並參酌本手冊提出的作業程序原則落實在其相關合約中。下表 3 至表 5 分別列出針對低、中及高精度移動製圖之應用需求，國立成功大學測量及空間資訊學系建議之設備規劃、必要的施測及資料演算方式。同時國立成功大學測量及空間資訊學系也建議採用不同之演算法及輔助感測器，以彌補對成果精度不利的因子。

表 3 低精度移動製圖應用之建議規格

低精度移動製圖應用		
直接地理定位精度(3-D)		>1m
移動站及地面控制主站 GNSS 衛星接收儀規格		測量級 GNSS 單系統雙頻載波相位 (GPS)
PDOP 最大值		5
最低 GNSS 衛星顆數		無限制(使用緊耦合架構)
慣性測量儀	等級	中階戰術等級
	陀螺漂移穩定性	1-5 度/小時
	加速度計漂移穩定性	1-5mg
率定		必要
採樣率		>100Hz
衛星脫落 60 秒，無輪速計輔助之定位定向系統精度 (1 σ)	水平定位	<=30 公分
	垂直定位	<=15 公分
	俯仰角定向	<0.05 度
	航向角定向	<0.1 度
無衛星脫落，	水平定位	<5 公分

無輪速計輔助之定位定向系統精度(1 σ)	垂直定位	<10 公分
	俯仰角定向	<0.03 度
	航向角定向	<0.05 度
光達率定		需要
相機率定		需要
檢核點定位精度		1-1.5m
最大基線長度		8km
搭配輪速計或視覺里程技術		必要
搭配輪速計或視覺里程技術定向系統水平定位精度(無 GNSS 輔助)		<0.3% DT (系統精度行走漂移率)
零速更新(ZUPT)		必要
零速更新(ZUPT)實施頻率	GNSS 訊號通識良好區域	每十分鐘實施一分鐘
	GNSS 訊號脫鎖或品質不佳區域	每五分鐘實施一分鐘
地面控制點輔助		必要
地面控制點輔助間隔(補點間隔 = 定位精度/系統精度行走漂移率)		若要求直接地理定位精度為 1 公尺，系統行走漂移率為 0.1%，則至少每 1 公里需實施地面控制點輔助
初始對準		手動輸入+動態初始對準(約 15 分鐘)
<p>本表所列之 GNSS 訊號脫落條件包含下列二項</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 因為遮蔽效應導致可視衛星少於一顆 ● 因為可視衛星訊號不佳，刪除後導致可視衛星少於一顆 		

表 4 中精度移動製圖應用之建議規格

中精度移動製圖應用	
直接地理定位精度(3-D)	0.3m-1m
移動站及地面控制主站 GNSS 衛星	測量級 GNSS 雙系統雙頻載波

接收儀規格		相位(GPS+GLONASS)
PDOP 最大值		4
最低 GNSS 衛星顆數		無限制(使用緊耦合架構)
慣性測量儀	等級	高階戰術等級
	陀螺漂移穩定性	0.1-1 度/小時
	加速度計漂移穩定性	0.1-1mg
率定		必要
採樣率		>100Hz
衛星脫落 60 秒，無輪速計輔助之定位定向系統精度 (1 σ)	水平定位	≤ 15 公分
	垂直定位	≤ 10 公分
	俯仰角定向	< 0.015 度
	航向角定向	< 0.05 度
無衛星脫落，無輪速計輔助之定位定向系統精度(1 σ)	水平定位	< 3 公分
	垂直定位	< 5 公分
	俯仰角定向	< 0.01 度
	航向角定向	< 0.015 度
光達率定		需要
相機率定		需要
檢核點定位精度		0.3m-1m
最大基線長度		8km
搭配輪速計或視覺里程技術		必要
搭配輪速計或視覺里程技術定向系統水平定位精度(無 GNSS 輔助)		$< 0.1\%$ DT (系統精度行走漂移率)
零速更新(ZUPT)		必要

零速更新 (ZUPT)實施頻 率	GNSS 訊號通識 良好區域	每十分鐘實施一分鐘
	GNSS 訊號脫鎖 或品質不佳區域	每三分鐘實施一分鐘
地面控制點輔助		必要
地面控制點輔助間隔(補點間隔=定 位精度/系統精度行走漂移率)		若要求直接地理定位精度為 0.3 公尺，系統行走漂移率為 0.05%，則至少每 0.6 公里需實 施地面控制點輔助
初始對準		靜態(約 5 分鐘)+動態(約 10 分 鐘)
本表所列之 GNSS 訊號脫落條件包含下列二項		
<ul style="list-style-type: none"> ● 因為遮蔽效應導致可視衛星少於一顆 ● 因為可視衛星訊號不佳，刪除後導致可視衛星少於一顆 		

表 5 高精度移動製圖應用之建議規格

高精度移動製圖應用		
直接地理定位精度(3-D)		<0.3m
移動站及地面控制主站 GNSS 衛星 接收儀規格		測量級 GNSS 雙系統雙頻載波 相位(GPS+ GLONASS)
PDOP 最大值		3
最低 GNSS 衛星顆數		無限制(使用緊耦合架構)
慣性測量儀	等級	中階導航等級
	陀螺漂移穩定性	0.01-0.1 度/小時
	加速度計漂移穩定性	50-100ug
率定		必要
採樣率		>100Hz
衛星脫落 60 秒，無輪速計	水平定位	<=5 公分

輔助之定位定向系統精度 (1 σ)	垂直定位	≤ 5 公分
	俯仰角定向	< 0.005 度
	航向角定向	< 0.01 度
無衛星脫落， 無輪速計輔助 之定位定向系統精度(1 σ)	水平定位	< 3 公分
	垂直定位	< 5 公分
	俯仰角定向	< 0.002 度
	航向角定向	< 0.005 度
光達率定		需要
相機率定		需要
檢核點定位精度		$< 0.3\text{m}$
最大基線長度		5km
搭配輪速計或視覺里程技術		必要
搭配輪速計或視覺里程技術定向系統水平定位精度(無 GNSS 輔助)		$< 0.05\%$ DT (系統精度行走漂移率)
零速更新(ZUPT)		必要
零速更新 (ZUPT)實施頻率	GNSS 訊號通識 良好區域	每十分鐘實施一分鐘
	GNSS 訊號脫鎖 或品質不佳區域	每二分鐘實施一分鐘
地面控制點輔助		必要
地面控制點輔助間隔(補點間隔=定位精度/系統精度行走漂移率)		若要求直接地理定位精度為 0.2 公尺，系統行走漂移率為 0.01%，則至少 2 公里需實施地面控制點輔助
初始對準		靜態(約 15 分鐘)
本表所列之 GNSS 訊號脫落條件包含下列二項		

- 因為遮蔽效應導致可視衛星少於一顆
- 因為可視衛星訊號不佳，刪除後導致可視衛星少於一顆

五、 檢核機制

5.1 平台定位技術自我檢核方法

自我檢核機制(QC)為檢測系統發生 GNSS 週波脫落、GNSS 訊號斷訊、INS 漂移造成的誤差累積等情況。表 6 所示為車載移動製圖系統誤差來源與大小，由系統運作時所儲存的 INS/GNSS 等不同感測器資料，經過計算後有多少比例的資料達到合理的精度範圍，驗證系統是否正常運作 (江凱偉等人, 2011)。

表 6 車載移動製圖系統誤差來源與大小(El-Sheimy, 1996)

誤差來源	預估大小	對 δr_i^m 影響
INS/GNSS 位置誤差	2-10 公分	2-10 公分
INS/GNSS 姿態誤差	1-5 arcminutes	實際距離 30 公尺約 1-4 公分。
率定誤差 δR_s^b	1-3 arcminutes	實際距離 30 公尺約 1-2.5 公分。
率定誤差 δa^b	0.1-0.3 公分	實際距離 30 公尺約 2-6 公分。
目標物位置與幾合誤差 δr^S	0.5 pixel	實際距離 7 公尺時約 0.5 公分，實際距離 30 公尺時約 2.5 公分。
目標物位置與幾合誤差 δS^i	0.5 pixel	實際距離 7 公尺時約 2.5 公分。實際距離 30 公尺時約 16 公分。
同步誤差 $V\delta T$	1-2 msec	當時速 60 公里時約 1.8-3.6 公分。
同步誤差 $\omega\delta T$	1-2 msec	當 ω 為每秒 30 度時存在 1.8-3.6 arcmin 的影響(實際距離 30 公尺時約 1.5-3 公分)。

5.2 影像量測及率定之自我檢核機制

利用自我檢核機制做為影像率定考量，能夠得到新的外方位參數，圖 5 為自我檢核機制與整合式感測器定向(ISO)流程比較圖。以下為自我檢核機制流程整理：

- 直接地理定位系統剩餘誤差最小化，包含軸角與相機參數
- 透過多餘的軸角值與檢核點(check point)驗證直接定位系統
- 偵測率定誤差，包含 IMU/影像感測器的固定臂與系統同步問題
- 當自我檢核區域內存在已知地面控制點時，偵測出錯誤的基站坐標及當地基準平移誤差

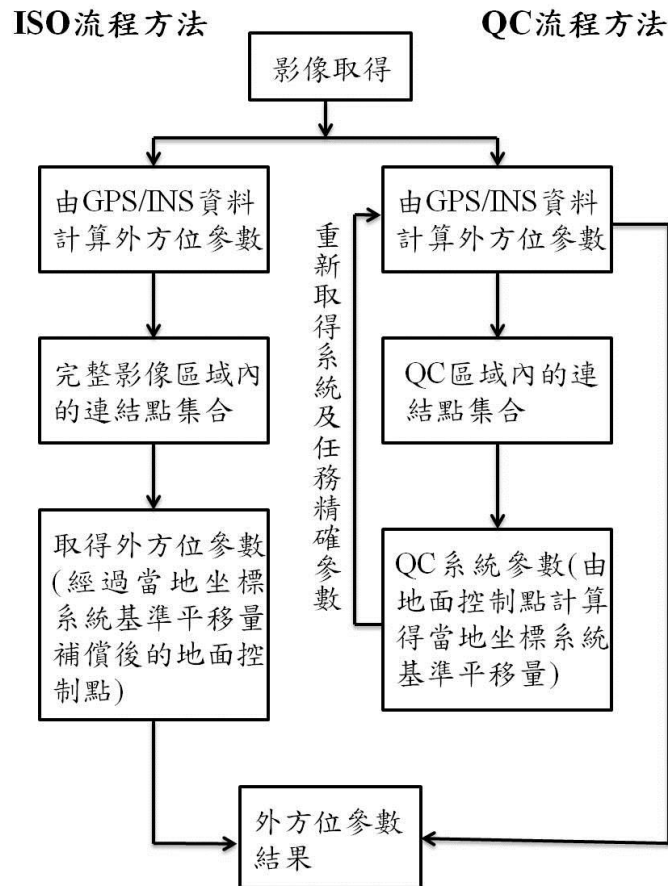


圖 5 QC 與 ISO 流程比較

5.3 檢核點精度分析

檢核點直接地理定位精度分析是驗證多平台移動製圖系統精度最直觀之方法，即系統精度的定量分析(QA)。表 7 則為本系發展之鷹

眼平台在檢定場直接定位能力之各項驗證指標範例，項目包含最大及最小定位誤差、平面及垂直方向定位誤差以及均方根誤差(RMSE)。而另一種統計方式則為直接定位誤差圖與直方統計圖。圖 6 為各檢核點與真值之差值範例圖，折線分布圖中點與點間並無關係(依點號順序排列)，連線僅為易於分析系統直接定位能力變動情形。圖 7 則是顯示所有檢核點之定位精度的統計範例圖。

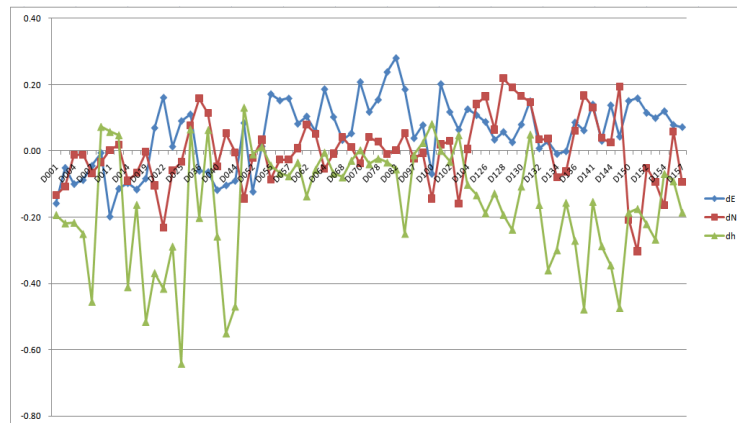


圖 6 系統直接定位檢核點之誤差範例圖(縱軸單位：公尺)

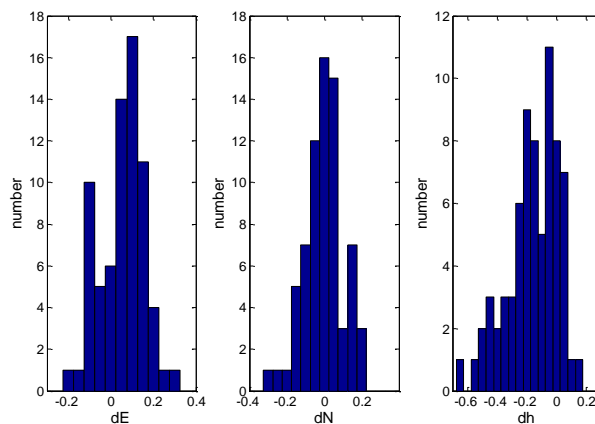


圖 7 系統直接定位誤差的統計範例圖(橫軸單位：公尺)

表 7 系統直接定位能力之驗證範例

	東(公尺)	北(公尺)	橢球高(公尺)
數量	71		
平均值	0.051	-0.002	-0.159
標準差	0.103	0.103	0.174
均方根誤差	0.115	0.102	0.234
平面誤差	0.154		
高度誤差			0.234
三維	0.280		

六、 成本分析

企業執行專案的最終目的不外是營利，而目前之硬體精度及價格，使得建構一套移動製圖系統之成本並不低廉。因此如何在專案精度需求、專案經費、公司未來發展方向及移動製圖系統間，決定一套適合的投資及建置方案就顯得相當重要。下表 8 列出執行移動測繪任務可能的花費成本，並比較不同項目的花費比例。

表 8 成本預估表範例

類型	內容	花費比例	備註
設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 光達 ● 慣性測量儀 ● 衛星定位系統 ● 相機 ● 主站設備/維護 		<ul style="list-style-type: none"> ● 與精度或解析度需求有關 ● 系統率定成本亦可能須納入考量
車輛	<ul style="list-style-type: none"> ● 購買租借費用 ● 車輛維護 ● 油資 ● 保管費 		<ul style="list-style-type: none"> ● 改裝費用視精度需求而異
人	<ul style="list-style-type: none"> ● 駕駛薪資 ● 操作員薪資 ● 地面控制測量 		<ul style="list-style-type: none"> ● 取決於測繪範圍大小
交通	<ul style="list-style-type: none"> ● 交通旅費 ● 餐飲雜費 		
資料處理	<ul style="list-style-type: none"> ● 軟體版權 ● 人員訓練 ● 資料儲存維護 		

七、 參考文獻

1. TERRESTRIAL MOBILE LiDAR SURVEYING & MAPPING GUIDELINES Department of Transportation, Florida, USA, 2012
2. Guidelines for the Use of Mobile LIDAR in Transportation Applications, NCHRP Report 748, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board of The National Academies, WASHINGTON, D.C., USA, 2013

3. El-Sheimy, N. (1996): The Development of VISAT - A Mobile Survey System For GIS Applications, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Calgary, Canada.
4. Surveys Manual, Office of Land Surveys, California Department of Transportation, Division of Right of Way and Land Surveys, URL: http://www.dot.ca.gov/hq/row/landsurveys/SurveysManual/Manual_TOC.html, California, USA, 2004-2012

八、 附件

附件一. 建議施測檢核表

建議施測檢核表	
任務開始前	
計畫負責人/主持人	
計畫測繪目標	
地圖/圖資單位(unit)	
坐標系統	
儀器率定	
儀器使用規劃	
安全規劃	
路線規劃	
地控點輔助頻率	
零速更新實施頻率	
航速預估	
控制網/主站規劃	
衛星透空度與 PDOP 預估	
檢核點規劃	
任務施測後	
衛星定位系統精度報告[含 DOP 值、觀測衛星顆數、定位精度等]	
慣性測量儀精度報告[含衛星訊號脫落時純慣性定位精度、IMU/GNSS 整合定位精度及其誤差圖等]	
檢核點直接地理定位精度報告[含誤差圖、精度統計表]	