

102 年度多平台製圖技術工作案

期末報告書

修正本

計畫主持人：江凱偉 副教授

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 102 年 12 月 27 日

中文摘要

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。然而，傳統測量以及屬性調查作業從開始收集資料到系統建置完成往往需要半年以上的時間，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，移動遙測製圖系統結合攝影測量製圖的技術與精密整合式定位定向系統，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收集技術。

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 與 101 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；建立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、GNSS 系統對多平台製圖應用之效益、直升機載直接定位之災害資訊蒐集模組、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，與應用空載攝影系統於災區之偵測與簡易災損評估。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.

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 inferstructures for multi-platform mobile mapping systems, the counsoltant and training program for mobile mapping systems , the impact of modern GNSS on mobile mapping applications, the pilot study of a helicopter borne DG module for disaster reduction applications and the assessment of heavy payload and long endurance UAV for mobile mapping and disaster reduction applications. 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.....	VIII
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.....	12
第二章、建立多平台製圖系統測試及率定實驗室.....	15
2.1 完成設置整合式定位定向子系統之率定場與測試程序.....	17
2.2 完成設置影像感測器子系統之率定場.....	42
2.3 完成設置多平台製圖全系統室外率定場.....	49
2.4 多平台率定實驗室簡介摺頁.....	62
2.5 車載移動製圖平台規範.....	64
2.6 本章小結.....	86
第三章、國內多平台製圖系統作業能量調查與推展教育.....	88
3.1 國內多平台移動製圖系統業者與政府機關調查.....	88
3.2 舉辦多平台移動製圖系統實務座談會.....	99
3.3 研提多平台移動製圖系統相關作業技術支援機制.....	104
3.4 製作科普教育影片.....	111
3.5 本章小結.....	116
第四章、評估 GNSS 系統對多平台製圖應用之效益.....	117
4.1 GNSS 系統發展與趨勢.....	118
4.2 北斗系統簡介與動靜態定位精度分析.....	124
4.3 北斗與 GPS 聯合定位精度分析.....	139
4.4 北斗與 GPS 聯合處理策略對多平台製圖應用之效益評估.....	144
4.5 本章小結.....	145
第五章、發展直升機載直接定位之災害資訊蒐集模組.....	146
5.1 評估適用於直升機載台應備之感測器組.....	146
5.2 設計機電整合架構與建置原型系統.....	147
5.3 發展系統模組率定與定位軟體.....	151
5.4 完成原型系統模組地面動靜態測試.....	154
5.5 規劃系統模組之飛行測試.....	157
5.6 本章小結.....	157
第六章、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	

6.1 完成大型無人機與 GPS/IMU 及多相機攝影系統之設計與整合	160
6.2 完成直接定位平台系統率定程序與三維定位精度分析	163
6.3 研提適合製圖需求之作業模式及測試.....	175
6.4 研提適合災害資訊蒐集需求之作業模式及測試	177
6.5 完成製圖作業模式與災害資訊蒐集之效益評估	178
6.6 本章小結	179
第七章、應用空載攝影系統於災區之偵測與簡易災損評估.....	180
7.1 開發物件導向影像分析技術進行淹水與崩塌範圍之自動化偵測演算法	180
7.2 開發人工數化淹水區與崩塌地範圍之編修工具	187
7.3 應用 DTM 資訊開發淹水深度之人工量測工具.....	188
7.4 研提災害對道路及建物之簡易災損評估模式	188
7.5 應用無人機影像進行崩塌量估算之可行性分析	195
7.6 本章小結	196
第八章、論文期刊	198
第九章、結論與建議	199
第十章、期中委員意見修正對照表	202
第十一章、審查會議委員意見	209
第十二章、參考文獻	219

圖目錄

圖 1.1 移動遙測製圖系統可拓展之領域(江凱偉等人, 2011).....	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 環架式與固裝式 INS	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	9
圖 1.8 分月進度折線圖	14
圖 2.1 多平台製圖系統測試與率定實驗室架構.....	15
圖 2.2 多平台製圖系統測試與率定實驗室相關工作項目時程規劃	16
圖 2.3 率定模式之架構.....	18
圖 2.4 IEEE 1554-2005 號標準文件所建議之測試程序.....	18
圖 2.5 整合式定位定向系統率定流程.....	19
圖 2.6 專業慣性測量儀的率定測試實驗室.....	20
圖 2.7 雙頻雙系統載波相位觀測量室內播放工具.....	20
圖 2.8 採購之高精度雙軸位置速率轉台	21
圖 2.9 轉台驗證實驗過程示意圖.....	21
圖 2.10 慣性測量儀偏差溫度效應與偏差率定之範例.....	24
圖 2.11 慣性測量儀航向檢測流程	26
圖 2.12 慣性測量儀系統規格率定程序.....	27
圖 2.13 高精度位置與航向基樁之室外靜態率定場之實測.....	36
圖 2.14 專業動態測試平台(車載)	38
圖 2.15 整合式定位定向子系統測試程序製定流程圖.....	41
圖 2.16 MiniMCA-12 之外觀.....	45
圖 2.17 MiniMCA-12 之波譜範圍(Tetracam, 2013).....	45
圖 2.18 室內率定場布置情形.....	46
圖 2.19 人造標辨識成果: (a)單張影像辨識出成果(b)人造標局部放大圖	46
圖 2.20 相機率定 3D 網形顯示光束交會情況.....	46
圖 2.21 利用相對方位求得之各相機相對位置圖.....	48
圖 2.22 誤差分布圖	50
圖 2.23 地面光達掃描及拼接後成果 3D 透視圖.....	50
圖 2.24 自強校區周邊.....	51
圖 2.25 驗證場設置流程圖	52
圖 2.26 控制點佈設位置.....	53
圖 2.27 牆面控制點分佈	55
圖 2.28 B 區牆面控制點	56
圖 2.29 各區牆面特徵點交會情形.....	56

圖 2.30 交會原理圖	57
圖 2.31 B 區架站位置	58
圖 2.32 GPS 天線透過轉接頭裝置在掃描儀上方	60
圖 2.33 四站點雲資料套疊成果	61
圖 2.34 多平台製圖系統測試與率定實驗室架構	62
圖 2.35 整體摺頁樣張	63
圖 2.36 移動遙測製圖系統之作業流程(a)與組成元件(b) (El-Sheimy, 1996).....	64
圖 2.37 慣性感測系統之分類	66
圖 2.38 鬆耦合 INS/GPS 整合架構	68
圖 2.39 緊耦合 INS/GPS 整合架構	68
圖 2.40 測繪程序	78
圖 2.41 QC 與 ISO 流程比較	81
圖 2.42 鬆耦合應用於直接地理定位的定位誤差	81
圖 2.43 緊耦合應用於直接地理定位的定位誤差	82
圖 2.44 系統直接定位成果與各檢核點坐標差異(縱軸單位：公尺).....	83
圖 2.45 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).83	
圖 3.1 問卷調查方式之需求分析工作流程	92
圖 3.2 多平台移動製圖系統發展現況與展望議程	100
圖 3.3 多平台移動製圖系統發展現況與展望主題網站	101
圖 3.4 多平台移動製圖系統發展現況與展望活動花絮	103
圖 3.5 多平台移動製圖系統相關作業技術支援機制	104
圖 3.6 多平台移動製圖系統網站設計	105
圖 3.7 前台網站架構	107
圖 3.8 前台網站功能示意圖	108
圖 3.9 後台管理資料庫功能架構	109
圖 3.10 後台管理資料庫功能示意圖	110
圖 3.11 專家顧問諮詢技術支援機制設計	110
圖 4.1 GPS 星群範例	119
圖 4.2 GLONASS 星群範例	120
圖 4.3 多系統 GNSS 聯合定位之範例	123
圖 4.4 北斗系統的 PDOP 分佈情形	125
圖 4.5 北斗(左)與 GPS(右)系統電碼訊號之品質	126
圖 4.6 北斗(左)與 GPS(右)系統載波相位訊號之品質	127
圖 4.7 三條不同長度基線之點位略圖,分別為 29 公尺基線(左上)、8.7 公里基線(右 上)及 15.7 公里基線(下).....	127
圖 4.8 北斗衛星觀測實驗網 (Shi et al., 2012b).....	128
圖 4.9 架設於國立成功大學測量及空間資訊系館後方草皮上基樁的多頻多系統 衛星接收儀	131
圖 4.10 衛星接收儀訊號接收情況之監控畫面	132

圖 4.11 虛擬距離單點定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖	133
圖 4.12 2011 年 6 月 19 日於武漢地區的衛星透空圖(方位角與截仰角)	133
圖 4.13 一天中所有時刻的虛擬距離單點定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之偏差量(上)與標準偏差(下) (Shi et al., 2012a)	134
圖 4.14 北斗系統虛擬距離單點定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖	135
圖 4.15 虛擬距離相對定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖 (2011 年 6 月 19 日) (Shi et al., 2012a)	136
圖 4.16 一天中所有時刻的虛擬距離相對定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之平均偏差(上)與標準偏差(下) (Shi et al., 2012a)	136
圖 4.17 北斗系統動態虛擬距離相對定位於 29 公尺基線在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖	137
圖 4.18 精密相對定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖(2011 年 6 月 19 日) (Shi et al., 2012a)	138
圖 4.19 北斗系統動態精密相對定位於 29 公尺基線在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖	139
圖 4.20 使用 GPS 單系統(上)及北斗/GPS 雙系統(下)動態虛擬距離單點定位在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖	141
圖 4.21 使用 GPS 單系統(上)及北斗/GPS 雙系統(下)動態虛擬距離相對定位於 29 公尺基線在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖	142
圖 4.22 使用 GPS 單系統(上)及北斗/GPS 雙系統(下)動態精密相對定位於 29 公尺基線在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖	143
圖 5.1 整合定位定向系統之硬體	148
圖 5.2 工業相機	148
圖 5.3 C-MIGITS III 操作介面	149
圖 5.4 Novatel ProPak V3 操作介面	150
圖 5.5 工業相機 Flea3 操作介面	150
圖 5.6 硬體配置	151
圖 5.7 鬆耦合整合架構	152
圖 5.8 直接地理定位	152
圖 5.9 率定及直接地理定位軟體	153
圖 5.10 率定軌跡(左)及率定時的概況(右)	154
圖 5.11 空三精度	154
圖 5.12 二階段率定結果	155
圖 5.13 直接地理定位模組量測情形	156
圖 5.14 兩台相機各檢核點於各方向及三維定位誤差折線圖	156
圖 6.1 五相機攝影系統 (© 成大饒見有/日成航太)	161
圖 6.2 五相機重疊關係及視野角分布	162

圖 6.3 五相機視野角設計之構想來源.....	163
圖 6.4 研究流程圖.....	163
圖 6.5 UAV 航拍前架設 GPS 基站於點號 B18 之情形.....	165
圖 6.6 AL150 航拍軌跡及 GCP 之分布.....	165
圖 6.7 AL-150 飛行過程現場照片.....	166
圖 6.8 單相機內方位率定現場情況.....	166
圖 6.9 多相機相對方位與內方位率定現場情況.....	167
圖 6.10 多相機相對方位與內方位率定光束 3D 網型.....	167
圖 6.11 Cam2 內方位修正前(左)與後(右)之比較.....	168
圖 6.12 量測控制點之範例.....	169
圖 6.13 直接地理定位示意圖.....	171
圖 6.14 立體觀測下皆無 y 視差問題.....	176
圖 7.1 先期測試使用之正射影像與數值地形模型.....	181
圖 7.2 多尺度崩塌地偵測流程.....	182
圖 7.3 無陰影崩塌地偵測之成果.....	186
圖 7.4 結合陰影崩塌地偵測之成果.....	186
圖 7.5 各階段崩塌地偵測精度趨勢圖.....	187
圖 7.6 單像數化崩塌地之使用者介面.....	188
圖 7.7 操作型的淹水與坡地災害調查系統.....	190
圖 7.8 匯入地理資料.....	190
圖 7.9 搜尋相關影像.....	191
圖 7.10 搜尋到的影像縮圖.....	192
圖 7.11 模擬數化建物上淹水線的共軛點.....	192
圖 7.12 前方交會後得到共軛點物空間三維座標.....	193
圖 7.13 淹水區域多邊形與屬性欄位之編修範例.....	193
圖 7.14 模擬數化淹水災害區域之成果.....	194
圖 7.15 主要災害道路資料 (清單).....	194
圖 7.16 主要災害建物資料 (清單).....	194
圖 7.17 模擬坡地災害區域之數化成果.....	195
圖 7.18 (左圖) ALS-DSM (右圖) UAV-DSM.....	196

表目錄

表 1.1 分月進度表.....	14
表 2.1 轉台角度定位精度驗證結果.....	22
表 2.2 專業慣性測量儀的率定測試實驗室之測試項目與規格(江凱偉等人, 2012)	25
表 2.3 整合式定位定向系統初檢記錄表及範例.....	28
表 2.4 整合式定位定向系統慣性測量儀航向檢測記錄表及範例.....	29
表 2.5 整合式定位定向系統衛星定位系統航向檢測記錄表及範例	31
表 2.6 整合式定位定向系統慣性測量儀規格檢測記錄表及範例.....	32
表 2.7 室外靜態測試基線場之測試項目與規格(江凱偉等人, 2012).....	37
表 2.8 整合式定位定向系統絕對精度驗證記錄表及範例.....	37
表 2.9 動態測試載台測試項目與規格(江凱偉等人, 2012).....	39
表 2.10 整合式定位定向系統動態載具實測記錄表及範例.....	40
表 2.11 設置整合式定位定向子系統之率定場工作項目與進度表.....	42
表 2.12 多平台製圖系統各類影像感測器子系統之特性與相關章節編號	43
表 2.13 MiniMCA-12 相機資訊.....	44
表 2.14 內方位率定成果.....	47
表 2.15 相對方位率定內部精度分析成果.....	48
表 2.16 GPS 施測時段.....	53
表 2.17 地面控制點座標.....	54
表 2.18 各區點位個數.....	57
表 2.19 A 區牆面控制點座標	58
表 2.20 B 區牆面控制點座標	58
表 2.21 C 區牆面控制點座標	58
表 2.22 D 區牆面控制點座標.....	59
表 2.23 E 區牆面控制點座標	59
表 2.24 F 區牆面控制點座標.....	59
表 2.25 G 區牆面控制點座標.....	59
表 2.26 H 區牆面控制點座標.....	59
表 2.27 量測點雲套疊後座標成果.....	61
表 2.28 系統精度分級及對應之應用.....	65
表 2.29 慣性測量儀之分類規格.....	67
表 2.30 各式直接定位遙測平台之效益比較.....	69
表 2.31 多平台移動測繪系統間之互補性.....	70
表 2.32 車載移動製圖可搭載之相關設備及使用之架構.....	71
表 2.33 移動製圖應用精度規格分類表.....	72
表 2.34 INS/GNSS 整合式定位系統的性能提升策略.....	75
表 2.35 測繪過程常見之問題及建議的應變方案.....	77

表 2.36 車載移動製圖系統誤差來源與大小(El-Sheimy, 1996).....	79
表 2.37 系統直接定位能力驗證.....	83
表 2.38 成本預估表範例.....	84
表 2.39 建議施測檢核表(NCHRP, 2013).....	85
表 2.40 多平台製圖系統測試及率定實驗室使用單位統計表.....	86
表 3.1 業界個案訪談受訪者列表.....	90
表 3.2 政府機關個案訪談受訪者列表.....	91
表 3.3 國內多平台移動製圖系統業者調查表統計分析結果.....	93
表 3.4 座談會報名統計分析.....	102
表 3.5 科普教育影片之劇本 1.....	112
表 3.6 科普教育影片之劇本 2.....	113
表 3.7 科普教育影片之劇本 3.....	114
表 3.8 科普教育影片之劇本 4.....	115
表 4.1 北斗系統衛星發射紀錄.....	118
表 4.2 未來各衛星系統比較表.....	122
表 4.3 北斗系統規劃比較表.....	124
表 4.4 北斗系統公開與授權服務比較表.....	125
表 4.5 北斗系統精密單點定位精度(Shi et al., 2012b).....	129
表 4.6 北斗系統精密單點定位之重覆性(單位：公分)(Zhou et al., 2012).....	130
表 4.7 北斗與 GPS 系統間精密單點定位之偏差量(單位：公分)(Zhou et al., 2012)	130
表 4.8 北斗系統靜態精密相對定位於 29 公尺超短基線與已知座標之不符值	132
表 4.9 北斗系統動態虛擬距離單點定位在三個方向上之標準差、與已知座標不符 值之均方根誤差及三維均方根誤差.....	135
表 4.10 北斗系統動態虛擬距離相對定位於不同基線長度在三個方向上之標準差、 與已知座標不符值之均方根誤差及三維均方根誤差.....	137
表 4.11 北斗系統動態精密相對定位於不同基線長度在三個方向上之標準差、與 已知座標不符值之均方根誤差及三維均方根誤差.....	139
表 4.12 GPS 單系統及北斗/GPS 雙系統靜態精密相對定位於不同基線長度與已知 座標之不符值.....	140
表 4.13 GPS 單系統(上)及北斗/GPS 雙系統(下)動態虛擬距離相對定位於不同基線 長度在三個方向上之標準差、均方根誤差及三維均方根誤差.....	141
表 4.14 GPS 單系統(上)及北斗/GPS 雙系統(下)動態虛擬距離相對定位於不同基線 長度在三個方向上之標準差、均方根誤差及三維均方根誤差.....	142
表 4.15 GPS 單系統(上)及北斗/GPS 雙系統(下)動態精密相對定位於不同基線長度 在三個方向上之標準差、均方根誤差及三維均方根誤差.....	143
表 5.1 直升機載誤差來源與大小誤差評估表.....	147
表 5.2 定位定向感測器規格表.....	148

表 5.3 工業相機規格表(註：FRS，Frame Per Second)	148
表 5.4 二階段率定結果表	155
表 5.5 兩台相機各檢核點於各方向及三維統計分析	157
表 6.1 GPS 輔助空三與直接地理定位之比較	160
表 6.2 AL-150 UAV 之規格	160
表 6.3 其他相機相對於 Cam3 之相對方位及精度分析	167
表 6.4 單相機與多相機內方位(任務中)率定成果	168
表 6.5 ISAT 空三平差誤差分析	170
表 6.6 使用 5 台相機進行(任務中)相機率定、內方位修正及空三平差，再與 IMU 進行軸角與固定臂率定之內部精度分析	174
表 6.7 三維定位誤差分析	175
表 6.8 立體量測誤差分析成果	176
表 7.1 各類別用以訓練門檻之指標因子	183
表 8.1 參與國內外學術會議及提送期刊論文情況	198

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系統建置完成往往需要半年以上的時間，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。值得一提的是這類系統最早完全由空間資訊領域之學者因應需求而主導開發的，目前已廣泛應用於非傳統測量之應用領域中，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)。

根據加拿大卡加利大學空間資訊工程系 El-Sheimy 教授於 2012 年在 2012 國際移動製圖研習會的課程中簡單說明自 2008 年至 2012 年止(El-Sheimy, 2012)，由各國多平台製圖儀器製造商提供與研究機構自行研發的各類型車載移動製圖系統(含街景車)至少有 1500 套，以每套平均售價約 150 萬美金粗估，車載製圖系統設備的全球產值約為平均每年 4.5 億美金，同時每年空載製圖系統約有 100 套的市場，以每套平均售價約 200 萬美金粗估，空載製圖系統設備的全球產值約為平均每年至少 2 億美金，然而上述金額僅包含軟硬體設備之產值。全球各空間資訊業者利用多平台製圖系統提供測量製圖各式服務的產值不容易估計，但以加拿大亞伯達省為例，因該省盛產石油，故保守估計每年約有數千萬加幣的產值是與多平台製圖系統有關的。

相對來說，由 Google Earth、Microsoft Virtual Earth 與中國大陸的天地圖應用多平台製圖設備所獲得之各式圖資增值應用在與廣大的智慧型手機與導航機結合所發展的各式日新月異的適地性服務，目前其全球間接產值已超過數十億美金，這也是各手機大廠不斷積極併購圖資提供者與具備先進空間資訊軟硬體技術廠商的主要原因。但若未來能夠進一步有效利用多平台製圖系統於防救災之應用，並減少人員傷亡，其效益是無價的。

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，透過無線通訊技術以發展無人控制載具，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。

本團隊首先於 100 年執行內政部辦理「100 年度發展與應用多平台遙測製圖技術工作案」，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」等工作項目。

本團隊接續於 101 年執行內政部辦理「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 eGPS 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。

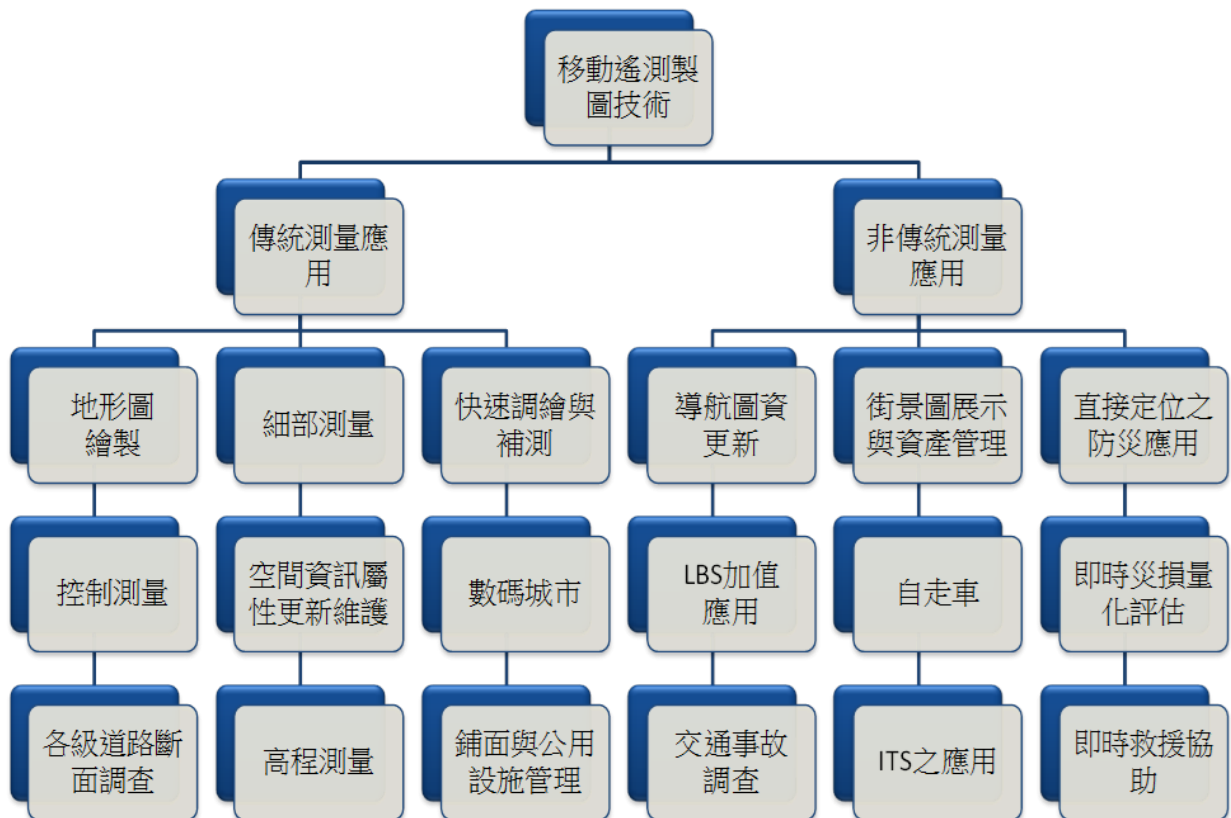


圖 1.1 移動遙測製圖系統可拓展之領域(江凱偉等人，2011)

1.1 本案執行主軸

如同江凱偉等人(2012)所建議，目前國內外並無針對多平台直接定位技術作業量身打造之驗收規範與法令規定。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。同時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，故針對此類系統進行製圖作業中諮詢服務機制之先期研究，是健全相關產業發展的必要條件之一。

目前發展進度迅速的 Compass 系統已於 2012 年底正式提供區域性服務，而完整的 Compass 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 Compass 系統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。

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，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，對國內防救災相關應用是相當關鍵且重要。而快速且有效的空間資訊分析與決策為防救災應用之基本要件，故發展災區範圍偵測與簡易災損評估相關之空間資訊工具，對進一步提昇多平台製圖技術於災害空間資訊之應用處理效益是有具體貢獻的。同時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，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救災、國土監測與地圖測繪等領域，但基於上述限制，其功能與發展受限於傳統之作業模式無法精進，故發展高酬載與長滯空無人機平台，發展自主的直接定位酬載技術，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。

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 與 101 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：建立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、GNSS 系統對多平台製圖應用之效益、直升機載直接定位之災害資訊蒐集模組、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，與應用空載攝影系統於災區之偵測與簡易災損評估。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, IG)，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(Global Positioning System)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，導致定位精度不佳，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。

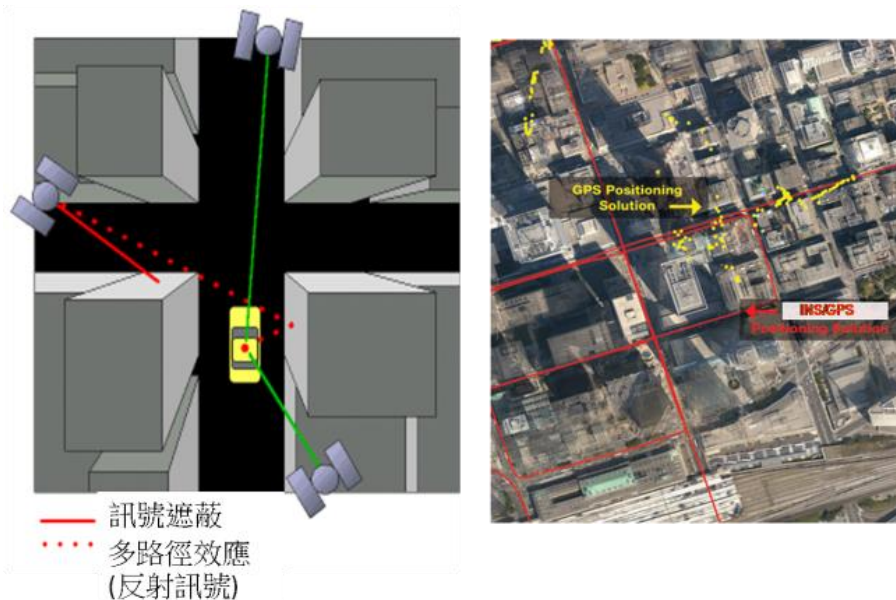


圖 1.3 衛星訊號遮蔽的效應

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的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。因為地球自轉的速度很慢，所以需要較精密的陀螺儀(陀螺儀之飄移要小於 15 度/小時)才有辦法偵測。這個相對於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。

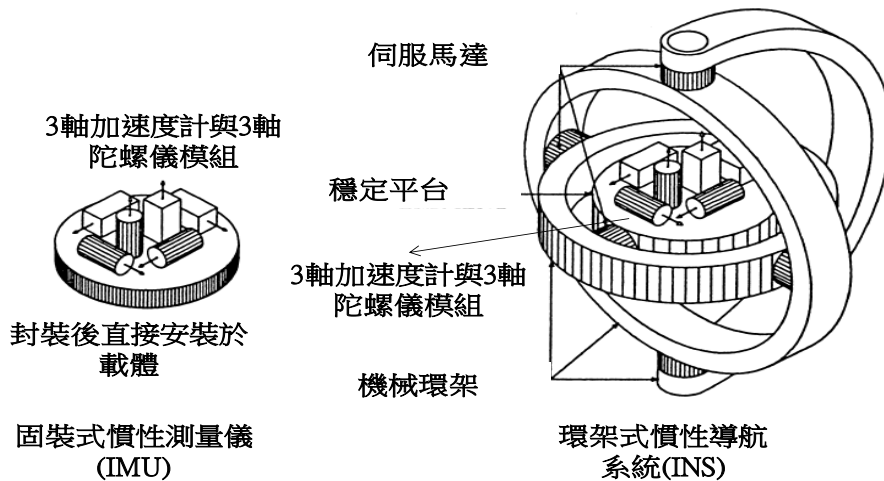


圖 1.4 環架式與固裝式 INS

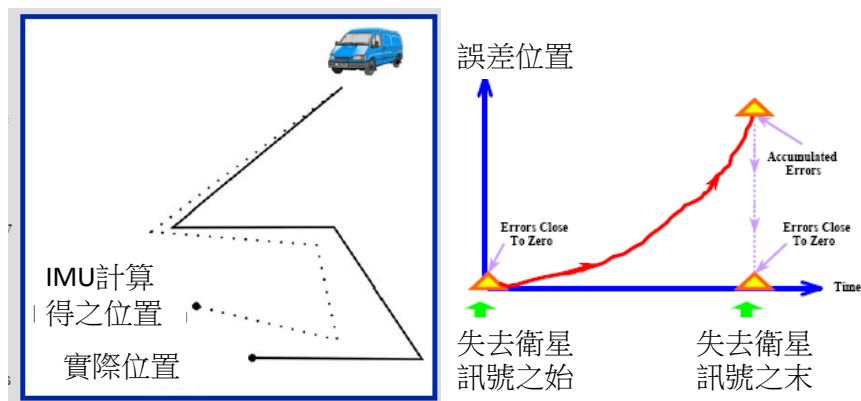


圖 1.5 INS 之誤差行為慣性測量儀之比較

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 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。

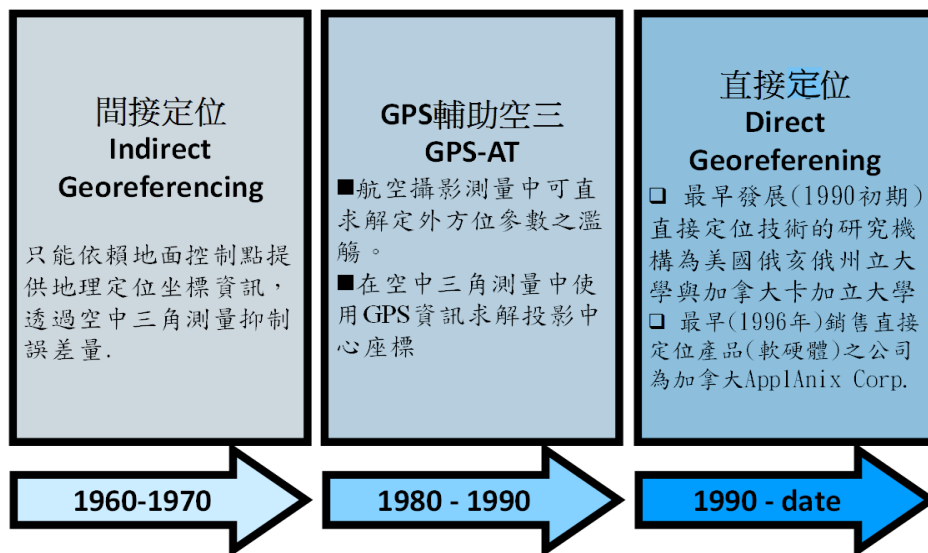


圖 1.6 直接定位技術之演進

如前所述，移動遙測製圖之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相應價值，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，但仍具備如下之優點(Ellum, 2001)：

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）。

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侵入性與較佳空間資訊擷取效率，同時因待測目標與影像系統距離遠小於空載系統，故車載系統可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，具備更佳的操作彈性，唯因為個人負重的限制，所以其可攜帶的系統精度自然較上述二者為低。所以本案之目的除了移動遙測製圖技術核心技術外，更將著重於探討未來多平台移動遙測製圖技術之作業模式與其成果之聯合處理架構，故本節首先針對多平台製圖技術之沿革歷程擇要提供精簡的回顧。

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，以下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，該系統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，其定位精度介於 0.3 至 3 公尺間(Grejner-Brzezinska, 2001)。

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 相機、攝影機等完整架構(El-Shiemy, 1996)。這套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(陀螺飄移 <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)。

台灣民間各大測繪業者陸續於 2013 年初起引進 6~7 套外商用車載移動製圖系統，故目前至少有 8 套車載移動製圖系統可以提供移動製圖服務，至於技術層次較為簡易的路調車(無近景攝影測量功能)，目前國內至少有超過 5 家的導航圖資公司擁有總數超過 20 台的路調車定期走訪全台更新導航圖資。而國土測繪中心於 2012 年執行的[通用版電子地圖](#)工作案中更首度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。

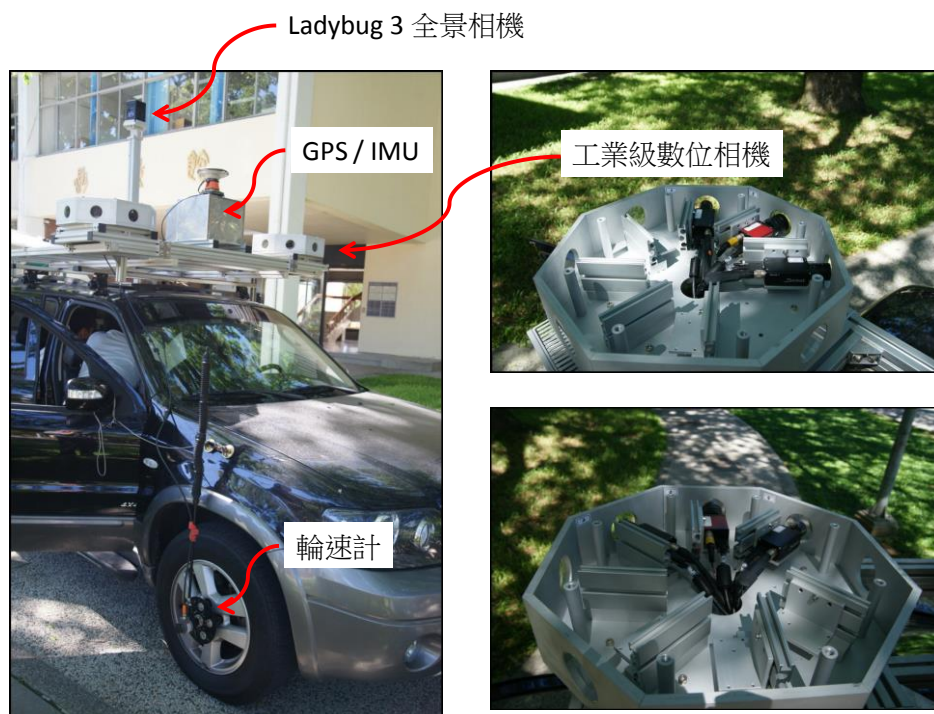


圖 1.7 鷹眼平台

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(2001)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位演算法(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政府機關委託案之故陸續引進了光達之空載移動製圖系統，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系統研發工作。

國土測繪中心自 2010 年起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，早期是以搭配傳統空三模式以符合測繪製圖精度之需求，今年起並進一步發展無地面控制點需求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。

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(Ellum, 2001)。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 20 公分，高程精度約為 10 公分(Ellum, 2001)。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)。個人攜行移動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。

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置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之元件包含船隻載具、測深儀(單音束測深儀或多音束測深儀)、海上定位儀器(DGPS)、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，就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。

本團隊連續二個年度執行內政部辦理「100 年度發展與應用多平台遙測製圖技術工作案」與「101 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愈發普及，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，故為了確保未來多平台移動製圖成果之精度，針對使用多平台遙測技術參與國家地圖繪製、土地調查與防救災等相關業務作業的系統進行儀器規格驗證，並探討依相關測繪作業規範制定進行製圖作業時所需之標準作業程序與技術服務機制。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之諮詢支援機制。

隨著四個主要 GNSS 系統之持續發展，特別是發展迅速的 Compass 系統，這些多系統提供的多頻觀測量組合，對多平台製圖應用效益的提升是值得期待的，特別是針對在都市區域單一系統所面臨衛星訊號遮蔽，導致因衛星訊數量不足、品質不佳與幾何條件等限制所造成多平台製圖技術精度瓶頸將可獲得改善。

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，但市場上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，若是請國外廠商客製，其花費恐為天價，但此類技術卻又對國內防救災相關應用是相當關鍵且重要，根據江凱偉等人(2011)建議，自行研發此類設備所需成本（軟硬體）往往只為外購系統的 1/3 ~ 1/2，所以針對此類具備特殊性質且不屬商用應用範疇的系統宜以自力研發為主。故發展災區範圍偵測與簡易災損評估之空間資訊工具可迅速提供防救災應用所需的空間資訊，如此進一步提昇多平台製圖技術於災害空間資訊應用處理效益是有具體貢獻的。

1.3 工作項目

根據服務建議徵求書，本案於 102 年 3 月 5 日至 102 年 11 月 29 日期間預計執行的工作項目如下：

一、建立多平台製圖系統測試及率定實驗室

1. 完成設置整合式定位定向子系統之測試場
2. 完成設置影像感測器子系統之測試場
3. 完成設置多平台製圖全系統室外測試場
4. 完成發展各系統之測試與率定程序
5. 研提車載製圖系統之作業程序與規範（草案）
6. 多平台率定實驗室簡介摺頁

二、國內多平台製圖系統作業能量調查與推展教育

1. 國內多平台製圖系統業者調查
2. 舉辦多平台製圖系統實務座談會

3. 研提多平台製圖系統相關作業技術支援機制
4. 製作科普教育影片

三、評估 GNSS 系統對多平台製圖應用之效益

1. GNSS 系統發展與趨勢
2. Compass(現已正式更名為北斗)系統簡介與動靜態定位精度分析
3. Compass(北斗)與 GPS 聯合定位精度分析
4. Compass(北斗)與 GPS 聯合處理策略對多平台製圖應用之效益評估

四、發展直升機載直接定位之災害資訊蒐集模組

1. 評估適用於直升機載台應備之感測器組
2. 設計機電整合架構與建置原型系統
3. 發展系統模組率定與定位軟體
4. 完成原型系統模組地面動靜態測試
5. 規劃系統模組之飛行測試

五、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

1. 完成酬載 40 公斤大型無人機與 GNSS/IMU 及多相機攝影系統之設計與整合
2. 完成直接定位平台系統率定程序與三維定位精度分析
3. 研提適合製圖需求之作業模式及測試
4. 研提適合災害資訊蒐集需求之作業模式及測試
5. 完成製圖作業模式與災害資訊蒐集之效益評估

六、應用空載攝影系統於災區之偵測與簡易災損評估

1. 開發物件導向影像分析技術進行淹水與崩塌範圍之自動化偵測演算法
2. 開發人工數化淹水區與崩塌地範圍之編修工具
3. 應用 DTM 資訊開發淹水深度之人工量測工具
4. 研提災害對道路及建物之簡易災損評估模式
5. 應用無人機影像進行崩塌量估算之可行性分析

七、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 102 年度 4 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 1.1 為執行本案之分月進度表，圖 1.8 為分月進度折線圖，統計至 11 月 29 日止，本團隊於各項任務皆如期完成進度。

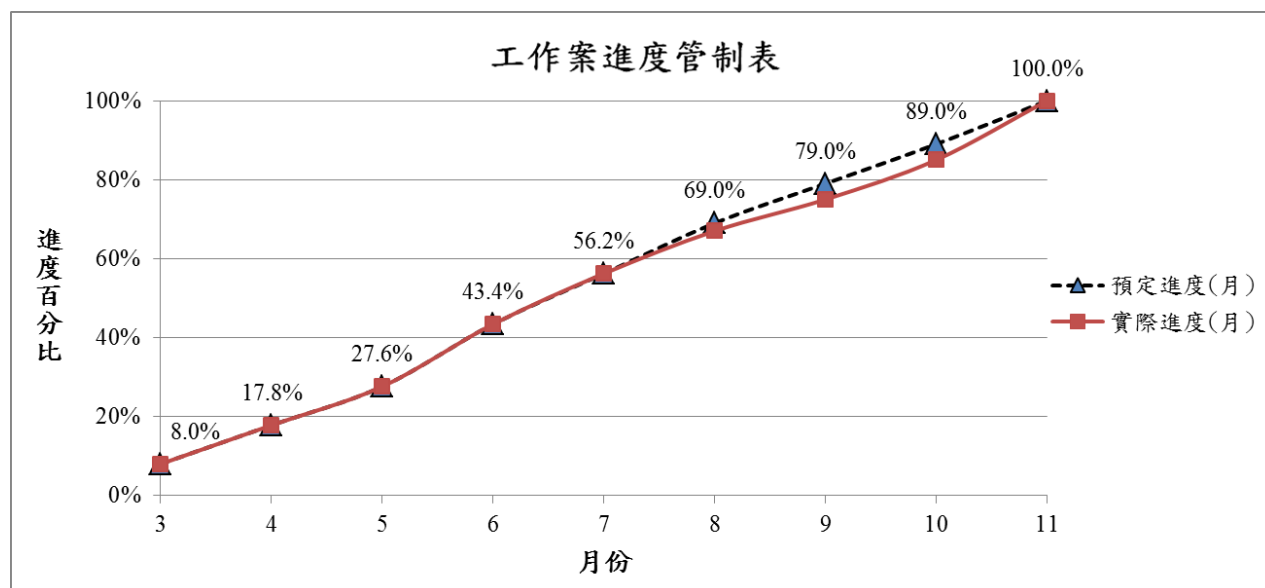


圖 1.8 分月進度折線圖

表 1.1 分月進度表

任務名稱	權重	年度	2013										
		月份	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
建立多平台製圖系統測試及率定實驗室	15%	預定	1.0%	1.0%	1.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	
		實際	1.0%	1.0%	1.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	
國內多平台製圖系統作業能量調查與推展教育	15%	預定	1.0%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%					
		實際	1.0%	2.8%	2.80%	2.80%	2.80%	2.80%					
評估GNSS系統對多平台製圖應用之效益	15%	預定	1.0%	1.0%	1.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	
		實際	1.0%	1.0%	1.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	
發展直升機載直接定位之災害資訊蒐集模組	15%	預定	1.0%	1.0%	1.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	
		實際	1.0%	1.0%	1.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	
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	15%	預定	1.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%			
		實際	1.0%	2.0%	2.00%	2.00%	2.00%	0.00%	0.00%	2.00%	4.00%		
應用空載攝影系統於災區之偵測與簡易災損評估	15%	預定	1.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%			
		實際	1.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%			
研討會與期刊論文	4%	預定				1.0%						3.0%	
		實際				1.0%						3.0%	
工作計劃書	2%	預定	2.0%										
		實際	2.0%										
期中報告	2%	預定				2.0%							
		實際				2.0%							
期末報告	2%	預定										2.0%	
		實際										2.0%	
總進度	100%	預定	8.0%	17.8%	27.6%	43.4%	56.2%	69.0%	79.0%	89.0%	100.0%		
		實際	8.0%	17.8%	27.6%	43.4%	56.2%	67.0%	75.0%	85.0%	100.0%		

第二章、建立多平台製圖系統測試及率定實驗室

本團隊執行「101 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、整合式定位定向子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，如圖 2.1 所示。唯其具體工作項目甚多，無法於一個年度完成，故本年度建構於上年度研究工作成果，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。

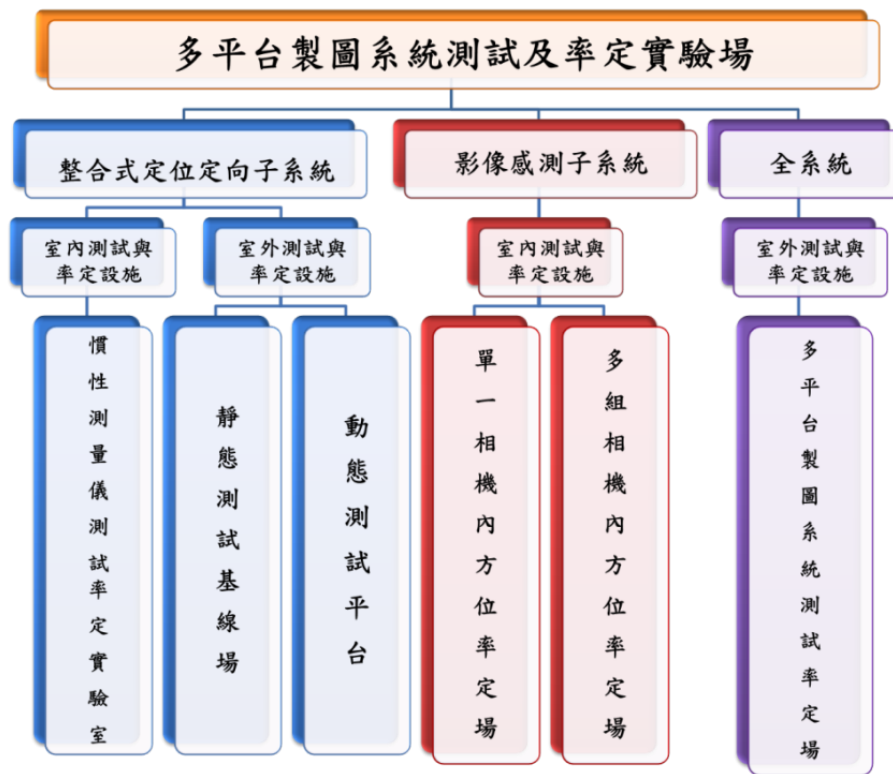


圖 2.1 多平台製圖系統測試與率定實驗室架構

依江凱偉等人(2012)之規劃，預計於二年之內（含 101 年度）取得必要的硬體設備、完成各實驗場地之規畫與施作及開發或取得各實驗室運作所需之軟體。就設置目的而言，目前全球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；但目前仍欠缺針對此類系統進行製圖作業所需之標準作業程序與規範。同時各式感測器的規格影響作業成果精度甚鉅，但目前使用者對相關系統之規格與精度驗證只依賴原廠型錄提供的一紙規格，畢竟這

些數據都只是國外廠商自行測試的成果，測試方法與規格所含項目皆不相同，對業主與國內廠商皆具備相當大之風險。所以本案擬發展適合台灣環境之標準感測器測試程序與精度規範，提供國內廠商與業主進行設備系統規格測試與分析之專業服務，如此確認系統之性能是否符合規格與任務之需求。

同時相關測試成果亦可以協助率定，以進一步確保系統之穩定度與測繪成果之精度。透過這些專業的測試與率定設施，本案擬於本年度起三年內陸續完成含車載、個人與空載移動製圖系統於國內標準作業程序與規範之研究或修訂以提供主管機關參考。目前本團隊自有的各式系統，其規格與現行商業系統相仿，足以提供作業規範研究所需，若有更高精度系統需求可尋求中科院二所七組之協助。所以本案擬依照國內相關的製圖應用與精度需求，研提符合其規範之作業程序與軟硬體規格，明確規範廠商承接國家委託測繪業務之各式平台製圖感測器，須提出具符合規範要求（含精度與硬體規格）之專業測試報告，如此不但可以協助廠商評估硬體成本，也可提供業主或主管機關進行各式測繪成果之管制，以確保測繪成果精度，本案研提多平台製圖系統測試與率定實驗室相關工作項目之時程規劃如圖 2.2 所示(江凱偉等人，2012)。

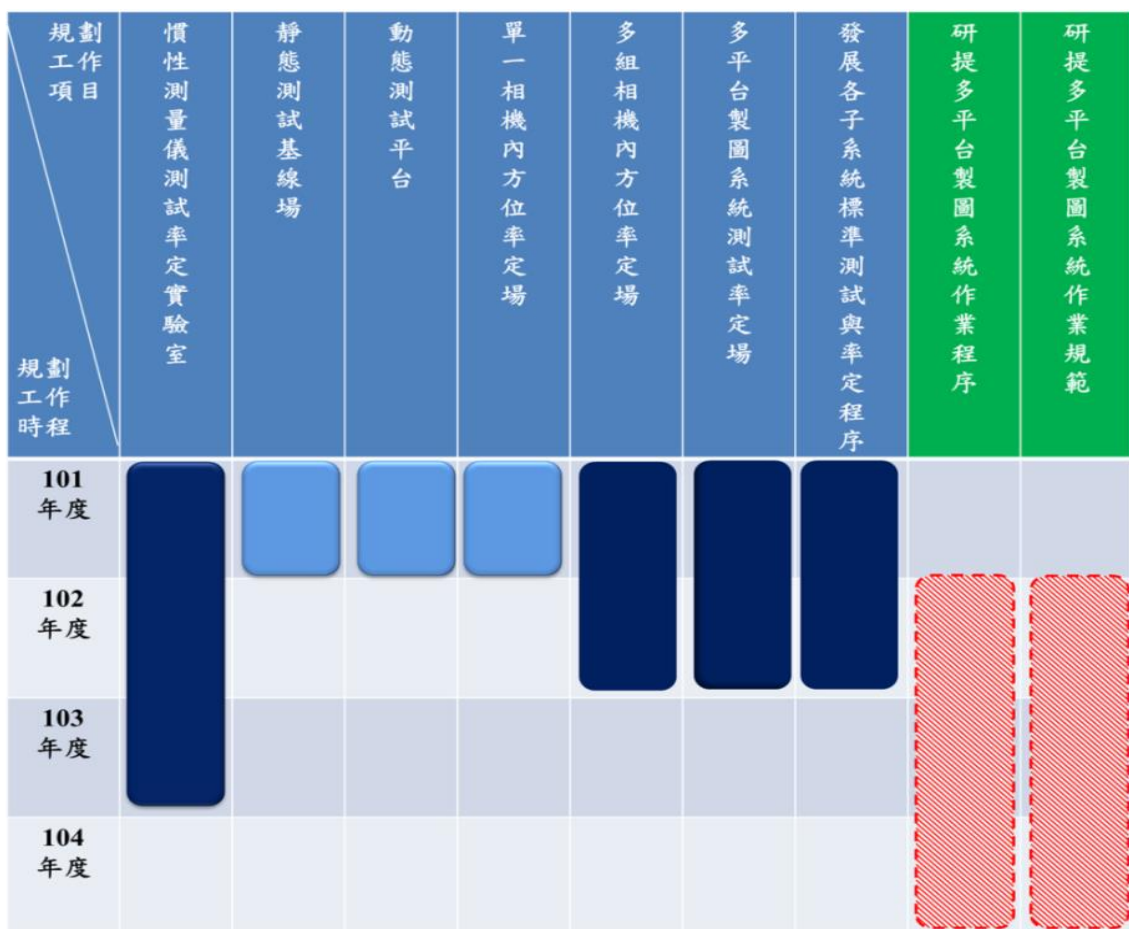


圖 2.2 多平台製圖系統測試與率定實驗室相關工作項目時程規劃

就使用方式而言，本案所設置的多平台率定與測試實驗室之功能，主要為協助地政司研議相關的作業規範與程序，並輔以提供國內廠商進行系統規格測試、驗證與率定服務。原則上這些實驗室的硬體與軟體，將以公開的形式接受各方委託提供相關的測試與率定服務。若地政司未來採行本案研議的各式作業程序與規範，則這些實驗室收費的方式與標準將依成功大學之規定辦理，在此之前以研議相關的作業規範與程序為主，暫不考慮收費。本案於期末報告中完成了如下之工作項目：

- 一、完成設置整合式定位定向子系統之率定場與測試程序(含溫度率定)
- 二、完成設置影像感測器子系統之率定場
- 三、完成設置多平台製圖全系統室外率定場
- 四、多平台率定實驗室簡介摺頁
- 五、車載移動製圖平台規範

相關內容將於後續章節詳述之。

2.1 完成設置整合式定位定向子系統之率定場與測試程序

本案已針對台灣本地環境及各種業務應用需求，參考國際相關標準規範，建立一套定位定向子系統的檢測程序，並設置整合式定位定向子系統率定場，提供國內廠商與業主進行系統規格測試與分析等專業服務，確保系統的穩定度與性能符合規格及使用者的需求，進一步驗證測繪結果之精度足以達到任務需求。本工作案計畫設置之整合式定位定向子系統的率定場包含：

1. 具備專業慣性測量儀率定及測試功能之室內實驗室
2. 具備高精度位置與航向基樁之室外靜態率定場
3. 定位定向系統動態測試平台

整合式定位定向子系統之測試可分為三部分，分別為慣性測量儀、GNSS接收儀及整合系統。測試程序分別對個別子系統及整合系統進行動態及靜態測試，若精度較高則可加入溫度測試，如下圖 2.3。其中慣性測量儀的測試程序參考之規範與內容，則依據 IEEE 1554-2005 號標準文件所建議之測試程序，見圖 2.4。



圖 2.3 率定模式之架構

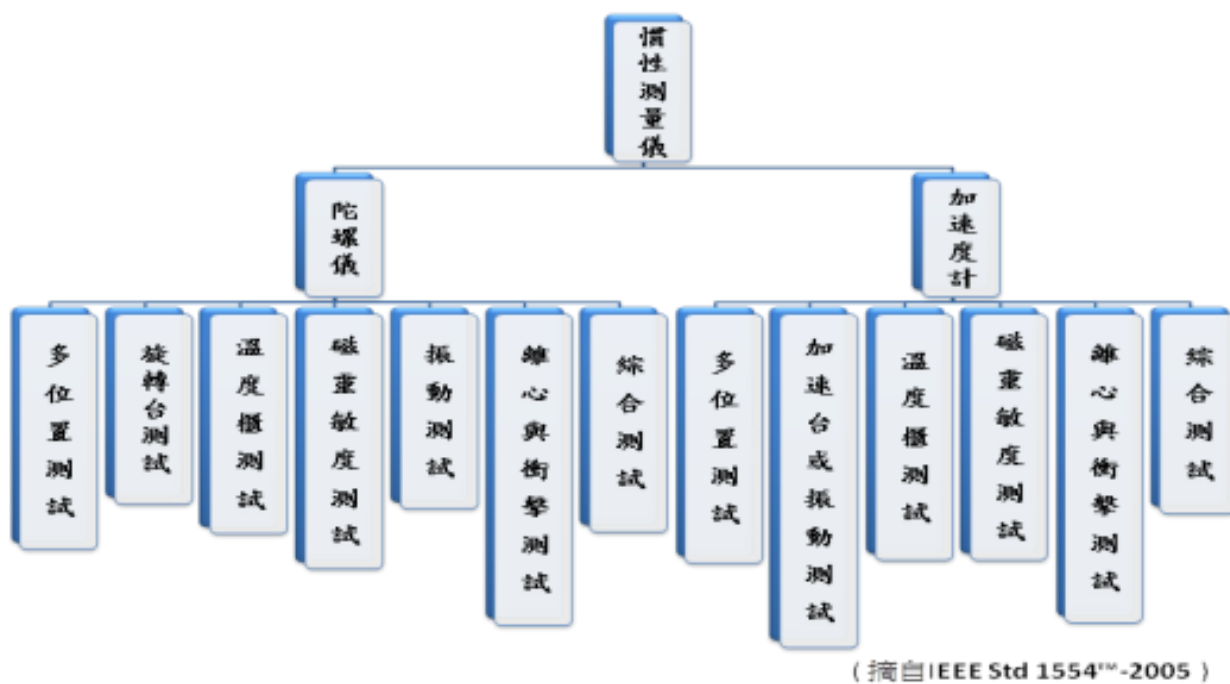


圖 2.4 IEEE 1554-2005 號標準文件所建議之測試程序

因此，本案結合各項設施及測試項目，規劃在不同率定場地可實施整合式定位定向子系統對應的相關測試流程圖及測試內容，如圖 2.5。

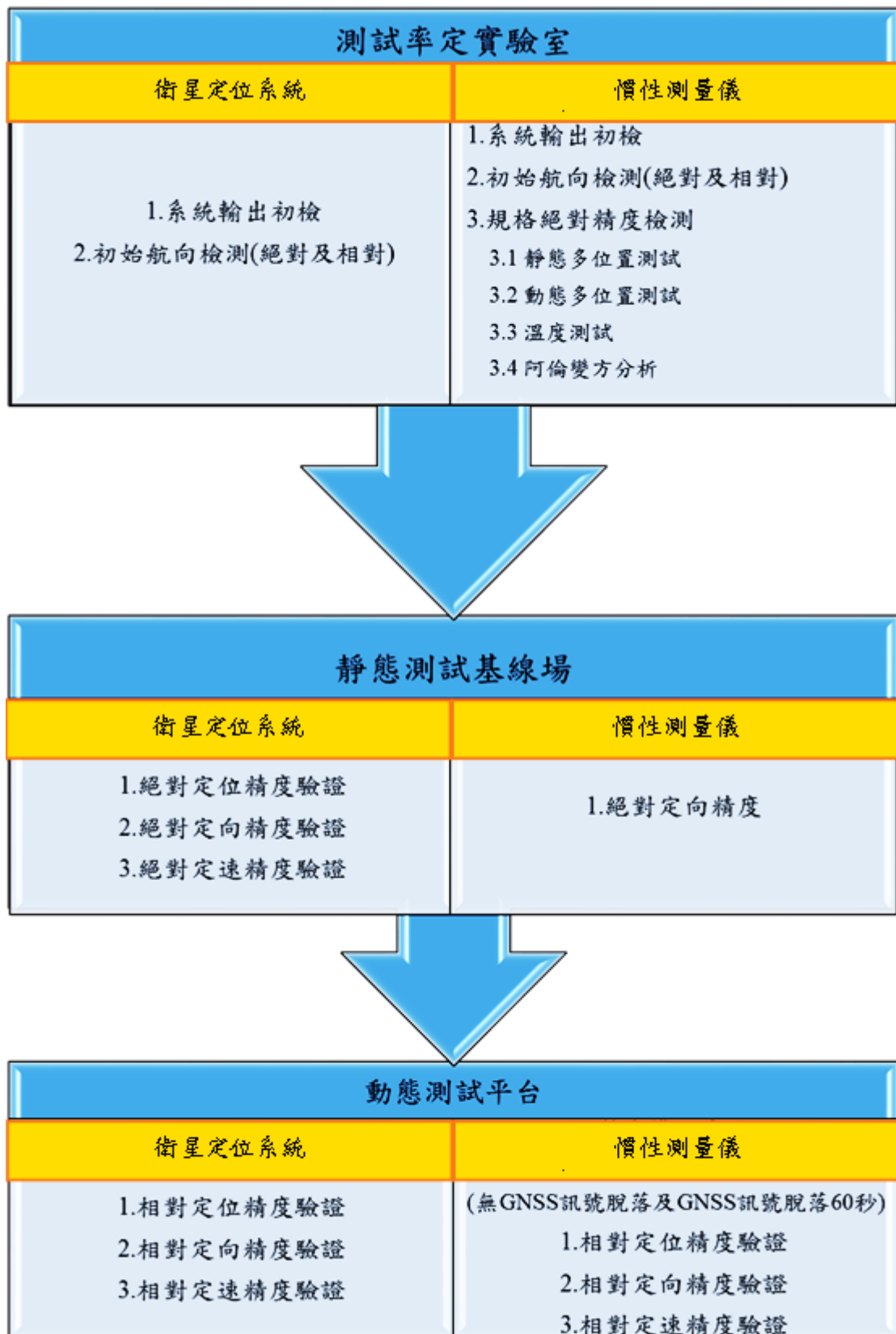


圖 2.5 整合式定位定向系統率定流程

2.1.1 具備專業慣性測量儀率定及測試功能之室內實驗室

為了避免建築物的震動效應影響測試精度，專業慣性測量儀的率定及測試實驗室一般設置在地下室或一樓，室內空間大小視使用設備而定，另外室內需

提供恆溫空調以確保測試儀器之精度與設備的穩定性，若搭配絕對重力資訊提供精確的參考值，則能夠提升測試之精度。本案已在成功大學測量及空間資訊學系系館一樓整理約 15 平方公尺之空間並完成採購高精度雙軸位置與速率轉台，如圖 2.6 所示，該環境已具備恆溫空調與已知絕對重力之點位，此二元素對於此類實驗室之設置具有重要的影響，同時此專業慣性測量儀的率定測試實驗室之真北方向，亦透過 GNSS 及全站儀精確的引測。而為了配合部分慣性測量儀之設定及測試項目之需求，本案獲得測量及空間資訊學系贊助，已在此實驗室設置 GNSS 訊號室內播放設備，如圖 2.7。



圖 2.6 專業慣性測量儀的率定測試實驗室



圖 2.7 雙頻雙系統載波相位觀測量室內播放工具

除了前述相關輔助設備與條件外，本案規劃之專業慣性測量儀的率定測試實驗室之主要設備包含高精度雙軸位置與速率轉台，如圖 2.8，高精度雙軸位置與速率轉台能依據 IEEE 1554-2005 號標準文件(IEEE Std 1554-2005, 2005)，驗證及率定慣性測量儀系統型錄所列的相關規格，諸如陀螺儀之原位偏移(Run to run bias)、原位偏移穩定性(Run to run bias stability)、尺度因子及軸交誤差。而經實際測試後，驗證其性能的確足以率定各等級之陀螺儀。驗證轉台角度定位精度必須先確認轉台是否已水平，並將一支高功率的雷射對點器以金屬支架固裝在轉台上，接著在轉台上方架設全站儀，對準轉台幾何中心，透過光學對點器檢驗等速旋轉下之中心點是否有偏移以驗證該點是否為旋轉中心，如此即可保證全站儀正確定心至轉台中心。以雷射對點器標示出轉台旋轉 90 度之原點與終點，再以全站儀觀測兩點之水平角，如此即可驗證轉台之角度定位精度。驗證結果如下表，實驗過程見下圖 2.9。



圖 2.8 採購之高精度雙軸位置速率轉台



圖 2.9 轉台驗證實驗過程示意圖

表 2.1 轉台角度定位精度驗證結果

	使用者要求	轉台顯示實際角度	全站儀觀測值		平均值	全站儀觀測水平角	誤差角
			正鏡	倒鏡			
1	0°00'00"	-0°00'00.72"	正鏡	0°00'00"	359°59'55"	89°59'46"	0°00'16.216"
			倒鏡	179°59'51"			
	90°00'00"	90°00'01.44"	正鏡	89°59'36"	89°59'41"		
			倒鏡	269°59'47"			
2	0°00'00"	-0°00'00.72"	正鏡	0°00'00"	0°00'03"	89°59'47"	0°00'15.216"
			倒鏡	180°00'07"			
	90°00'00"	90°00'01.44"	正鏡	89°59'55"	89°59'50"		
			倒鏡	269°59'44"			
3	0°00'00"	-0°00'00.72"	正鏡	0°00'00"	359°59'59"	89°59'48"	0°00'14.216"
			倒鏡	179°59'59"			
	90°00'00"	90°00'01.44"	正鏡	89°59'50"	89°59'47"		
			倒鏡	269°59'44"			
4	0°00'00"	-0°00'00.72"	正鏡	0°00'00"	0°00'02"	89°59'46"	0°00'16.216"
			倒鏡	180°00'04"			
	90°00'00"	90°00'01.44"	正鏡	89°59'46"	89°59'48"		
			倒鏡	269°59'50"			
均值						00°00'15.466"	

由上表得知，該轉台定位精度達 4 到 6 角秒（約 0.001 度），故能提供精確的參考值，以率定高階戰術等級陀螺儀（陀螺飄移穩定性大於 0.1 度/小時），目前商用高階戰術等級之慣性測量儀在 GNSS 輔助下之靜態航向精度約為 1~0.1 度（江凱偉等人，2011），一般規格書所列的定位定向系統動態航向精度（0.01-0.005 度）需藉由 10 至 20 分鐘的載體運動來使平滑器收斂後方可達到此精度，此條件在實驗室測試環境無法達成。而轉台驗證結果約 15 角秒（約 0.004 度），主要是受限於雷射對點器之雷射點大小。原先使用一般紅光簡報器，驗證結果精度約為 25 角秒，是因雷射點本身的 spot size 較大，加上投射距離約 5 公尺又受投射目標物材質影響，使得雷射點直徑約 15 毫米，導致全站儀觀測之瞄準誤差極大，若對點誤差 1 毫米在距離 5 公尺之條件下，會產生約 40 角秒之誤差。因此後來改用高功率的綠光雷射對點器，更改目標物材質，讓雷射點降為約 5 毫米，驗證精度提升約 2 倍。然而從前述例子可知，5 毫米之雷射點仍極易產生數角秒之水平角觀測誤差。另外，定平精度亦會影響驗證結果，轉台水準管氣泡解析度約 10 角秒，因此些微的定平誤差亦會傳播至水平角觀測誤差。其餘誤差來源例如雷射對點器安裝誤差、全站儀定心誤差及全站儀儀器誤差等，皆是水平角觀測誤差的主要來源，總合以上因素造成之誤差在數角秒，故驗證結果尚在合理範圍之內。

本團隊已經參考國外研究，發展一套率定程序與技術，使用高精度雙軸位

置與速率轉台，亦能提供測試與率定加速度計系統誤差之功能，主要概念係透過重力在各方向之投影量做為真值，將慣性測量儀三軸朝向不同位置後，互相對稱的位置其觀測量相加能夠消除重力真值，而餘下的殘留量即為誤差。再以數學公式就能將系統誤差從中分離出來，公式如下：

$$\mathbf{b} = \frac{l^{up} + l^{down}}{2} \quad (2.1)$$

$$\mathbf{S} = \frac{l^{up} - l^{down} - 2 \times k}{2 \times k} \quad (2.2)$$

其中 \mathbf{b} 為偏差， l^{up} 及 l^{down} 分別表示慣性測量儀某一軸朝上及朝下之觀測量， s 則為尺度因子， k 則為已知真值。原則上以六位置即可以率定相關系統誤差參數，更高精度之率定可以使用十二位置法透過對稱性消除更多誤差因子。另外，也可組成觀測矩陣，由最小二乘法求解系統誤差參數，公式如下：

$$\begin{bmatrix} l'_x \\ l'_y \\ l'_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + s_x & 0 & 0 \\ -\theta_{yx} & 1 + s_y & 0 \\ \theta_{zx} & -\theta_{zy} & 1 + s_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l_x \\ l_y \\ l_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

式中 θ 為非正交因子。

而隨機誤差可由阿倫變方求定。阿倫變方最初是用來分析原子鐘，也能夠用於分析具備時間序列的資料。其基本原理可以大致分解成以下幾個步驟 (Hou, 2004; Zhang et al., 2000)：

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，得到阿倫變方值的序列
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：

$$\sigma_y^2(\tau) = \frac{1}{2(M-1)} \sum_{i=1}^{M-1} [\bar{y}_{i+1} - \bar{y}_i]^2, \quad (2.4)$$

除了標準阿倫變方外，還有 Modified Allan Variance, Hadamard Allan

Variance 等，本團隊也一併計算了這些變形的阿倫變方值，一般狀況下它們的結果非常相近。本案使用兩小時的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。範例成果展示於本節文末之表格。

由於多平台製圖作業系統習慣將慣性測量儀置於室外環境，例如空載飛機、無人飛機或車載系統，經歷的環境溫度變化較為劇烈，加之普遍使用的陀螺為光纖陀螺儀，此種陀螺儀需要精密的溫度補償技術才能確保定位定向之品質，所以本案建議各定位定向子系統仍應進行溫度效應補償之驗證。在測量及空間資訊學系獲得此項設備之前，目前已獲得工研院南分院允諾支援此項單軸溫度櫃設備，將慣性測量儀置於溫度櫃中，透過溫度櫃升降溫功能，可將慣性測量儀所處環境溫度控制在 0°C 及 50°C 恆溫狀態。

本團隊也已發展一套不需溫度櫃之溫度率定方法，以慣性測量儀之內部溫度或另外提供之外部溫度計作為溫度補償的演算法，透過一般之冰櫃將慣性測量儀降溫至零下二十度，取出後在高精度雙軸位置速率轉台上進行連續且重複的多位置率定，透過儀器運作及環境溫度對慣性測量儀的升溫影響，獲得從約 -20°C 至 35°C 間不同溫度下之率定結果。此法類似 Thermal Ramp Calibration 方法(Aggarwal and El-Sheimy, 2008)，相關成果已發表於美國導航學會舉辦之研討會。圖 2.10 上方為某光纖陀螺儀觀測量之溫度效應，下方為利用此法率定偏差之溫度效應成果範例(Liao et. al, 2013)。

因此本案規劃的專業慣性測量儀的率定測試實驗室，搭配前述相關主要及輔助設備，針對定位定向子系統的測試項目，目前可提供之精度規格列於表 2.2。未來仍將持續修改及補充相關檢測程序，完成一套標準且完整的室內率定程序。

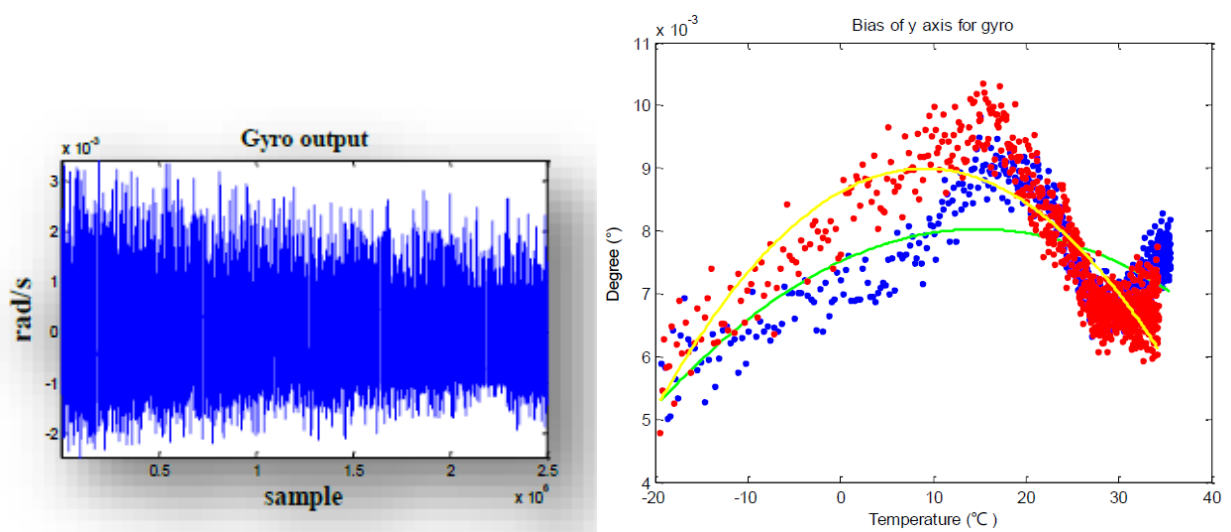


圖 2.10 慣性測量儀偏差溫度效應與偏差率定之範例

表 2.2 專業慣性測量儀的率定測試實驗室之測試項目與規格(江凱偉等人，2012)

測試項目		測試場之精度規格	規劃場地大小
慣性測量儀系統誤差	陀螺儀原位偏移	0.001度/小時	15平方公尺
	加速度計原位偏移	10ug	
	陀螺儀原位偏移穩定性	0.00001度/小時	
	加速度計原位偏移穩定性	1ug	
	陀螺儀尺度因子穩定性	0.1ppm	
	加速度計尺度因子穩定性	0.1ppm	
	軸交誤差	0.000001度	
定向	方位角	0.001度	
	滾轉	0.0005度	
	俯仰	0.0005度	
定位	經度	0.1公分	
	緯度	0.1公分	
	橢球高	0.1公分	
定速	北速度	0.001公尺/秒	
	東速度	0.001公尺/秒	
	垂直速度	0.001公尺/秒	

本團隊規劃之專業慣性測量儀的率定測試實驗室採行之測試程序完全依照 IEEE 1554-2005 號標準文件所建議之慣性測量儀測試程序(IEEE Std 1554-2005, 2005)，並尋求中科院二所七組（慣性導航組）之指導與協助，相關軟體為自行研發而成，如此對於人才的培育與訓練更能提供直接的貢獻，未來也將持續與中科院二所七組（慣性導航組）交流，期許能夠更完善定位定向系統之各式標準作業與測試程序。本團隊目前已針對專業慣性測量儀的率定及測試功能之室內實驗室中，現有的設備規劃相關率定及測試規範，包含：

- 系統初檢
- 慣性測量儀航向檢測
- 衛星定位系統航向檢測
- 慣性測量儀規格檢測

系統初檢為初步檢查系統運行及資料有無明顯異常，若有，則應詢問原廠或送返維修，系統初檢記錄表見表 2.3。慣性測量儀航向檢測係透過精密測定的方位角作為參考值，配合轉台精確的已知旋轉角，計算誤差角，並評估不同溫度及方向的絕對及相對定向精度，檢測流程圖見圖 2.11，記錄表見表 2.4。衛星定位系統航向檢測同樣以精密測定之方位作為參考值，輔以室內 GNSS 訊號播放設備，於室內檢測衛星定位系統航向之絕對及相對精度，其記錄表見表 2.5。而慣性測量儀規格檢測將採行十二位置率定法及阿倫變方分析，評估各類誤差參數是否符合規格，檢測程序見圖 2.12（上），十二位置法於阿倫變方法率定流程見圖 2.12（下），記錄表見表 2.6。

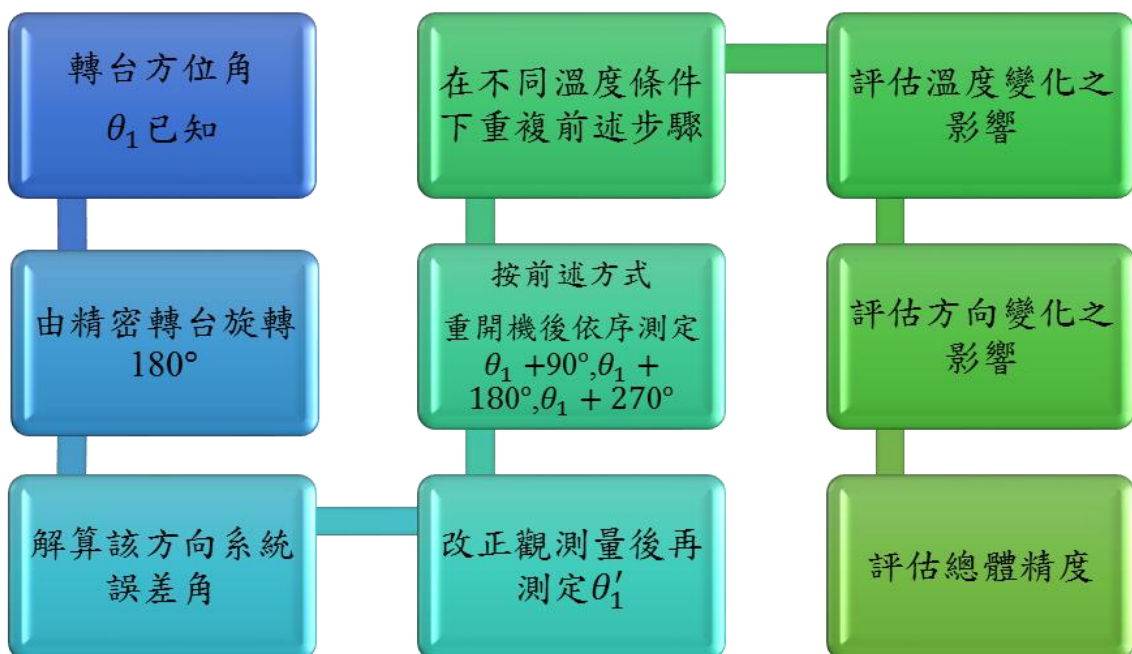


圖 2.11 慣性測量儀航向檢測流程

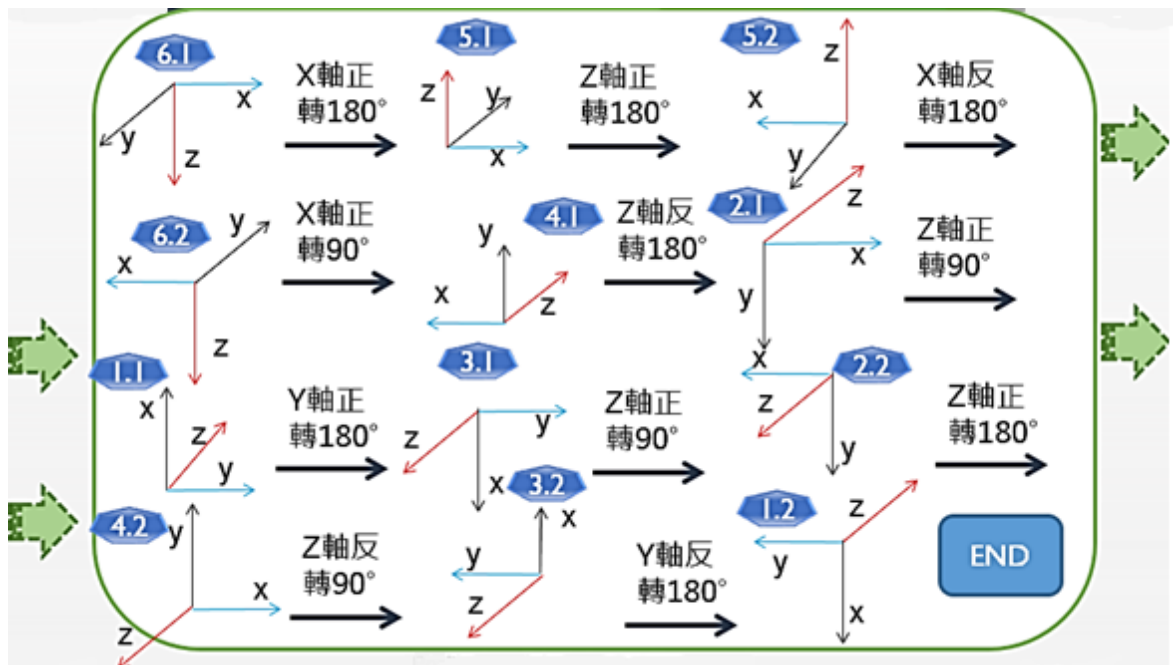
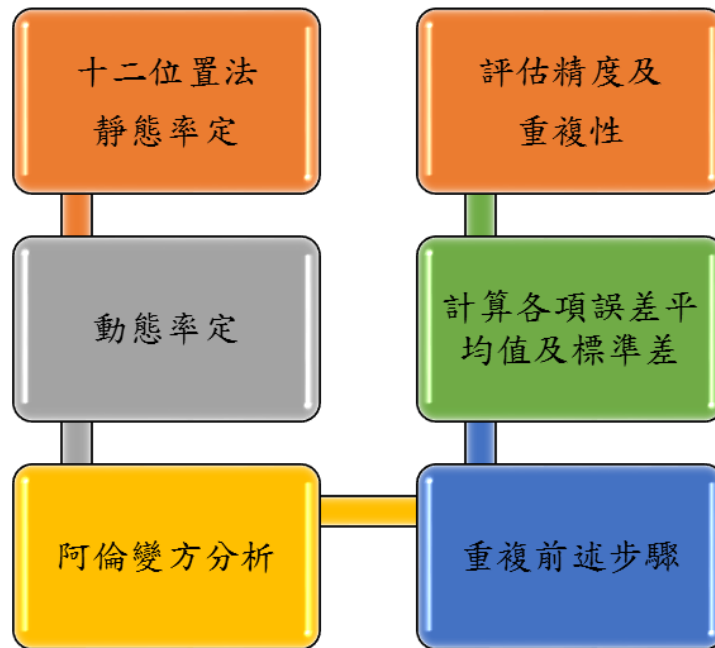


圖 2.12 慣性測量儀系統規格率定程序

表 2.3 整合式定位定向系統初檢記錄表及範例

測試日期	20131025	測試廠牌	IMAR	測試型號			
序號		測試人員	小王				
測試項目					合格		
1.系統外觀有無嚴重破損					✓		
2.系統連線是否正常					✓		
3.系統輸出初檢							
衛星定位系統							
次數	鎖定時間 (秒)	緯度 (度)	經度 (度)	高度 (公尺)	衛星數 (顆)	PDOP	
1	60	22.99608	120.21367	45.77	11	2.3	
2							
3							
4							
5							
慣性測量儀							
次數	穩定時間 (秒)	加速度計 X,Y,Z 軸 (公尺/秒)			陀螺儀 X,Y,Z 軸 (度)		
1	30	0.0000	0.0002	0.0004	0.0002	0.0001	0.0001
2							
3							
4							
5							

表 2.4 整合式定位定向系統慣性測量儀航向檢測記錄表及範例

測試日期	20131025	測試廠牌	SW01	測試型號	
序號		測試人員	小凱		
測試項目					合格
1.系統外觀有無嚴重破損					✓
2.系統連線是否正常					✓
3.慣性測量儀初始航向檢測					
環境溫度 0°C					
轉台方位角(度)	穩定時間(分)	Roll(Φ)	Pitch(Θ)	Yaw(Ψ)	
第 1 次測回					
0	20	0.288	0.499	1.4612	
90	20	0.274	0.521	92.9102	
180	20	0.294	0.515	182.8863	
270	20	0.300	0.529	273.5833	
第 2 次測回					
0	20	0.294	0.448	3.5596	
90	20	0.308	0.497	94.4457	
180	20	0.300	0.490	185.3095	
270	20	0.316	0.486	276.1742	
平均					
誤差角(北)		0.291	0.473	2.5104	
誤差角(東)		0.291	0.509	3.67795	
誤差角(南)		0.297	0.502	4.0979	
誤差角(西)		0.308	0.508	4.87875	
室溫 25°C					
轉台方位角	穩定時間	Roll(Φ)	Pitch(Θ)	Yaw(Ψ)	
第 1 次測回					
0	20	0.301	0.507	1.7451	
90	20	0.283	0.526	93.2195	
180	20	0.310	0.519	182.9773	
270	20	0.297	0.533	273.9188	
第 2 次測回					
0	20	0.337	0.483	4.7741	
90	20	0.319	0.549	96.3987	
180	20	0.345	0.513	185.5293	
270	20	0.328	0.527	275.6825	
平均					
誤差角(北)		0.319	0.495	3.2596	
誤差角(東)		0.301	0.5375	4.8091	
誤差角(南)		0.3275	0.516	4.2533	
誤差角(西)		0.3125	0.530	4.80065	
環境溫度 50°C					
轉台方位角	穩定時間	Roll(Φ)	Pitch(Θ)	Yaw(Ψ)	
第 1 次測回					
0	20	0.311	0.520	1.7451	
90	20	0.289	0.544	93.2195	
180	20	0.324	0.515	182.9773	

270	20	0.347	0.537	273.9188
第 2 次測回				
0	20	0.350	0.501	5.3127
90	20	0.338	0.577	96.8752
180	20	0.348	0.536	185.9711
270	20	0.337	0.533	276.314
平均				
誤差角(北)		0.3305	0.5105	3.5289
誤差角(東)		0.3135	0.5605	5.04735
誤差角(南)		0.336	0.5255	4.4742
誤差角(西)		0.342	0.535	5.1164

註：誤差角已扣除理論之方位角度

表 2.5 整合式定位定向系統衛星定位系統航向檢測記錄表及範例

測試日期	20131025	測試廠牌	Ublox	測試型號		
序號		測試人員	小凱			
測試項目					合格	
1.系統外觀有無嚴重破損					✓	
2.系統連線是否正常					✓	
3.衛星定位系統初始航向檢測						
環境溫度 0°C						
次數	定位時間(分)	緯度(度)	經度(度)	高度(公尺)	GPS 方位角(1σ)(度)	光校方位角
1	2	22.99608	120.21367	45.77	2°	0°
2						
3						
室溫 25°C						
次數	定位時間	緯度(1σ)	經度(1σ)	高度(1σ)	GPS 方位角(1σ)	光校方位角
1	2	22.99620	120.21381	45.90	4°	0°
2						
3						
環境溫度 50°C						
次數	定位時間	緯度(1σ)	經度(1σ)	高度(1σ)	GPS 方位角(1σ)	光校方位角
1	2	22.99633	120.21374	46.12	3°	0°
2						
3						

表 2.6 整合式定位定向系統慣性測量儀規格檢測記錄表及範例

測試日期	20131025	測試廠牌	INN301	測試型號					
序號		測試人員	小明						
測試項目					合格				
1.系統外觀有無嚴重破損					✓				
2.系統連線是否正常					✓				
3. 慣性測量儀規格檢測									
3.1 慣性測量儀系統誤差檢測									
環境溫度 0°C									
加速度計									
	Bias(m/s^2)			Scale Factor(ppm)			Misalignment(mrad)		
次數	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.52	0.63	0.70	2000	3000	6000	0.002	0.002	0.003
2									
3									
4									
5									
Mean									
Std									
陀螺儀									
	Bias(deg)			Scale Factor(ppm)			Misalignment(mrad)		
次數	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-0.01	0.007	0.001	2700	300	500	0.0001	0.0002	0.0001
2									
3									
4									
5									
Mean									
Std									
室溫 25°C									
加速度計									
	Bias(m/s^2)			Scale Factor(ppm)			Misalignment(mrad)		
次數	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.40	0.44	0.72	100	1000	7500	0.002	0.002	0.003
2									
3									
4									
5									
Mean									
Std									
陀螺儀									
	Bias(deg)			Scale Factor(ppm)			Misalignment(mrad)		
次數	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-0.012	0.006	0.004	3000	-500	-500	0.0001	0.0002	0.0001
2									
3									
4									
5									
Mean									

Std									
環境溫度 50°C									
加速度計									
	Bias(m/s^2)			Scale Factor(ppm)			Misalignment(mrad)		
次數	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1									
2									
3									
4									
5									
Mean									
Std									
陀螺儀									
	Bias(deg)			Scale Factor(ppm)			Misalignment(mrad)		
次數	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1									
2									
3									
4									
5									
Mean									
Std									

3.2 慣性測量儀隨機誤差檢測

環境溫度 0°C									
加速度計									
誤差類型	VRW($m/s/\sqrt{h}$)			Bias instability($m/s/h$)					
次數/時間	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.033	0.023	0.026	2.711	1.310	2.828			
Mean									
阿倫變方圖									
陀螺儀									
誤差類型	ARW (deg/ \sqrt{h})			Bias instability (deg/h)					
次數/時間	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.109	2.689	4.561	125	165	125			

Mean									
阿倫變方圖									
室溫 25°C									
加速度計									
誤差類型									
次數/時間	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Mean									
阿倫變方圖									
陀螺儀									
誤差類型									
次數/時間	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Mean									
阿倫變方圖									
環境溫度 50°C									
加速度計									
誤差類型									
次數/時間	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Mean									
阿倫變方圖									
陀螺儀									

誤差類型									
次數/時間	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Mean									
阿倫 變方圖									

2.1.2 具備高精度位置與航向基樁之室外靜態率定場

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以供學生實習之用，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 eGPS 基站為主站，完成高精度之靜態測量程序，如圖 2.13 左所示，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 0.01~0.0001 度之間（與基樁基線距離有關），施測方式為透過高精度雙天線航向儀進行，如圖 2.13 右所示。故上述坐標基樁與基線方位角可以提供定位定向系統之靜態測試設施。量測上述基線之方位角後，可以透過全測站精確的標定出真北參考線，本案選定基線長度超過 50 公尺之二個基樁所定出來的方位角為參考方向，再以全站儀標定真北方向(方位角為 0 度)，此資訊對於後續慣性測量儀之率定與精度驗證相當重要，能夠驗證戰術級以上之慣性測量儀的真北精度，並評估其穩定性。此一真北參考線的精度約在 0.0003 至 0.0005 度間。



圖 2.13 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，以分別測試整合式定位定向系統之靜態定位定向精度。本案規劃的室外靜態測試基線場針對上述測試項目可提供之精度規格列於表 2.7。

表 2.7 室外靜態測試基線場之測試項目與規格(江凱偉等人，2012)

測試項目		率定場之精度規格	規畫場地大小
定向	方位角	0.0003 度	5000 平方公尺
	滾轉	0.0001 度	
	俯仰	0.0001 度	
定位	經度	0.5 公分	
	緯度	0.5 公分	
	橢球高	0.5 公分	
定速	北速度	0.000001 公尺/秒	
	東速度	0.000001 公尺/秒	
	垂直速度	0.000001 公尺/秒	

針對室外基線場所能提供之參考及其精度，本團隊規劃檢測衛星定位系統及慣性測量儀的檢測項目如表 2.8。透過高等級衛星定位系統或全站儀測量基樁連線之方位角，作為檢測衛星定位系統及慣性測量儀的定位定向絕對精度之依據。

表 2.8 整合式定位定向系統絕對精度驗證記錄表及範例

測試日期	20131025	測試型號	Ublox	測試人員	小凱
測試項目					合格
1.系統外觀有無嚴重破損					✓
2.系統連線是否正常					✓
3.系統絕對精度驗證					
衛星定位系統					
基樁	緯度 (度)	經度 (度)	高度 (公尺)	連線方位角 (度\分\秒)	備註
2	22.9989	120.2199	42.6364	330°5'55.232"	
4	22.9993	120.2196	41.3391		
次數	定位時間 (分)	緯度 (度)	經度 (度)	高度 (公尺)	GPS 方位角 (度\分\秒)
1	2	22.9994	120.2193	41.5469	330°5'15.112"
慣性測量儀					
穩定時間	Roll(Φ)	Pitch(Θ)	Yaw(Ψ)	Heading	基樁/方位角
Mean					
Std					

2.1.3 定位定向系統動態測試平台

成功大學測量及空間資訊學系已發展一套專業動態測試載台，其上具備 2000 瓦之交流轉直流電電源、三台工業電腦、車頂儀器固定支架與底座、高精度參考系統（含輪速計），使用飄移為 0.1 度/小時之光纖陀螺儀，搭配本團隊開發之相關演算法，可供驗證待測系統之動態定位定向精度，如圖 2.14 所示，本年度擬將儀器安裝底座以不銹鋼板取代目前的木板，此種動態精度驗證方式為 IEEE 與美國導航學會推薦，廣泛地受國外各大公司與研究機構所採行(Shin, 2005；Angrisano, 2010；Yi, 2007)。圖 2.14 左上與左下為測量及空間資訊學系發展的專業測試平台，圖 2.14 右上為加拿大卡加利大學與 Novatel 共同擁用之專業測試平台（含輪速計），其參考系統之慣性測量儀為使用飄移為 0.01 度/小時之環型雷射陀螺儀。圖 2.14 右下為加拿大卡加利大學協助美國 Sirf 製造之專業測試平台（含輪速計），其參考系統之慣性測量儀為使用飄移為 0.002 度/小時之環型雷射陀螺儀(Honeywell CIMU)。本案規劃的動態測試載台針對上述測試項目可提供之精度規格列於表 2.9。



圖 2.14 專業動態測試平台（車載）

表 2.9 動態測試載台測試項目與規格(江凱偉等人，2012)

測試項目		測試載台之 精度規格	備註	
定向	方位角	0.001度	無GNSS訊號脫落， 使用輪速計	
	滾轉	0.0005度		
	俯仰	0.0005度		
定位	經度	5公分		
	緯度	5公分		
	橢球高	5公分		
定速	北速度	0.001公尺/秒		
	東速度	0.001公尺/秒		
	垂直速度	0.001公尺/秒		
定向	方位角	0.0015度		GNSS訊號脫落60 秒(0顆)， 使用輪速計
	滾轉	0.0008度		
	俯仰	0.0008度		
定位	經度	10公分		
	緯度	10公分		
	橢球高	10公分		
定速	北速度	0.02公尺/秒		
	東速度	0.02公尺/秒		
	垂直速度	0.02公尺/秒		

依據本團隊發展之動態測試平台規格，將定位定向子系統搭載至該平台，可與前述該載台原有之高精度定位定向系統比較，驗證待測系統的相對精度，且實測方式能確保系統能夠用於實務。動態測試平台檢測記錄表見表 2.10。

表 2.10 整合式定位定向系統動態載具實測記錄表及範例

測試日期	20131025	測試型號	MEMS	測試人員	小王	
測試項目					合格	
1.系統外觀有無嚴重破損					✓	
2.系統連線是否正常					✓	
3.動態測試驗證						
無 GNSS 訊號脫落						
定位誤差(公尺)						
	北向		東向		橢球高	
軌跡	最大值	RMS	最大值	RMS	最大值	RMS
1	0.684	0.083	0.433	0.101	0.887	0.121
定速誤差(公尺/秒)						
	北向		東向		垂直方向	
軌跡	最大值	RMS	最大值	RMS	最大值	RMS
1	0.033	0.012	0.043	0.022	0.035	0.029
定向誤差(度)						
	Roll(Φ)		Pitch(Θ)		Heading	
軌跡	最大值	RMS	最大值	RMS	最大值	RMS
1	-0.501	0.010	-1.011	0.027	0.957	0.073
GNSS 訊號脫落 60 秒						
定位誤差(公尺)						
	北向		東向		橢球高	
軌跡	最大值	RMS	最大值	RMS	最大值	RMS
1	1.859	0.343	3.925	1.265	1.538	0.251
定速誤差(公尺/秒)						
	北向		東向		垂直方向	
軌跡	最大值	RMS	最大值	RMS	最大值	RMS
1	0.065	0.012	0.077	0.013	0.041	0.006
定向誤差(度)						
	Roll(Φ)		Pitch(Θ)		Heading	
軌跡	最大值	RMS	最大值	RMS	最大值	RMS
1	-0.724	0.014	-1.033	0.032	3.217	0.102

表 2.11 所示為本團隊在設置整合式定位定向子系統之率定場工作項目整理與進度表，目前已如期完成表 2.11 所列包含設置整合式定位定向子系統之率定場與相關測試程序之工作項目。而本團隊在研提整合式定位定向子系統之測試程序時將參酌美國導航學會、加拿大卡加利大學、IEEE、中科院與成功大學之經驗與規範研提草案，並透過辦理舉辦多平台製圖系統實務座談會與國內業者與相關公家機關共同制定出符合台灣作業環境，且可以確保測繪成果品質的測試程序，如圖 2.15 所示。

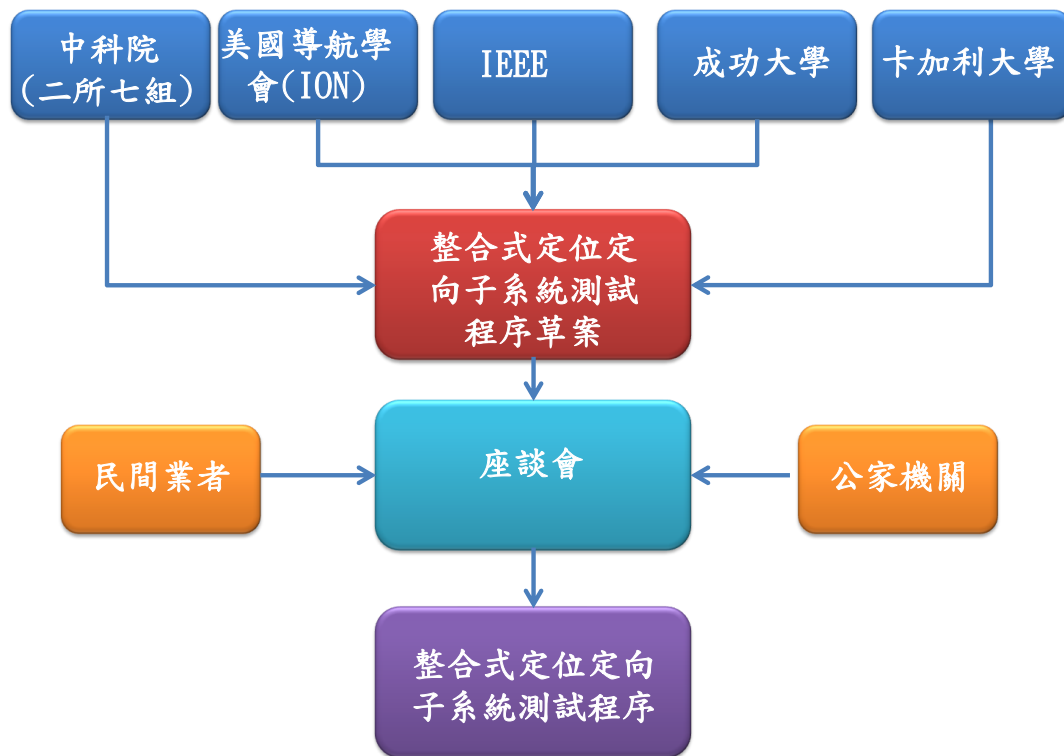


圖 2.15 整合式定位定向子系統測試程序製定流程圖

表 2.11 設置整合式定位定向子系統之率定場工作項目與進度表

設置整合式定位定向子系統之率定場	
工作項目	建置狀況與進度
室內實驗室場地規劃	已完成
採購高精度雙軸位置與速率旋轉台	已完成採購及實際測試
高精度雙軸位置與速率旋轉台精度驗證	已完成
GNSS 訊號室內播放器	已採購並順利運轉
發展基於高精度雙軸位置與速率旋轉台之陀螺儀室內率定程序	已完成
發展基於高精度雙軸位置與速率旋轉台之加速計室內率定程序	已完成
發展基於慣性測量儀內部溫度之溫度補償演算法	已完成
整合各項率定方法並參考 IEEE 標準建構整合式一階段標準慣性測量儀率定程序	已完成
建立具備高精度位置與航向基樁之室外靜態率定場	
工作項目	建置狀況與進度
建置室外靜態率定場	已完成
室外靜態率定場各基樁之坐標與方位驗證	已完成
建立驗證定位定向系統的絕對靜態定位精度之標準程序	已完成
建立驗證定位定向系統的絕對靜態定向精度之標準程序	已完成
發展定位定向系統動態測試平台	
工作項目	建置狀況與進度
發展動態測試平台	已完成並順利運轉
建立驗證定位定向系統的相對動態定位精度之標準程序	已完成
建立驗證定位定向系統的相對動態定向精度之標準程序	已完成
測試與驗證定位定向系統所用演算法模式(含空載、車載及個人攜行)	已完成

2.2 完成設置影像感測器子系統之率定場

本率定場之功能包括率定與檢核，由於多平台製圖系統之影像感測器子系統組成方式有多種形式，為了達到攝影測量之功能，個別相機之內方位必須先經過率定，而若該系統使用了多組相機以擴大視野範圍或增加波譜範圍，則各相機間的相對方位也必需進行率定，以協助後續相機與慣性測量儀之軸角及固定臂參數等率定，或藉由某相機之外方位參數推算得到其他相機之外方位參

數。表 2.12 列出本計畫所設置之各式影像感測器子系統所使用之鏡頭數量與整體視野範圍，各系統之室內/室外率定場請參考相對應之章節編號。

表 2.12 多平台製圖系統各類影像感測器子系統之特性與相關章節編號

	鏡頭數量	單一相機影像畫素	視野範圍 (V x H) 度	室內單相機內方位率定場	室內多相機相對方位率定場	室外軸角/固定臂率定場
PPIMS	6~8	1400 萬	60 x 360	2.2.1	2.2.2	2.3.2
測繪車	6	200 萬	40 x 135			2.3.1
Ladybug 3	6	200 萬	120 x 360	無		
MiniMCA-12	12	130 萬	30 x 38	2.2.1		

由於本案採用之相機屬於消費型或工業級數位相機，針對其特性與應用面之需求，本計畫前一年度所設計之率定場特性如下：(1)具有自動判釋人造標連結點之功能，以快速提供精準之影像坐標觀測量、(2)可採用高重疊與高幾何強度之交會攝影，以提供精確可靠之相機率定成果、(3)可提供單一相機之內方位率定與多相機之相對方位率定、(4)所制定之率定程序可避免參數間高相關問題，以提供精準可靠之率定成果、(5)所設置之率定場可適用於不同焦距與視野（10°~75°）之相機、(6)相機率定之程序方便快捷且嚴密，所採用之原理為附加參數自率光束法平差模式，且所提供之附加參數與大多數之攝影測量軟體相容、以及(7)可同時率定多個相機。因此，本計畫所採用的相機率定軟體為 Photometrix Australis 7.10 (Fraser & Edmundson, 2000) 具有以下幾個特性(i)提供具編碼過之人造標，可進行自動判釋及量測連結點影像坐標，取代人工量測連結點的程序與時間，(ii)採用附加參數自率光束法平差模式，(iii)可同時率定多個相機，(iv)可以某些標點之距離當作長度之觀測量，在整體平差時當作已知量，用以設定模型尺度，得到絕對精度指標之目的。

2.2.1 室內單相機內方位率定場

在單一相機內方位率定場部分，本工作案前一年度設計了一個可旋轉的圓盤率定場，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 度或 45 度拍攝一張照片，旋轉一圈後旋轉相機 90 度以避免參數間之高相關性，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。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。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拍到人造標，提供影像外圍之坐標觀測量，以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(Rau & Yeh, 2012)。

由於 Ladybug 3 單一相機之視野範圍相當廣約 75 度 x 110 度，因此不適合採用上述之相機率定場，因為拍攝時相機跟率定場之距離僅約 30 公分，透視變形嚴重，且人造標之分布不均勻，交會幾何強度也不夠，因此表 2.12 中，並未將 Ladybug 3 列入考慮。其內方位之率定則改為使用相對方位率定場，也就是同時率定 Ladybug 3 五個鏡頭之內方位與相對方位。

本實驗相較於先前主要提升之部分為增加近紅外光光源，由於消費型近紅外光相機越來越普遍，但上述之相機率定場多是採用相機本身之閃光燈或另外以打燈方式提供光源，其波譜範圍多是坐落在可見光。為了擴大本率定場之應用範圍，本年度增加近紅外光相機之率定功能，主要是測試採用不同光源以增加近紅外光，例如鹵素燈或 LED 燈。本項研究將與兩個單位合作，分別為(1)國家實驗研究院儀器科技研究中心製作之 VCDi-Lite 相機(RGB+近紅外光)，以及(2)台灣大學地理與環境資源學系黃倬英老師之 MiniMCA-12 窄波段多光譜相機。其中 VCDi-Lite 是將其 CMOS 感測器上之 Bayer Filter 移除，並在鏡頭前加掛一個近紅外光濾鏡。而 MiniMCA-12 則具有 12 個波段，是由 12 個鏡頭以 3x4 陣列方式排列，圖 2.16 為其外觀。其取像方式為框幅式中心透視投影，波段範圍在 450~950 奈米(nm)，從可見光之藍光到近紅外光，各波段之頻寬僅約 10 奈米(nm)，是一台窄波段多光譜相機，整台相機重量僅 1.3 公斤可由 UAV 攜帶，鏡頭焦距約為 9.7~9.9 公分，影像解析度約為 130 萬像素(1280x1024)，像元大小 5.2 微米(μm)，CMOS 感測器，視野角(Field of View)寬約 38 度，高約 30 度，當航高 500 公尺時，地面解析度可達 30 公分，相關資訊整理如表 2.13 所示。

表 2.13 MiniMCA-12 相機資訊

焦距 (mm)	9.7~9.9
視場角 (degree)	W~38, H~30
影像大小 (pixel)	1280×1024
像素大小 (μm)	5.2
重量 (kg)	1.3
波段數量	12
波頻範圍 (nm)	450 (藍)~950 (近紅外光)
頻寬 (nm)	10



圖 2. 16 MiniMCA-12 之外觀

圖 2.17 為 MiniMCA-12 各波段之分布，由此圖可看出各波段的強度值 (Intensity) 均不一致，通常相機 1(450 nm)、相機 2(510 nm)、相機 3(530 nm) 及相機 B(950 nm) 所獲得的影像因能量較弱會造成較暗的效果，因此拍攝時要盡量在豔陽下進行。圖 2.18 顯示相機率定過程中燈源與相機之擺設位置，由於 MiniMCA-12 沒有閃光燈，因此採用鹵素燈及省電燈泡當作光源。圖 2.19 為相機率定時拍攝之照片範例，包括一張人造標之局部放大圖，由此圖可看出 MiniMCA-12 因為頻寬僅 10 nm，因此影像之訊號雜訊比(SNR)較低，影像中可明顯看出雜訊相當大，此效應也間接影響到人造標自動偵測與判識之成功率，前述 4 個相機拍攝的成果大都需要以人工協助部分的量測工作，才能完成整個相機率定任務。實驗中亦發現，若未使用鹵素燈則近紅外光之波段幾乎沒有辦法辨識，顯示鹵素燈的確有助於近紅外光相機之率定。圖 2.20 為相機率定所有人造標與相機間之 3D 網形，顯示光束之交會幾何強度相當高，足以達到相機率定之目的。

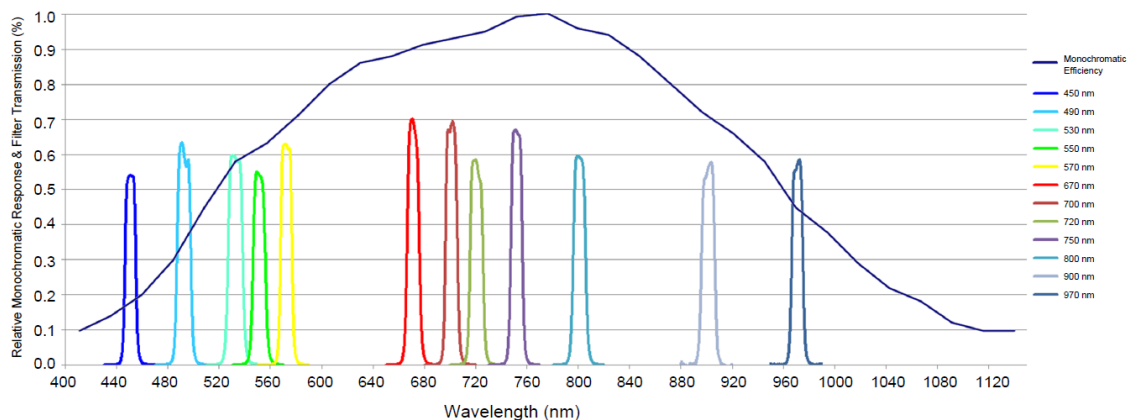


圖 2. 17 MiniMCA-12 之波譜範圍(Tetracam, 2013)

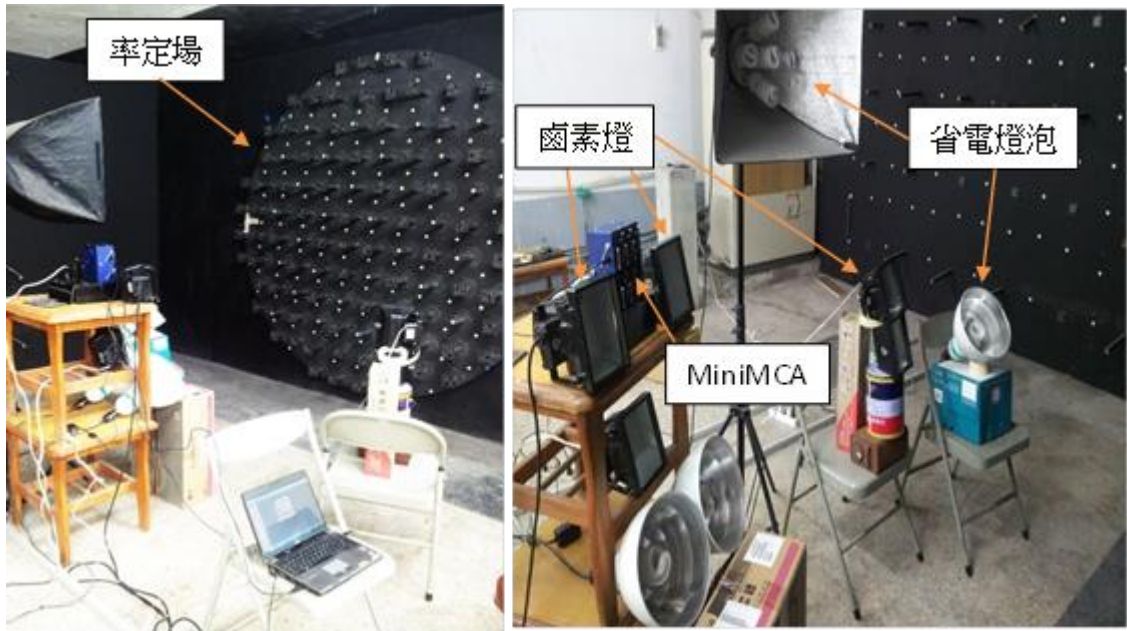


圖 2.18 室內率定場布置情形

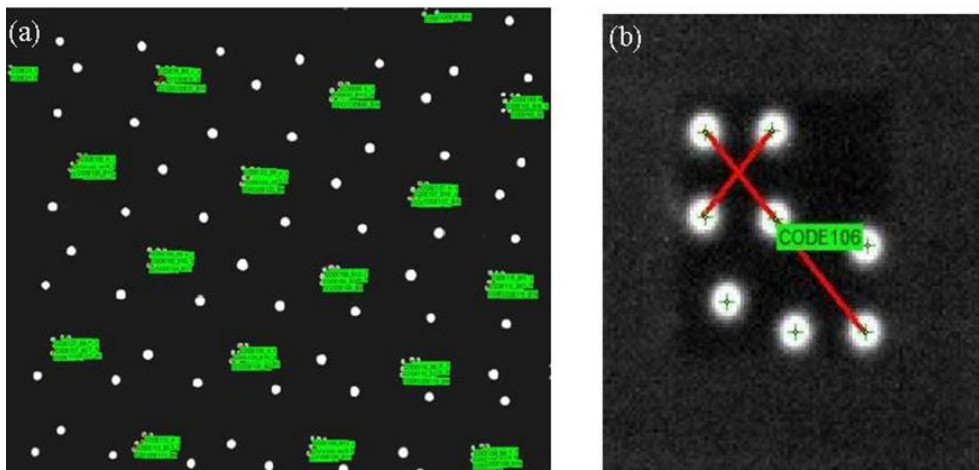


圖 2.19 人造標辨識成果: (a)單張影像辨識出成果(b)人造標局部放大圖

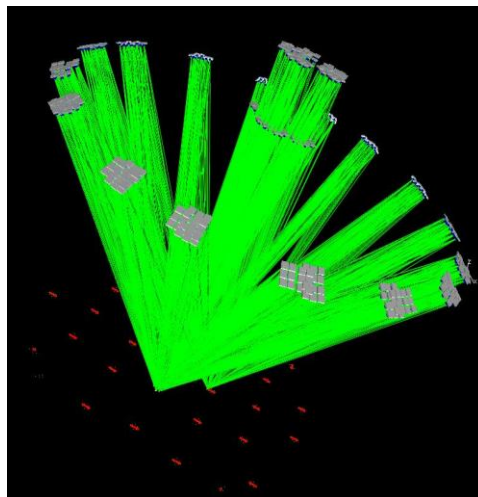


圖 2.20 相機率定 3D 網形顯示光束交會情況

表 2.14 為相機率定成果，顯示 MiniMCA-12 個鏡頭之焦距範圍約在 9.68~9.9 毫米之間。估計在像平面上輻射半徑 4.05 毫米處透鏡變形量 Δr 最大可到 114.46 微米(鏡頭 2)；最小為 100.41 微米(鏡頭 0，主鏡頭)，可見其透鏡變形效應相當大，在後續空三平差過程必須考慮不可忽略。

表 2.14 內方位率定成果

Camera#	c (mm)	x _p (mm)	y _p (mm)	K1(10 ⁻³)	K2(10 ⁻⁵)	K3(10 ⁻⁶)	P1(10 ⁻⁴)	P2(10 ⁻⁴)
1	9.801	-0.042	0.172	1.370	3.740	-1.450	-0.607	1.881
2	9.684	-0.063	0.242	1.880	-4.710	2.290	-0.677	0.460
3	9.747	-0.061	0.256	1.531	1.310	-0.331	-0.282	-0.692
4	9.880	-0.076	0.177	1.580	0.830	-0.262	-0.440	0.850
5	9.742	-0.041	0.144	1.510	0.500	0.002	-2.340	0.520
6	9.750	-0.018	0.209	1.525	0.567	-0.081	-2.521	-0.391
7	9.775	-0.042	0.111	1.550	0.190	0.004	-0.220	-0.093
8	9.787	-0.050	0.227	1.717	-1.812	0.722	-2.491	1.147
9	9.775	-0.055	0.216	1.603	0.264	-0.004	-1.340	-0.587
0	9.780	-0.080	0.291	1.722	-2.520	0.770	-1.440	-1.120
A	9.823	-0.077	0.120	1.560	-0.110	0.122	-0.247	0.212
B	9.901	-0.095	0.098	1.554	0.624	-0.140	0.502	0.212

2.2.2 室內多相機相對方位率定場

在多組相機相對方位率定部分，本計畫採用在任率定法(On-the-job calibration)同時率定內方位，同時求解外方位參數，進而從外方位參數求解相機間之相對方位。由於 Australis 之人造標具有已知之距離觀測量，因此可以自動設定尺度，所以在率定後可透過以下程序求得具絕對尺度之相對方位。首先經過拍照、自動判識人造標、及整體平差後可得到同一站所有相機之內、外方位參數。此處，各個相機之內方位可採用前節描述的單相機內方位率定法，也可以透過在任率定法，惟必須如何克服參數間高相關問題，以及提供不同尺度之影像與基線，以確保最小二乘平差成果能穩定、可靠與準確。

接著利用平差後之外方位參數，位置部分以 $r_{C_0}^M, r_{C_1}^M, r_{C_2}^M, r_{C_3}^M, r_{C_4}^M, r_{C_5}^M \dots$ 位置向量描述，而相對旋轉角部分是以旋轉矩陣表示，也就是 $R_{C_0}^M, R_{C_1}^M, R_{C_2}^M, R_{C_3}^M, R_{C_4}^M, R_{C_5}^M \dots$ 。若以相機 0 為參考相機，則相機 5 相對於相機 0 之旋轉矩陣如公式(2.5)所示，而透視中心之相對位置偏移量則如公式(2.6)所示，依此類推可以得到所有相機相對於相機 0 之相對方位。

$$R_{C_0}^{C_5} = R_{C_5}^M \times R_{C_0}^M, \text{ 其中 } R_{C_5}^M = (R_{C_5}^M)^T \quad (2.5)$$

$$r_{C_0}^{C_5} = R_{C_5}^M \times (r_{C_5}^M - r_{C_0}^M) \quad (2.6)$$

以前節 MiniMCA-12 之率定成果進行相對方位率定，表 2.15 顯示相對旋轉角(dOmega, dPhi, dKappa)與相對位置(dX,dY,dZ)之標準偏差(內部精度)。由此表可看出相對位置之精度都在 1.1 毫米以內，而相對旋轉角之內部精度大都在 0.05 度以內，除了相機 0~8 及 0~A 之間的 dKappa 標準偏差太大，對後續推算相機外方位參數時可能會造成比較大的影響。分析其原因可能是因為相機 8 及相機 A 距離相機 0 最遠，而由於率定時光線不夠充足，造成光量不夠，使其影像強度(intensity)不夠強，每組圓形標強度不一所致。圖 2.21 為利用前述相機率定後解算出來的相對位置值，所繪出各鏡頭之位置圖，與原始相機相比驗證其相對位置乃是合理的。

表 2.15 相對方位率定內部精度分析成果

Ref.-Target	dOmega (degree)	dPhi (degree)	dKappa (degree)	dX (mm)	dY (mm)	dZ (mm)
0-1	0.039	0.025	0.007	0.561	0.855	0.618
0-2	0.034	0.017	0.011	0.369	0.743	0.319
0-3	0.051	0.022	0.010	0.498	1.093	0.570
0-4	0.023	0.037	0.011	0.832	0.395	0.444
0-5	0.024	0.019	0.006	0.437	0.537	0.271
0-6	0.021	0.015	0.007	0.353	0.376	0.266
0-7	0.024	0.017	0.006	0.388	0.541	0.249
0-8	0.031	0.022	1.791	0.502	0.669	0.408
0-9	0.022	0.023	0.008	0.560	0.478	0.375
0-A	0.025	0.017	1.616	0.378	0.524	0.302
0-B	0.038	0.018	0.010	0.407	0.821	0.313

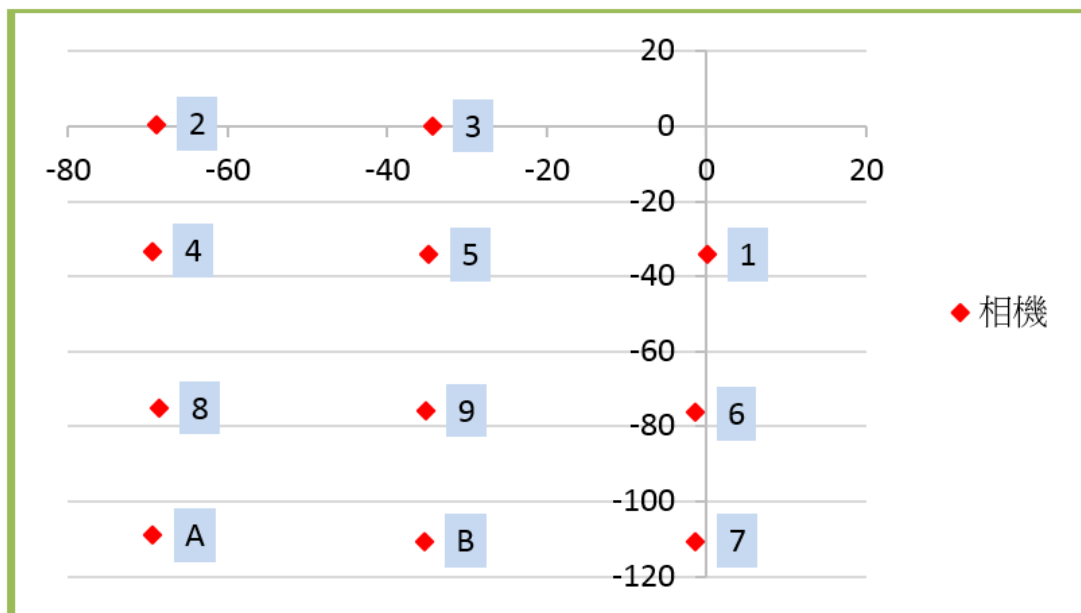


圖 2.21 利用相對方位求得之各相機相對位置圖

由於多相機系統之攝影幾何方式皆不相同，例如 PPIMS 則為 6~8 台相機組成 360°全景攝影、測繪車有 6 台工業級相機，分別在往車前進方向及向左、向

右 45°三個方向涵蓋 135°之視野，而 Ladybug 3 則為利用 6 台工業級相機組成 720°全景相機。因此單一形式的率定場將無法同時滿足所有相機組合。因此本率定場可根據不同影像系統設計可以彈性調整人造標分布，或不同大小之人造標，以獲得高強度的攝影交會幾何。

2.3 完成設置多平台製圖全系統室外率定場

2.3.1 測繪車率定場

本計畫於前一年度在成大歸仁校區西南方角落設置一多平台製圖系統室外測試與率定場，其目的是為了達到直接地理定位，以符合車載移動式測繪系統率定與檢驗成果精度之需求，過程中需要率定這些平台所搭配之工業級數位相機與 IMU 載體坐標系之軸角與固定臂，為了聯合解算 GNSS 與 IMU 得到平台之位置與姿態，必須要有 GNSS 衛星定位觀測量，因此必須選擇一個透空度高，車輛方便進出，且有部分建物可以被拍攝的場所。

本案前年度在控制測量部分是採用以 GNSS 控制測量、導線測量、三邊測量方法實施加密控制測量、水準高程控制測量、全站儀採光線法三維定位等方式進行，由上而下依序完成 GPS 控制點、導線點、加密控制點、牆面控制點及物徵檢核點的量測與坐標計算，最後達成整體控制場的設置。

本年度為了符合影像式與光達式測繪車之率定與精度檢驗需求，改採地面雷射掃描儀，搭配靜態 GNSS 觀測，以產生整個率定場之三維點雲，如此即可量測任意點當作控制點或檢核點。率定場位置仍為成大歸仁校區先前設置之率定場，施測前先針對之前所布置之地面控制點，外加四個點形成面狀分布，以靜態 GNSS 觀測 1.5 個小時，其中一站固定不動，其他站在觀測 1.5 個小時後換站繼續觀測。兩個禮拜後下載精密星歷資料，並搭配鄰近之 GNSS 連續觀測站資料，也就是中央地調所之成大航太站(GS34)、南沙崙農場(GS35)、西勢國小(GS31)三個基站，以 Bernese 軟體進行整體解算，求得這些控制點之精密地理座標，並轉換成 TWD97 平面座標系統，高程系統維持橢球高。接著在這些控制點上擺設圓形反光標，並在附近架設 Riegl VZ400 地面雷射掃描儀共 5 站，掃描解析度皆為 0.03 度，之後將掃描成果拼接套合，並設置控制點座標，將所有點雲轉換到 TWD97 座標系統，完成控制場之三維點雲。統計點雲拼接之內部精度可達 2.3 毫米，圖 2.22 為誤差分布圖。而以四個控制點轉換到地理座標後誤差約在 5 公分以內，圖 2.23 為五個掃描站拼接後之 3D 透視圖。

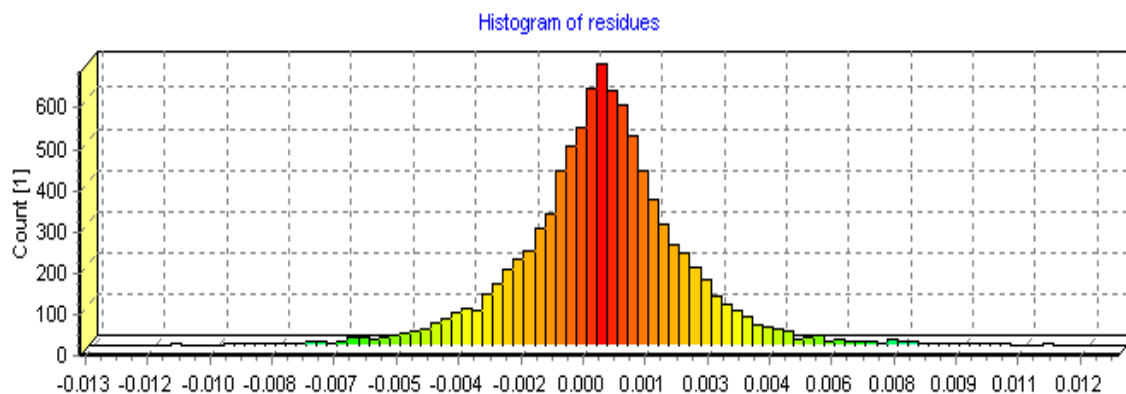


圖 2.22 誤差分布圖



圖 2.23 地面光達掃描及拼接後成果 3D 透視圖

2.3.2 個人攜行式室外檢驗場

- 驗證場設置

(a) 設置考量

驗證場之設置乃考慮到四周有建物圍繞，且有足夠的特徵點能被測量，計算出座標，日後做為平台的驗證點位，然而這次希望在成功大學主校園內設置，增加便利性，經過場勘後最後選擇在成功大學自強校區來設置，設置地點如圖 2.24 所示，為部分的自強校區周邊，而紅框處是這次驗證場設置區域。

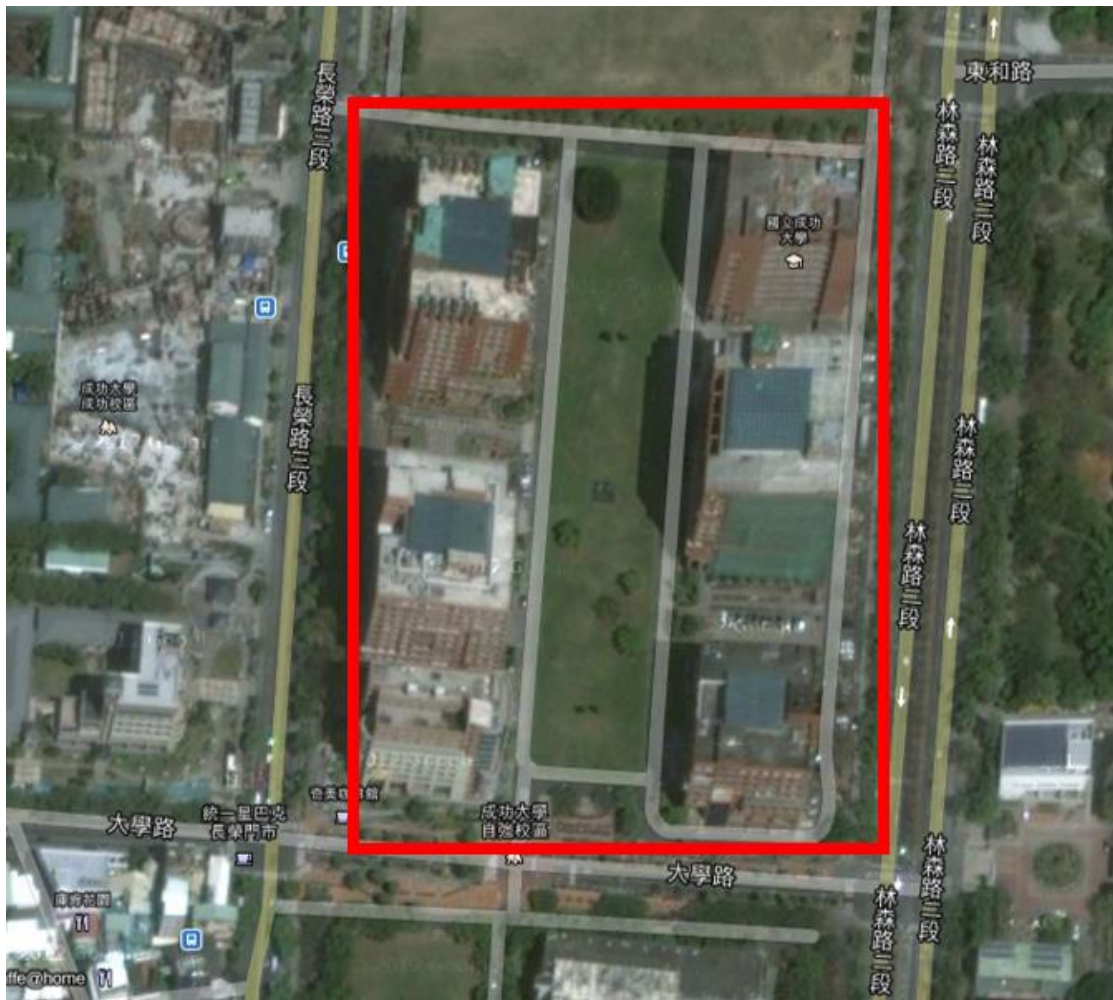


圖 2.24 自強校區周邊

(b) 設置方法

先在自強校區在地面佈設控制點，並選擇一些牆面適當的特徵點之後，於這些控制點擺站，進行 GPS 靜態測量，解算出其三維座標(E,N,h)，即 TWD97 的平面座標和橢球高，再以全站儀進行邊角觀測，並進行水準高程測量，將這些觀測資料和先前的 GPS 座標聯合平差，解得最終的地面控制點座標(E,N,h)。

接著架設全站儀於這些地面控制點上，觀測先前選擇的牆面特徵點，而每個牆面特徵點皆會架不同站觀測兩次，以最小二乘法計算出牆面特徵點的平面座標，而高程為兩站所測得的三角高程的平均值，因此其三維座標和控制點相同皆為(E,N,h)，這些牆面特徵點將作為之後驗證所用，而詳細流程與成果於之後段落詳敘。

(c) 設置流程

驗證場設置流程圖如圖 2.25：

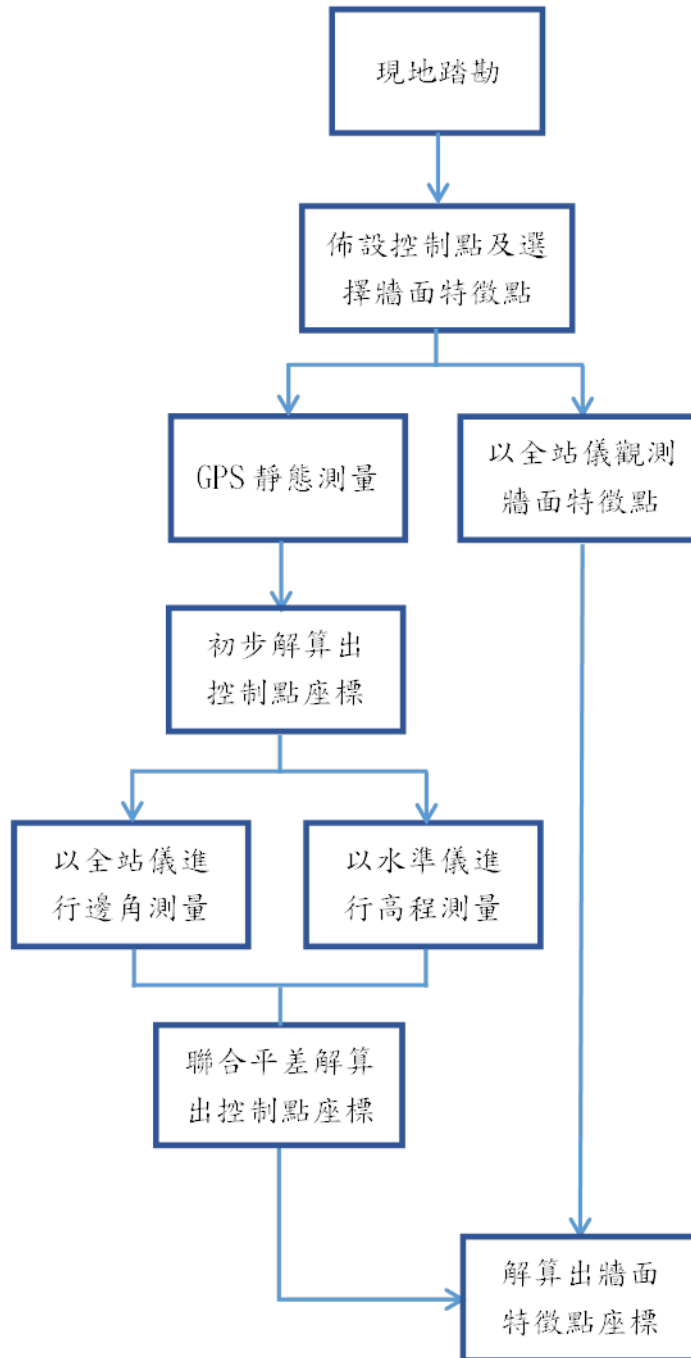


圖 2.25 驗證場設置流程圖

● 地面控制測量

(a) 控制點佈設

於地面佈設 7 個控制點，編號 P01~P07，如圖 2.26 所示：



圖 2.26 控制點佈設位置

佈設的考量除了要透空良好外，也要能觀測所選擇的牆面特徵點，因此每個控制點上架站能後視一個控制點，再觀測牆面特徵點，而每個牆面特徵點皆能被不同站觀測兩次。

(b) 外業測量

以 LEICA 雙頻的 GPS 接收儀來觀測，並和測量系館頂樓的固定站 CN11 聯測，共擺了 4 個時段，前兩個時段接收時間為 60 分鐘，然而在自強校區遮蔽情況嚴重，資料接收量不足，因此多增加了後兩個時段，每段接收時間為 90 分鐘。施測時段整理於表 2.16。

表 2.16 GPS 施測時段

日期	時段	觀測時間	人員 1	人員 2	人員 3	人員 4	人員 5
5/14	1	14:00~15:00	P01	P02	P07	P03	CN11
5/14	2	15:15~16:15	P01	P04	P05	P06	CN11
5/31	3	8:00~9:30	P03	P05	P06	P02	P04
5/31	4	9:45~11:15	P03	P05	P06	P07	P01

表上紅字的 P03，是原本佈設的位置，但發現其無法和另一個控制點通視，因此換到另一個位置，於時段 3~4 和其他點位同時觀測，而原本時段 1~2 於 P03 接收的資料便剔除不用。接著以全站儀進行邊角觀測，其中 P03 和 P04 無法和其他控制點通視，只能彼此通視。

最後進行水準高程測量，往返測出 P01 和其餘控制點的高程差。

(c) 內業解算

觀測資料以 TBC 軟體來解算，每一時段處理成獨立基線的向量檔，再一起匯入解算，最後以系館頂樓 CN11 的座標來強制附合，解得到初步的地面控制點座標。

接著和邊角觀測和水準測量的數據進行聯合平差，由於在進行靜態 GPS 觀測時，P01 與 P05 四周遮蔽情形較不嚴重，透空較好，因此信任其點位觀測成果，此外，因為 P01 能和大部分地面控制點通視(P03、P04 除外)，進行邊角測量的時候，主要架站於 P01 觀測，因此解算時平面座標將 P01 和 P05 固定。而高程之求解方式為固定 P01 的高程，藉由水準測量，量測 P01 與其他點的高程差。另外，由於使用多種觀測量，每種觀測量的觀測方式皆不相同，其精度也不同，因此利用各觀測量精度平方的倒數做為權值，最後解出最終的地面控制點座標，如表 2.17 所示。

表 2.17 地面控制點座標

Point ID	E(m)	E error(m)	N(m)	N error(m)	h(m)	h error(m)
P01	170351.055	0.000	2544183.560	0.000	42.213	0.000
P02	170391.274	0.003	2544295.830	0.002	41.462	0.001
P03	170445.565	0.011	2544210.290	0.008	41.325	0.001
P04	170430.888	0.011	2544131.504	0.008	41.297	0.001
P05	170344.814	0.000	2544076.960	0.000	41.848	0.001
P06	170279.922	0.002	2544176.357	0.002	42.531	0.001
P07	170339.449	0.002	2544268.506	0.001	41.743	0.001

由表 2.17 可得：E、N 方向的誤差除了 P03 和 P04 外，其餘皆在 0.005 公尺內，然而這兩個控制點誤差較大的原因是由於無法和其他點通視，以全站儀做邊角觀測時，觀測資料較少所造成得。

而高程平差時，因加入水準測量的觀測資料，給其較大的權，最後使整體精度提升為 0.001 公尺。

- 牆面控制測量

- (a) 特徵點選擇

牆面特徵點於水平方向大約每 45° 就會選擇一排，每排 3~4 個，因此總共選擇了 8 區，編號 A~H 區，如圖 2.27 所示：

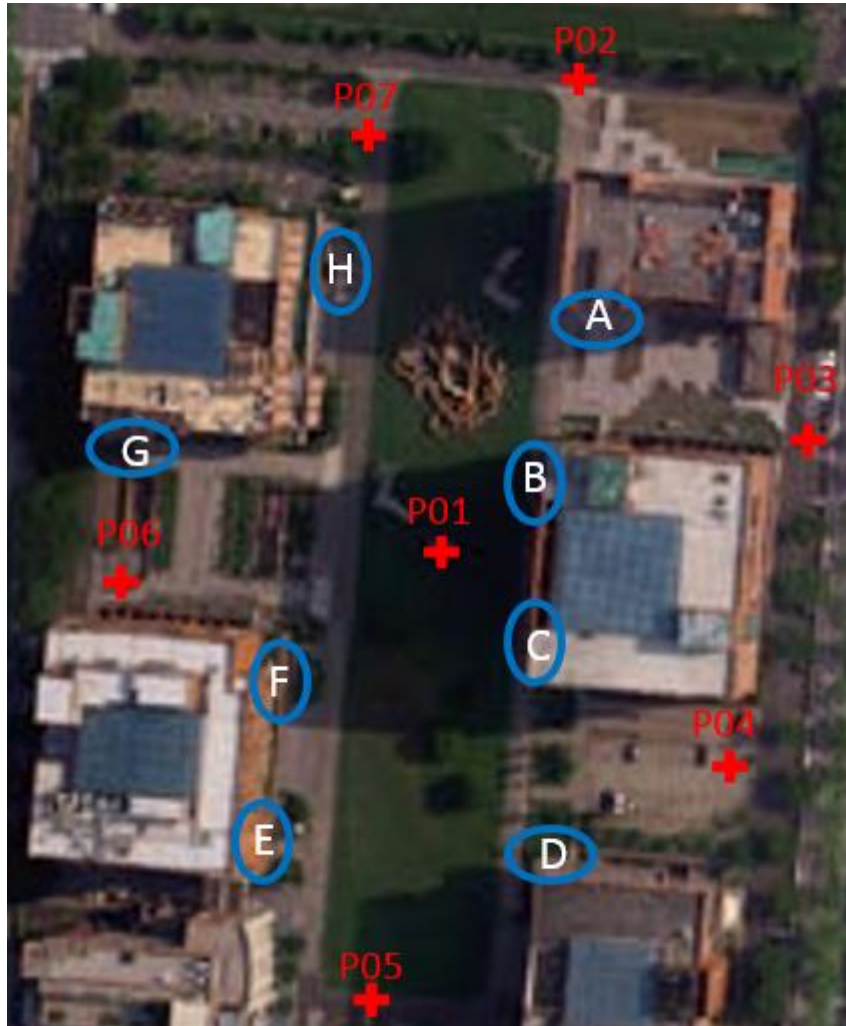


圖 2.27 牆面控制點分佈

以 B 區為例，其牆面特徵點如圖 2.28 所示：



圖 2.28 B 區牆面控制點

B03 位於灰色和紅色磁磚右上角交接處，放大如圖 2.28 右邊小圖所示。此外每一個牆面特徵點皆會架設兩站來觀測，因此還須考慮到交會的角度，使其在 90° 左右，各區牆面特徵點的交會情形如圖 2.29 所示：

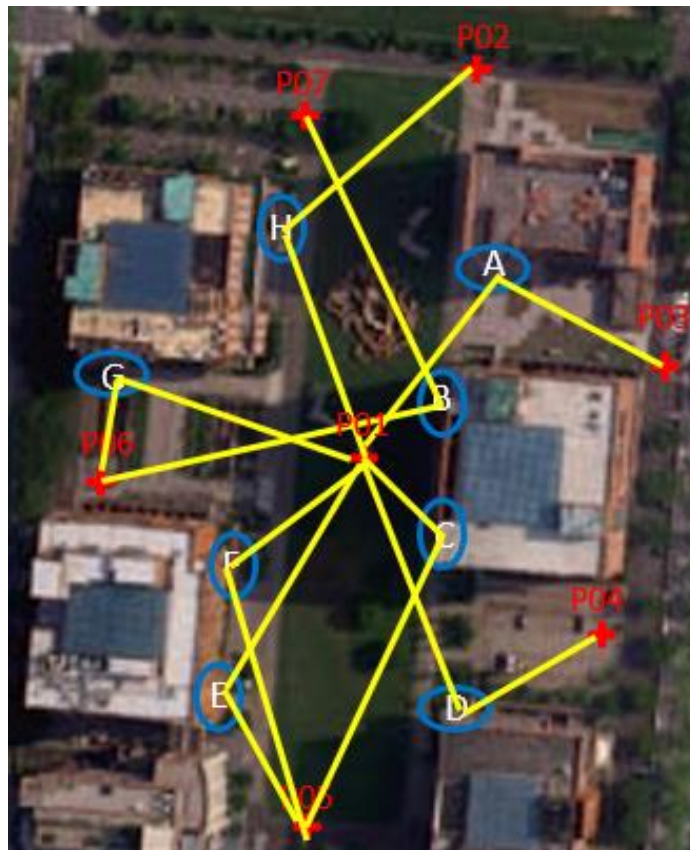


圖 2.29 各區牆面特徵點交會情形

總共選擇了 27 個牆面特徵點，而各區點位個數整理如表 2.18。

表 2.18 各區點位個數

區域	點位個數
A	3
B	3
C	3
D	3
E	4
F	4
G	3
H	4
合計	27

(b) 交會原理

交會原理如圖 2.30 所示，其中 P 點為待測之牆面控制點，A、B、C、和 D 點皆為地面控制點：

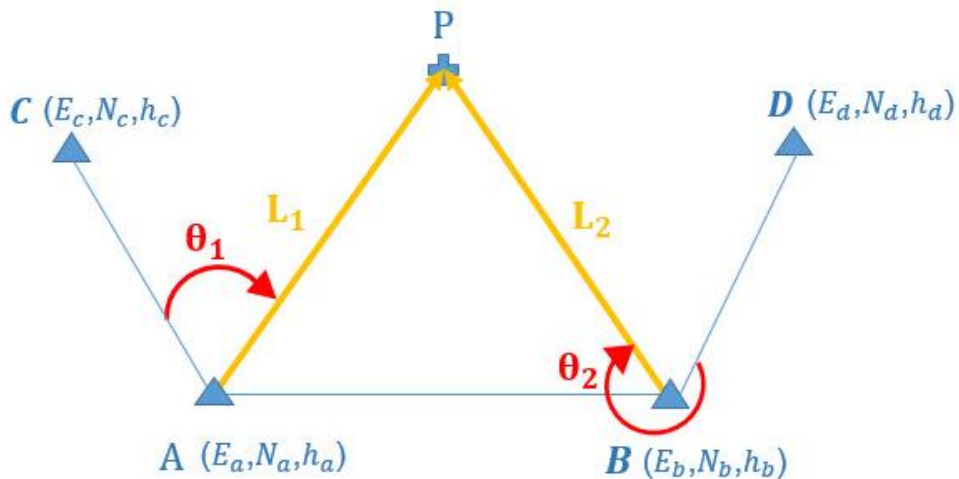


圖 2.30 交會原理圖

全站儀先架設在 A 點後視 C 點，觀測 P 點，可得到水平角 θ_1 和水平距 L_1 ，接著換站於 B 點架設，後視 D 點然後觀測 P 點，可得到水平角 θ_2 和水平距 L_2 ，共有 4 個觀測量，以這 4 個觀測量，透過最小二乘法來求解 P 點的平面座標 (E,N) 這兩個未知數，權的給定是角度 10 秒，距離 0.005 公尺，而 P 點的橢球高則是平均在 A、B 兩站測得的三角高程。

以 B 區為例，先架站於 P07，後視 P02 觀測 B 區特徵點，接著換站於 P06，後視 P01 觀測 B 區特徵點，實際架站位置如圖 2.31：

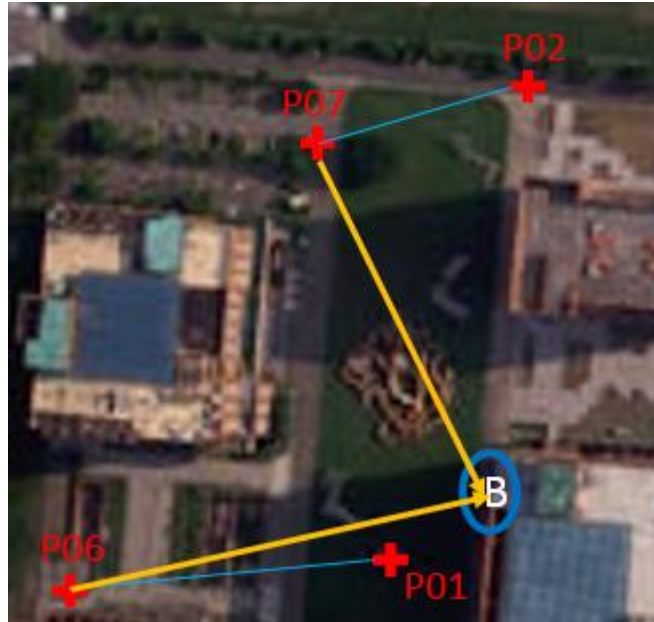


圖 2.31 B 區架站位置

(c) 內業解算

以 Matlab 自行撰寫程式，解算出各區的牆面特徵點三維座標(E,N,h)，成果整理於表 2.19~2.26。

表 2.19 A 區牆面控制點座標

Point ID	E(m)	N(m)	h(m)	σ_E (m)	σ_N (m)	σ_h (m)
A01	170411.153	2544245.589	74.616	0.003	0.003	0.008
A02	170411.137	2544245.588	66.614	0.003	0.003	0.008
A03	170411.132	2544245.586	58.601	0.003	0.003	0.008

表 2.20 B 區牆面控制點座標

Point ID	E(m)	N(m)	h(m)	σ_E (m)	σ_N (m)	σ_h (m)
B01	170386.978	2504200.326	78.411	0.005	0.004	0.007
B02	170387.476	2504206.686	74.427	0.008	0.009	0.008
B03	170387.171	2504202.945	58.432	0.008	0.009	0.008

表 2.21 C 區牆面控制點座標

Point ID	E(m)	N(m)	h(m)	σ_E (m)	σ_N (m)	σ_h (m)
C01	170383.553	2504158.182	70.435	0.007	0.006	0.008
C02	170381.612	2504157.660	59.108	0.007	0.006	0.008
C03	170381.897	2504161.385	55.460	0.007	0.006	0.008

表 2. 22 D 區牆面控制點座標

Point ID	E(m)	N(m)	h(m)	σ_E (m)	σ_N (m)	σ_h (m)
D01	170384.531	2504109.416	74.923	0.003	0.003	0.008
D02	170388.610	2504109.094	66.652	0.003	0.003	0.008
D03	170388.227	2504112.180	59.245	0.003	0.003	0.008

表 2. 23 E 區牆面控制點座標

Point ID	E(m)	N(m)	h(m)	σ_E (m)	σ_N (m)	σ_h (m)
E01	170314.055	2504118.965	82.333	0.006	0.007	0.008
E02	170315.254	2504127.474	86.325	0.004	0.005	0.005
E03	170315.251	2504127.470	78.351	0.004	0.005	0.005
E04	170313.842	2504116.301	70.402	0.009	0.010	0.008

表 2. 24 F 區牆面控制點座標

Point ID	E(m)	N(m)	h(m)	σ_E (m)	σ_N (m)	σ_h (m)
F01	170317.261	2504152.527	86.328	0.006	0.007	0.008
F02	170317.058	2504149.850	78.351	0.004	0.004	0.005
F03	170317.280	2504152.534	70.373	0.006	0.007	0.008
F04	170318.637	2504156.879	59.080	0.007	0.006	0.008

表 2. 25 G 區牆面控制點座標

Point ID	E(m)	N(m)	h(m)	σ_E (m)	σ_N (m)	σ_h (m)
G01	170288.616	2504214.875	74.690	0.002	0.003	0.008
G02	170284.376	2504215.218	66.689	0.002	0.003	0.008
G03	170288.627	2504214.858	54.579	0.002	0.003	0.008

表 2. 26 H 區牆面控制點座標

Point ID	E(m)	N(m)	h(m)	σ_E (m)	σ_N (m)	σ_h (m)
H01	170324.284	2504254.529	91.569	0.007	0.008	0.008
H02	170325.042	2504264.012	89.894	0.008	0.007	0.008
H03	170324.560	2504257.783	78.688	0.007	0.008	0.008
H04	170326.271	2504253.984	59.421	0.007	0.008	0.008

由表 2.19~表 2.26 可得：E 方向的誤差皆小於 0.009 公尺，N 方向的誤差皆小於 0.010 公尺，而高程的誤差則皆小於 0.008 公尺。此外，每一個檢核點皆有做詳細的點之記，方便日後提供其他平台進行驗證工作。

● 驗證場應用實例-以 GPS 資料輔助地面光達進行多站點雲套疊

地面光達是近幾年廣泛應用在空間資料獲取的技術之一，透過雷射訊號的發射與接收，可以得到當地場景的三維點雲資訊，然而，所得到的點雲座標皆建立在掃描儀本身的座標系統上，在某些特定應用中，必須將掃描儀的座標系統轉換到當地地理座標系統(如:TWD 97)，一般我們都使用至少三個控制點，求解兩個座標系統間的轉換參數，但建立控制點必須使用額外的儀器與時間，轉換成果的好壞也會受到控制點精度影響，掃描場景也可能受到環境限制，無法佈設控制點，使用控制點進行座標轉換的效率在不同環境下皆會有所差異，因此我們可以使用直接地理定位的概念來獲得當地座標系統的點雲資訊，以 GPS 資料輔助多站點雲進行套疊。在本次實驗中，使用地面光達 Riegl VZ-400 和 GPS 接收儀 Trimble R4，於我們所建立的驗證場進行場景掃描並同時量測 GPS 天線座標，以軟體 Riscan 進行資料處理，最後在套疊後的點雲資料上，量取驗證場中檢核點的座標，與我們地面測量的成果互相比較，藉此評估 GPS 輔助地面光達進行多站點雲套疊的精度。

(a) 掃描

本次實驗中，我們將 GPS 天線透過轉接頭裝置在掃描儀的相機上方(圖 2.32)，架設儀器時進行定平的動作，於每次掃描前先使用 eGPS 系統量測 GPS 天線之座標，再進行掃描，掃描儀總共架設了四站，水平與垂直的角度解析度分別為 0.02 度，每站掃描所花費的時間為 12 分鐘。



圖 2.32 GPS 天線透過轉接頭裝置在掃描儀上方

在 GPS 測量上，由於使用 eGPS 座標系統與地面測量之座標系統存在基準的差異，因此除了量測掃描儀的座標外，另外於所佈設的控制點也進行座標量測，利用測得的控制點座標與地面測量之成果比較，求解其轉換參數，使 GPS 的座標與建立的驗證場座標統一。

(b) 資料處理

首先為輸入測站座標，在掃描儀的手冊中，提供了 GPS 天線底部到掃描中心的距離，也就是說儀器在水平的情況下，輸入 GPS 天線底部座標與其到掃描中心的距離，即可得到掃描中心的座標，而掃描儀的姿態部分，主要是利用多站平差的方式，求得儀器座標系統轉換到當地地理座標系統的三軸旋轉角，最後即可將四個掃描站的點雲資料套疊至當地座標系統中(圖 2.33)。



圖 2.33 四站點雲資料套疊成果

(c) 成果

在套疊後的點雲資料內，量取總共 27 個檢核點的座標，與地面測量所得到的成果進行比較，將地面測量的檢核點座標減掉點雲量測座標，其成果如下表：

表 2.27 量測點雲套疊後座標成果

	dE(m)	dN(m)	dh(m)
maximum	0.065	-0.067	0.101
minimum	-0.001	0.001	-0.001
RMSE	0.035	0.035	0.054

由上表可發現檢核點座標 E、N 方向的精度大約為 3.5 公分，而高程方向的精度約為 5.4 公分，造成高程方向精度差異較差的原因，應為 GPS 測量中，高程方向精度較平面方向精度差，進而影響多站套疊結果。透過本實驗可以得知，利用 GPS 輔助地面光達進行多站套疊的精度，足以應用於某些特定目的。

2.4 多平台率定實驗室簡介摺頁

為進一步推廣多平台製圖系統測試及率定實驗室之效益，本案設計多平台率定實驗室簡介摺頁，其內容以 MMS 多平台製圖系統測試與率定實驗室架構為主軸，如圖 2.34 所示。依據整合式定位定向子系統、影像感測子系統、全系統及室內(外)測試與率定設施分別編定編號與不同色調對應出 01 慣性測量儀測試率定實驗室、02 靜態測試基線場、03 動態測試平台、04 單一相機內方位率定場、05 多組相機相對方位率定場、06 多平台製圖系統測試率定場等六大摺頁主要區塊。



圖 2.34 多平台製圖系統測試與率定實驗室架構

每一區塊內容包括各率定場測試服務項目與規格及專業測試儀器或設備之規格。摺頁設計規格參考 A4 海報三包摺製作尺寸，宣傳資料的顏色搭配請具備工業設計專長的專家提供建議，將色調調校為柔和淡雅，實驗室簡介中採用「We are mapping the future」簡短有力之標語，期望大家都能思考 MMS 之現在與未來，提高推動 MMS 之行動力，讓 MMS 測繪科技之發展更快進入人心。整體摺頁樣張如圖 2.35 所示。

04 單一相機內方位率定場

- ☑：設置有高密度人造標。
- ☑：可選用高畫質與高幾何強度之文會攝影。
- ☑：依照率定程序可避免參數高相關問題。
- ☑：採用原理為附加參數自準光法平差。

測試/率定項目	測試場之精度規格	規劃場地大小
內方位參數	x_p	0.001 mm
	y_p	0.001 mm
	c	0.001 mm
		$6.85 \pm 4.60 \pm 2.67 \text{ m}^3$
附加參數	K_1	$1.e - 07$
	K_2	$1.e - 10$
	K_3	$1.e - 13$
	P_1	$1.e - 07$
	P_2	$1.e - 07$
	B_1	$1.e - 06$
	B_2	$1.e - 06$
相對精度	1:150,000	
絕對精度	0.02 mm	

05 多組相機相對方位率定場

- ☑：採用在任率定法(On-the-job calibration)率定內方位。
- ☑：同時求解外方位參數，進而求解相機間之相對方位。
- ☑：根據不同影像系統設計可以彈性調整人造標分布，或不同大小之人造標，以獲得高強度的攝影文會幾何。

測試/率定項目	測試場之精度規格	規劃場地大小
相對位置	DX	1 mm
	DY	1 mm
	DZ	1 mm
相對旋轉角	Omega	0.01 °
	Phi	0.01 °
	Kappa	0.01 °

06 多平台製圖系統測試率定場

- ☑：位於成大醫仁校區。
- ☑：符合影像式與光達式測繪車之率定與精度檢驗需求。
- ☑：採地面雷射掃描儀，搭配靜態GNSS觀測，量測三維點雲中任意點當作控制點或檢核點。

測試/率定項目	測試場之精度規格	規劃場地大小
IMU-相機固定費	DX	1 cm
	DY	1 cm
	DZ	1 cm
IMU-相機轉角	Omega	0.03 °
	Phi	0.03 °
	Kappa	0.03 °
直接定位	東(2度 TM)	1 cm
	北(2度 TM)	1 cm
	正高	1 cm



國立成功大學
測量及空間資訊學系

地址：70101 台南市東區大學路1號
電話：(06)275-7575 EX 63833-812
電子信箱：i.mirochang@gmail.com
http://mms.geomatics.ncku.edu.tw

MMS
Mobile Mapping System
We are mapping the future

多平台製圖系統
率定實驗室



01 慣性測量儀測試率定實驗室

- ☑：位於成功大學測量與空間資訊學系系館一樓。
- ☑：減低建築振動效應。
- ☑：提供恆溫空調。
- ☑：絕對重力點及真北方向已知。
- ☑：GNSS訊號室內播放設備。
- ☑：高精度雙軸率定轉台。
- ☑：高精度單軸線性加速度台。
- ☑：精密溫度槽。



測試項目	測試場之精度規格	規劃場地大小
慣性測量儀系統誤差	陀螺儀原位置移	0.001°/hr
	加速度計原位置移	10 ug
	陀螺儀原位置移穩定性	0.00001°/hr
	加速度計原位置移穩定性	1 ug
	陀螺儀尺度因子穩定性	0.1 ppm
	加速度計尺度因子穩定性	0.1 ppm
定向	軸交誤差	0.000001°
	方位角	0.001°
	滾轉	0.0005°
定位	俯仰	0.0005°
	經度	0.1 cm
	緯度	0.1 cm
定速	橢球高	0.1 cm
	北速度	0.001 m/s
	東速度	0.001 m/s
垂直速度	0.001 m/s	

02 靜態測試基線場

- ☑：設置有五個基樁。
- ☑：具備高精度位置坐標與航向。
- ☑：方位角透過e-GPS基站為主站之靜態測量測定。

MMS 多平台製圖系統測試與率定實驗室架構



測試項目	測試場之精度規格	規劃場地大小
定向	方位角	0.0003°
	滾轉	0.0001°
	俯仰	0.0001°
定位	經度	0.5 cm
	緯度	0.5 cm
	橢球高	0.5 cm
定速	北速度	0.000001 m/s
	東速度	0.000001 m/s
	垂直速度	0.000001 m/s

03 動態測試平台

- ☑：專業定位定向系統動態測試平台。
- ☑：動態精度驗證方式為IEEE與美國導航學會推薦。

測試項目	測試場之精度規格	備註
定向	方位角	0.001°
	滾轉	0.0005°
	俯仰	0.0005°
定位	經度	5 cm
	緯度	5 cm
	橢球高	5 cm
定速	北速度	0.001 m/s
	東速度	0.001 m/s
	垂直速度	0.001 m/s
定向	方位角	0.0015°
	滾轉	0.0008°
	俯仰	0.0008°
定位	經度	10 cm
	緯度	10 cm
	橢球高	10 cm
定速	北速度	0.02 m/s
	東速度	0.02 m/s
	垂直速度	0.02 m/s



圖 2.35 整體摺頁樣張

2.5 車載移動製圖平台規範

移動遙測製圖系統整合全球導航衛星系統 (GNSS)及慣性導航系統 (INS) 形成高精度直接定位系統，並結合多種高效率影像感測器，搭配高精度率定場，能快速獲取並儲存感測資料，直接解算獲得感測器方位，最後透過高度自動化的軟體系統進行資料處理，獲得所需的空間資訊，移動遙測製圖系統之作業流程如圖 2.36(a)所示。移動平台可以是衛星、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)等，如圖 2.36(b)所示。

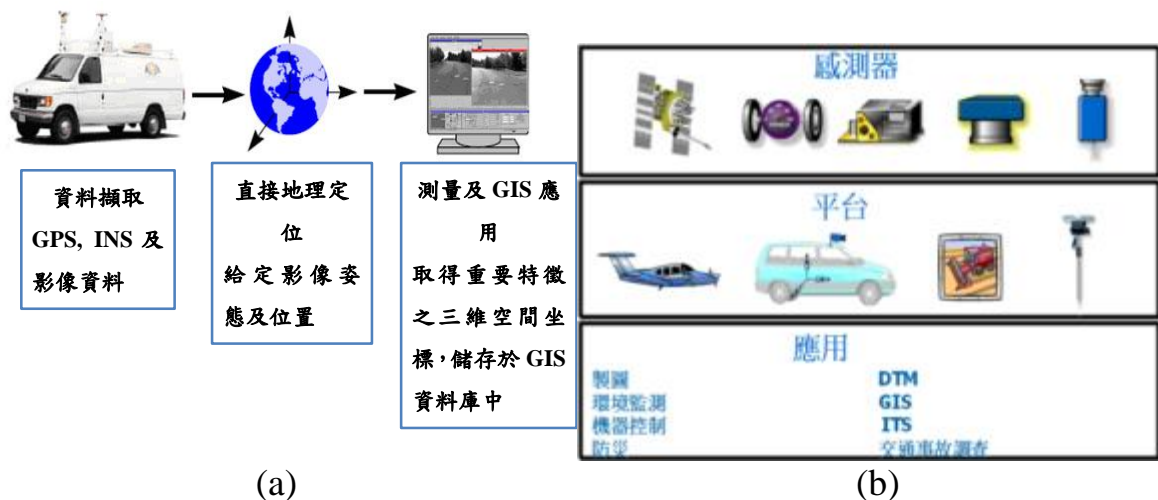


圖 2.36 移動遙測製圖系統之作業流程(a)與組成元件(b) (El-Sheimy, 1996)

目前國內尚無針對車載移動製圖系統的制定作業程序與規範，在國外部份，美國交通研究委員會 2013 年的 NCHRP(National Cooperative Highway Research program)中針對移動光達在交通應用上的使用方針，以及美國佛羅里達交通部 2012 年的地面移動光達測繪及製圖方針(TML Guideline, 2012)。所以本案以這些現有參考資料為基礎先草擬車載移動製圖系統的作業程序與規範所需涵蓋的項目，未來再逐步透過公開討論方式落實具體的規範內容。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，無法針對特定的製圖任務制定規範(TML Guideline, 2012)，所以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，委託方(甲方)再依其應用需求搭配現行規範參酌本案提出的作業程序原則落實在其相關合約中。若按照應用的精度需求分級可分類如下表 2.28(TML Guideline, 2012)：

表 2.28 系統精度分級及對應之應用

應用分級	高精度應用	中精度應用	低精度應用
精度分級	三維直接地理定位精度小於 30 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大於 100 公分
應用領域	<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 	<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"> ● 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

2.5.1 車載系統設備

移動製圖系統為因應不同應用目的之精度需求，而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。

2.5.1.1 數位影像系統

可搭載的影像感測器包含使用像幅的數位相機、使用線掃描技術的多光譜線掃描儀、光達與 IFSAR/INSAR。另外近年來成功大學測量及空間資訊系研發的空載傾斜攝影移動遙測製圖系統已使用高規格之單眼數位相機進行空載移動遙測製圖系統之研發與測試，其定位精度符合國內之 1/5000 地形圖之製圖規範，優點是使用者無須掃描底片，同時數位影像處理技術可提高特徵物萃取自動化程度，影像之更新與儲存更為簡易，故可提升製圖效率。

2.5.1.2 多系統 GNSS 聯合處理架構

目前以虛擬主站進行動態定位的 eGPS 或 eRTK 技術已普遍為空間資訊領域所使用，然對於移動遙測製圖之應用而言，車載平台之高速運動對於 eGPS 或 eRTK 所需之即時資訊傳輸是一大挑戰，此外移動遙測製圖之應用無須即時獲得定位定向解，故可以後處理的軟體解算獲得更高精度之相關資訊。而受限於移動遙測製圖系統所使用的定位定向軟體之計算架構，目前移動遙測製圖之作業模式仍仰賴使用者在測區自行架設 GNSS 主站以提供後處理之用。

此外多系統 GNSS 聯合處理架構之發展並不意味著該系統已經無需仰賴其

他輔助感測器，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，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。故對於移動遙測製圖之應用而言，持續朝向整合多元感測器定位定向系統之發展才是妥善的策略。

2.5.1.3 高精度低成本慣性測量儀

整個移動遙測製圖技術之發展與固裝式慣性測量儀之發展是高度相關的，由直接定位技術之觀點來看，沒有慣性測量儀就不會有今日蓬勃發展的移動遙測製圖相關產業。圖 2.37 所示為慣性感測系統之分類；其一為 INS，具備完整的系統誤差改正模型與導航電腦故其可以提供補償後的原始觀測量供後處理應用與即時導航解；其二為慣性測量儀，具備完整的系統誤差改正模型故可提供補償後的原始觀測量供後處理應用；而其三為慣性感測器模組(Inertial Sensor Assembly, ISA)，只具備輸出未補償原始觀測量之能力。就移動遙測製圖技術之應用而言，因為作業模式之特性與精度之需求，標準的作業程序為透過後處理方式進行精密定位定向解之計算，故並不需要使用到最昂貴的 INS，表 2.28 所示為慣性測量儀之分類規格。最適合車載系統的慣性測量儀為導航等級系統。

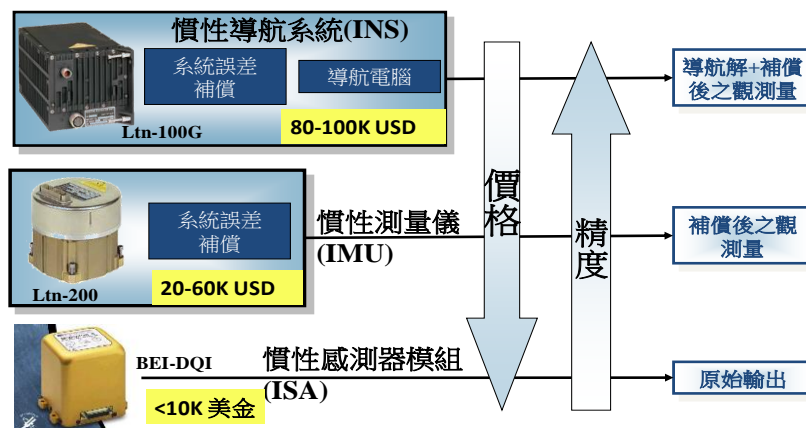


圖 2.37 慣性感測系統之分類

表 2.29 慣性測量儀之分類規格

效能	戰略等級 (INS)	導航等級 (INS或IMU)	戰術等級 (IMU或ISA)	微機電等級 (IMU或ISA)
定位誤差(純慣性 導航模式)	<30公尺/小時 (>500,000美金)	2-4公里/小時 (150K-300k美金)	20-40公里/小時 (20K-120K美金)	50-500公尺/分鐘 (<10K美金)
陀螺飄移(度/小時)	0.0001	0.01-0.001	0.1-10	10-3600
加速度飄移	1 μg	50-100 μg	100-1000 μg	0.1-0.5 g
出口管制	<input type="checkbox"/> ITAR(有錢買不到)	<input type="checkbox"/> ITAR(買到可能性低)	<input type="checkbox"/> ITAR(美國產品) <input type="checkbox"/> EU(歐洲產品)	<input type="checkbox"/> 無
應用	<input type="checkbox"/> 洲際彈道飛彈 <input type="checkbox"/> 潛水艇	<input type="checkbox"/> 車載移動遙測製圖系統 <input type="checkbox"/> 空載底片型移動遙測製圖系統 <input type="checkbox"/> IFSAR <input type="checkbox"/> 輪車導航系統 <input type="checkbox"/> 指北系統	<input type="checkbox"/> 與GNSS整合提供一般移動遙測製圖應用 <input type="checkbox"/> LIDAR <input type="checkbox"/> 空載像幅型移動遙測製圖系統 <input type="checkbox"/> 戰術飛彈	<input type="checkbox"/> 個人攜行式系統

2.5.1.4 多系統融合定位定向演算法

導航界對一個不間斷且穩定的導航系統之需求催生了 INS/GNSS 整合式定位定向系統。傳統的即時導航定位演算法是以擴張卡曼濾波器(Extended Kalman filter, EKF)為主，而針對直接定位與移動測圖之後處理應用使用平滑器來滿足高精度之需求。目前各種 INS/GNSS 整合系統之概念大致相同(Shin, 2005)，但不同使用者對系統的認知不同，故所開發的卡曼濾波器所具備之狀態數目、動態模型及誤差模型皆或有不同(Chiang, 2004)，同時每個開發者對濾波器參數調整(filter tuning)的能力更影響軟體的效能(Chiang et al., 2009)，因此無法具體斷定某個濾波器之優劣。

現今最常用的整合架構是鬆耦合(LC)，整合架構如圖 2.38 所示，是一種分散式或階層式濾波。這類的整合優勢在於其具有較簡單的架構，但此一架構的缺點，在於其誤差與 GPS 訊號失鎖時間長度有關，當接收到的衛星數量少於四顆時，僅能依靠沒有任何輔助的 INS。圖 2.39 描述緊耦合(TC)整合架構，IMU 提供加速度計及陀螺儀之原始觀測量，GPS 提供虛擬距離、距離差與載波相位觀測量，經唯一的 KF 推算導航解，並使用 INS 提供的速度資訊來輔助接收機追蹤迴路。TC 的主要優勢，在於當可用衛星少於四顆時，其原始 GPS 觀測量仍能持續用來更新 INS。而使用載波相位 GPS 觀測量時，IMU 觀測量將會用來輔助整周波未定值的演算。但相對而言，TC 複雜度遠較 LC 高。

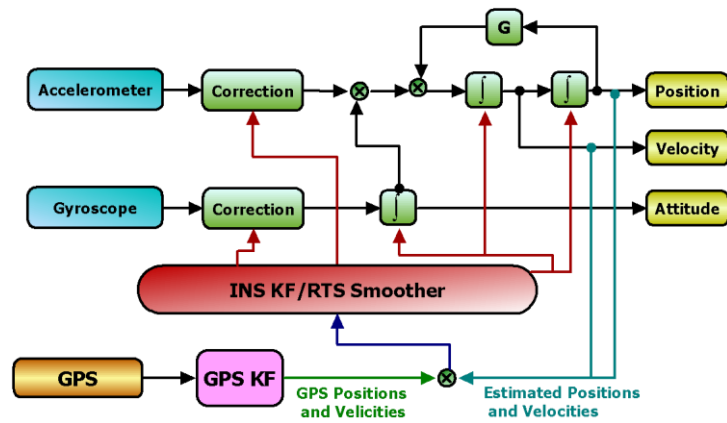


圖 2.38 鬆耦合 INS/GPS 整合架構

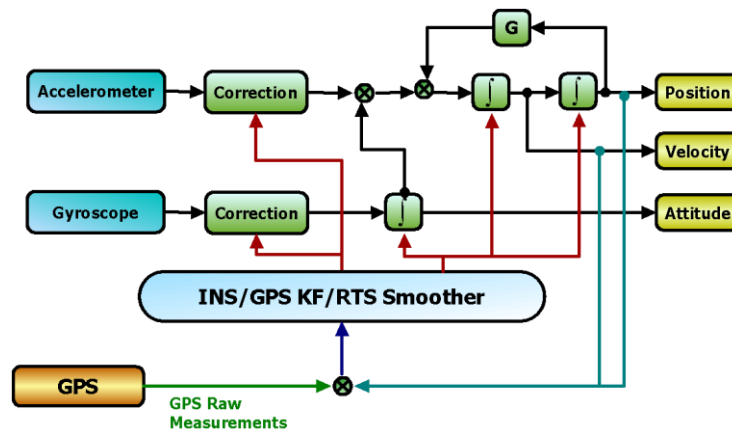


圖 2.39 緊耦合 INS/GPS 整合架構

2.5.1.5 不同作業平台之聯合作業架構

空載移動遙測製圖技術可涵蓋之作業範圍與天氣之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，車載移動遙測製圖技術具備低的侵入性與較佳的空間資訊擷取效率，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系統精度受GNSS訊號遮蔽狀況遠較空載系統嚴重與其作業環境亦受既有路網的限制。而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，具備更佳之作業彈性，唯因為個人負重的限制，所以其可攜帶的系統精度自然較上述二者為低，表2.30所示為各式直接定位遙測平台之效益比較。表2.31為多平台移動測繪系統間之互補性。

表 2.30 各式直接定位遙測平台之效益比較

平台	系統							應用							
	IMU	GPS	光達	相機	載重	硬體成本	測製成本	大範圍實驗	小區域實驗	機動性	地面移動限制	氣候因素限制	定位精度(3DRMS)	數碼城市應用	快速救災應用
定翼型飛機	戰術級	大地級	有	數位/底片	大於50公斤	高	高	可	可	低	無	高	小於20公分	可	低
旋翼型飛機	戰術級	大地級	有	數位	大於50公斤	高	高	不可	可	低	無	高	小於20公分	可	低
無人控制飛機	微機電級	大地級	有	數位	小於40公斤	低	低	不可	可	高	無	低	小於1公尺	可	高
無人控制旋翼型飛機	微機電級	L1 phase	有	數位	小於10公斤	低	低	不可	可	高	無	低	小於1公尺	可	高
車載	戰術級	大地級	有	數位/底片	大於100公斤	高	低	可	可	高	有	低	小於20公分	可	高
個人攜行式	微機電級	L1 phase	無	數位	小於25公斤	低	高	不可	可	高	無	低	小於50公分	可	高

表 2.31 多平台移動測繪系統間之互補性

	空載移動測繪系統	車載移動測繪系統	個人攜行移動測繪系統
優點	<ul style="list-style-type: none"> ● 大範圍調查 ● 軟硬體技術成熟 ● 相關技術規範成熟 ● 精度佳 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大範圍或小區域調查都適用 ● 目前拍攝時無須申請 ● 影像重疊率高 ● 彌補航測攝影時，地面或低樓層建物影像遮蔽問題 	<ul style="list-style-type: none"> ● 適用小區域或車載無法到達之處 ● 拍照處無死角 ● 輕量且低成本 ● 不再受限於窄巷或山區等地理環境因素
缺點	<ul style="list-style-type: none"> ● 成本高 ● 空域申請不易 ● 不便進行較小區域的資料收集或更新 ● 地面或低樓層建物影像的遮蔽易被遮蔽 	<ul style="list-style-type: none"> ● 無法獲得建物最上方的資訊 ● 車子無法到達之巷弄則無法獲得資料 ● 缺乏完善技術規範 	<ul style="list-style-type: none"> ● 拍攝時間受限於人的體力與電池 ● 穩定性不足 ● 相關技術尚未成熟
時間解析度	更新頻率受限於飛行次數	更新頻率快	更新頻率快
空間解析度	無控制點平面控制點直接定位精度約為 20~30 公分	無控制點直接平面定位精度為 15 公分	該系統無控制點平面直接定位精度為約為 20 公分
觀測方向	由上往下拍攝，傾角 45 度範圍內	地面 360 度環景	地面 360 度環景
成本	在三者之中，成本最高	硬體成本在新台幣 500 萬元	硬體成本在新台幣 100 萬元以下
應用	<ul style="list-style-type: none"> ● 測量與製圖 ● 適合 GIS 圖資屬性之調查與更新 ● 城市建模 ● 地物變遷偵測 ● 環境影響評估 ● 土地利用調查 	<ul style="list-style-type: none"> ● GIS 資料建置 ● 取代傳統路調，加速 GIS 圖資更新 ● 快速災損評估 ● 應用於 3D 數位城市建模 	<ul style="list-style-type: none"> ● 可針對車子無法進入之災區勘災 ● 協助古蹟、建築調查與保存 ● 活動紀錄

2.5.1.6 光達

地面移動光達(Terrestrial Mobile LiDAR, TML)由雷射掃描儀、衛星定位系統及慣性測量儀組成，也可能包含測距儀器，裝設在地面移動平台，產製精確且精密的空間資料。光達採主動式量測目標點位的相對座標及反射性質。實務上，點雲的影像品質與其它遙感探測技術的結果相當。但點雲資料的精度仍須符合測量需求，以確保量測結果的可靠度，並避免不當的應用與加值產品。點雲精度與目標距離成反比，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，而使用者的精度需求則視任務目的來決定，並根據 OSHA Regulation 1926.54、ASTM standard E2641-09 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。點雲密度主要取決於觀測時速率相對於感測器平台的速度，點雲密度需足夠以利於辨識及萃取出物件的物理細節。另外，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）。

使用上需注意防止直視或經由反射等方式讓眼睛受到雷射光照射，故應選擇最佳的施測地點及方式。控制點作為點雲的當地座標轉換之依據，而檢核點對轉換後之掃描資料進行 QA/QC 的檢測，兩者可以是地面點或特徵點。移動測繪系統應盡可能靠近目標物，並確保行進速度能維持所需的掃描點雲密度。表 2.32 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 2.32 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 像幅式數位相機 ● 多光譜線掃描儀 ● 光達 ● IFSAR/INSAR
高精度定位定向系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 衛星定位系統 <ul style="list-style-type: none"> ■ 單星系或多星系 ■ 單頻或雙頻 ● 慣性測量儀 <ul style="list-style-type: none"> ■ 微機電、戰術、導航及戰略等級
多系統融合定位定向演算法	<ul style="list-style-type: none"> ● 鬆耦合或緊耦合架構 ● 各種濾波器及平滑器
不同作業平台之聯合作業架構	<ul style="list-style-type: none"> ● 各式有人機 ● 各式無人機 ● 車載 ● 船載 ● 個人攜行式
輔助感測器	<ul style="list-style-type: none"> ● 輪速計 ● 氣壓計 ● 磁力計

2.5.2 精度分類

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。

本案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，委託方(甲方)再依其應用需求搭配現行規範並參酌本案提出的作業程序原則落實在其相關合約中。表 2.33 列出針對不同精度之應用需求，本案建議之設備規劃、必要的施測及資料演算方式。在一些特殊的環境條件，一般而言，INS/GNSS 整合式定位定向系統的性能提升策略有二，如表 2.34 所示。此外，本團隊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，例如隧道中長時間的衛星訊號失鎖，或是因成本考量使得硬體規格受限等。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)、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。緊耦合演算法不須四顆以上的衛星即可定位，相較於鬆耦合架構，緊耦合架構在遮蔽嚴重的環境效能較好，因此能夠適應城市高樓的環境。另外，除了衛星定位系統及慣性測量儀外，亦可以整合磁力計、輪速計、氣壓計等，當失去衛星定位的輔助時，這些外部輔助感測器提供的資訊能夠有效輔助慣性測量儀，並約制慣性定位誤差之漂移。因此若任務執行區域的衛星透空度較低，應妥善規劃或搭配緊耦合等演算法。

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。衛星訊號脫落的時間應越短越好，並受限於慣性測量儀之精度等級及其他輔助感測器。廠商所提供的儀器規格，其精度必須能夠滿足移動製圖系統或任務的基本需求，並符合國家測量及圖資相關標準規範。

表 2.33 移動製圖應用精度規格分類表

	低精度	中精度	高精度
直接地理定位精度(3-D)	1.5-1m	0.3m-1m	<0.3m
移動站 GNSS 衛星接收儀規格	測量級 GNSS 單系統雙頻載波相位(GPS)	測量級 GNSS 雙系統雙頻載波相位(GPS+GLONASS)	測量級 GNSS 雙系統雙頻載波相位(GPS+GLONASS)
地面控制主站 GNSS 衛星接收儀規格	同上	同上	同上
PDOP 最大值	5	4	3
最低 GNSS 衛星顆數	無限制(使用緊耦合架構)	無限制(使用緊耦合架構)	無限制(使用緊耦合架構)
慣性測量儀	中階戰術等級	高階戰術等級	中階導航等級
率定	必要	必要	必要
採樣率	>100Hz	>100Hz	>100Hz
陀螺漂移穩定性	1-5 度/小時	0.1-1 度/小時	0.01-0.1 度/小時
加速度計漂移穩定性	1-5mg	0.1-1mg	50-100ug

定位定向系統水平定位精度(1σ) (GNSS 衛星脫落 60 秒，無輪速計輔助)	<30 公分	<15 公分	<10 公分
定位定向系統垂直定位精度(1σ) (GNSS 衛星脫落 60 秒，無輪速計輔助)	<10 公分	<5 公分	<5 公分
定位定向系統俯仰角定向精度 (1σ) (GNSS 衛星脫落 60 秒，無輪速計輔助)	<0.05 度	<0.01 度	<0.005 度
定位定向系統航向角定向精度 (1σ) (GNSS 衛星脫落 60 秒，無輪速計輔助)	<0.1 度	<0.05 度	<0.01 度
定位定向系統水平定位精度(1σ) (無 GNSS 衛星脫落，無輪速計輔助)	<10 公分	<5 公分	<3 公分
定位定向系統垂直定位精度(1σ) (無 GNSS 衛星脫落，無輪速計輔助)	<15 公分	<10 公分	<5 公分
定位定向系統俯仰角定向精度 (1σ) (無 GNSS 衛星脫落，無輪速計輔助)	<0.02 度	<0.005 度	<0.002 度
定位定向系統航向角定向精度 (1σ) (無 GNSS 衛星脫落，無輪速計輔助)	<0.05 度	<0.01 度	<0.005 度
光達率定	(a)	(b)	(c)

相機率定	(a)	(b)	(c)
檢核點定位精度	1.5-1m	0.3m-1m	<0.3m
最大基線長度	8km	8km	5km
搭配輪速計或視覺里程技術	必要	必要	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)	<0.1% DT (系統精度行走漂移率)	<0.05% DT (系統精度行走漂移率)
零速更新(Zupt)	必要	必要	必要
零速更新(Zupt) 實施頻率	<ol style="list-style-type: none"> GNSS 訊號通識良好區域: 每十分鐘實施一分鐘 GNSS 訊號脫鎖或訊號品質不佳區域: 每五分鐘實施一分鐘 	<ol style="list-style-type: none"> GNSS 訊號通識良好區域: 每十分鐘實施一分鐘 GNSS 訊號脫鎖或訊號品質不佳區域: 每三分鐘實施一分鐘 	<ol style="list-style-type: none"> GNSS 訊號通識良好區域: 每十分鐘實施一分鐘 GNSS 訊號脫鎖或訊號品質不佳區域: 每二分鐘實施一分鐘
地面控制點輔助	必要	必要	必要
地面控制點輔助 間隔	<ol style="list-style-type: none"> 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 1 公里需實施地面控制點輔助一次 	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 0.6 公里需實施地面控制點輔助一次	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	手動輸入+動態初始對準(約 15 分鐘)	靜態(約 5 分鐘)+動態(約 10 分鐘)	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 			

表 2.34 INS/GNSS 整合式定位系統的性能提升策略

優缺點	硬體層次	軟體層次
策略	購買導航等級的慣性測量儀	INS/GNSS 演算法的進化
優點	<ul style="list-style-type: none"> ● 有效 ● 使用者無須投入大量時間與人力 ● 立竿見影 	<ul style="list-style-type: none"> ● 便宜 ● 使用者可以進行研發 ● 未來的擴充性
缺點	<ul style="list-style-type: none"> ● 出口限制（台灣買不到） ● 價格昂貴 ● 製造商的解決方案 	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用者對整合系統的了解決定軟體之貢獻 ● 軟體參數的調校

2.5.3 測繪程序

測繪程序簡述如下：

1. 路線規劃

施測前，應做好各項規劃，調查測量範圍的各項條件，防止意外或特殊狀況發生，確保測繪任務能順利完成，而測繪成果能滿足需求。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。

2. 探勘測區路線

在路線規劃完成後，建議透過實車探勘測區路線，透過定位定向系統完成解算後之各狀態與其品質資訊及相關作業精度需求規畫實施地面控制點輔助之相關細節，並調整施測路線。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. 評估實施地面控制點輔助的頻率

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有關；以系統精度行走飄移率表示(% DT)，而非傳統認知的純慣性模式運作條件下與時間相關之誤差行為；如 0.1% DT 表示該系統在輪速計輔助的計算模式下，在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，故若某類應用的直接定理定位精度需求為 30 公分，上述系

統光是定位定向解的誤差將在衛星失鎖的條件下行走 300 公尺後超過精度需求。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)，所以若透過實車探勘後發現某路段有約 1 公里的長度之可視衛星數量少於二顆，或雖衛星數量足夠但其觀測量殘差顯示異常，故實施地面控制點輔助的頻率為至少 200 公尺一次(以上述系統為例)。故實施地面控制點輔助的頻率與精度需求及定位定向系統之行走飄移率有關，必須透過實車探勘才能評估，同時定位定向系統之行走飄移率需要透過專業設施進行實測才能確認。另外交通條件也應納入考量，避免因車輛過多導致進度落後，或使得連續拍照或掃描過多不必要的影像。

4. 主站架設

地面控制主站之目的為供 DGNS 或 RTK 等方法使用，應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；例如皆採用雙系統雙頻之接收儀。若測區過大不易完全使用實體地面控制站，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。

5. 儀器率定

所有相關的儀器在任務前，皆須經過率定，以驗證系統精度，並確認無任何異常。然而移動製圖系統多由許多設備整合而成，因此各儀器間彼此的相對關係也需率定。一般施測前，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。測繪時，操作人員應注意各項突發狀況，並應對各種不同環境或不利條件下儀器的操作及調整，再將這些狀況逐一記錄，作為後續資料計算及檢核時的參考。

6. 系統初始化

系統進行作業前，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，而定位定向系統之初始化程序始於 GNSS 之初始化，此過程包含鎖定衛星、即時解與送出同步訊號，此過程較短，大約只需花 1~2 分鐘，然而，由於慣性導航系統存在許多複雜的因素，使得初始對準程序既耗時又繁複。因此，在沒有任何輔助措施的情況下，要在長時間內保持導航精度，精確的初始對準程序是相當重要的。初始對準必須先針對導航系統定義的速度和位置進行初始化，之後才可進一步決定初始的姿態角，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。一旦這關係確認之後，慣性測量導航方程式即可啟動，透過陀螺儀獲得此一初始旋轉矩陣，進入導航即時更新此一旋轉矩陣，將

載體加速度計所提供之加速度轉換至導航坐標系統進行重力補償再行積分，如此載體可進入完整的導航模式。中階戰術等級的定位定向系統因無法偵測地球自轉，因此無法尋北(定航向)，所以可透過手動輸入初始姿態，再藉由 GNSS 提供的速度進行動態初始對準。高階戰術等級的定位定向系統可偵測地球自轉，但尋北精度受限陀螺規格(定航向)，所以先實施靜態初始對準以獲得初始姿態，再藉由 GNSS 提供的速度進行高精度動態初始對準。導航等級的定位定向系統可偵測地球自轉，尋北精度高(定航向)，可以全程實施靜態初始對準。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。

7. 其他注意事項

測繪時，配合實測探勘之路線進行施測，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。若裝設光達，除須正確的操作外，也要注意車速能夠滿足所需的點位密度。測量結果的坐標轉換，除了佈設必要的控制點外，控制點精度亦須符合規範需求。檢核點則是用來檢驗成果精度及坐標轉換成果。兩者皆需佈設一定數量，分佈位置亦有一定考量，應盡量均勻分佈於測區，確保成果的可靠度。一般的測繪程序見圖 2.40(NCHRP, 2013)。表 2.35 整理文中所述之測繪過程常見的問題及建議的應變方案。

表 2.35 測繪過程常見之問題及建議的應變方案

施測常見狀況	解決方法或適用之條件
衛星數量多於二顆且其觀測量殘差無異常	系統須搭載： <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
約 1 公里的長度之可視衛星數量少於二顆，或衛星數量足夠但其觀測量殘差顯示異常	實施地面控制點輔助的頻率請參考表 2.34
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，分別靠近起點及終點 ● 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 1~2 分鐘 ● 慣性導航之標準初始對準程序約 10~15 分鐘 ● 中階戰術等級的定位定向系統需手動輸入初始姿態，再由 GNSS 提供速度進行動態初始對準 ● 高階戰術等級的定位定向系統尋北精度受限陀螺規格，先實施靜態初始對準以獲得初始姿態，再由 GNSS 提供速度進行高精度動態初始對準 ● 導航等級的定位定向系統尋北精度高，可以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

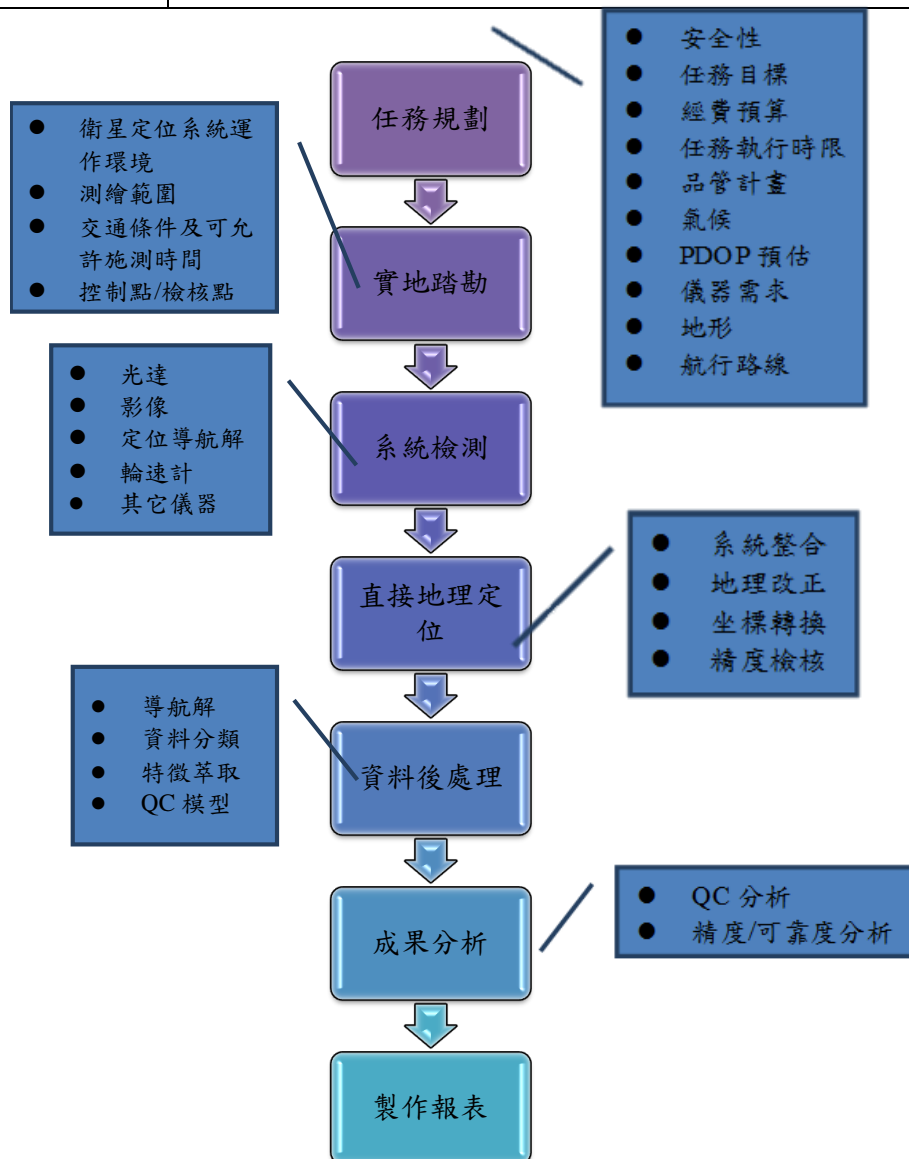


圖 2.40 測繪程序

2.5.4 檢核機制

2.5.4.1 平台定位技術自我檢核方法

自我檢核機制(Quality Control, 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。由表 2.35 所示可知，當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 2.36 為車載移動製圖系統誤差來源與大小。

表 2.36 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	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。
INS/GNSS 姿態誤差	1-5 arcminutes	實際距離 30 公尺時存在 1-4 公分的影響	相機與物體之間的距離方程式。
率定誤差 δR_s^b	1-3 arcminutes	實際距離 30 公尺時存在 1-2.5 公分的影響。	相機與物體之間的距離將影響三維坐標精度，其誤差值為一常數。
率定誤差 δa^b	0.1-0.3 公分	實際距離 30 公尺時存在 2-6 公分的影響。	取決於相機的三維配置，關鍵點在於相機基座的製作。
目標物位置與幾合誤差 δr^S	0.5 pixel	實際距離 7 公尺時存在 0.5 公分的影響。 實際距離 30 公尺時存在 2.5 公分的影響。	取決於相機的三維配置，導致橫向(across-track)誤差。
目標物位置與幾合誤差 δS^i	0.5 pixel	實際距離 7 公尺時存在 2.5 公分的影響。 實際距離 30 公尺時存在 16 公分的影響。	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 公里時存在 1.8-3.6 公分的影響。	其引入縱向誤差，可藉由時鐘卡降低其誤差。
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 公尺時存在 1.5-3 公分的影響)。	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。

針對較差的 DOP(Dilution Of Precision)值，可給予 INS/GNSS 適當的權重比例，減緩因 GNSS 分佈不佳所造成的定位精度降低。目前較常利用 INS 的零速更新方式，維持 GNSS 的位置精度，即時監測衛星幾何情況。週波未定值檢測方式為利用 INS 提供的坐標預測 GNSS 相位觀測量三次差分成果，其為一近即時的計算方式，藉由三次差分預測與觀測值進行比較，計算得週波脫落值，詳細說明請參考文獻 Schwarz et al. (1994)。

而關於 INS 資料處理部分，一般是濾波器利用 INS 觀測資料預測下一時刻的位置。而卡曼濾波器的狀態數量、資料計算量、與誤差累積情況受限於 INS 等級的好壞。例如針對導航等級系統，若失去 GNSS 訊號的時間間隔約為 20~30 秒，誤差將快速累積；但若將預測結果與平滑化後的成果做整合，定位定向誤差將可降低，詳細介紹可參考文獻 Lapucha (1990)與 Cannon (1991)。

自我檢核機制可在系統運作時，透過監控 GNSS 與 INS 資料的正確性、每顆衛星訊號是否中斷、INS 誤差累積情形等，適時警告使用者系統是否有錯誤的發生。在這種情況下，可利用車輛停止時所提供的零速更新、輪速計資料、或額外可幫助整合系統的資訊，提供系統任務時正確的位置軌跡精度成果。

2.5.4.2 影像量測及率定之自我檢核機制

直接地理定位的關鍵在於假設系統率定參數於任務運作時為一常數，包含 IMU/GNSS 與 IMU/相機感測器的固定臂補償、軸角率定、相機內方位幾合、當地坐標基準平移等。過去許多文獻介紹地面與空中率定(Ellum et al., 2003; Hinsken et al., 2002; Mostafa, 2002; Greening, 2000)，但仍需利用自我檢核機制做為影像率定考量。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

自我檢核機制的數學模式其概念主要來自於空載平台 GPS/IMU 的率定及光束法平差解算 (Mostafa, 2002; Greening, 2000; Ellum et al., 2003)。系統在擁有足夠的地面控制點區域進行觀測，根據近景攝影測量原理構成多個共線條件觀測方程，以光束法平差求解影像外方位參數，比對定位及導航系統結果得出差值即為率定之成果；或將軸角及固定臂參數結合近景之共線條件觀測方程，以整體光束法平差求解得軸角及固定臂參數。其他系統參數如 IMU/影像感測器的固定臂及各系統同步化也精確的率定出來，同時對於地面控制點及基站坐標位置皆有嚴格的控管。因此經由自我檢核重新計算系統精確的參數後，能夠得到新的外方位參數，圖 2.41 為自我檢核機制與整合式感測器定向(ISO)流程比較圖。

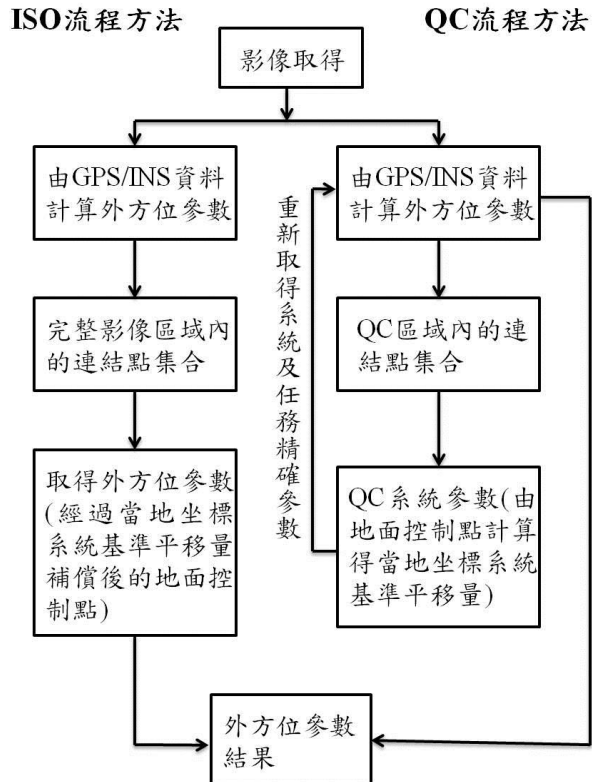


圖 2.41 QC 與 ISO 流程比較

2.5.4.3 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(Quantitative Analyses, QA)。圖 2.42 與圖 2.43 為檢核點直接地理定位精度分析範例，表示利用模擬 GNSS 衛星訊號脫落環境下使用鬆耦合與緊耦合直接定位演算法提供之定位定向解，在北方、東方及垂直方向之定位誤差。該範例量測 40 個檢核點之物空間坐標，並與檢核點事先地測所獲得之高精度已知坐標比較。圖 2.42 中紅色矩形表示模擬 GNSS 衛星訊號少於 4 顆所量測之檢核點，其鬆耦合直接定位演算法的定位精度快速降低。而緊耦合演算法的檢核點定位精度相較之下則穩定許多，如圖 2.43(江凱偉等人，2011)。

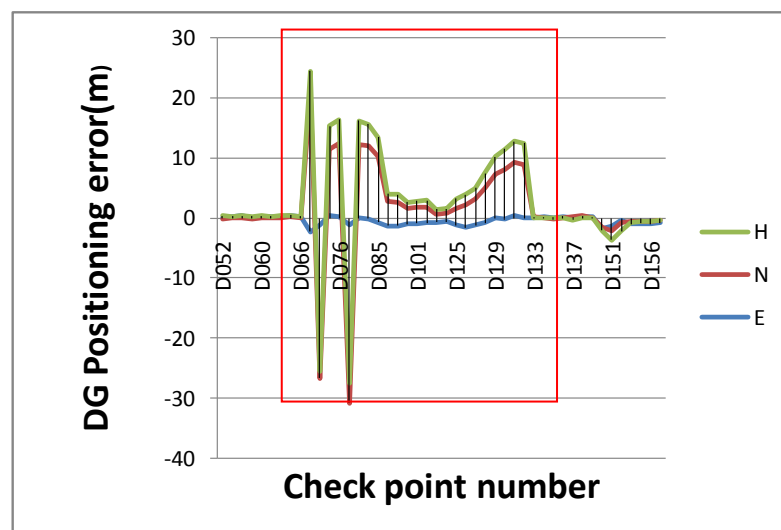


圖 2.42 鬆耦合應用於直接地理定位的定位誤差

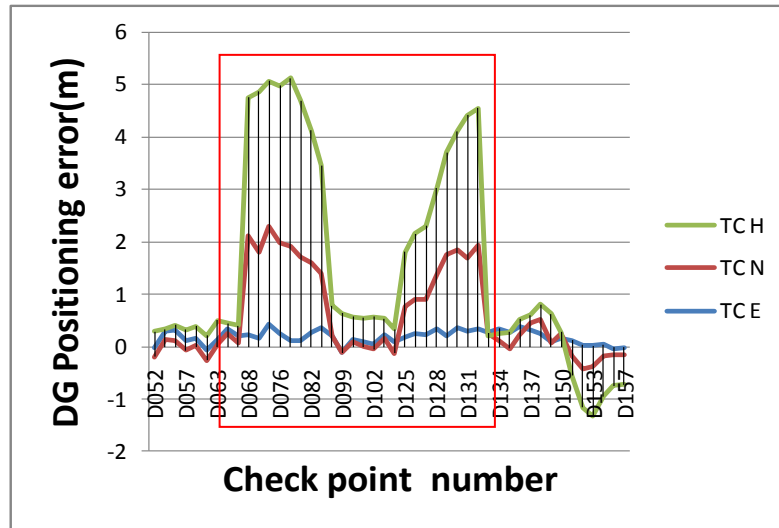


圖 2.43 緊耦合應用於直接地理定位的定位誤差

表 2.37 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)，均方根誤差即將檢核點定位結果與已知真值取差值後，將不同檢核點在同一方向上之定位誤差計算平方合並開根號，可得到直接地理定位在此方向上各檢核點的定位誤差均方根值，以此表示該方向之定位精度。而另一種統計方式則為直接定位誤差圖與直方統計圖，範例分別為圖 2.44、圖 2.45。圖 2.44 為檢核點與真值之較差量分布，圖 2.45 顯示所有檢核點之定位精度統計。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。因此，由表 2.37 所示各項指標，能夠輕易判讀本系發展之鷹眼平台在水平方面定位誤差為 0.154 公尺(均方根誤差)，高程方面為 0.234 公尺(均方根誤差)，三維定位誤差 0.280 公尺(均方根誤差)。成果顯示本鷹眼平台目前已擁有平面 15 公分及三維 28 公分之動態直接定位能力。

前述範例所做的檢核點定位精度分析，也就是將定位結果與控制測量所得之坐標相比，統計其差異量，評估其整體定位之精度是否適合於業者業務之應用需求，並評估如何提升其解算之精度。選擇檢核點時，地面檢核點因為施測時平台能同時拍攝到兩旁連結點位置，平台架設通常於馬路中間標線位置，故仍有測站呈一直線的影響。除了一般地面特徵點外，也可自行加密鋪設保麗龍球，間距約 30 至 50 公分，分佈在距離約 1 至 3 公尺之路面。精度越高之應用與系統應佈設密度及數量更多之檢核點，以提升精度分析之可靠度。但因測站間距與樹蔭陰影的影響，使點位在影像辨識上會產生較大誤差，約為 10 公分之定位誤差，另外考量利用保麗龍球標示連結點時，常常會被路人踢開或被車輾過，造成保麗龍球變形或偏移，施測時須注意保麗龍球是否正確位於連結點上。

除地面檢核點外，因測站位置離兩旁建物較近，使三站以上能同時拍攝到的特徵點不多(高度因素)，造成解算時交會幾何變差，因此必須選擇建物上適合的特徵點作為連結點。若檢核點之區域只有單面建物與保麗龍球，則受控制點

位的選擇所影響，精度較差；若建物檢核點有多方向且皆為牆面控制點之交會拍攝，則定位精度較高(江凱偉等人， 2011)。

表 2.37 系統直接定位能力驗證

	東(公尺)	北(公尺)	橢球高(公尺)
數量	71		
最大值	0.281	-0.303	-0.642
最小值	-0.001	0.002	0.001
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		

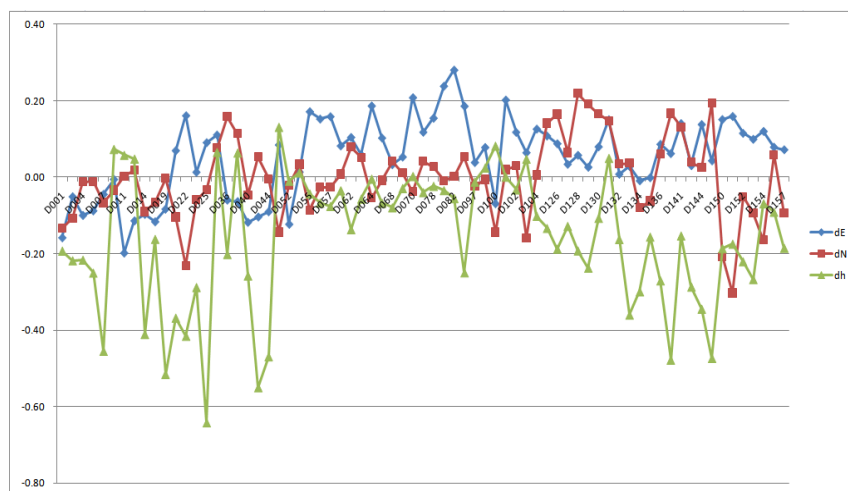


圖 2.44 系統直接定位成果與各檢核點坐標差異(縱軸單位：公尺)

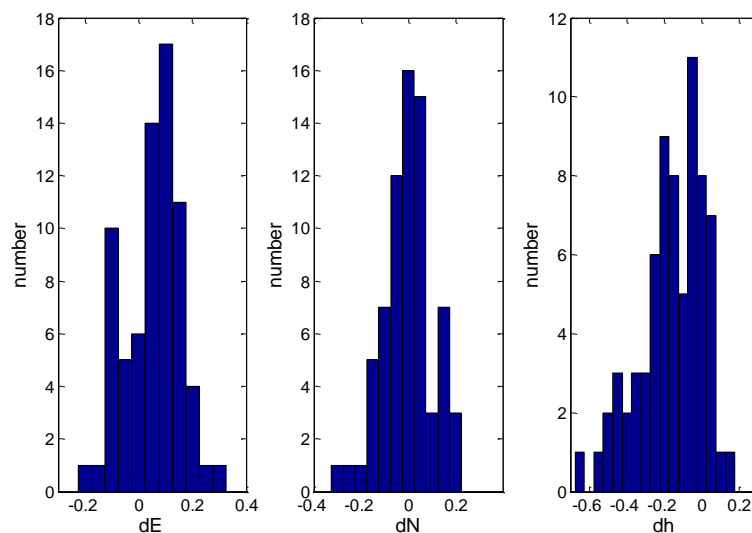


圖 2.45 系統直接定位成果與各檢核點坐標差異直方統計圖(橫軸單位：公尺)

2.5.5 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 2.38 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 2.38 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 		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 		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 		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 		

2.5.6 檢核表單

建議施測檢核表，如表 2.39 所示。

表 2.39 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]	

表 2.40 為多平台製圖系統測試及率定實驗室自 101 年度開始設置之後使用單位之統計表，各單位皆對於這些測試與率定設施之協助感到滿意，特別是相關軟硬體皆是免費提供這些單位使用，也協助業者省去與國外廠商洽談相關測試與率定所需付出的額外成本，並有效掌握製圖品質，故可彰顯本案設置此實驗室對國家發展與空間資訊產業永續經營之價值。

表 2.40 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
國家實驗研究院儀器科技研究中心(101 年度)	■	■	■
九晟電子股份有限公司(101&102 年度)	■		■
帕斯卡科技股份有限公司(102 年度)	■		■
自強工程顧問有限公司(102 年度)	■	■	■
台灣國際航電股份有限公司(102 年度)	■		■
北極星測繪科技有限公司(102 年度)	■		■
經緯衛星資訊股份有限公司(101&102 年度)	■	■	■
日成航太科技股份有限公司(102 年度)	■	■	■

2.6 本章小結

在「完成設置整合式定位定向子系統之率定場與測試程序」之工作項目方面，本案已針對台灣本地環境及各種業務應用需求，參考國際相關標準規範，建立一套定位定向子系統的檢測程序，並設置整合式定位定向子系統率定場，提供國內廠商與業主進行系統規格測試與分析等專業服務，確保系統的穩定度與性能符合規格及使用者的需求，進一步驗證測繪結果之精度足以達到任務需求。

在「完成設置影像感測器子系統之率定場」之工作項目方面，本率定場之功能包括率定與檢核，由於多平台製圖系統之影像感測器子系統組成方式有多種形式，為了達到攝影測量之功能，個別相機之內方位必須先經過率定，而若

該系統使用了多組相機以擴大視野範圍或增加波譜範圍，則各相機間的相對方位也有必要進行率定，以協助後續相機與慣性測量儀之軸角/固定臂參數等率定，或藉由某相機之外方位參數推算得到其他相機之外方位參數。

在「**完成設置多平台製圖全系統室外率定場**」之工作項目方面，本年度為符合影像式與光達式測繪車之率定與精度檢驗需求，改採地面雷射掃描儀，搭配靜態 GNSS 觀測，以產生整個率定場之三維點雲，如此即可量測任意點當作控制點或檢核點。在個人攜行自強驗證場共設置了 27 個檢核點，其 E 方向的誤差皆小於 0.009 公尺，N 方向的誤差皆小於 0.010 公尺，高程的誤差則皆小於 0.008 公尺，另外透過實驗，驗證場的座標與實驗結果相比較的結果符合預期，也進一步確認驗證場的檢核點座標足以做為日後各平台的驗證。

在「**多平台率定實驗室簡介摺頁**」之工作項目方面，本案設計多平台率定實驗室簡介摺頁，其內容以 MMS 多平台製圖系統測試與率定實驗室架構為主軸，依據整合式定位定向子系統、影像感測子系統、全系統及室內(外)測試與率定設施提供簡要的介紹。

在「**車載移動製圖平台規範**」之工作項目方面，本案在本年度以現有參考資料為基礎先草擬車載移動製圖系統的作業程序與規範所需涵蓋的項目，未來再逐步通過公開討論方式落實具體的規範內容，不同應用之精度需求進行分級並提出原則性的作業程序，委託方(甲方)在依其應用需求搭配現行規範並參酌本案提出的作業程序原則落實在其相關合約中。

第三章、國內多平台製圖系統作業能量調查與推展教育

如前所述，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，同時因此類系統整合諸多昂貴的感測器與相當複雜資料處理模組，國外儀器製造商所提的教育訓練課程與建議的作業程序多半是彙整在他們系統發展過程中所得之經驗，但國外系統測試的環境有別於台灣。所以有些時候這些原廠建議的方法並不適合台灣的現況。所以本案希望在內政部地政司的支持下，能夠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出任顧問，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家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。

故本案首先擬針對國內多平台移動製圖系統現有作業能量進行普查，並建立前述多平台移動製圖系統技術之諮詢支援機制，實施國內多平台移動製圖系統作業能量調查與推展教育，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。本案於期中報告中完成了如下之工作項目：

- 一、國內多平台移動製圖系統業者調查
- 二、舉辦多平台移動製圖系統實務座談會
- 三、研提多平台移動製圖系統相關作業技術支援機制
- 四、製作科普教育影片(初稿)

相關內容將於後續章節詳述之。

3.1 國內多平台移動製圖系統業者與政府機關調查

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政府機關為調查對象，了解實際應用上的需求與建議。另外，本案今年度辦理多平台移動製圖系

統實務座談會過程中，已邀請國內八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。

3.1.1 業者個案訪談調查

業者個案訪談實調方式之調查方式，實際調查日期將自 102 年 7 月 1 日起至 102 年 9 月 31 日止為期二個月。具體調查項目如下：

■ 訪談單位

- ◆ 北極星測繪科技有限公司。
- ◆ 台灣國際航電股份有限公司。
- ◆ 國家實驗研究院儀器科技研究中心。
- ◆ 碳基科技股份有限公司。
- ◆ 群立科技股份有限公司。
- ◆ 日成航太科技股份有限公司。

■ 訪談議題

- ◆ 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。
- ◆ 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。
- ◆ 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。
- ◆ 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。
- ◆ 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。
- ◆ 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。
- ◆ 瞭解企業實施多平台移動製圖系統應用計劃的成效。
- ◆ 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。
- ◆ 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。
- ◆ 無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。

- ◆ 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。
- ◆ 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 3.1 業界個案訪談受訪者列表

單位	姓名	職稱	訪談日期
北極星測繪科技有限公司	楊坤霖	副總經理/技師	2013/07/17
台灣國際航電股份有限公司	鄭光哲	高級工程師	2013/07/17
國家實驗研究院儀器科技研究中心	賴君怡	助理研究員	2013/07/17
碳基科技股份有限公司	李志烈	經理	2013/7/10
群立科技股份有限公司	徐金煌	總經理	2013/7/10
日成航太科技股份有限公司	劉暹	處長	2013/7/ 16

業界個案訪談報告詳如附錄 1 所示。

3.1.2 政府機關個案訪談調查

國內業者大多以引進國外硬體方式來應用移動製圖技術，本次工作案除規劃調查訪談與推廣工作項目，希望了解國內業者的作業能量，並在學術研究領域上如何支援業者需求或技術諮詢服務；同時推廣教育除測繪領域外，亦能朝非傳統測繪領域的機關單位宣傳。因此，本案今年度增加政府非測繪領域單位如交通部管理資訊中心、經濟部水利署、行政院農業委員會農糧署等實際訪談，了解對多平台製圖技術的引用需求或配合意願，以進一步推廣多平台製圖技術的應用領域。

政府機關個案訪談實調方式之調查方式，實際調查日期將自 102 年 10 月 15 日起至 102 年 11 月 15 日止為期一個月。具體調查項目如下：

■ 訪談單位

- ◆ 行政院農業委員會農糧署產業組。
- ◆ 經濟部水利署勘測隊外業分隊。
- ◆ 中央研究院人文社會科學研究中心。
- ◆ 交通部管理資訊中心。

■ 訪談議題

政府機關個案訪談議題較難統籌，故只針對交通部管理資訊中心特別設計訪談議題，訪談議題如下：

- ◆ 貴中心交通路網數值圖建置工作中採用那些蒐集空間資訊(圖資與POI)之工具?
- ◆ 貴中心交通路網數值圖建置工作之空間資訊更新週期為何?
- ◆ 貴中心交通路網數值圖建置工作之單位作業成本與作業時間標準為何?如每公里單價?與每天作業里程?
- ◆ 貴中心交通路網數值圖建置工作是否訂定 POI 之精度標準?
- ◆ 是否知悉多平台移動製圖系統技術之發展概況與它們在路網數值圖建置可能扮演之角色?
- ◆ 是否了解路調車、街景車與移動製圖技術之差異?
- ◆ 若有需求，貴中心交通路網數值圖建置工作是否考慮引進多平台移動製圖系統以提升單位業務執行績效並減少作業成本?
- ◆ 若貴中心交通路網數值圖建置工作考慮引進多平台移動製圖技術，您希望在哪些方面獲得相關支援。
- ◆ 若貴中心交通路網數值圖建置工作考慮引進多平台移動製圖技術，期望法人單位或學術界提供服務資源。
- ◆ 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。

表 3.2 政府機關個案訪談受訪者列表

單位	姓名	職稱	訪談日期
交通部管理資訊中心	李霞	技正	2013/11/11
行政院農業委員會農糧署產業組	黃淑娟	技正	2013/11/09
經濟部水利署勘測隊外業分隊	錢俊男	組長	2013/11/11
中央研究院人文社會科學研究中心	廖玄銘	研究員	2013/11/14

政府機關個案訪談報告詳如附錄 2 所示。

3.1.3 問卷調查

本計畫為使多平台移動製圖系統能發揮最大效用，利用問卷調查方法進行需求分析，問卷調查針對可能使用多平台移動製圖系統成果的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，發送需求調查問卷，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。問卷調查方式之需求分析工作流程見圖 3.1 所示。

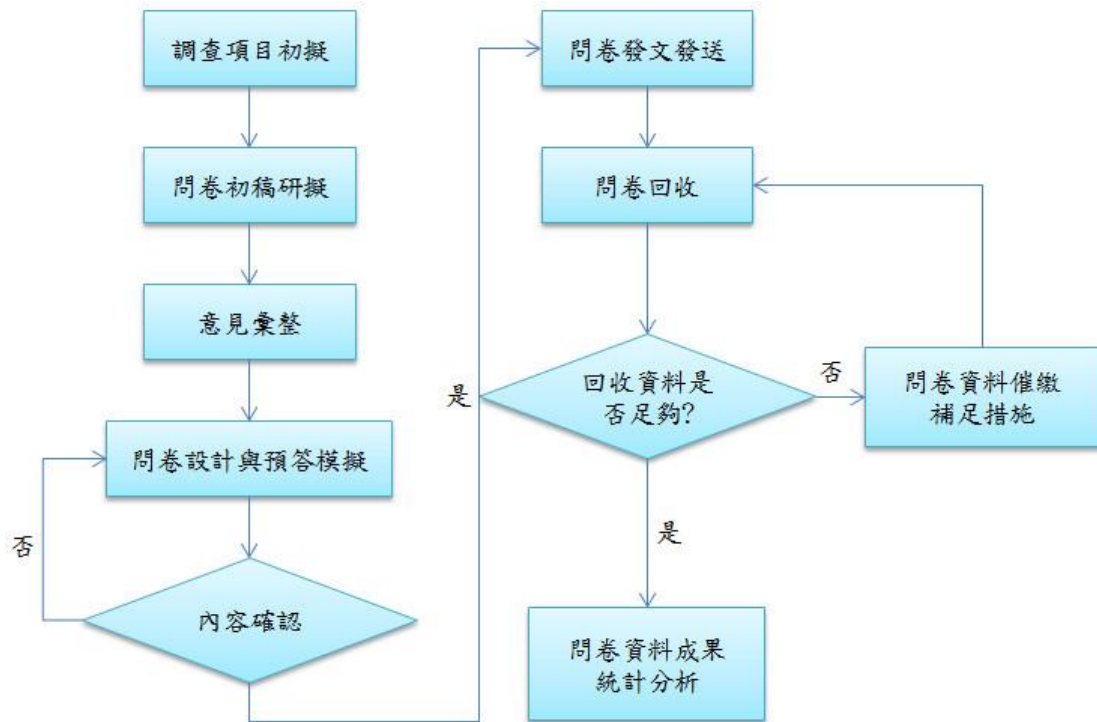
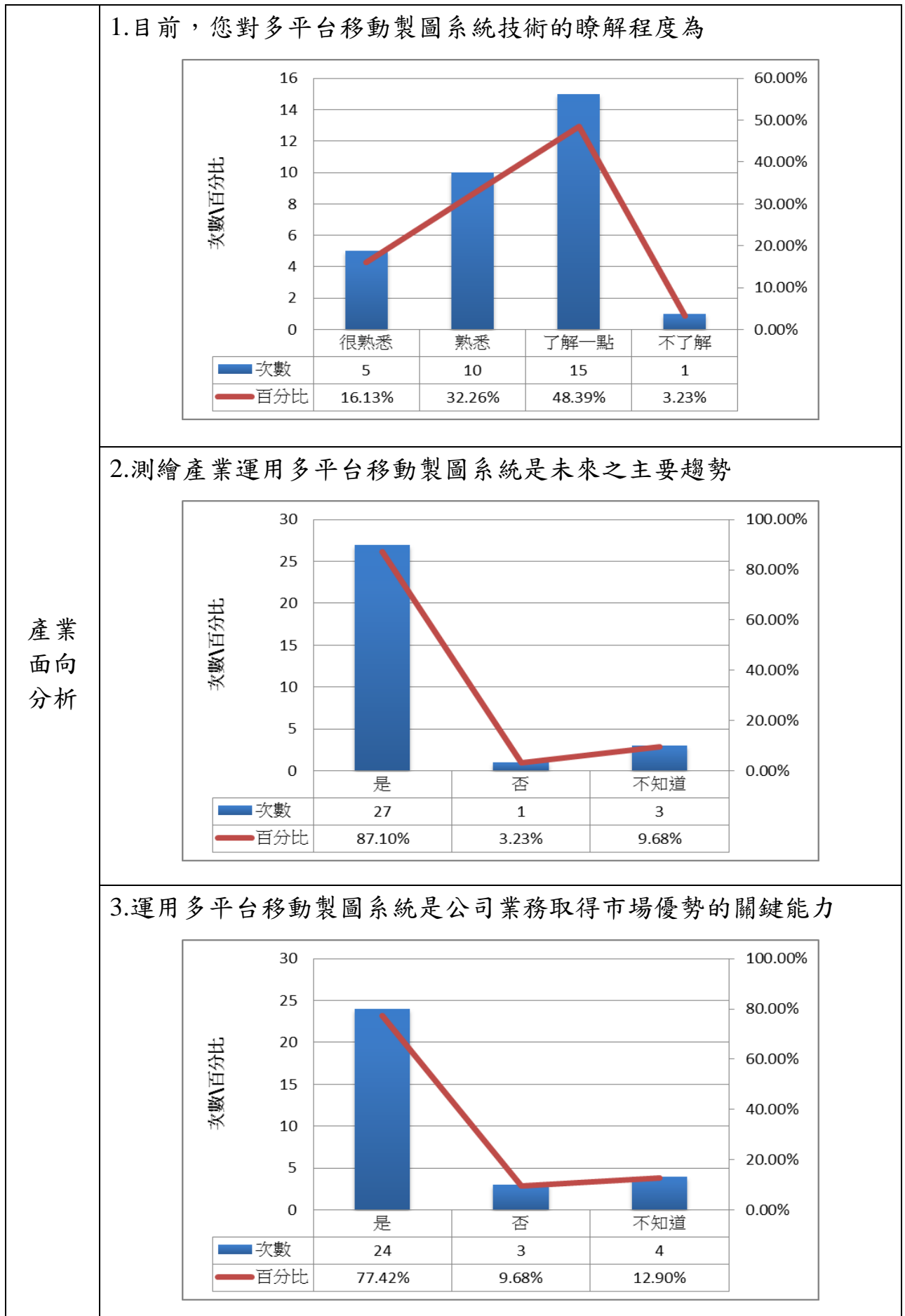


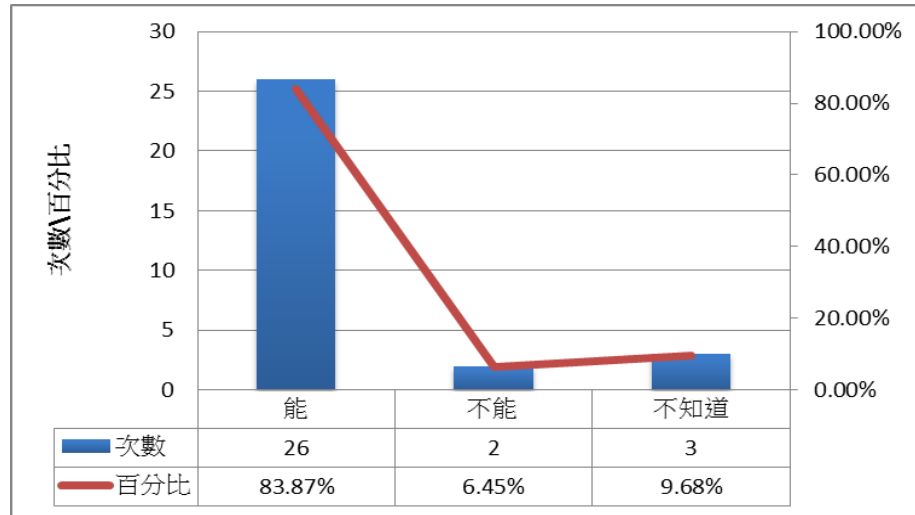
圖 3.1 問卷調查方式之需求分析工作流程

本次問卷調查方式之資料收集始於 102 年 5 月 15 日，止於 102 年 6 月 14 日，將附錄 3「國內多平台移動製圖系統業者調查表」發文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，問卷調查測繪業者清冊如附錄 4 所示。本次調查最終完成測繪業者有效回收樣本 31 份，無效問卷 1 份(回覆內容不完整)。國內多平台移動製圖系統業者調查表統計分析結果如表 3.3 所示。問卷調查樣本詳如附錄 5 所示。

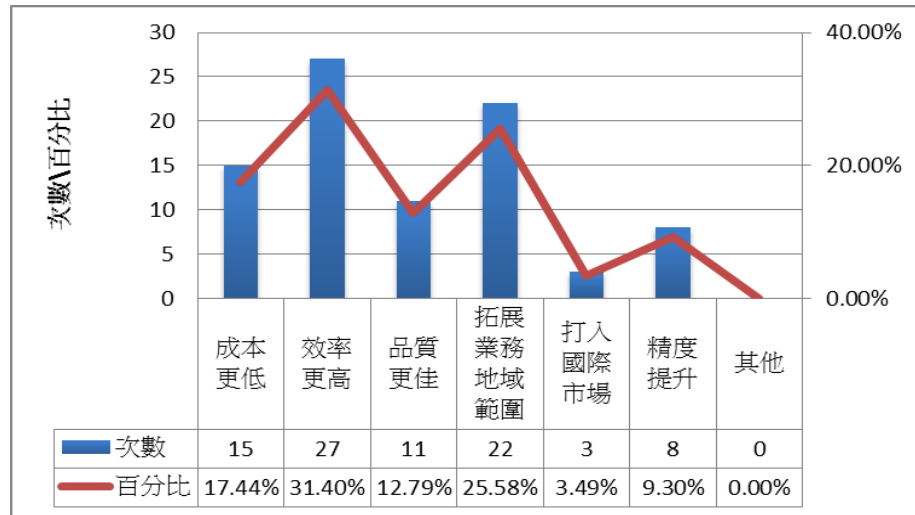
表 3.3 國內多平台移動製圖系統業者調查表統計分析結果



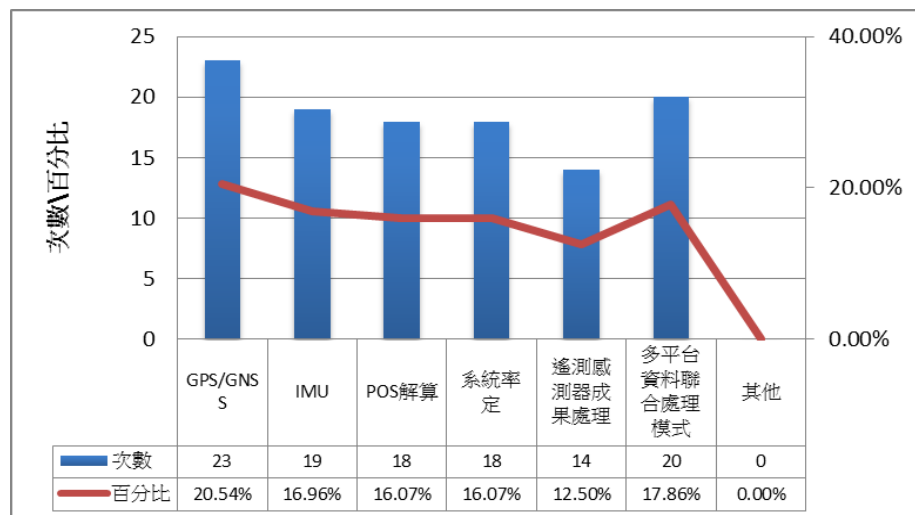
4.運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值



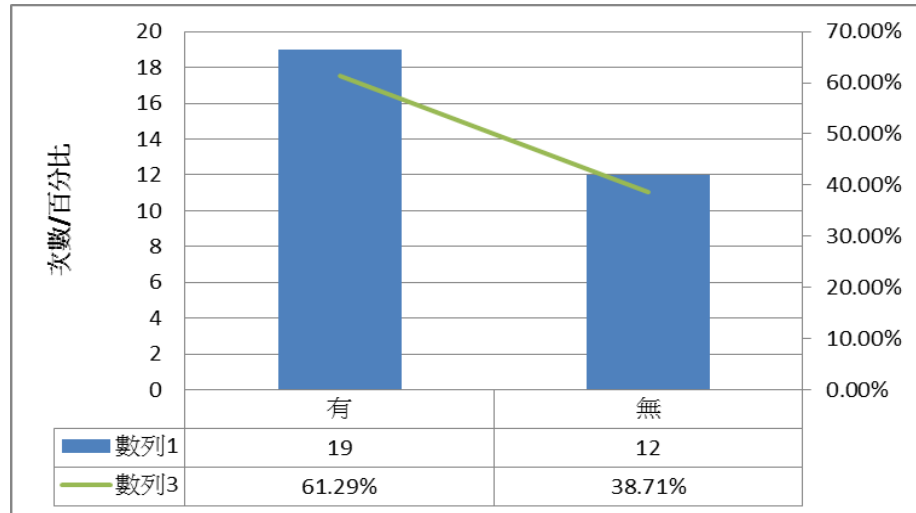
5.您認為如運用多平台移動製圖系統能為公司業務經營帶來更多市場價值，則帶來的主要好處(可勾選多項)



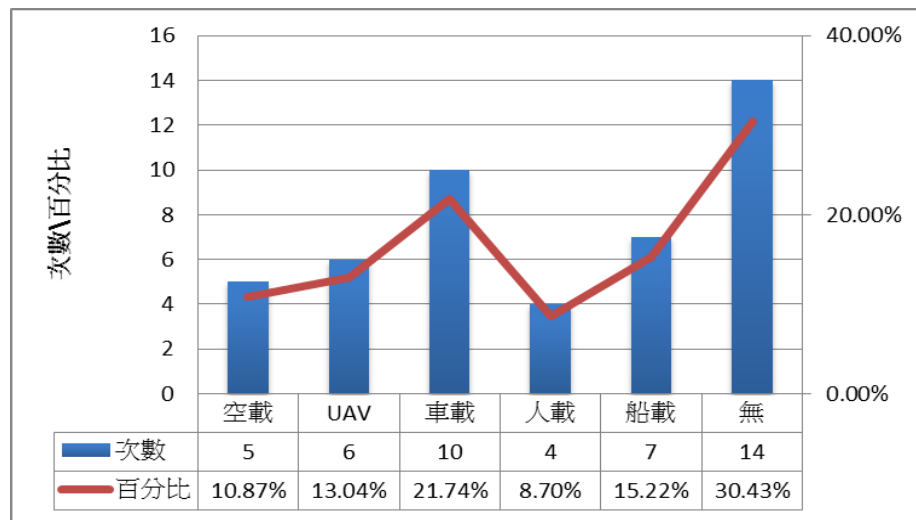
6.您認為多平台移動製圖系統中可能採用到的核心關鍵技術有哪些?(可勾選多項)



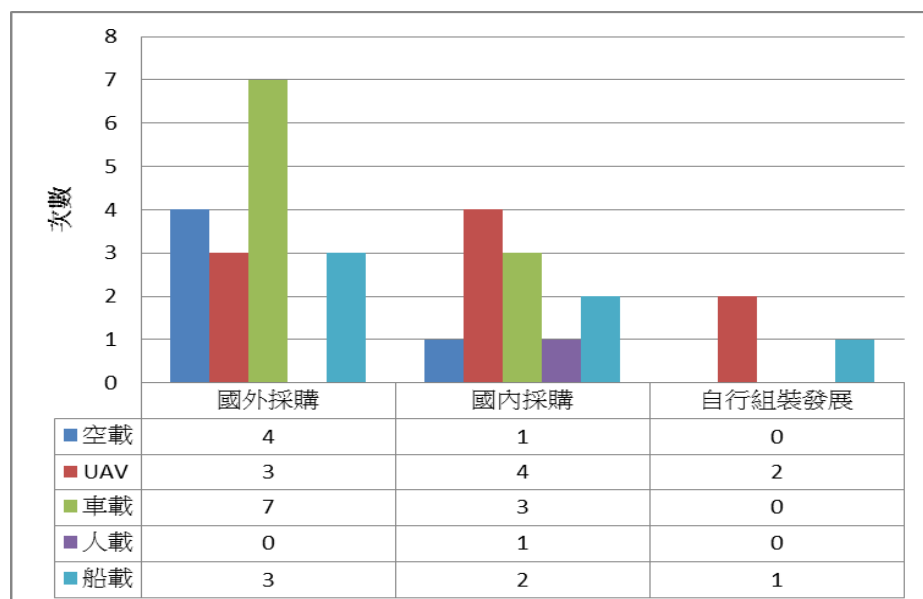
1.目前貴公司有無運用多平台移動製圖系統執行專案業務



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



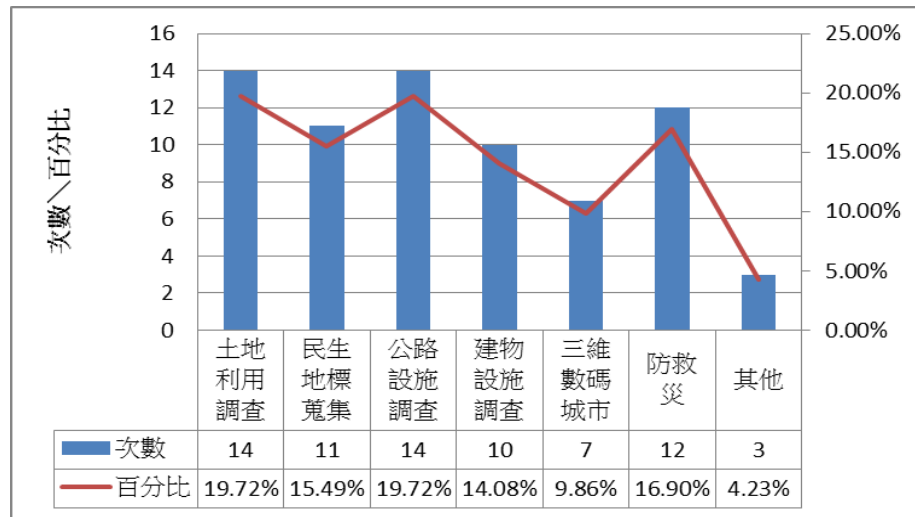
4.移動製圖系統國外採購取得來源

資源
面向
分析

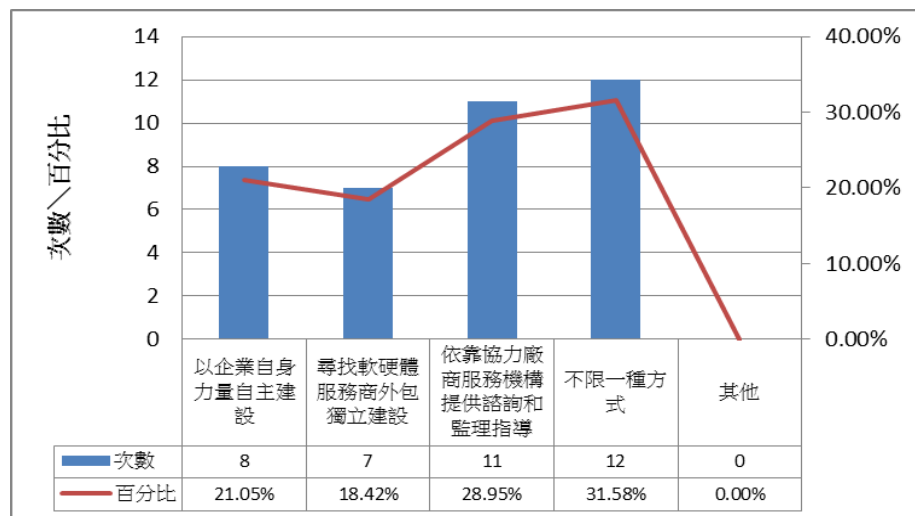
空載	國外廠商名稱：	Optech、Leica、UltraCam、Riegl、 Intergraph、Trimble
UAV	國外廠商名稱：	Pix4D、Sensefy
車載	國外廠商名稱：	Optech、Riegl、IWANE、Applanix PosMV
人載	國外廠商名稱：	Leica
船載	國外廠商名稱：	Riegl、Kongsberg MTB、Sonarmite、 Reson、Applanix PosMV、R2 Sonic

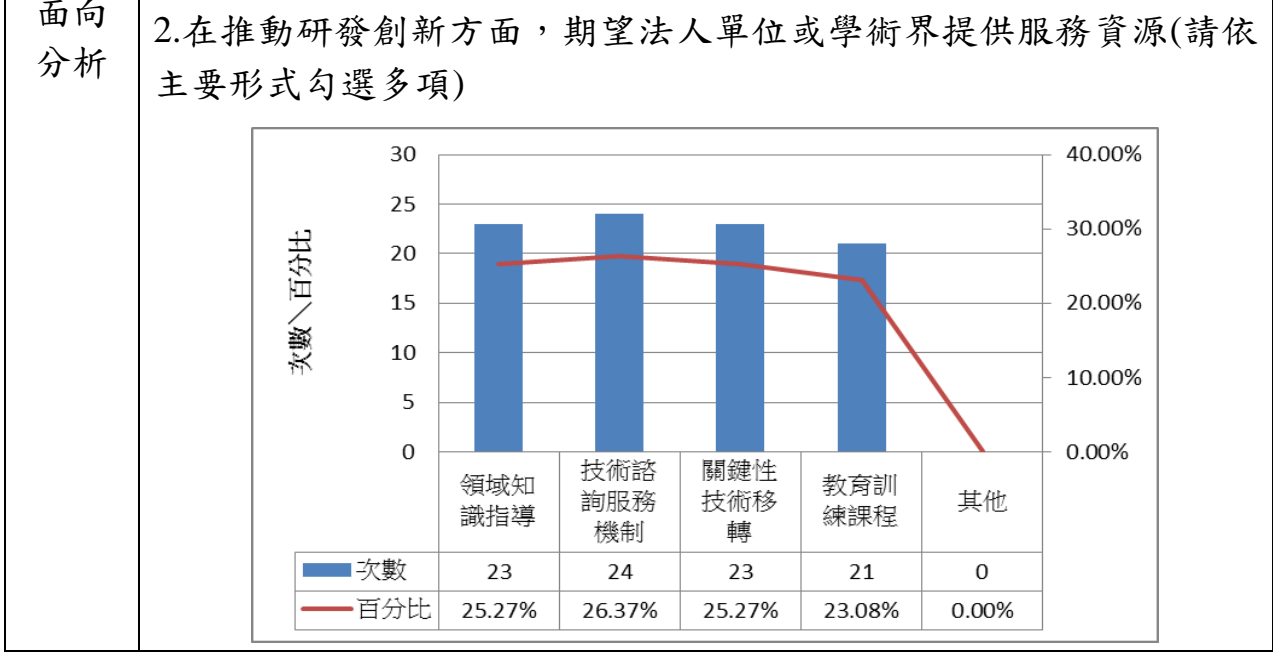
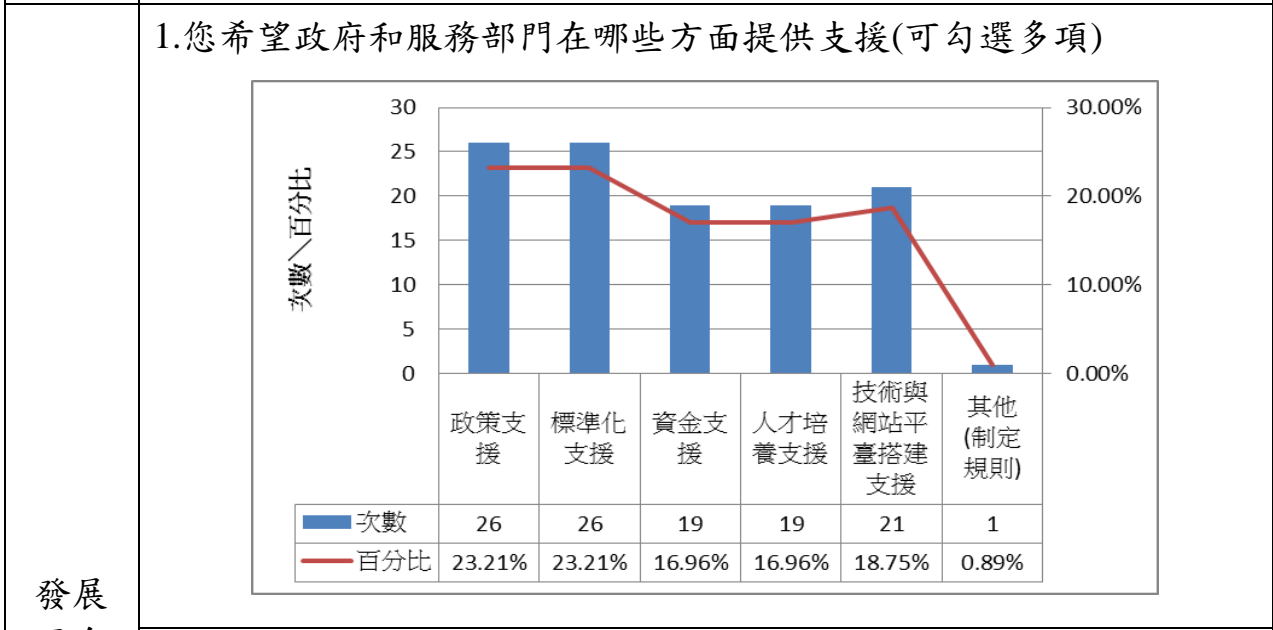
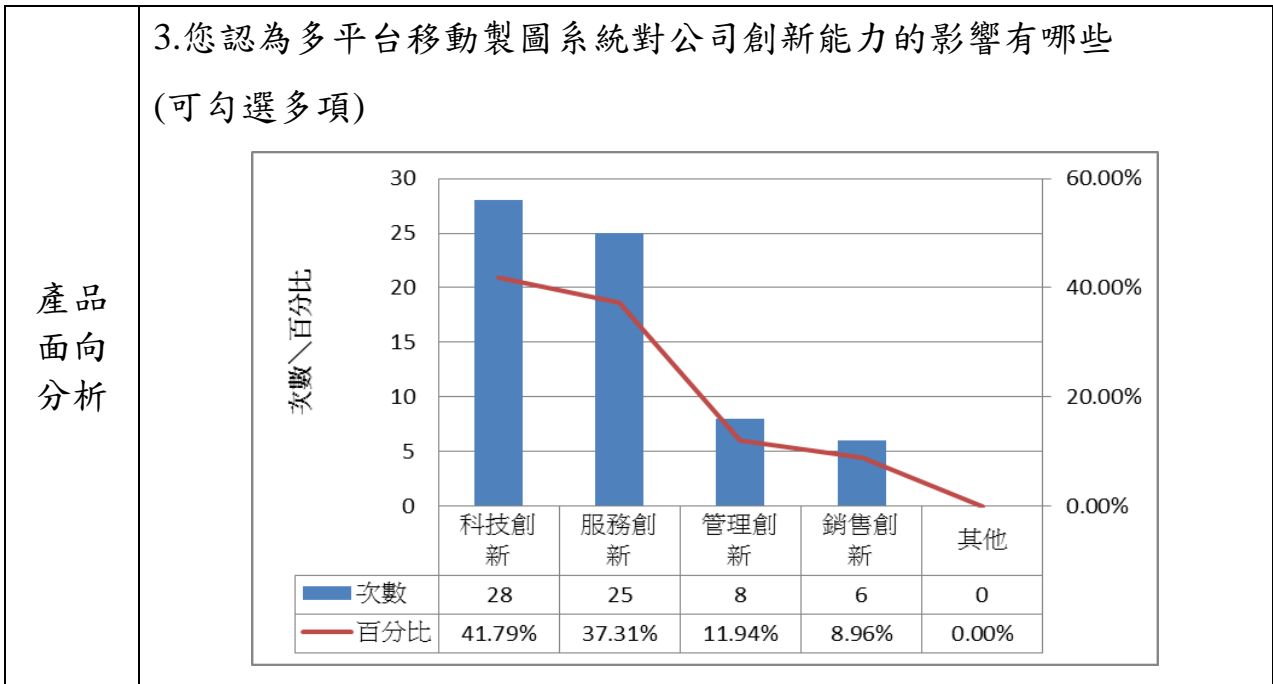
1.目前貴公司運用移動製圖系統執行專案業務時，主要應用領域範疇(可勾選多項)

產品
面向
分析



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)





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：

詮華國土測繪有限公司：

- 建立各項基本圖資整合流通。
- 使用空載於製圖時需先進行航拍申請，往往需 50 天作業時間，希望各單位能協助幫忙，以縮短工時以立功進。

自強工程顧問有限公司：

- 加強各標的的教育訓練課程安排
- 推動各相關使用單位教育推廣及運用方向，讓各單位了解多平台移動製圖系統帶給他們的方便性，成果資料更多元。

北極星測繪科技：

- 政府對產業技術提升的決心，對促進產業技術升級乃至於輸出國際，對產業輔導的配套為何？例如：科專輔導的挹注、國際大展的聯合佈展協助、國合會的外交輸出、重大工程強制規範、提升應用性之普及。

瑞川測量聯合技師事務所：

- 目前台灣此一方面硬體設備軟體等均依賴國外，其成本較高且推廣上困難。致使測繪業並不普遍，造成技術及資源集中，無法使本系統於業界普遍應用，希望能引進較低價之產品及學術單位培訓較多的人才，使其普及於測繪業。

百達威電科技股份有限公司：

- 擴充政府內需相關的產業。
- 平均分配市場扶植測繪業，提升技術。

鉅識測繪科技有限公司：

- 資料分享與回饋機制標準建立。

厚生工程顧問有限公司：

- 針對多平台移動製圖系統，舉辦交流活動，讓國內相關單位(企業界更需了解)；做有效性的意見交流。

日陞測量有限公司：

- 多平台移動製圖系統無法得知採購儀器系統，符合作業需求，只聽單方面廠商之說明。
- 儀器製圖之採購成本過高。

大壹測量有限公司：

- 主管機關制定標準作業程序，業主可依照要求作業單位遵照。
- 多平台移動製圖儀器及器材，可分別如測量儀器向合格之檢定單位進行檢定與校正，合格之認證才從事作業。
- 多平台移動製圖之組裝，運行作業應在案前提詳細的計畫提報主管機關審核，此部分可結合同约定之技術學術單位負責辦理。
- 精度成果之保證，承包商要實質的系統作業能力與固定的人員實際的業務經驗。

3.2 舉辦多平台移動製圖系統實務座談會

為此，本案以「多平台移動製圖系統發展現況與展望」為題設置一場實務座談會，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需求內容如附錄 6 所示。議程如圖 3.2 所示，總計 10 個講座場次，其中邀請 8 家擁有多平台製圖系統之知名業界經理人擔任講座主講人。本座談會已於 102 年 6 月 25 日（星期二）於成功大學測量及空間資訊學系（2F 教室）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、政府機關與研究單位 28 家與會。另開發實作座談會主題網站，如圖 3.3 所示。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不含主辦單位人員總共累計 46 個單位，63 人（含 8 位主講人，不含工作人員）。遠超過預計邀請人數 50 人。座談會報名清冊如附錄 7 所示。座談會報名統計分析如表 3.4 所示。

多平台移動製圖系統實務座談會

陸、議程表

時間	場次	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 副教授	內政部地政司 成大測量與空 間資訊學系
10:00~10:30	1	運用 MMS 即時影像更 新維護國家基礎圖資	羅正方 總經理	經緯衛星資訊 股份有限公司
10:30~11:00	2	移動式掃瞄測繪系統與 建構數位城市之展望	王名玉 工程師	台灣檢驗科技 股份有限公司
11:00~11:30	3	日陞 MMS 系統之應用 與發展	游勳喬 總經理	日陞空間資訊 股份有限公司
11:30~12:00	4	車載光達系統作業規範 之建立與探討	林志交 技術研發 室經理	中興測量有限 公司
12:00~13:00	午餐時間			
13:00~13:30	5	空載移動測繪系統於多 平台成果展示與應用	邱俊榮 副總經理	自強工程顧問 有限公司
13:30~14:00	6	Integration of Mobile Sensors	陳立邦 副總經理	迅聯光電有限 公司
14:00~14:30	7	多目標感測系統於三維 空間資訊之應用	吳瑞文 經理	詮華國土測繪 有限公司
14:30~15:00	8	IWANE 全景攝影測量系 統之應用	林志奕 技術服務 部經理	宏遠儀器有限 公司
15:00~15:20	茶敘時間			
15:20~15:50	9	多平台製圖系統測試及 率定實驗室之設置現況	江凱偉 副教授	成大測量與空 間資訊學系
15:50~16:20	10	車載影像式測繪系統之 作業程序與應用系統	饒見有 副教授	成大測量與空 間資訊學系
16:20~17:00	11	多平台製圖系統作業實務研討&座談		
17:00~	散會			

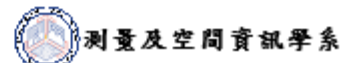


圖 3.2 多平台移動製圖系統發展現況與展望議程

國立成功大學 測量及空間資訊學系
We are mapping the future

MMS Mobile Mapping System
WE ARE MAPPING THE FUTURE

內政部地政司委託計畫

HOME
最新消息
關於我們
聯絡我們
專家新聞
專業諮詢

多平台移動製圖系統

- 系統規劃
- 系統構程
- 交通資訊
- 線上報名
- 聯絡我們
- 請購下載
- 活動花絮
- 出席統計

主辦單位



成功大學 測量及空間資訊學系
財團法人成大研究發展基金會
內政部地政司 MOI
Dept. of Land Administration

贊助商



2013 多平台移動製圖系統實務座談會 - 座談規劃

(102年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

活動名稱
「多平台移動製圖系統發展現況與展望」實務座談會

活動主旨
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確度，同時因此類系統整合諸多昂貴的感測器與相當複雜資料處理模組，國外儀器製造商所提的教育訓練課程與建議的作業程序多半是奠基於他們系統發展過程中所得之經驗，但國外系統測試的環境有別於台灣，有些時候這些原廠建議的方法並不適合台灣的現況。

所以在內政部地政司的支持下，國立成功大學測量及空間資訊學系著手建置多平台製圖系統測試及率定實驗室，包含專業偵測量準率定及測試功能與整合式定位定向系統測試功能、整合式定位定向子系統、測試與率定實驗室等，並邀請國內外多平台製圖系統領域的專家出任顧問，以辦理座談會或研習會方式進行定期經驗與線上問題諮詢的方式與國內業者與公眾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。

活動目的
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、產、官、學、研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，作為規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。

辦理單位

- 一、指導單位：內政部地政司
- 二、主辦單位：成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系

座談會規劃

- 一、研討日期：102年6月25日（星期二）
- 二、研討地點：國立成功大學測量及空間資訊學系(2F教室)
- 三、參加對象：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、研各界專家菁英人數約50人。
- 四、報名截止時間：102年6月18日（星期二）前報名。
- 五、報名方式：以報名表內容傳真或Email回覆或上網報名，報名網址：<http://mms.geomatics.ncku.edu.tw>
- 六、報名費用：免費參加。
- 七、時數認證：本研討會提供技師時數課程和公務人員時數課程認證，如需申請時數證明請填寫身分證號。

計畫主持人：江凱偉 副教授
協同主持人：曾豐盈 教授
禮 名 教授
楊見有 副教授

敬 邀

國立成功大學 | 測量及空間資訊學系
Copyright © 2013, Department of Geomatics, NCKU All Rights Reserved.
created with Mobile Mapping System (MMS).™ Designed & Developed by: [mimoChang](#)

圖 3.3 多平台移動製圖系統發展現況與展望主題網站

表 3.4 座談會報名統計分析

人數	報名人數	產	39
		官	16
		學	7
		研	3
	報名人數總計		65
	實際報到人數總計		59
	現場追加報名人數		4
單位	報名單位	產	28
		官	11
		學	4
		研	3
	報名單位總計		46
	實際參與單位總計		43
	現場追加單位總計		2
公務員時數簽證人數		12	
技師時數簽證人數		9	

舉辦本次座談會之目的，主要是為了落實 102 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案，圖 3.4 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 3.4 多平台移動製圖系統發展現況與展望活動花絮

3.3 研提多平台移動製圖系統相關作業技術支援機制

在許多專業程度很高的知識與技能的領域中，資訊不對稱的情況相當嚴重。主要原因是進入這些專業領域的門檻很高，甚至只有少數人具備這方面的專業條件，多平台移動製圖系統與其應用洽屬於此類。因此，本案規劃在多平台製圖系統測試及率定實驗室架構下，設計多平台移動製圖系統相關作業技術支援機制，具體作法為邀請國內外多平台製圖系統領域的專家出任顧問，以辦理座談會或研習會方式，進行定期授課與設置專業網站搭配諮詢窗口提供線上問題諮詢的方式，期與國內業者與公家機關分享多平台製圖系統的實務經驗與基本的理論，同時能更進一步定期提供這類系統國內外之發展趨勢。相關技術支援機制如圖 3.5 所示。

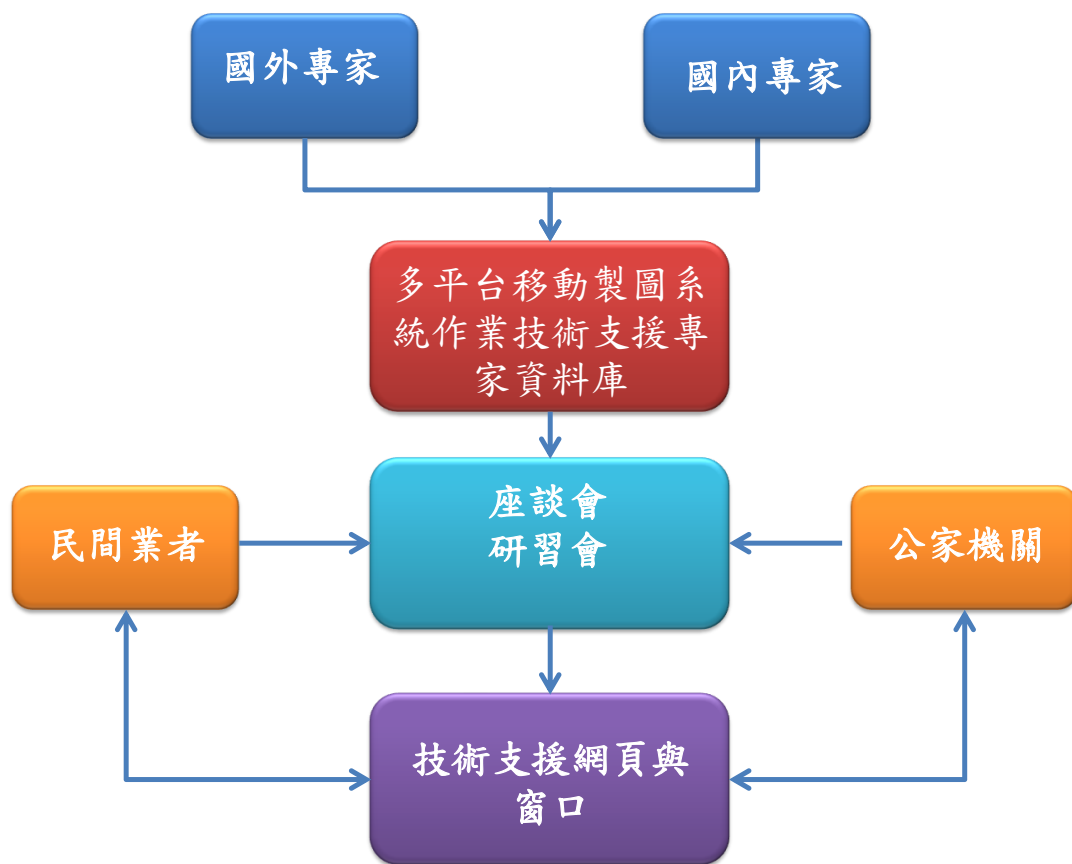


圖 3.5 多平台移動製圖系統相關作業技術支援機制

本案計畫透過實作一技術推廣網站，開放平台來強化多平台移動製圖系統相關作業技術支援機制，透過此推廣網站，開放平台最佳化專家顧問諮詢、專業領域知識技術的服務機制，讓此平台建立起專業形象，並能在最短的時間內，幫助對多平台移動製圖系統相關作業技術有興趣之使用者，找到適當的技術服務或是開發出新的商業需求合作機會。

本次網站規劃與實作，為不斷衍生新增或修正內容，在行上線之常態性精進之網站網頁開發工作，除了前台系統與後台系統實作外，亦整合科普化知識與影片教材。而在「首頁」呈現大篇幅的任務形象宣導圖，彰顯多平台製圖技術工作案的任務使命，讓民眾瞭解。在「主功能選單」規劃區中，展現多平台製圖技術工作案在學術、產業與教育界不遺餘力推動，結合產學界，努力尋求開發合作可能性，將授權專區、推廣研討活動納入此區塊。最後透過「首頁」與「計畫背景」導覽，完整記錄多平台製圖技術工作案發展歷史與各年度事紀。

本網站實作面已經完成整個主架構之設計與大部分前台與後台功能，主架構設計包含主架構主題頁首 Flash 動畫設計、背景設計、主功能選單設計、單元功能選單設計、內容區設計、頁尾設計、後台資料庫管理功能等，如圖 3.6 所示。並已經實際應用於 102 年 6 月 25 日（星期二）所舉辦之「多平台移動製圖系統發展現況與展望」實務座談會之宣傳、線上報名、講義下載、活動花絮等功能上，讓座談會與會人員有一合適之資料傳遞之功能。多平台移動製圖系統網站網址為 <http://mms.geomatics.ncku.edu.tw/>。



圖 3.6 多平台移動製圖系統網站設計

3.3.1 前台網站功能

網站依據年度計畫內容深淺、推廣對象、成果產出等考量，前台網站分成首頁、計畫背景（前言、執行主軸、背景分析、工作項目）、移動製圖技術（車載移動製圖、空載移動製圖、個人攜行移動製圖、船載移動製圖）、測試與率定實驗室（測試與率定實驗室架構、慣性測量儀測試率定、靜態測試基線場、動態測試平台、單一相機內方位率定場、多組相機相對方位率定場、多平台製圖

系統測試率定場、個人攜行式室外檢驗場)、計畫成果 (SCI/EI 期刊論文、中文期刊論文、國外研討會論文、國內研討會論文、得獎論文)、參考文獻、相關連結 (期刊資料庫、博碩士論文資料庫、研討會論文集、專利資料庫、相關系所、成功大學、測量與空間資訊系)、2013 多平台移動製圖系統實務座談會 (座談規劃、座談議程、交通資訊、線上報名、聯絡我們、講義下載、活動花絮、出席統計)、2013 多平台移動製圖系統能量調查 (調查背景說明、產業面向分析、資源面向分析、產品面向分析、發展面向分析、其他看法與建議)、研究團隊、最新消息、關於我們、聯絡我們、專家顧問、專業諮詢、最新消息、關於我們、聯絡我們、系統管理(後台登入)等導覽主題。前台網站架構如圖 3.7 所示。前台網站功能示意圖如圖 3.8 所示。

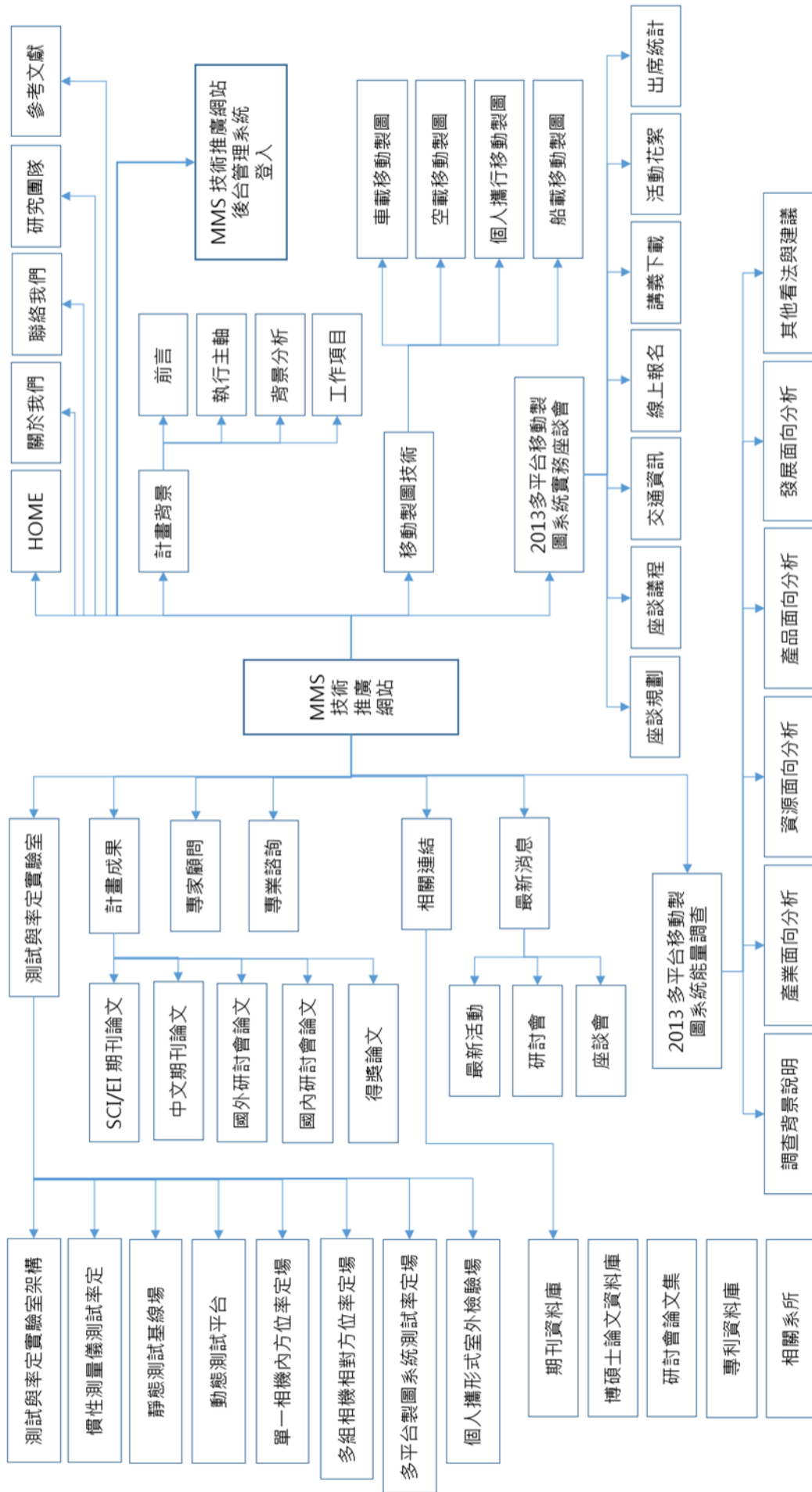


圖 3.7 前台網站架構



圖 3.8 前台網站功能示意圖

3.3.2 後台管理資料庫功能

為配合前台網站最新消息、研究團隊、計畫成果、專家顧問、專業諮詢、參考文獻、相關連結等功能，實作後台資料庫管理資訊系統，讓網站管理者可以動態新增、修改、刪除上述功能之資料。後台管理資料庫功能模組包括新聞模組（新聞類型、新聞內容）、研究團隊模組、計畫成果模組（SCI/EI 期刊論文、中文期刊論文、國外研討會論文、國內研討會論文、得獎論文）、顧問諮詢模組（專家顧問、專業諮詢）、參考文獻模組、相關連結模組（相關連結類型、相關連結內容）、權限等級模組（密碼變更、應用程式事件日誌）等資料庫模組。後台管理資料庫功能架構如圖 3.9 所示。後台管理資料庫功能示意圖如圖 3.10。

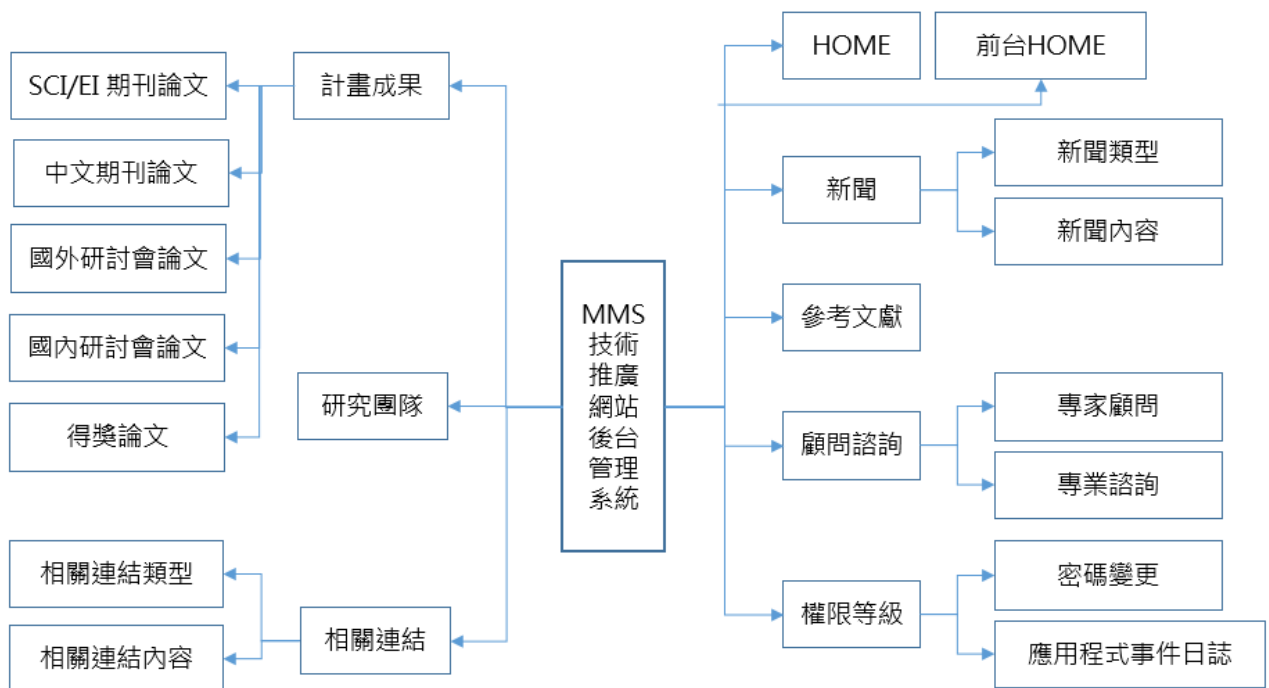


圖 3.9 後台管理資料庫功能架構



圖 3.10 後台管理資料庫功能示意圖

3.3.3 專家顧問諮詢技術支援機制

專家顧問諮詢，係由一群具備多平台製圖系統產業知識並熟悉產品與技術的專家所組成的專業團隊，提供各類多平台製圖系統的顧問諮詢服務。測繪業者可以充分利用專業顧問所累積的龐大資源與專業技能，提供技術諮詢服務。結合前台與後台相關顧問諮詢功能模組之專家顧問諮詢技術支援機制設計如圖 3.11 所示。



圖 3.11 專家顧問諮詢技術支援機制設計

說明如下：

1. 使用者(諮詢者)在前台進入「專家顧問」專區，查看目前相關國內外專家顧問之簡介，首要了解顧問的背景是否存在利益衝突以影響其建言之中立性並對諮詢範圍知識查找專家可以提供之顧問服務程度之認識。
2. 使用者(諮詢者)在前台進入「專業諮詢」專區，填寫諮詢問題內容，並留下聯絡方式(姓名、電話、Email等)，輸入驗證碼送出。
3. 系統管理者收到，過濾、分類問題屬性與相關專家顧問聯繫，安排轉介專家顧問進行知識智能、指導或是服務諮詢。
4. 系統管理者在後台進入「顧問諮詢」->「專業諮詢」專區，將專家顧問蒐集、分析資料，彙整後輸入資料庫系統，目的是將結果透過系統處理機制回饋給使用者(諮詢者)獲知。
5. 使用者(諮詢者)在前台進入「專業諮詢」專區，可看到所有提問之諮詢問題內容與對應之多筆專家顧問解答回覆內容。

專家顧問諮詢技術支援機制提供多平台製圖系統領域資訊與建議、問題解決與技術支援服務的過程，可協助被諮詢者處理多平台製圖系統個案系統的相關工作或者是重點技術上的問題。

3.4 製作科普教育影片

由歐美日等先進國家科學傳播事業的發展經驗得知，優質科學傳播節目，主要是依賴優秀的企劃、編導將利用傳播敘事知能將科學原理與意涵，轉製成一般大眾能接受的節目內容。具備以科學為內容，運用多樣的電視傳播手段，宣傳科學思想、普及科學知識、傳播科學方法以及弘揚科學精神的特點，科普影片不僅講述知識，還關注科學事件的發展。因此，本案擬製作多平台製圖系統科普教育影片之模式就是將知識性、科技性、趣味性與多平台移動製圖系統知識、空間資訊產業互相契合的發展模式，透過科普教育的結合及傳播，將現代多平台移動製圖系統科研成果與空間資訊知識加以融合，增加我們對多平台移動製圖系統高科技的感性認識，藉由科普教育傳播的發展，帶領大家突破多平台移動製圖系統認知模式，建立多平台移動製圖系統科技新觀念，落實科普教育理念，讓多平台移動製圖系統發展開花結果。

本案製作科普教育影片導演製作需兼具多平台移動製圖系統科學知識以及傳播知能的跨領域內容創製為基軸之人才，其結合製作整合傳播知識、製作技巧及多平台移動製圖系統知識，創製出多平台移動製圖系統教育影片。整個製作流程規劃透過文獻探討、資料收集、資料彙整、影音節目企畫、腳本寫作構思、場景、分鏡設計、畫面設計、操作介面、素材製作、素材整合、拍攝計畫、

進度與分工、剪輯與後製等影音製作完成。目前科普教育影片之劇本，對於教育推廣最接近的學習階層為高中生，故科普影片目前設定以高中生為考量，介紹多平台製圖系統的分類、組成、實作場景，為提升高中生學習之興趣。而在影片尾部，為告知一般民眾及廠商多平台製圖系統可應用的範圍，內含有多平台製圖應用實例，為啟發有興趣廠商、民眾發展之意願。透過集思廣益之構思如表 3.5~3.8 所示。

表 3.5 科普教育影片之劇本 1

場景名稱	000	秒數
影部	聲部	分鏡
民眾日常生活實品	<ul style="list-style-type: none"> ● 空間資訊應用已充斥在日常生活中，其中導航更是廣為應用，GPS 名詞更是屢不見鮮。 	導航機、行車紀錄器、里程表
場景名稱	001	秒數
影部	聲部	分鏡
數個衛星繞著地球	<ul style="list-style-type: none"> ● 地球上兩萬公里高空上，有著數個衛星系統。 ● 在眾多衛星系統中，GPS 為美國發展的其中一個系統，尚有俄國 GLONASS、歐盟 Galileo、日本 QZSS、印度 IRNSS 等，而可統稱為 Global Navigation Satellite System，簡稱 GNSS。 ● GNSS 全天候、全方位的，對地球發射訊號。 	數個衛星繞著地球
場景名稱	002	秒數
影部	聲部	分鏡
衛星與地球及發射訊號	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用者利用天線盤接收四顆以上的衛星訊號，可即時定位。 	動畫：發射訊號

表 3.6 科普教育影片之劇本 2

場景名稱	003	秒數
影部	聲部	分鏡
測量系館 天線盤 接收機 慣性量測儀	<ul style="list-style-type: none"> ● 理想情況下 GNSS 能提供穩定且高精度的輸出，但並無法提供姿態及高動態輸出，且受限於環境及其他各國家的約束。 ● 另一獨立系統 IMU，不受限於環境及其他因素干擾，具有自主性。 	
場景名稱	004	秒數
影部	聲部	分鏡
慣性量測儀 GNSS 天線+接收機	<ul style="list-style-type: none"> ● 慣性量測儀內含三軸加速度計、三軸陀螺儀，透過牛頓運動定律及一系列計算，求得位置、速度與姿態，完成導航。 	場景：系館淡出，放大 IMU
公式	<ul style="list-style-type: none"> ● 但精度將隨時間下降，整合式定位定向將兩者優點互補。 	於 IMU 圖旁以跑馬燈的方式呈現所有的公式
	<ul style="list-style-type: none"> ● 達成全方位高精度、高動態之導航。搭配測繪感測器，即可成為一套移動製圖系統。 	
	<ul style="list-style-type: none"> ● 將系統放置各種平台，如飛機、汽車或人，聯合解算各平台資料即為多平台製圖系統。 	場景：移動製圖系統之圖示縮小至三個平台（人、車、飛機），逐一以箭號指出 GPS 天線盤、IMU、量測型相機
場景名稱	005	秒數
影部	聲部	分鏡
測繪車影片	<ul style="list-style-type: none"> ● 成功大學測量及空間資訊學系，發展之車載移動製圖系統作業。 ● 車載系統搭載 6 台工業相機可即時同步拍攝影像。 ● 整合是定位定向系統可即時展示軌跡。 ● 全景相機拍攝影像也可即時顯示。 	

表 3.7 科普教育影片之劇本 3

場景名稱	006	秒數
影部	聲部	分鏡
UAV 影片	<p>UAV 起飛執行任務，空載移動製圖系統作業。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 地面控制站即時監控空照作業。 ● UAV 降落結束任務。 ● 定翼型 UAV。 ● UAV 系統架構，包含飛行載具、飛控系統、地面導控系統、任務酬載設備及資料傳輸系統。 ● 籌載 POS 系統。 ● 地面監控車。 ● 地面站即時監控。 	
場景名稱	007	秒數
影部	聲部	分鏡
人、車、飛機、地球	<ul style="list-style-type: none"> ● 多平台製圖系統，適用於各種環境資料蒐集。 	場景：人、車、飛機縮小在地球上跑
場景名稱	008	秒數
影部	聲部	分鏡
系統率定表單	<ul style="list-style-type: none"> ● 然而，為了高精度成果，各感測器必須率定，包含 IMU、相機及兩者相對關係的率定，消除已知的系統誤差。 	
轉台	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用高精度轉台，透過標準流程。 	
轉台運作影片	<ul style="list-style-type: none"> ● 消除飄移、尺度因子、雜訊等誤差。 	
場景名稱	009	秒數
影部	聲部	分鏡
相機內方位率定場	<ul style="list-style-type: none"> ● 相機率定藉由高精度控制場，消除鏡頭誤差 	
場景名稱	010	秒數
影部	聲部	分鏡
二階段率定流程	<ul style="list-style-type: none"> ● 不論是空載、車載或人載，皆需先於室外建立高精度控制場。 ● 再於控制場依特定方式作業。 ● 經率定計算，即可得到各儀器間相對關係。 	

表 3.8 科普教育影片之劇本 4

場景名稱	011	秒數
影部	聲部	分鏡
直接定理定位示意圖及精度表	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用所拍到的相片測量，可直接得到目標物座標。 	
場景名稱	012	秒數
影部	聲部	分鏡
直接地理定位操作介面及步驟之影片	<ul style="list-style-type: none"> ● 多平台製圖平台可於影像上量點，計算目標物三維座標，並設定屬性資料，儲存於資料庫內。 ● 同時可處理空載、車載影像聯合應用。 ● 並於展示相片前馬賽克處理。 	
場景名稱	013	秒數
影部	聲部	分鏡
	<ul style="list-style-type: none"> ● 在後端應用及成果方面。 ● 可展示影像。 ● 包含航空正攝影像。 ● 車載全景影像與 DTM/3D 模型。 ● 還可應用於監測、防救災、探勘。 	
場景名稱	014	秒數
影部	聲部	分鏡
展示於 Google Earth 之畫面	<ul style="list-style-type: none"> ● 圖資套疊。 ● 土地利用調查。 	
場景名稱	015	秒數
影部	聲部	分鏡
影像結尾	<ul style="list-style-type: none"> ● 多平台製圖系統，不論在測量及非測量應用，其範圍甚廣，未來將成為空間資訊蒐集、防救災、工程建設...等最佳利器。 	
場景名稱	016	秒數
影部	聲部	分鏡
謝幕		

3.5 本章小結

在「國內多平台移動製圖系統業者調查」之工作項目方面，已完成『國內多平台移動製圖系統業者調查表』問卷調查方式之題目研擬、設計、發送、資料回收與統計分析，發文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，調查最終完成測繪業者有效回收樣本 31 份，無效問卷 1 份(回覆內容不完整)。另外在個案訪談實調方式預計期中過後，具體訪查 7 家聚焦在以使用多平台移動製圖系統之對象，了解實際應用上的需求與建議。

在「舉辦多平台移動製圖系統實務座談會」之工作項目方面，已於 102 年 6 月 25 日(星期二)於國立成功大學測量及空間資訊學系(2F 教室)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、政府機關與研究單位 28 家與會。議程規劃總計 10 個講座場次，其中邀請 8 家擁有多平台製圖系統之知名業界經理人擔任講座主講人。座談會最後統計報名人數不含主辦單位人員總共累計 46 個組織單位，65 個人數(含 8 位主講人)。遠超過預計邀請人數 50 人。

在「研提多平台移動製圖系統相關作業技術支援機制」之工作項目方面，支援機制網站期中已經完成整個主架構之設計，包含主架構主題頁首 Flash 動畫設計、背景設計、主功能選單設計、單元功能選單設計、內容區設計、頁尾設計、後台資料庫管理功能設計等。

期末實作面已經完成前台首頁、計畫背景、移動製圖技術、測試與率定實驗室、計畫成果、參考文獻、相關連結、2013 多平台移動製圖系統實務座談會、2013 多平台移動製圖系統能量調查、研究團隊、最新消息、關於我們、聯絡我們、專家顧問、專業諮詢、最新消息、關於我們、聯絡我們、系統管理等導覽主題。已經完成後台資料庫功能模組包括新聞模組、研究團隊模組、計畫成果模組、顧問諮詢模組、參考文獻模組、相關連結模組、權限等級模組等資料庫模組。此支援機制網站為不斷衍生新增或修正內容，下一年度將朝規劃之專家顧問諮詢技術支援機制功能與內容進行上線之常態性精進之網站網頁開發工作。

在「製作科普教育影片」之工作項目方面，根據期中委員意見由淺至深，嘗試將民眾對多平台技術的認知從日常生活中引領至專業領域，於影片一開頭加入，導航機、里程表、行車紀錄器、google 街景地圖...等民眾較易聯想相關日常生活實品，並加入旁白部分。

第四章、評估 GNSS 系統對多平台製圖應用之效益

GNSS 即全球導航衛星系統，該系統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系統，目前有 32 顆衛星運行於距離地球表面約兩萬公里的軌道上。由於設計至今已有約 40 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，將原有的雙頻觀測系統提昇為三頻觀測系統。

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，軌道高度約兩萬公里。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，同樣也會提供三個頻率的觀測量，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。

由中國自主發展的新興系統—北斗二號導航衛星系統(BeiDou-2)，已於 2012 年底正式提供亞太地區的區域性服務，並將其正式命名為北斗導航衛星系統(BeiDou Navigation Satellite System)，共發射了 16 顆衛星(表 4.1)，由其中的 14 顆組網並提供服務，而完整的北斗系統星群預計將於 2020 年建置完成，屆時將提供全球性的服務。原工作項目沿用舊有 Compass 名稱，但本報告書中特別反應現況，故在隨後的章節中將以北斗導航衛星系統取代原 Compass 系統。

表 4.1 北斗系統衛星發射紀錄

發射日期	衛星	PRN	火箭	軌道	使用狀況	系統
2000.10.31	1A	#C00	長征三號甲	GEO	任務完成	北斗一號
2000.12.21	1B	#C00	長征三號甲	GEO	任務完成	北斗一號
2003.05.25	1C	#C00	長征三號甲	GEO	任務完成	北斗一號
2007.02.03	1D	#C00	長征三號甲	GEO	失控未使用	北斗一號
2007.04.14	M1	C30	長征三號甲	MEO	試驗星未使用	北斗二號
2009.04.15	G2	#C02	長征三號丙	GEO	失控未使用	北斗二號
2010.01.17	G1	C01	長征三號丙	GEO	使用中	北斗二號
2010.06.02	G3	C03	長征三號丙	GEO	使用中	北斗二號
2010.08.01	I1	C06	長征三號甲	IGSO	使用中	北斗二號
2010.11.01	G4	C04	長征三號丙	GEO	使用中	北斗二號
2010.12.18	I2	C07	長征三號甲	IGSO	使用中	北斗二號
2011.04.10	I3	C08	長征三號甲	IGSO	使用中	北斗二號
2011.07.27	I4	C09	長征三號甲	IGSO	使用中	北斗二號
2011.12.02	I5	C10	長征三號甲	IGSO	使用中	北斗二號
2012.02.25	G5	C05	長征三號丙	GEO	使用中	北斗二號
2012.04.30	M3	C11	長征三號乙	MEO	使用中	北斗二號
2012.04.30	M4	C12	長征三號乙	MEO	使用中	北斗二號
2012.09.19	M5	C13	長征三號乙	MEO	使用中	北斗二號
2012.09.19	M6	C14	長征三號乙	MEO	使用中	北斗二號
2012.10.25	G6	C02	長征三號丙	GEO	使用中	北斗二號

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，不論是即時導航或是高精度測量定位應用，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。故本案擬評估該系統對多平台製圖應用之效益。

4.1 GNSS 系統發展與趨勢

4.1.1 GPS 現代化

GPS 現代化的計畫主要是要延伸第一代 GPS 在過去三十年所獲得的重大成功。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之外，亦著手規劃對民用系統提供性能提昇的相關設計。整個 GPS 現代化的計畫始於 2000 年 SA 效應的關閉；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；最後一步則是將第三個民用訊號加到 L5 頻率上。

GPS 系統現代化所發射的 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，目前已有 7 顆 Block IIR-M 衛星正在運作中 (PRN 17、PRN 31、PRN12、PRN15、PRN29、PRN07 與 PRN05)。第二步的重大改變是發展 GPS Block IIF 衛星，此系列目前規劃總共包含至少 12 顆衛星，GPS IIF 目前共已發射四顆，分別於 2010 年 5 月 28 日、2011 年 7 月 16 日、2012 年 10 月 4 日與 2013 年 5 月 15 日發射 (PRN 25、PRN01、PRN24、PRN27)。GPS Block IIF 衛星將傳送第三個頻率 L5 (1176.45 MHz) 的觀測量，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。

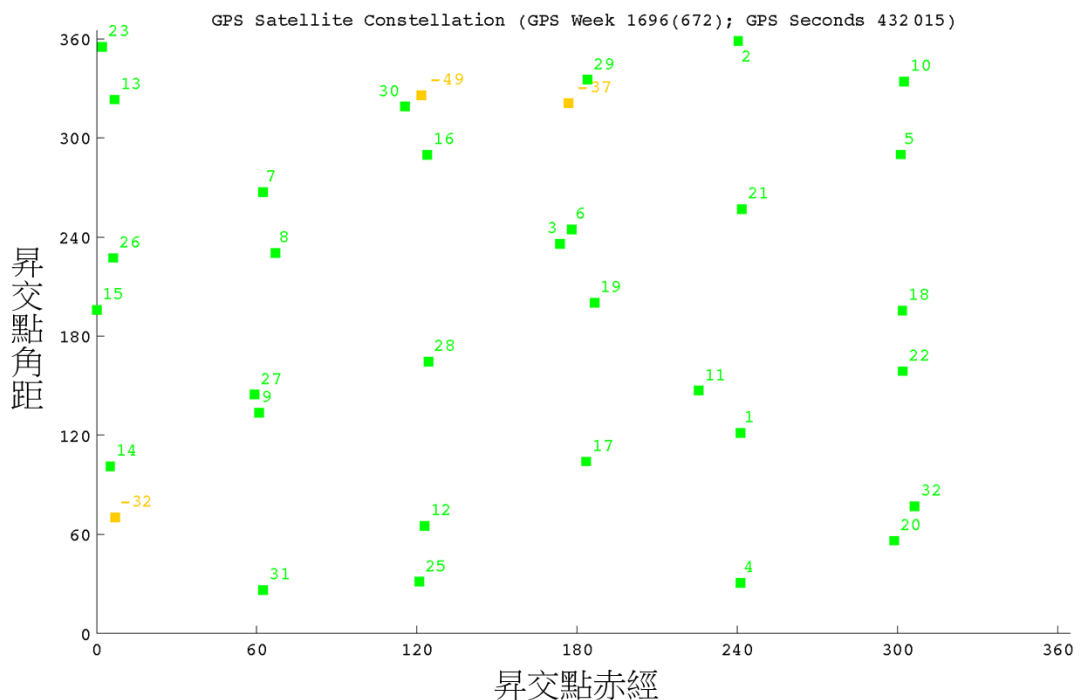


圖 4.1 GPS 星群範例

目前可使用的民用訊號調制在 L1 上，當現代化的計畫完成時，調制於 L2 及 L5 上新的民用訊號也將無限制地提供一般使用者使用。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)。對於一般使用者而言，除導航系統精度及可用性的考量之外，使用者如何藉由使用者自主地決定導航訊息的有效性及完整性是相當重要的 (McDonald, 2002)。GPS 接收儀必須要具備判斷衛星是否出問題並產生超過容許值誤差之功能。對於車載或個人應用系統，四顆衛星已足夠

提供使用者之位置解；但對於空載的應用系統而言，使用者必須接收超過六顆衛星才能決定達高信心水準的系統完好度。這個偵錯及除錯之過程一般稱為接收儀自主完好度監測(Receiver Autonomous Integrity Monitoring, RAIM) (Miller, 2004)。移除 SA 效應除了大幅增加單點定位的精度之外亦大幅提昇了 FDE 之效能。

4.1.2 GLONASS 現代化

由俄羅斯發展的 GLONASS 導航衛星系統曾於 1995 年完成部署，隨後由於衛星生命期只有三年與俄羅斯政府財力不足的問題，衛星數目由 1995 年的 26 顆直線下降至 2001 年的 7 顆。但是自 2001 年起俄羅斯政府決定繼續維持 GLONASS 之運作並提出類似 GPS 現代化之計畫。該計畫第一步為在 2003 年後所發射的 GLONASS-M 衛星中將第二個民用訊號調制在 L2 頻率中，以增加定位精度；接下來則是在 2008 年後所發射的 GLONASS-K 衛星中將第三個民用訊號調制在 L3 頻率以進一步提昇新一代 GLONASS 的性能。

該計畫已在 2010 年底將衛星數量提昇至 24 顆以提供全球覆蓋的高精度導航服務，除了致力於 GLONASS 的性能提昇之外，俄羅斯當局並與美國及歐盟針對未來整合涵蓋 GPSIII、Galileo 及 GLONASS 的未來 GNSS 達成相關技術合作。如同現代化的 GPS 一樣，未來的 GLONASS 可以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且 GLONASS 亦為一包含軍用及民用等雙重用途之系統。目前有 31 顆 GLONASS 衛星，皆為現代化具備雙頻民用訊號的 M 系列衛星現代化的衛星，目前可使用的衛星有 24 顆（綠色），3 顆維修中衛星(726、727、729)、3 顆備份衛星(712、714、722)及 1 顆 K 系列測試衛星(701K)，圖 4.2 所示為 GLONASS 星群範例。

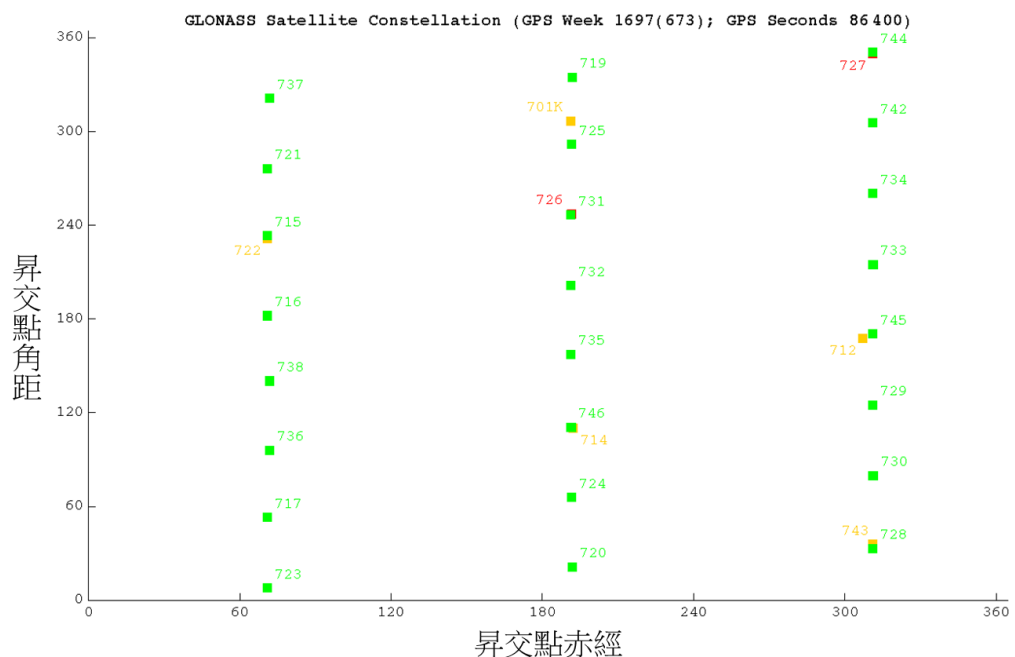


圖 4.2 GLONASS 星群範例

K 系列衛星之 L1CR 及 L5R 載波將播送碼分多址(CDMA)的訊號。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 北斗皆會播送碼分多址的訊號，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

前面所提及的 GPS 及 GLONASS 皆為由軍方所控制的導航系統。相較之下，歐盟所發展的 Galileo 系統主要則是提供民用導航之用。早在 1990 初期歐盟即開始發展針對歐洲北部提供較佳定位精度的導航衛星系統。歐洲太空總署並於 1998 年針對發展一個獨立於 GPS 及 GLONASS 且主要為民用之導航系統展開一系列的研究，並於 3 年之後公佈所使用的衛星訊號結構(Hein et al., 2002)。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, 2000)，因此未來的大地測量型 GNSS 接收儀應當是以接收 3 頻為主。對於一般使用者而言，使用 GPS/Galileo 雙頻(L1/E1, L5/E5a)的效能預期將與純粹使用 Galileo 之商業服務之效能旗鼓相當，甚至有過之而無不及。GPS/Galileo 具備將近 60 顆的衛星而 Galileo 只有 30 顆衛星。故不論從經濟效益或效能的觀點，商業服務對導航及測量的使用者而言應該不具備吸引力，況且目前 GNSS 接收儀的大廠皆是美國的公司，故從美國立場而言，它可以支持使用公開服務之 GPS/Galileo 雙系統之發展；但基於經濟及軍事的考量，它應不會大量支援 Galileo 之商業服務。就系統發展的時程而言，一般的使用者至少要等到衛星驗證(In-Orbit Validation, IOV)完成之後，整個計畫進入第二階段時才可能取得合法的觀測量。

4.1.4 北斗(BeiDou)

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，並能向有更高需求的授權使用者提供進一步的授權服務，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 年發射了兩顆靜止軌道衛星，於 2003 又發射了一顆備份衛星，初步建成北斗衛星導航試驗系統，提供基本的定位(有源定位)、定

時和簡訊通訊服務，是覆蓋中國本土的區域導航系統。在北斗一號成功的基礎上，中國政府持續投注大量資源發展類似 GPS 或 Galileo 的自主性全球導航衛星系統，稱為北斗二號導航衛星系統(BeiDou-2)，採取有源與無源相結合體制，相容北斗一號的全部功能。與北斗一號以 3 顆衛星提供區域的導航服務之功能相比，未來的北斗二號衛星之數量預計將達到 35 顆，這些衛星群將由 5 顆靜止軌道衛星(GEO)、27 顆中軌道衛星(MEO)及 3 顆傾斜同步軌道衛星(IGSO)組成 (Huang and Tsai, 2008)，而中國官方目前則規劃於 2015 年完成完整的 30⁺ 星群建置，並計劃至 2020 年完成建構全球的導航衛星系統。

根據各系統發展的時程，預計在 2020 年之後一般使用者可以無限制使用 4 個導航衛星系統所提供的多頻觀測量，以獲得更高的即時單點定位精度，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，皆可使用雙系統或三系統的接收儀以提高定位精度。表 4.2 所示為未來 GNSS 各式參數的比較表，圖 4.3 為多系統 GNSS 聯合定位之範例。

表 4.2 未來各衛星系統比較表

	GPS	Galileo	GLONASS	BeiDou
衛星顆數	32	30	31	35 (5GEO + 27MEO + 3IGSO)
軌道面數	6	3	3	GEO/IGSO/MEO: 1/3/3
軌道傾角 (度)	55	56	64.9	MEO、IGSO : 55
軌道高度 (公里)	20200	23230	19100	MEO : 21528 GEO、IGSO : 35786
運行週期	11 小時 56 分	14 小時 05 分	11 小時 15 分	MEO : 12 小時 50 分 GEO : 24 小時 00 分
時間系統	GPST	GST	GLONASST	BDT
座標系統	WGS-84	GTRF	PZ-90	CGCS2000
使用頻率 (MHz)	L1 : 1575.42 L2 : 1227.60 L5 : 1176.45	E1 : 1575.42 E5a : 1176.45 E5b : 1207.14 E6 : 1278.75	G1 : 1602 + k × 0.5625 G2 : 1246 + k × 0.4375 G3 : 1202.025	B-1 : 1561.098 (E2) B1-2 : 1589.742 (E1) B2 : 1207.14 (E5b) B3 : 1268.52 (E6)
傳輸方式	CDMA	CDMA	FDMA/CDMA	CDMA
服務	軍用/民用	商用/開放	軍用/民用	授權/開放

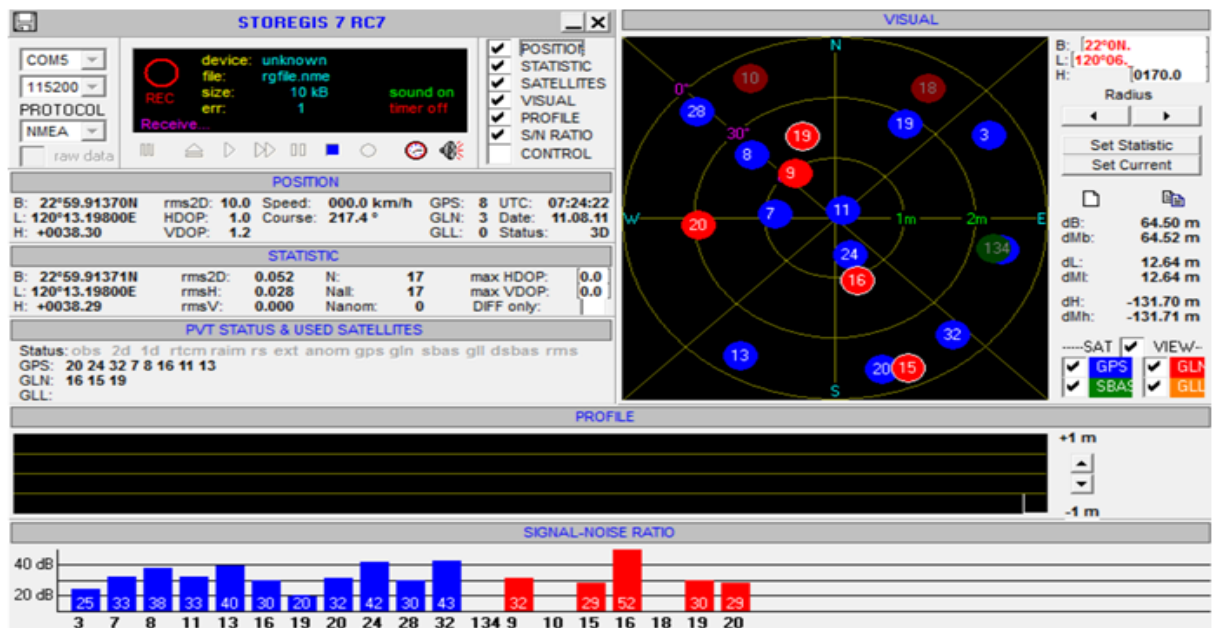


圖 4.3 多系統 GNSS 聯合定位之範例

我國目前非常廣泛地使用 GPS 精密定位於國家測量的工作中，包含靜態與動態定位。隨著完善 GNSS 的到來，以及北斗系統的迅速發展，衛星定位所使用的硬體設備與軟體計算程式也將大幅改變，對於資料處理的作業技術發展也必須迅速進行。未來的 GNSS 正逐漸演進為具備多系統多頻率之特性，而使用多個全球導航衛星系統的多頻率觀測量，大幅提昇現有的定位精度是可預期的。

因此，本案擬針對多平台製圖系統之應用特性，透過 GNSS 的多頻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 GNSS 在不同層次的影響，並且分析北斗系統的動靜態定位精度，以及應付各種移動遙測製圖的應用環境，多平台製圖系統發展多系統 GNSS 聯合處理架構搭配多元輔助感測器，未來在市區、地下道、隧道、森林等地區 GNSS 仍然會受到訊號遮蔽的效應所影響，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，導致定位精度不佳，而空載系統在飛機高動態之運動下仍會產生週波脫落與衛星失鎖問題。故對於移動多平台製圖應用而言，在 GNSS 訊號脫落及干擾的作業環境下，透過多頻的聯合定位來分析多平台製圖系統的精度，針對多平台製圖系統受到 GNSS 訊號品質影響的定位精度進行分析，擬以本團隊發展之 GNSS 軟體模擬器與實測資料搭配定位定向感測器來探討並評估 GNSS 聯合處理策略對多平台製圖系統和應用的效益。

4.2 北斗系統簡介與動靜態定位精度分析

4.2.1 北斗系統簡介

北斗系統的規劃分為三個步驟，分別為試驗系統、擴展的區域導航系統及全球導航系統，各系統的內容概要如表 4.3 所示。現階段的北斗系統已完成擴展的區域導航系統之建置，覆蓋了亞太地區並正式提供導航衛星系統區域服務，服務範圍拓展到東經 55°至東經 180°以及南緯 55°至北緯 55°，其空間星座由 14 顆衛星組成，分別為 5 顆靜止軌道(GEO)衛星、5 顆傾斜同步軌道(IGSO)衛星和 4 顆中軌道(MEO)衛星。

表 4.3 北斗系統規劃比較表

	北斗衛星導航 試驗系統	北斗導航衛星系統 區域服務	北斗導航衛星系統
建置完成時間	2003 年	2012 年	預計 2020 年
服務區域	亞太地區	亞太地區	全球
目標	區域主動式定位	區域被動式定位	全球被動式定位
空間星座	3 GEO	5 GEO、5 IGSO 、4 MEO	5 GEO、3 IGSO 、27 MEO
主要功能	定位、單雙向定 時、簡訊通訊	定位、測速、單雙向定 時、簡訊通訊	定位、測速、單雙向定 時、簡訊通訊
定位精度	優於 20 公尺	10 公尺	優於 10 公尺
定時精度	單向 100 奈秒 雙向 20 奈秒	單向 50 奈秒	20 奈秒
測速精度	--	0.2 公尺/秒	優於 0.2 公尺/秒
簡訊通訊 (限亞太地區授權用戶)		49 個漢字/次 (民用版) 120 個漢字/次 (軍用版)	
廣域差分服務精度 (限亞太地區授權用戶)	--	--	根據授權用戶等級， 最高 1 公尺

4.2.1.1 開放與授權服務(Open and Authorized Service)

為因應不同使用者的需求，北斗系統提供了開放與授權(又分為民用與軍用)兩種服務，一般基本的導航資訊可以透過導航訊息免費提供給開放服務的使用者，但是差分改正與完好度訊息則僅提供給授權服務的使用者，此外，授權服務還提供了簡訊通訊服務以及類似於廣域增強系統的廣域差分服務，可根據授權用戶的不同等級，提供更高的定位精度，但由於這兩種服務皆需要以靜止軌道(GEO)衛星作為媒介來進行訊號的傳輸，故僅侷限於有部屬靜止軌道衛星的亞太地區，有關於公開與授權服務之比較如表 4.4 所示。

表 4.4 北斗系統公開與授權服務比較表

	開放服務	授權服務
使用者	一般使用者	授權使用者
監測站	共 7 個站用於定軌	共 27 個站用於定軌/差分改正
衛星軌道與時錶	導航訊息	導航訊息/衛星時錶誤差
電離層改正	8 參數/14 參數 Klobuchar 模型	5° x 5° 電離層網格
更新週期	衛星軌道與時錶：1 小時 電離層模型參數：2 小時	衛星時錶誤差：18 秒 電離層網格：3 分鐘

4.2.1.2 精度稀釋因子(Dilution of Precision, DOP)

由於衛星星群的幾何分佈與定位精度有著密切的關係，因此實務上常使用精度稀釋因子(Dilution of Precision, DOP)來表示衛星星群幾何分佈對於定位精度的影響，此因子主要針對單點虛擬距離定位時採用。若想探討三維座標的定位精度，則可藉由位置精度稀釋因子(Positional Dilution of Precision, PDOP)的值來評估，即三維座標定位精度會等於 PDOP 值與虛擬距離觀測量標準偏差值的乘積，因此 PDOP 值若越小，則代表衛星分布的幾何強度越高，三維座標的定位精度也越高。圖 4.4 為現階段北斗系統覆蓋地區的 PDOP 值分佈情形，計算北斗系統的 PDOP 值時，可視衛星的顆數不可少於 4 顆，由圖中可以得知目前的北斗空間星座，其 PDOP 值的範圍約在 2 至 10 之間，且中國及台灣地區的 PDOP 值均在 3 以下，由此可知，北斗系統的發展對於台灣而言可謂受惠良多。

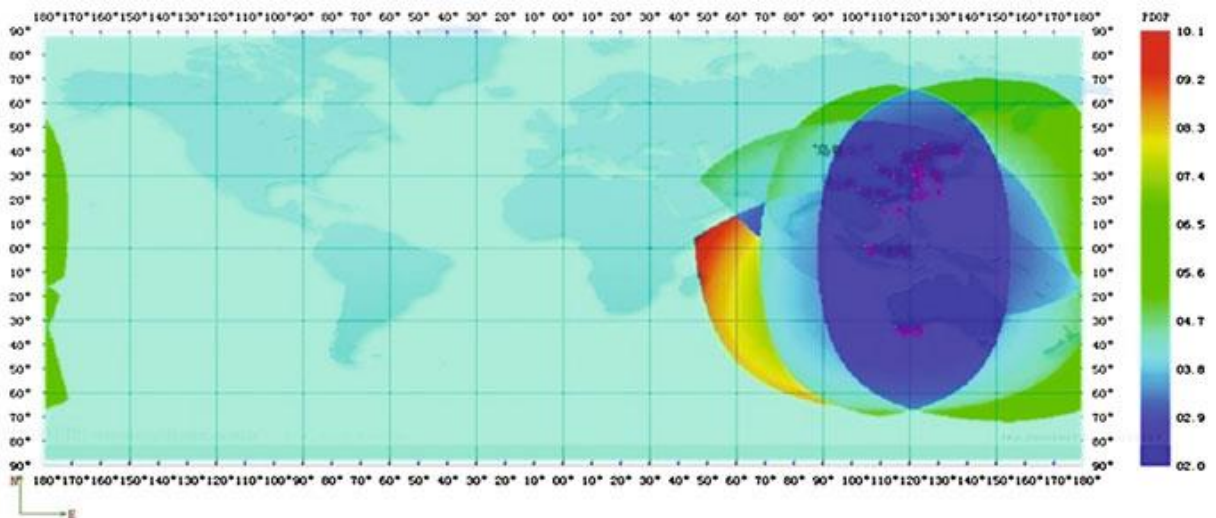


圖 4.4 北斗系統的 PDOP 分佈情形

4.2.1.3 北斗系統訊號品質

為了初步探討北斗系統的訊號品質並將其與 GPS 系統相比較，本案處理了司南導航(COMNAV)所提供的零基線雙系統五頻(L1/L2/B1/B2/B3)衛星觀測資料，觀測時間為 2013 年 4 月 1 日(年積日第 91 天)的 12:00:00 至 13:00:00，觀測筆數為一秒一筆，因此共處理了 3601 個時刻的觀測量。由於使用的資料為零基線觀測資料，即藉由一特殊設計的天線，於同一位置使用同一天線接收的兩個衛星觀測資料，因此兩觀測資料的觀測條件完全相同，故只要於兩觀測資料中任意挑選兩顆衛星的觀測量，進行觀測量二次差分(衛星與接收儀間)，即可消除時錶誤差、大氣層延遲誤差、多路徑效應誤差等，得到觀測訊號的品質。

圖 4.5 為北斗與 GPS 系統電碼訊號之品質，由為經過觀測量二次差分後所獲得，因此經過誤差傳播後，其所求得的均方根(RMS)值為原始訊號的兩倍，故北斗系統三頻電碼訊號品質的均方根值約為 17.5 公分(B1)、9.5 公分(B2)與 5 公分(B3)，GPS 系統雙頻電碼訊號品質的均方根值約為 10.5 公分(L1)與 6.7 公分(L2)；北斗系統中 B2 的電碼訊號品質與 GPS 系統約為同一等級，而 B1 較 GPS 系統差了約一至二個等級，B3 的訊號品質則為所有訊號中最佳。

圖 4.6 為北斗與 GPS 系統載波相位訊號之品質，北斗系統三頻載波相位訊號品質的均方根值約為 0.004 週波(B1)、0.004 週波(B2)與 0.003 週波(B3)，GPS 系統雙頻載波相位訊號品質的均方根值皆約為 0.002 週波，北斗系統在載波相位的訊號品質略差於 GPS 系統。若單就北斗系統的訊號品質來看，B3 頻率的訊號品質為三者中最佳。

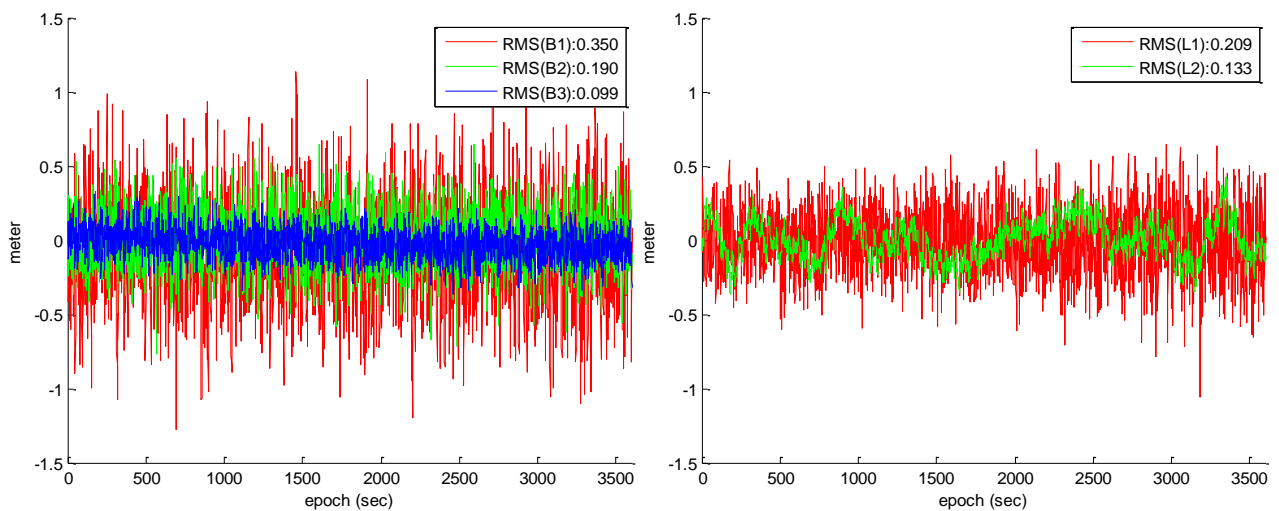


圖 4.5 北斗(左)與 GPS(右)系統電碼訊號之品質

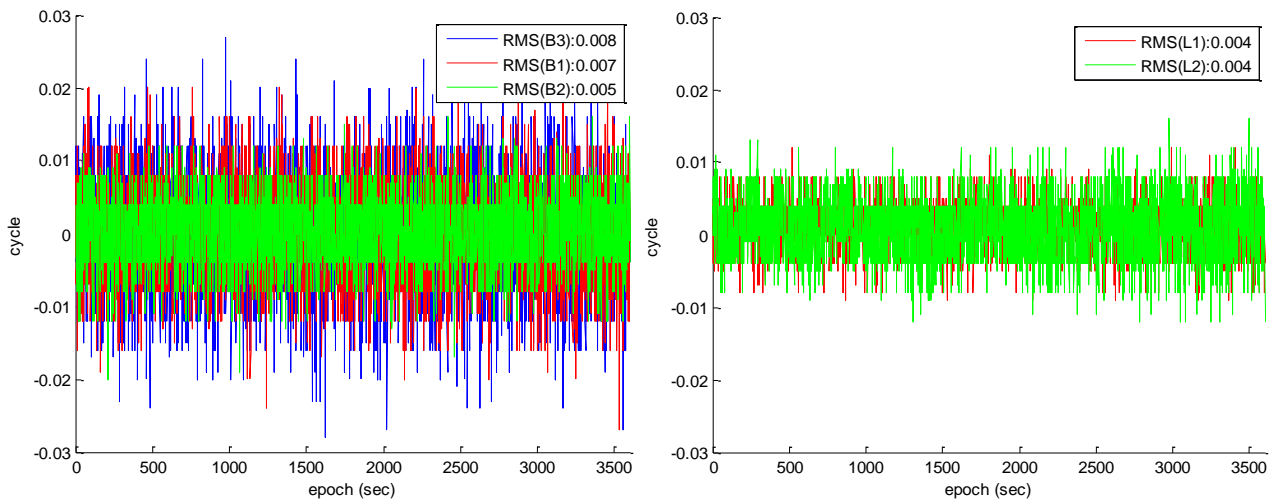


圖 4.6 北斗(左)與 GPS(右)系統載波相位訊號之品質

4.2.2 靜態定位精度分析

自從北斗系統開始於亞太地區提供導航服務，許多學者均致力於該系統定位精度的研究，因此，本小節分別就靜態觀測環境下的精密單點定位、以及精密相對定位兩種方式，提供相關文獻及本團隊的成果，以探討其定位精度分析。本實驗使用了三條不同長度的基線進行解算，分別為 29 公尺超短基線、8.7 公里基線及 15.9 公里中長基線，其基線點位略圖如圖 4.7 所示。

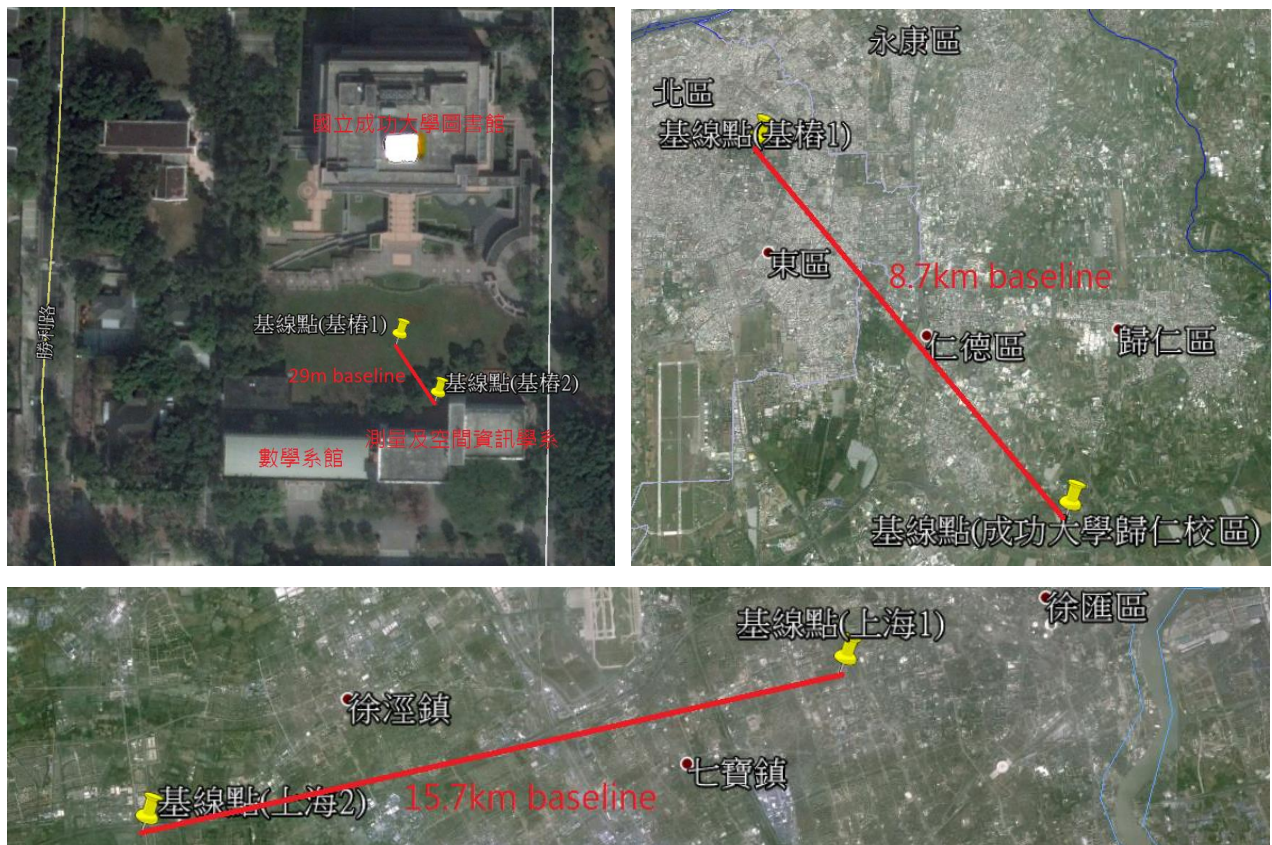


圖 4.7 三條不同長度基線之點位略圖，分別為 29 公尺基線(左上)、8.7 公里基線(右上)及 15.7 公里基線(下)

4.2.2.1 靜態精密單點定位 (PPP)

由於北斗系統的精密星曆及時鐘產品目前尚無法取得，因此在探討精密單點定位的精度前，一般會先在地面上佈設連續觀測之衛星追蹤站，組成一個網形並且同時接收 GPS 與北斗雙系統的觀測量，再使用 GPS 觀測量來進行地面基準站的精密定位及時間同步，然後進一步實施衛星的精密定軌(Li et al., 2008)。因此北斗衛星的精密定軌大致分為兩個步驟：第一步，解算地面基準站的座標、接收機時錶誤差和天頂對流層延遲(ZTD)參數；第二步，固定地面接收儀時錶誤差和天頂對流層延遲(ZTD)參數，同時解算北斗衛星的初始位置、時錶誤差和光壓參數(Shi et al., 2012b)。

Shi et al. (2012b)中以武漢大學自行佈設的北斗衛星觀測實驗網(BeiDou Tracking Stations, BETS)來實施北斗衛星的精密定軌，該網形包括 6 個境外的連續追蹤站和 9 個中國境內的追蹤站(圖 4.8)，透過直接與高精度 GPS 定位的座標進行比較，表 4.5 為 2011 年 9 月 2 日(年積日第 245 天)同步觀測的 10 個 BETS 網追蹤站單獨利用北斗系統精密單點定位之精度，該時間的工作衛星有 2 顆地球靜止軌道(GEO)衛星(C01、C04)與 3 顆傾斜地球同步軌道(IGSO)衛星(C06、C07、C08)，由表中可以得知，單獨使用北斗系統精密單點定位的平面精度可達 5 公分，高程精度可達 10 公分；而統計 10 個站的均方根(RMS)值，其平面精度約為 2 公分，高程精度約為 7 公分。

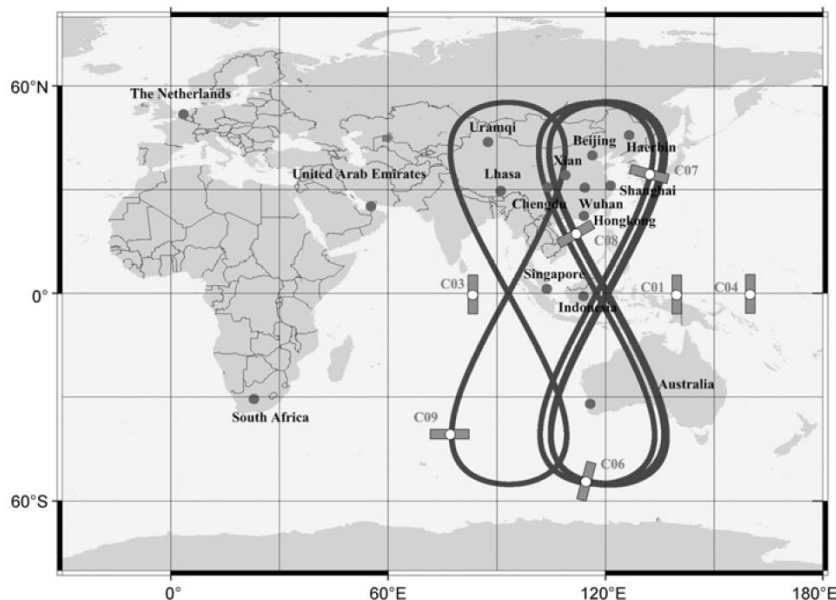


圖 4.8 北斗衛星觀測實驗網 (Shi et al., 2012b)

表 4.5 北斗系統精密單點定位精度(Shi et al., 2012b)

Station name	East (cm)	North (cm)	Up (cm)
BJF1	-2.18	-1.08	11.57
CENT	-0.73	-0.15	2.12
CHDU	-1.71	-0.15	2.93
HKTU	0.06	-0.17	-0.09
HRBN	1.12	3.20	-7.52
LASA	0.22	0.47	0.86
PETH	-3.24	-2.17	-2.40
SHA1	0.14	0.05	-0.77
SIGP	0.62	0.08	7.15
URMQ	-1.54	4.09	-17.31
RMS	1.51	1.82	7.4

Zhou et al. (2012)中使用一個中國境內的監測網，同時接收 GPS 與北斗系統的觀測資料，其觀測的時間為 2012 年 6 月 18 日至 2012 年 7 月 3 日(年積日第 169 至 185 天)，該時段的北斗系統工作衛星有 4 顆地球靜止軌道(GEO)衛星、5 顆傾斜地球同步軌道(IGSO)衛星以及 2 顆中軌道(MEO)衛星，藉由計算北斗定位成果與 GPS 定位成果的不符值(v)，即可分析出北斗系統精密單點定位之重覆性(表 4.6)與兩系統間精密單點定位之偏差量(表 4.7)。重覆性的定義如下：

$$\sigma = \sqrt{\frac{(v-\bar{v}) \cdot (v-\bar{v})^T}{n-1}} \quad (4.1)$$

由表 4.6 中可以得知，北斗系統精密單點定位之重覆性在東西方向及南北方向均優於 2 公分，高程方向則優於 5 公分，無論在平面或是高程方向的精度均優於(Shi et al., 2012)中北斗系統精密單點定位的精度，因此較完善的衛星星群可提供更高精度的應用。此外，由表 4.7 可以發現北斗與 GPS 系統間有著數公分的系統性偏差量，產生此系統性偏差量的可能原因為處理北斗觀測量時的誤差、動態模型的誤差、兩系統參考框架間的差異、接收儀與衛星的天線相位中心偏差量等。

表 4.6 北斗系統精密單點定位之重覆性(單位：公分) (Zhou et al., 2012)

RcvID	East	North	Up	RcvID	East	North	Up
1	2.27	1.66	4.39	8	1.31	2.01	4.59
2	2.28	1.66	4.61	9	0.25	0.45	6.66
3	2.34	1.72	4.41	10	0.25	0.58	7.90
4	0.76	1.13	2.38	11	0.33	0.53	7.93
5	0.68	1.25	2.40	12	0.61	1.23	1.96
6	0.90	1.44	1.87	13	0.85	1.21	2.02
7	0.90	1.36	3.81	14	0.80	1.39	2.40
Average	1.04	1.26	4.09	-	-	-	-

表 4.7 北斗與 GPS 系統間精密單點定位之偏差量(單位：公分)(Zhou et al., 2012)

RcvID	East	North	Up	RcvID	East	North	Up
1	15.05	11.82	-6.48	8	0.50	5.47	33.41
2	10.37	13.22	-8.72	9	0.61	0.73	9.00
3	14.59	11.86	-8.79	10	-0.83	3.45	9.53
4	-1.13	-1.34	-1.28	11	1.01	-0.33	8.67
5	-0.79	-2.51	-0.54	12	-3.12	7.49	0.06
6	-0.82	-3.49	0.88	13	-4.20	6.93	0.04
7	-1.55	9.54	33.40	14	-0.20	9.37	1.07

4.2.2.2 靜態精密相對定位

Shi et al. (2012b)中以一條長度為 436 公尺的短基線進行北斗系統於靜態及動態模式下精密相對定位的精度分析，觀測資料的時間為 2011 年 6 月 19 日至 2011 年 6 月 25 日(年積日第 170 至 176 天)，該時段的工作衛星有 2 顆地球靜止軌道(GEO)衛星(C01、C04)與 3 顆傾斜地球同步軌道(IGSO)衛星(C06、C07、C08)，基線的參考座標是以商業軟體 TGO 解算 GPS 觀測資料而得，其靜態模式下單獨採用北斗系統觀測資料的靜態精密相對定位精度(連續一周平均結果)，在東西、南北及高程方向上分別為 6.20 毫米、0.70 毫米及-5.00 毫米。

本團隊採用一條 29 公尺的超短基線，用以進行北斗系統於靜態精密相對定位的精度分析，兩台多頻多系統的衛星接收儀(由帕斯卡科技股份有限公司提供)架設於國立成功大學測量及空間資訊系館後方草皮上的基樁，架設情形如圖 4.9 所示，實地的透空度良好且基樁穩固，圖 4.10 則為監控畫面，由畫面中可以看到 GPS、北斗以及 GLONASS 的接收訊號，分別可接收到 8 顆、9 顆以及 6 顆

的衛星訊號，且其觀測頻率分別為雙頻、三頻以及雙頻。在進行基線解算時，電離層及對流層延遲影響使用 B1 及 B2 頻率的無電離層組合及 Modified Hopfield Model 予以處理，而基線向量的參考真值則使用兩相同點位於夜間連續接收八個小時的 GPS 觀測資料，並以商業軟體 TBC 進行 GPS 基線向量解算後所獲得的固定解。由於北斗區域性導航衛星系統已建置完成，因此在此觀測資料中約可觀測到 6 至 8 顆的北斗衛星，定位成果均為固定解，相關資訊如表 4.8 所示。於 29 公尺的超短基線使用北斗系統定位的精度在平面及高程方向分別可達毫米及公分等級，然而此基線的觀測時刻小於一個小時，若能將觀測時間拉長，則更高精度的北斗系統精密相對定位成果是可以預期的。



圖 4.9 架設於國立成功大學測量及空間資訊系館後方草皮上基樁的多頻多系統衛星接收儀

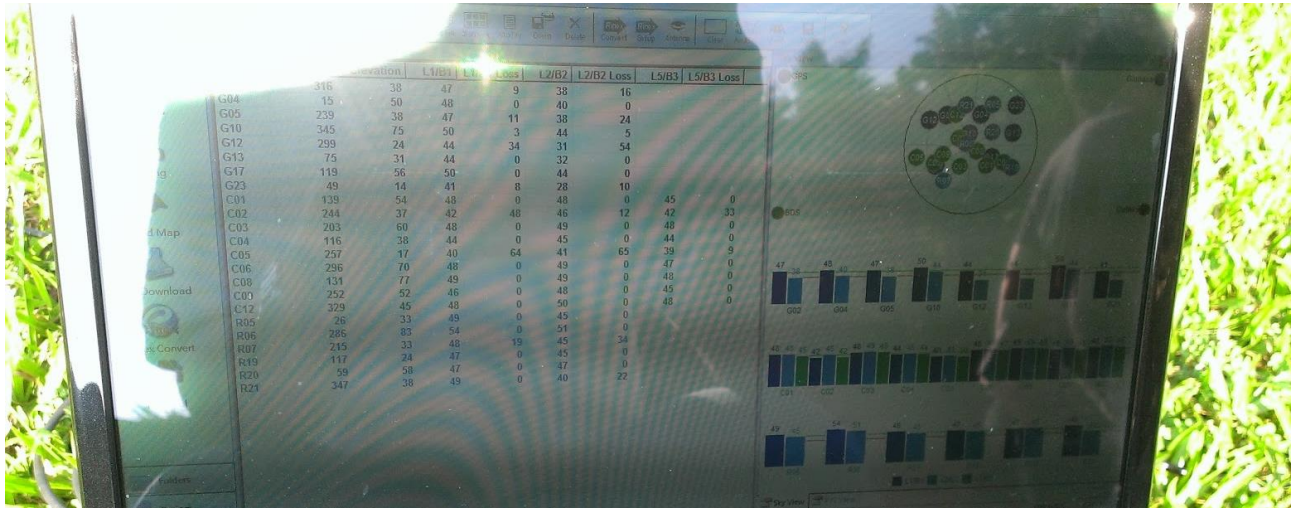


圖 4.10 衛星接收儀訊號接收情況之監控畫面

表 4.8 北斗系統靜態精密相對定位於 29 公尺超短基線與已知座標之不符值

基線長度	觀測時刻數	東西向誤差[cm]	南北向誤差[cm]	高程向誤差[cm]
29 公尺	2744	0.53	0.25	1.94

4.2.3 動態定位精度分析

對於有即時獲得位置資訊的使用者而言，導航衛星系統在動態定位上的精度表現是備受關注的，常應用於一般的即時導航或是高精度的移動式測繪平台應用，因此本小節分別就北斗系統的動態虛擬距離單點定位、虛擬距離相對定位以及精密相對定位三種定位方式，提供相關文獻及本團隊研究的成果以分析其定位精度。

4.2.3.1 動態虛擬距離(電碼)單點定位

Shi et al. (2012a)中指出，單獨使用北斗系統中 3 顆地球靜止軌道(GEO)衛星及 3 顆傾斜地球同步軌道(IGSO)衛星所傳輸的 B1 民用電碼觀測資料及廣播星曆，其虛擬距離單點定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之時間序列如圖 4.11 所示(觀測地點為武漢，觀測時間為 2011 年 6 月 19 日)，由圖中可以得知，各方向的不符值都在 40 公尺以內，且東西方向的定位解比南北向穩定，而高程方向最差。造成南北向定位解比較不穩定的主因為所使用的衛星數目只有 6 顆且其幾何分佈(圖 4.12)並不理想，3 顆地球靜止軌道(GEO)衛星都位於第二及第三象限，3 顆傾斜地球同步(IGSO)衛星大部分的時間也都位在南半球。圖 4.13 為一天中所有時刻的虛擬距離單點定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之偏差量(上)與標準偏差(下)，由圖中可以發現，其三個方向的偏差量都在 10 公尺以內，且東西方向的偏差量皆為負值，南北方向的偏差量皆為正值；而三個方向的標準偏差量皆在 40 公尺以內，其東西方向上的精度均優於 3 公尺，南

北方向約為 6 至 13 公尺，高程方向則約為 10 至 16 公尺。以上成果所使用的衛星星群只有 3 顆地球靜止軌道(GEO)衛星與 3 顆傾斜地球同步軌道(IGSO)衛星，若使用現階段 14 顆衛星星群的北斗系統，其動態虛擬距離單點定位應可達到更高精度與穩定度的定位成果。

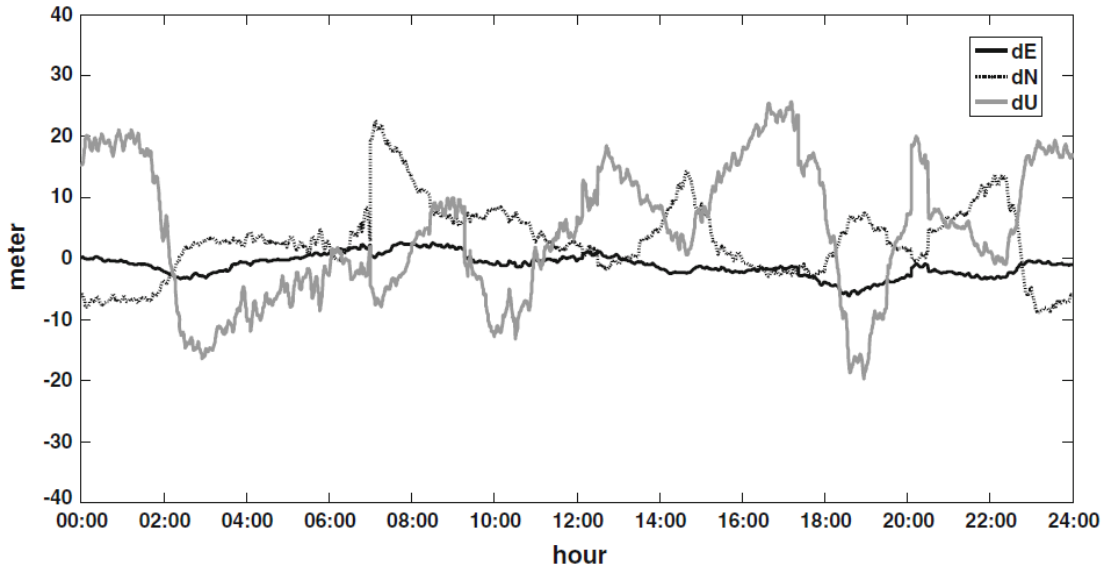


圖 4.11 虛擬距離單點定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖

(2011 年 6 月 19 日) (Shi et al., 2012a)

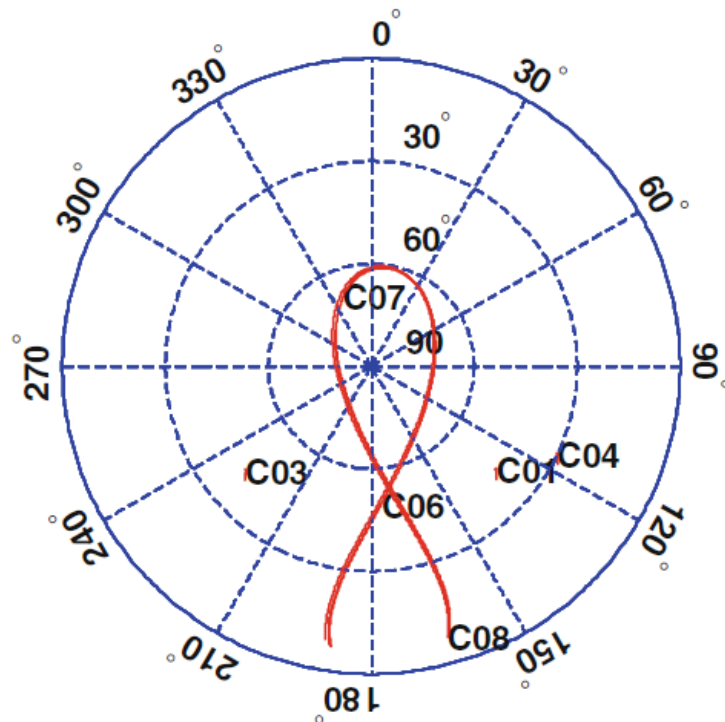


圖 4.12 2011 年 6 月 19 日於武漢地區的衛星透空圖(方位角與截仰角)

(Shi et al., 2012a)

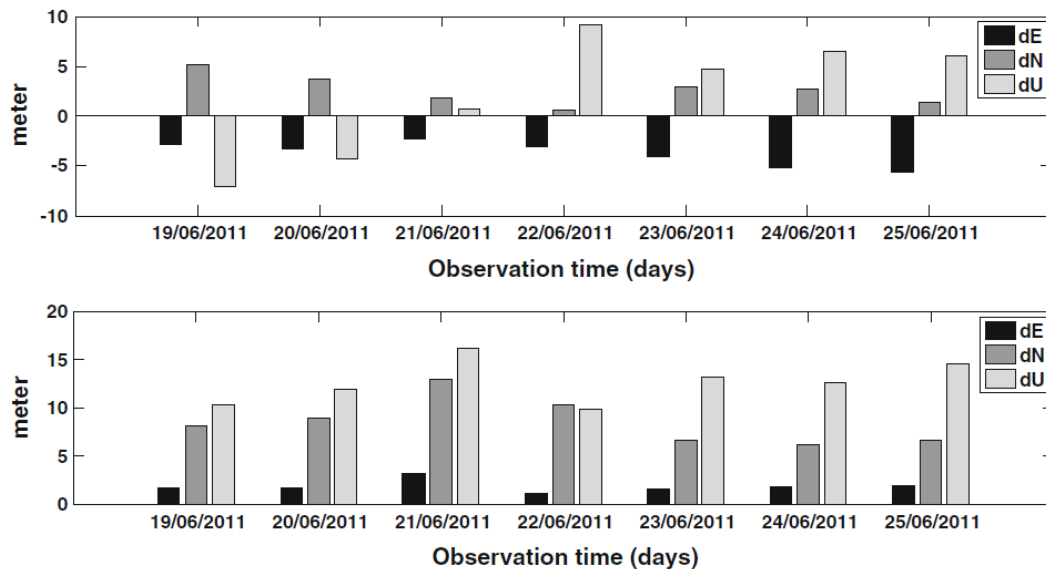


圖 4.13 一天中所有時刻的虛擬距離單點定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之偏差量(上)與標準偏差(下) (Shi et al., 2012a)

為了瞭解北斗導航衛星系統完成亞太地區衛星佈署並正式提供服務後，在台灣地區使用北斗系統動態虛擬距離單點定位的精度表現，本團隊在國立成功大學測量及空間資訊學系系館外的基樁上架設了衛星接收儀，接收近兩個小時的靜態資料(2013年10月8日下午約3:20至5:35)，並使用動態解算策略解算單一時刻的定位解，即各個觀測時刻的定位解算均只使用當下時刻所能獲取的觀測量，不進行多時刻觀測量的累積，用以探討動態虛擬距離單點定位之表現，而對於電離層及對流層延遲影響則使用 B1 及 B2 頻率的無電離層組合及 Modified Hopfield Model 予以處理，由於北斗區域性導航衛星系統已建置完成，因此在此觀測資料中約可觀測到 6 至 8 顆的北斗衛星。座標參考真值的部分則使用夜間連續接收八個小時的 GPS 觀測量，進行精密單點定位(PPP)解算後所獲得，其座標定義在 ITRF2008，精度可達公分等級。表 4.9 為北斗系統動態虛擬距離單點定位在三個方向上之標準差、與已知座標不符值之均方根誤差及三維均方根誤差，由各方向的標準偏差值來看，北斗系統的電碼觀測量品質符合一般定位水準，但其平面方向的均方根誤差皆大幅提高，表示北斗系統與 GPS 之間存在著一系統性的偏差量，可能為座標系統上的不一致、軌道產品的不準確、時鐘產品的不準確等所造成，而由圖 4.14(北斗系統動態虛擬距離單點定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖)則可以看出這一系統性的誤差可能主要來自於衛星星曆產品不準確導致的軌道誤差，因北斗導航衛星系統的廣播星曆產品為每一個小時更新一次，而在時間序列圖上可以發現定位誤差約每過半小時後便開始飄移，直到星曆參數更新後，定位誤差才又瞬間下降(約第 3200 個時刻處)，而過了大約半小時(約第 6900 個時刻處)後定位誤差便又繼續產生漂移的現象越來越大。

表 4.9 北斗系統動態虛擬距離單點定位在三個方向上之標準差、與已知座標不符值之均方根誤差及三維均方根誤差

System	STD			RMSE			RMSE (3D)
	E	N	U	E	N	U	
BDS	0.71	1.56	4.00	3.09	3.57	4.60	6.59

單位：公尺

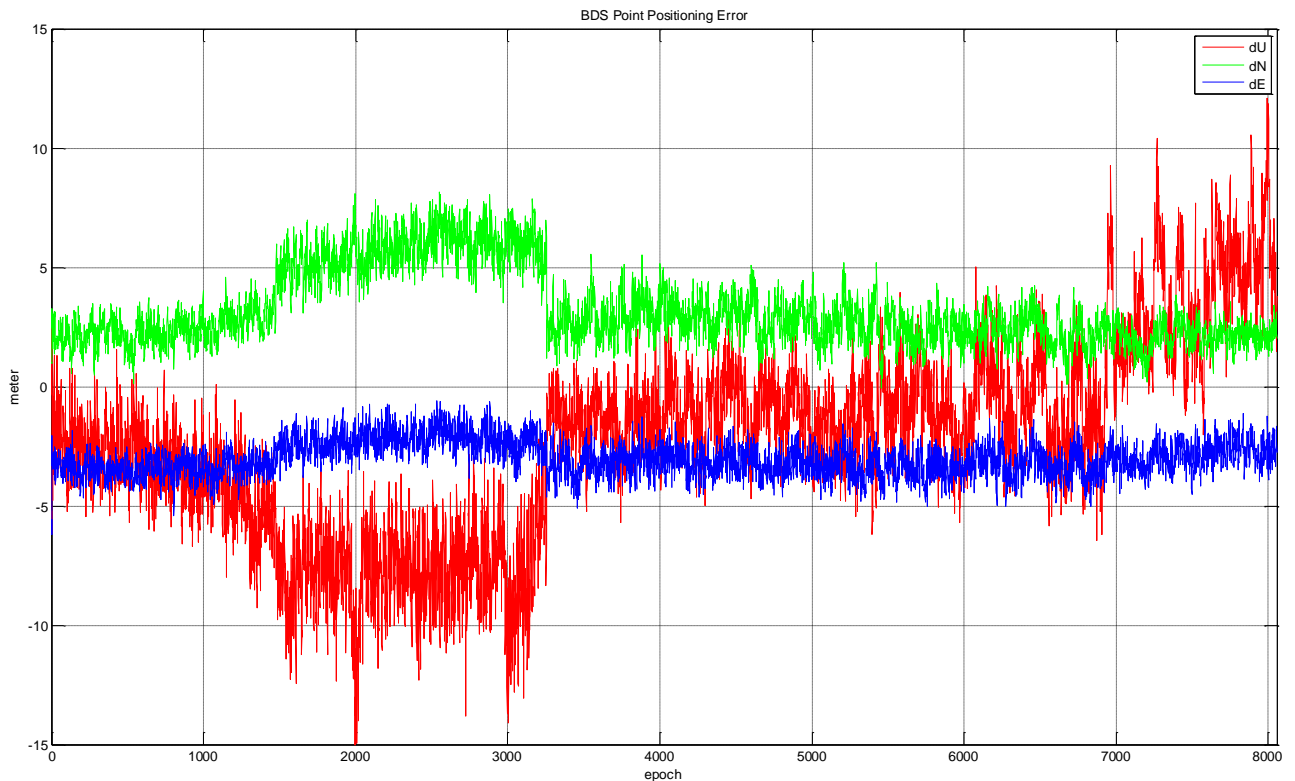


圖 4.14 北斗系統虛擬距離單點定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖

4.2.3.2 動態虛擬距離（電碼）相對定位

Shi et al. (2012a)中使用由3顆地球靜止軌道(GEO)衛星及3顆傾斜地球同步軌道(IGSO)衛星組成的北斗系統，來測試短基線雙頻動態虛擬距離相對定位的精度，使用的觀測量為B1及B2頻率的電碼觀測量，並以連續七天的GPS精密相對定位解為真值進行比較，其虛擬距離相對定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之時間序列如圖4.15所示(觀測地點為武漢，觀測時間為2011年6月19日)，其三個方向的偏差量都在10公尺以內，且大部分的在5公尺以內，而東西方向的定位解依然比南北向穩定，高程方向最差。圖4.16為一天中所有時刻的虛擬距離單點定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之偏差量(上)與標準偏差(下)，由圖中可以發現，在東西方向上的精度均優於0.6至0.8公尺，

南北方向約為 1.5 公尺，高程方向則約為 3.0 公尺。

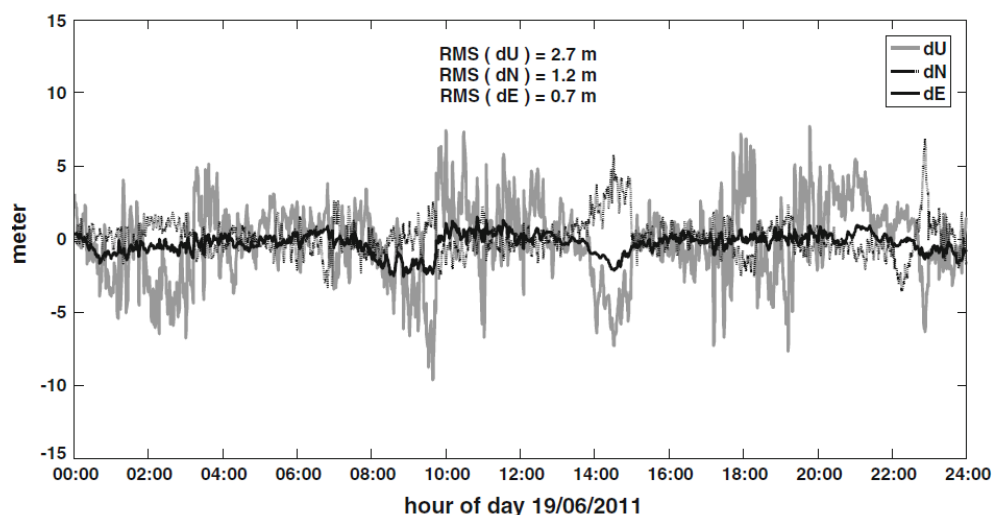


圖 4.15 虛擬距離相對定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖(2011 年 6 月 19 日) (Shi et al., 2012a)

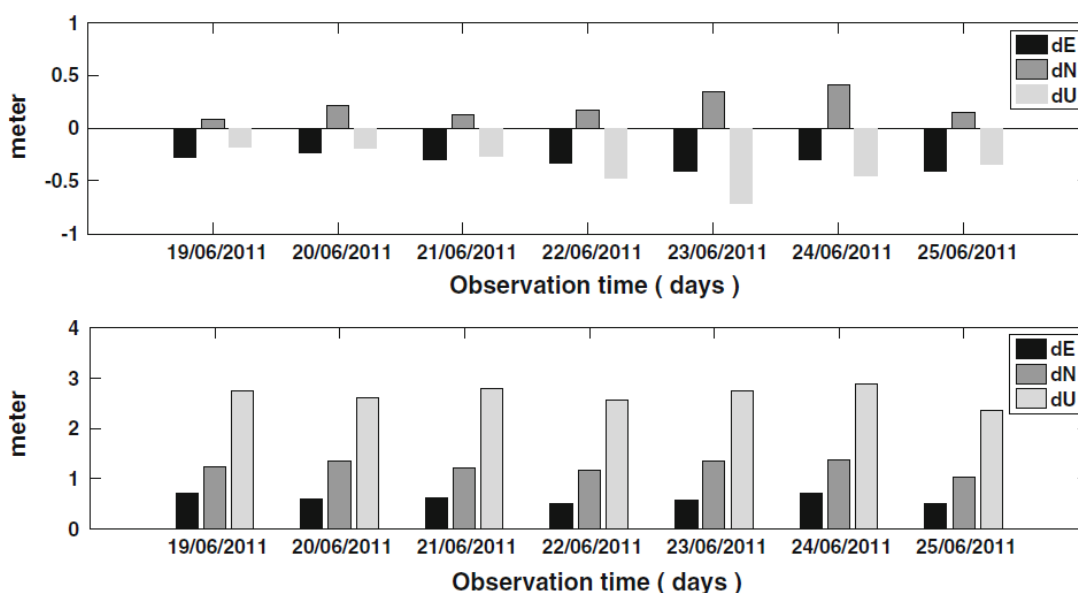


圖 4.16 一天中所有時刻的虛擬距離相對定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之平均偏差(上)與標準偏差(下) (Shi et al., 2012a)

本團隊使用與 4.2.2.2 中相同的 29 公尺超短基線靜態觀測資料，使用 B1 及 B2 頻率的無電離層組合及 Modified Hofield Model 處理大氣層影響，並以商業軟體 TBC 解算夜間連續接收八個小時的 GPS 觀測資料為基線向量的參考真值，輔以兩條不同長度的基線(分別為 8.7 公里與 15.9 公里)進行單一時刻解的基線向量解算，即每一時刻均只使用當下時刻的觀測量進行基線向量解算，用以探討 3 條不同長度的基線在使用北斗系統進行動態虛擬距離相對定位時的精度表現，圖 4.17 為北斗系統使用動態虛擬距離相對定位於 29 公尺超短基線，在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖，其所有時刻的虛擬距離單點定位動態解與已知座標之不符值，於平面方向大約都在 3 公尺內，於高程方向大約都在 10 公

尺內。表 4.10 則為 3 條不同長度基線進行北斗系統動態虛擬距離相對定位後的統計數據，北斗系統使用動態虛擬距離相對定位於 29 公尺超短基線的各方向標準偏差與均方根誤差相差不大，平面方向均小於 1 公尺，高程方向則小於 3 公尺，代表北斗系統本身存在的系統性偏差經由差分定位的方式消除後，其向量成果與基線向量的參考真值相當吻合(即使用 GPS 差分定位的成果)，而由於 8.7 公里與 15.9 公里基線尚無法取得合適的參考真值，在此僅透過標準偏差來做進一步地探討，隨著基線距離的增長，系統性誤差無法有效地消除，因此標準偏差也隨之變大，但其三維的標準偏差仍在 4 公尺以內。

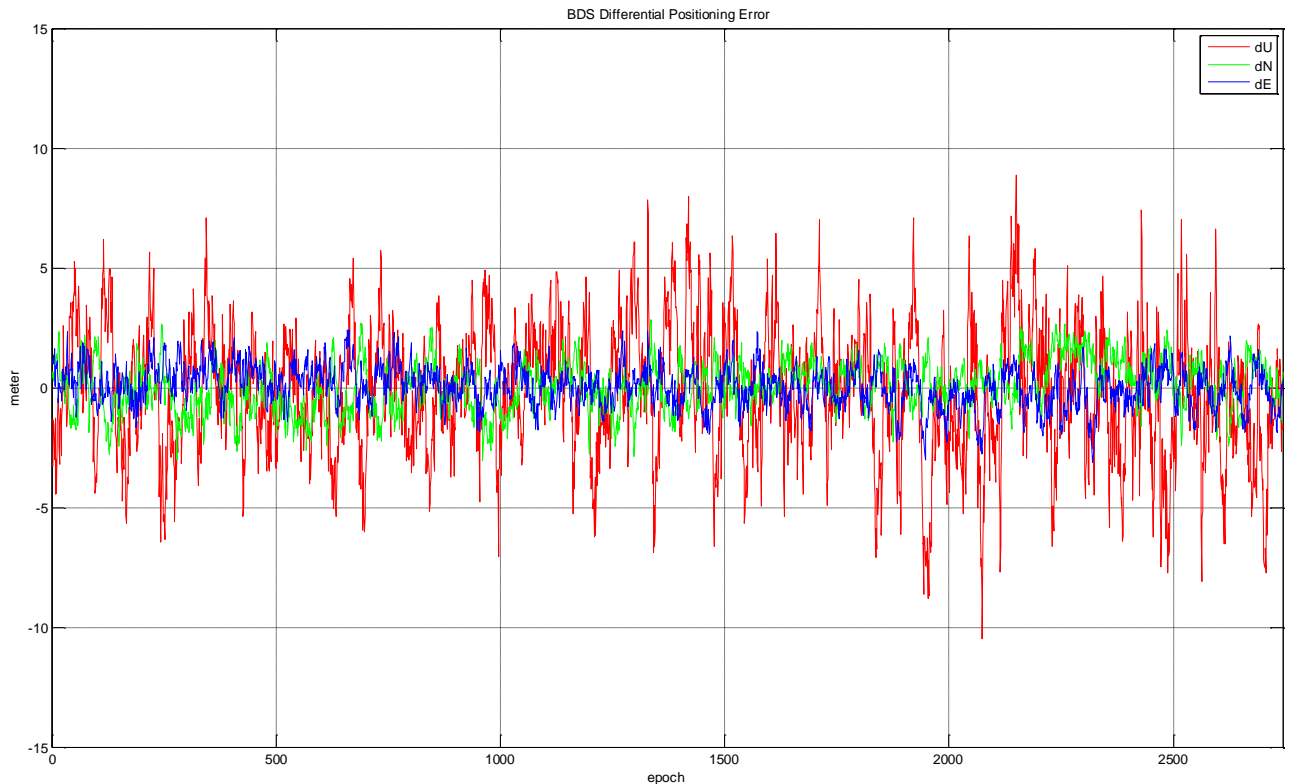


圖 4.17 北斗系統動態虛擬距離相對定位於 29 公尺基線在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖

表 4.10 北斗系統動態虛擬距離相對定位於不同基線長度在三個方向上之標準偏差、與已知座標不符值之均方根誤差及三維均方根誤差

Baseline	STD			RMSE			RMSE (3D)
	E	N	U	E	N	U	
29 m	0.80	0.82	2.63	0.80	0.83	2.68	2.92
8.7 km	0.80	1.17	2.43	-	-	-	-
15.9 km	1.00	2.05	3.21	-	-	-	-

單位：公尺

4.2.3.3 動態精密相對定位

Shi et al. (2012b)中以一條長度為 436 公尺的短基線進行北斗系統於靜態及動態模式下精密相對定位的精度分析，觀測資料的時間為 2011 年 6 月 19 日至 2011 年 6 月 25 日(年積日第 170 至 176 天)，該時段的工作衛星有 2 顆地球靜止軌道(GEO)衛星(C01、C04)與 3 顆傾斜地球同步軌道(IGSO)衛星(C06、C07、C08)，基線的參考座標是以商業軟體 TGO 解算 GPS 觀測資料而得，其動態模式下單獨採用北斗系統觀測資料的精密相對定位精度(連續一周平均結果)，在東西、南北及高程方向上分別為 4.50 毫米、13.40 毫米及 31.90 毫米。

Shi et al. (2012a)中使用由 3 顆地球靜止軌道(GEO)衛星及 3 顆傾斜地球同步軌道(IGSO)衛星組成的北斗系統，來測試短基線雙頻動態精密相對定位的精度，使用的觀測量為 B1 及 B2 頻率的電碼及載波相位觀測量，圖 4.18 為精密相對定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之時間序列(觀測地點為武漢，觀測時間為 2011 年 6 月 19 日)，其三個方向的偏差量都在 0.1 公尺以內，且東西方向呈現非常穩定的狀態，東西、南北及高程方向的整體偏差量分別為 2 毫米、8 毫米以及-26 毫米，而三個方向的標準偏差則為 3 毫米、12 毫米以及 25 毫米。一般而言，北斗系統定位精度限於現有星群數量尚無法與 GPS 相匹敵，但屆時全系統運轉時預期其動靜態定位精度將略優於現有 GPS。

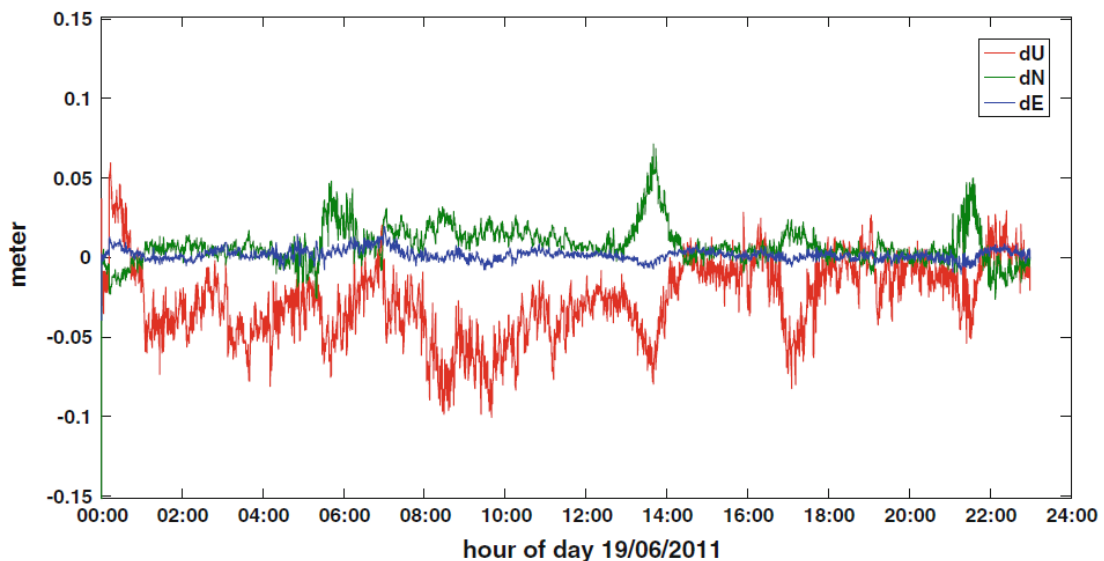


圖 4.18 精密相對定位動態解在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖 (2011 年 6 月 19 日) (Shi et al., 2012a)

本團隊使用與 4.2.3.2 中相同的靜態觀測資料，使用 B1 及 B2 頻率的無電離層組合及 Modified Hofield Model 處理大氣層影響，並以商業軟體 TBC 解算夜間連續接收八個小時的 GPS 觀測資料為 29 公尺超短基線向量的參考真值，輔以兩條不同長度的基線(分別為 8.7 公里與 15.9 公里)進行單一時刻解的基線向量解算，即每一時刻均只使用當下時刻的觀測量進行基線向量解算，用以探討 3 條不同長度的基線在使用北斗系統進行動態精密相對定位時的精度表現。圖

4.19 為北斗系統使用動態精密相對定位於 29 公尺基線長度，在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖，於 29 公尺的基線，其所有時刻的精密相對定位動態解與已知座標之不符值，於平面方向都在 2.5 公分內，於高程方向都在 10 公分內。表 4.11 則為 3 條不同長度基線使用北斗系統使用動態精密相對定位之統計數據，使用 29 公尺的基線可達到定位誤差 3 公分以內的精度，隨著基線的增長，其標準偏差仍可維持在一定的水準。

表 4.11 北斗系統動態精密相對定位於不同基線長度在三個方向上之標準差、與已知座標不符值之均方根誤差及三維均方根誤差

Baseline	STD			RMSE			RMSE (3D)
	E	N	U	E	N	U	
29 m	0.48	0.52	2.03	0.71	0.58	2.81	2.96
8.7 km	0.68	1.33	3.41	-	-	-	-
15.9 km	0.49	0.72	1.43	-	-	-	-

單位：公分

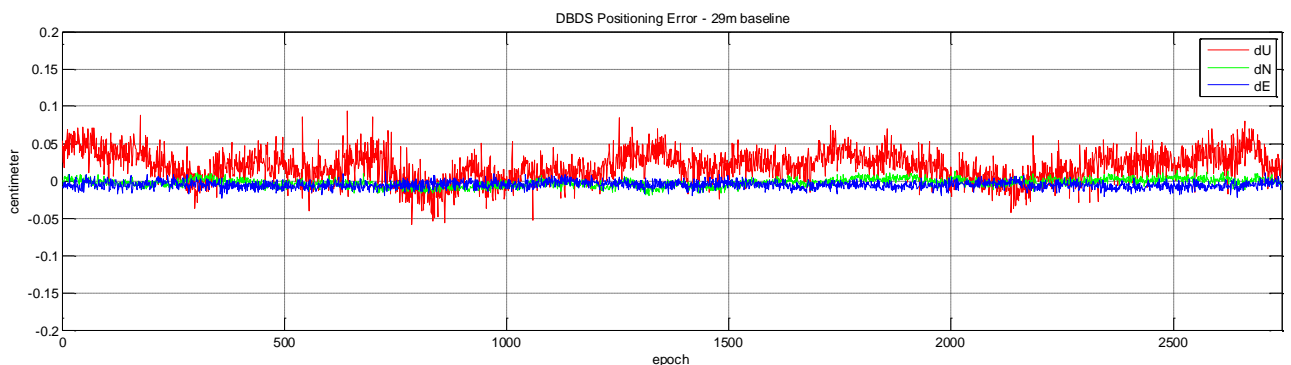


圖 4.19 北斗系統動態精密相對定位於 29 公尺基線在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖

4.3 北斗與 GPS 聯合定位精度分析

4.3.1 靜態定位精度分析

由於北斗導航衛星系統尚未開始提供精密軌道與時鐘產品，因此尚無法採用精密單點定位(PPP)解算策略來分析北斗/GPS 雙系統的定位精度，故本小節僅使用廣播星曆產品來分析北斗/GPS 雙系統於靜態觀測環境下使用精密相對定位的聯合解算精度，並將其與 GPS 單系統之定位成果比較。

4.3.1.1 靜態精密相對定位

本團隊使用與 4.2.2.2 中相同的 29 公尺超短基線靜態觀測資料，使用 B1 及 B2 頻率的無電離層組合及 Modified Hofield Model 處理大氣層影響，並以商業軟體 TBC 解算夜間連續接收八個小時的 GPS 觀測資料為基線向量的參考真值，

進行 GPS 單系統與北斗/GPS 雙系統靜態精密相對定位的精度分析。表 4.12 為 GPS 單系統及 GPS/北斗雙系統使用靜態精密相對定位於不同基線長度與已知座標之不符值，表中顯示，只使用 GPS 單系統 2744 個時刻觀測量的精密相對定位成果與已知座標的三維不符值($\Delta\rho$)為 1.06 公分，而使用北斗/GPS 雙系統靜態精密相對定位於 29 公尺超短基線的三維定位誤差，由原本只使用 GPS 單系統的 1.06 公分降低至 0.60 毫米，精度提昇約 45%。

表 4.12 GPS 單系統及北斗/GPS 雙系統靜態精密相對定位於不同基線長度與已知座標之不符值

觀測時刻數	GPS 單系統				北斗/GPS 雙系統			
	ΔE	ΔN	ΔU	$\Delta\rho$	ΔE	ΔN	ΔU	$\Delta\rho$
2744	-0.45	0.35	-0.89	1.06	0.55	0.12	0.20	0.60

單位：公分

4.3.2 動態定位精度分析

由於本年度工作案尚未將接收機裝設到移動式測繪平台上接收實際的動態衛星觀測資料，因此本小節使用靜態資料模擬動態解算策略，以探討北斗/GPS 雙系統在動態定位之效能及精度表現，並將其與 GPS 單系統比較。

4.3.2.1 動態虛擬距離(電碼)單點定位

本團隊使用與 4.2.3.1 中相同的靜態觀測資料，使用 B1 及 B2 頻率的無電離層組合及 Modified Hofield Model 處理大氣層影響，並以單一時刻動態定位解算的策略執行動態虛擬距離單點定位，以探討北斗/GPS 雙系統的精度表現，座標參考真值的部分則使用夜間連續接收八個小時的 GPS 觀測量，進行精密單點定位(PPP)解算後所獲得，精度可達公分等級。由表 4.13 與圖 4.20 可以發現，結合雙系統後各方向的標準偏差皆下降了，尤其在高程方向特別顯著，但由於北斗系統與 GPS 間存在著系統性偏差，在使用雙系統的單點定位時該系統性偏差會經由誤差傳播反映在均方根誤差上，雖然三維的均方根誤差均有顯著的下降，但主要為高程方向精度的提昇，有助於在高程方向需要較高精度要求的導航使用者。在結合雙系統時需透過隨機模型的設計分別給定北斗系統與 GPS 不同的方差估計值與權重以達到較好的結合，而函數模型的部分除了三維座標與接收儀時錶誤差四個參數外，需再加入一未知參數來估計北斗與 GPS 時間系統間的偏移量，共五個未知參數。

表 4.13 GPS 單系統(上)及北斗/GPS 雙系統(下)動態虛擬距離相對定位於不同基線長度在三個方向上之標準差、均方根誤差及三維均方根誤差

	STD			RMSE			RMSE (3D)
	E	N	U	E	N	U	
GPS	1.48	1.54	5.16	1.54	1.67	5.16	5.64
北斗/GPS	0.99	1.11	3.13	1.95	1.38	3.56	4.29

單位：公尺

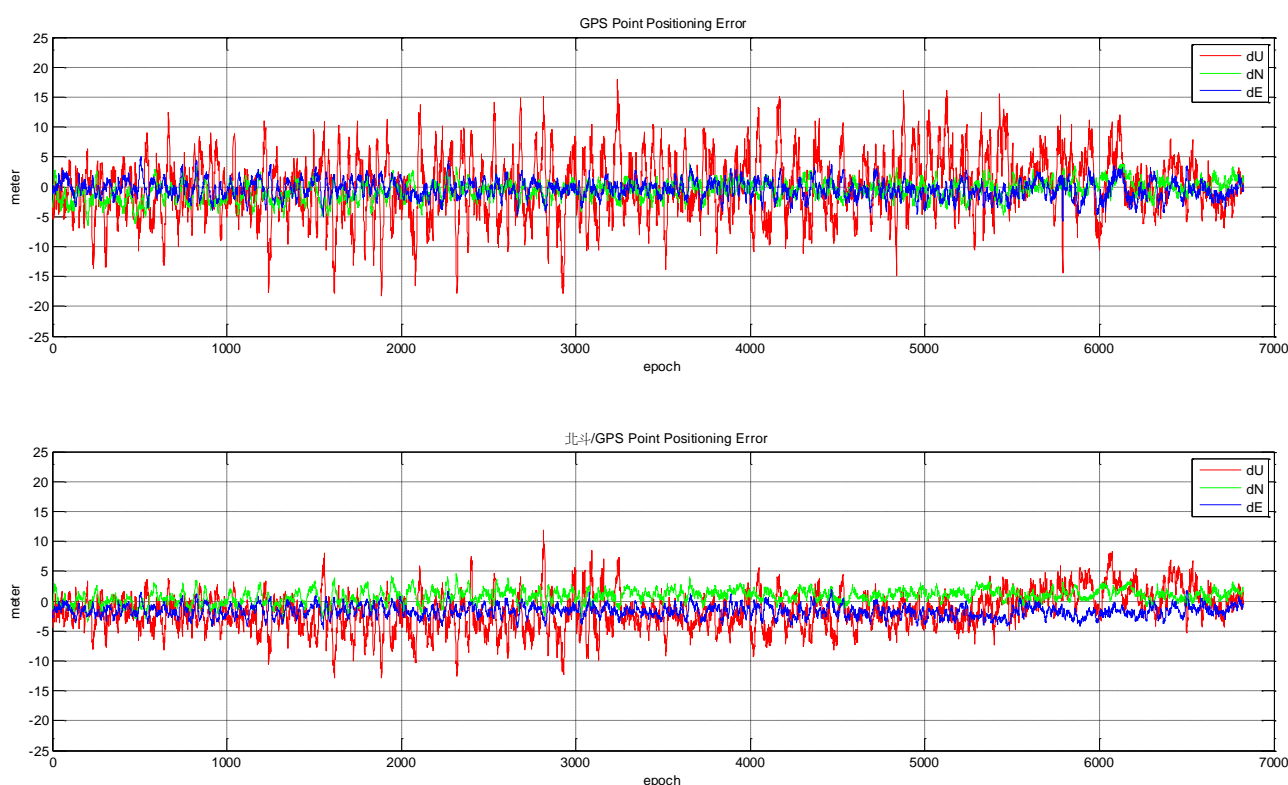


圖 4.20 使用 GPS 單系統(上)及北斗/GPS 雙系統(下)動態虛擬距離單點定位在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖

4.3.2.2 動態虛擬距離（電碼）相對定位

本團隊使用與 4.2.2.2 中相同的 29 公尺超短基線靜態觀測資料，使用 B1 及 B2 頻率的無電離層組合及 Modified Hofield Model 處理大氣層影響，並以商業軟體 TBC 解算夜間連續接收八個小時的 GPS 觀測資料為基線向量的參考真值，以動態解算策略探討 GPS 單系統與北斗/GPS 雙系統動態虛擬距離相對定位的精度分析，即每一時刻均只使用當下時刻的觀測量進行基線解算，求得單一時刻的基線向量解。表 4.14 為 GPS 單系統及北斗/GPS 雙系統動態虛擬距離相對定位於不同基線長度在三個方向上之統計數據，由表中可以發現，這 3 條基線在採用北斗/GPS 雙系統後，其各方向的標準差均大幅下降了，有效地提高了在動態虛擬距離相對定位的精度表現。圖 4.21 為 GPS 單系統與北斗/GPS 雙系統使用動態虛擬距離相對定位於 29 公尺基線在三個方向上與已知座標不符值之時

間序列圖，在 GPS 單系統中，其所有時刻的虛擬距離相對定位動態解與已知座標之不符值，平面及高程方向分別為 10 與 15 公尺內，而使用北斗/GPS 雙系統後，其不符值在平面與高程方向分別降至 4 公尺與 10 公尺內。

表 4. 14 GPS 單系統(上)及北斗/GPS 雙系統(下)動態虛擬距離相對定位於不同基線長度在三個方向上之標準差、均方根誤差及三維均方根誤差

Baseline	STD			RMSE			RMSE (3D)
	E	N	U	E	N	U	
29 m	1.92	2.19	4.41	1.92	2.19	4.48	5.34
8.7 km	1.90	2.22	7.77	-	-	-	-
15.9 km	2.01	2.36	3.76	-	-	-	-
29 m	0.84	1.02	2.68	0.84	1.03	2.69	3.00
8.7 km	1.14	1.39	4.14	-	-	-	-
15.9 km	1.01	1.62	2.44	-	-	-	-

單位：公尺

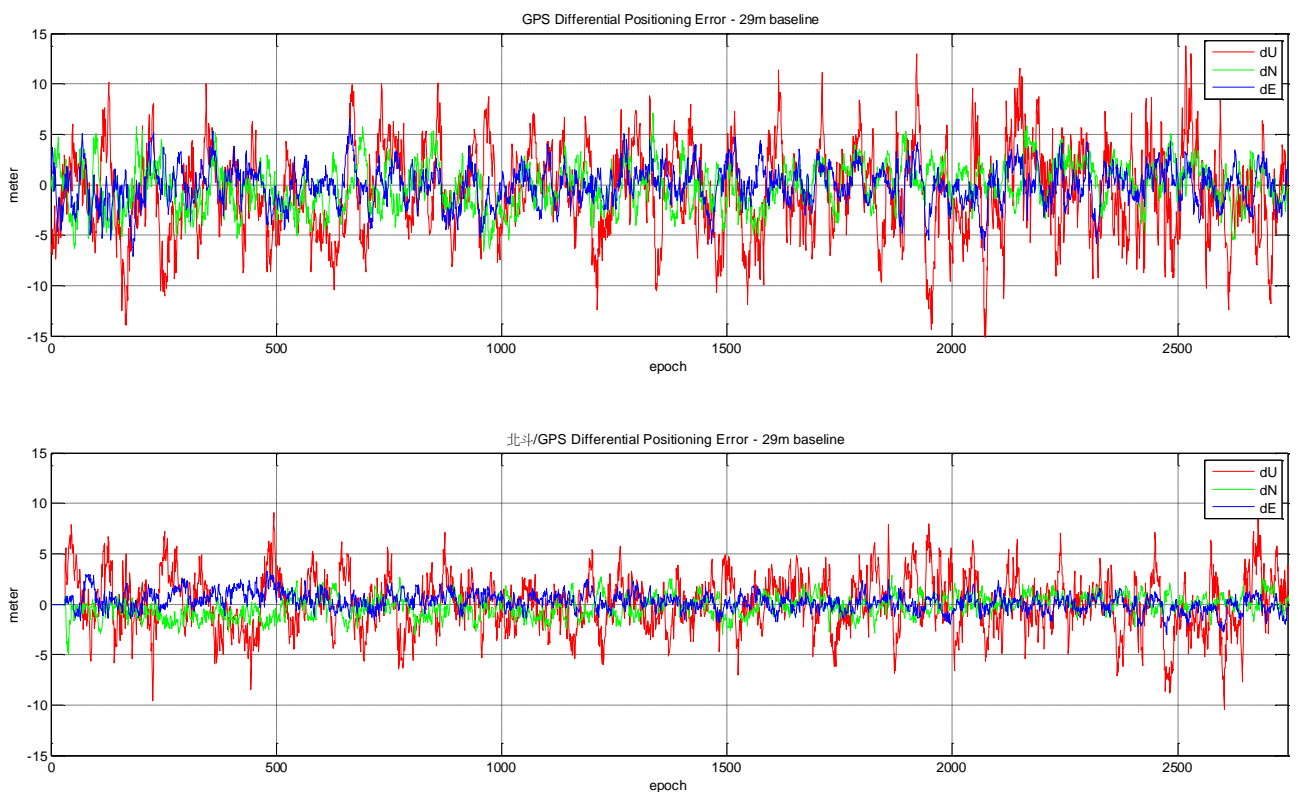


圖 4. 21 使用 GPS 單系統(上)及北斗/GPS 雙系統(下)動態虛擬距離相對定位於 29 公尺基線在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖

4.3.2.3 動態精密相對定位

本團隊使用與 4.2.2.2 中相同的 29 公尺超短基線靜態觀測資料，使用 B1 及 B2 頻率的無電離層組合及 Modified Hofield Model 處理大氣層影響，並以商業軟體 TBC 解算夜間連續接收八個小時的 GPS 觀測資料為基線向量的參考真值，

以動態解算策略探討 GPS 單系統與北斗/GPS 雙系統動態精密相對定位的精度分析。表 4.15 為 GPS 單系統及北斗/GPS 雙系統動態精密相對定位於不同基線長度在三個方向上之統計數據，由表中可以發現，這三條基線在採用北斗/GPS 雙系統後，其各方向的標準差均大幅下降了，且 29 公尺基線的平面相對定位精度皆優於 1 公分，高程精度約 2 公分，整體的三維精度約提高了約 33%。圖 4.22 為動態精密相對定位於 29 公尺基線在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖，採用北斗/GPS 雙系統後，各方向的偏差及起伏都有所改善。

表 4.15 GPS 單系統(上)及北斗/GPS 雙系統(下)動態精密相對定位於不同基線長度在三個方向上之標準差、均方根誤差及三維均方根誤差

Baseline	STD			RMSE			RMSE (3D)
	E	N	U	E	N	U	
29 m	1.01	0.87	2.84	1.10	0.93	2.96	3.29
8.7 km	0.90	1.50	3.49	-	-	-	-
15.9 km	0.92	1.38	2.35	-	-	-	-
29 m	0.48	0.51	2.00	0.72	0.52	2.01	2.20
8.7 km	0.61	1.13	2.50	-	-	-	-
15.9 km	0.66	0.81	1.77	-	-	-	-

單位：公分



圖 4.22 使用 GPS 單系統(上)及北斗/GPS 雙系統(下)動態精密相對定位於 29 公尺基線在三個方向上與已知座標不符值之時間序列圖

4.4 北斗與 GPS 聯合處理策略對多平台製圖應用之效益評估

根據前三個小節的成果分析，使用北斗與 GPS 聯合解算策略後，無論是使用電碼觀測量或是載波相位觀測，於靜態或是動態的單點定位及相對定位，透過本團隊所設計之函數模型與隨機模型進行定位解算後，便可將原本各自存在於單系統中的系統性誤差、多路徑效應與觀測量雜訊等誤差，藉由隨機模型給定不同系統的後驗單位權方差及權重，有效地將兩系統進行整合並降低上述存在於各個單系統之誤差，從而提高了定位的精準度與準確度。另外，由於結合了兩個系統的觀測量，多餘觀測量數目大幅地增加，使得可靠度及偵錯的能力也大幅地提升。因此對於需要高精度的多平台製圖系統而言，將北斗與 GPS 兩個系統聯合處理的策略，可望對其精準度、準確度、可靠度與偵錯能力提供莫大的效益。

由於本年度工作案尚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，其原因為本系尚未採購 GPS/GLONASS/Compass/Galileo 四系統三頻接收儀，此次為情商國內廠商由新加坡空運來台並借我們操作二天，故無法妥善安排更多時間進行車載系統的直接地理定位精度分析。因此在動態定位部分的精度分析是使用靜態資料模擬動態解算的策略來達成，主要目的在實現多 GNSS 動態定位中所需動態定位演算法與分析不同系統對基線長度之效益，而更進一步的動態資料解算成果預計將會在下一個年度的工作案中完成。動態資料可能更容易受到衛星訊號遮蔽、基線長度、多路徑效應、週波脫落等影響，降低觀測量的品質，但由於北斗/GPS 雙系統的可視衛星顆數約為 12 至 16 顆，因此對於台灣都市化區域因遮蔽效應導致觀測環境不佳使衛星訊號被遮蔽，導致衛星觀測量數目不足以提供定位解算的情形可望被有效地降低，且藉由多餘觀測量及觀測幾何的提高，定位的精度與可靠度也將提高；北斗系統以及現代化的 GPS 皆可提供三頻的衛星觀測量，因此在即時動態精密相對定位方面的解算效率，將可透過多頻多系統的整週波未定值演算法，只使用單一時刻的觀測量解算出整週波未定值(即無須累積多時刻的觀測量)，進而達到公分等級的定位精度，因此未來哪怕是在衛星訊號斷斷續續的觀測環境下，只要能收到某單一時刻的足夠觀測量，北斗/GPS 雙系統便可提供公分級的定位精度供多平台製圖系統使用，大幅地提昇了其應用效益。屆時若搭配緊耦合架構，可減少對高單價規格的導航等級或高階戰術等級測量儀之依賴，如此可以大幅減低設備取得成本與時間。

本工作項目為國內外除大陸研究機構外首度發表利用實測資料探討使用北斗系統以及現代化的 GPS 所提供三頻的衛星觀測量對空間資訊領域之影響，技術層面而言，鑒於北斗系統的確對國內多平台移動製圖技術有正面的影響，未來宜持續探討相關的課題。故本工作案針對國內空間資訊產業使用北斗系統的可行性提出初步的看法，期協助業者提升作業品質與減少作業成本，具有一定

之經濟價值與貢獻。

4.5 本章小結

在「GNSS 發展趨勢」之工作項目方面，本案針對目前主要四套 GNSS 發展現況提供簡要的回顧。

在「北斗系統簡介與動靜態定位精度分析」之工作項目方面，本案針對北斗系統進行系統介紹並透過實測與文獻回顧方式提供動靜態定位精度分析，使用其完整的區域性系統星群，其可視的衛星數目已與 GPS 相當，但由於兩系統間存在著系統性偏差，使得北斗雖然在各方向定位成果的標準偏差略優於 GPS，但其定位精度卻略差於 GPS。

在「北斗與 GPS 聯合定位精度分析」之工作項目方面，本案使用自行撰寫的解算程式與實測的真實資料，針對北斗/GPS 雙系統進行聯合定位解算，提供動靜態定位精度分析，從成果中可以發現，北斗系統的缺點為該系統與 GPS 間存在著系統性偏差，GPS 的缺點為觀測量品質較差，因此透過隨機模型的设计將兩系統結合後可截長補短，提高定位的精度。

在「北斗與 GPS 聯合處理策略對多平台製圖應用之效益評估」之工作項目方面，由於本案受限於儀器之使用計畫尚未使用真實的動態資料來分析北斗/GPS 聯合處理策略在動態定位的精度表現，因此該部分預計將在下一個年度的工作案中完成。根據使用靜態資料來做靜態定位解算及模擬動態定位解算的成果，無論是在定位的精度、可靠度及效率等方面均有效地提昇，因此使用北斗與 GPS 聯合處理策略對於多平台製圖系統將提供莫大的效益。

第五章、發展直升機載直接定位之災害資訊蒐集模組

自然災害，如：風災、水災、地震...等，對於台灣所造成之經濟損失已不可忽視，災害資訊快速蒐集儼然成為降低損失最基本需求，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，本案將以移動製圖系統為基礎且以直升機作為載台，評估並發展直升機載災害蒐集模組，以求快速、精準蒐集災後資訊。移動製圖系統對於災害資訊收集是一有效手段，其上有定位定向系統能即時定出載台之位置、速度及姿態，利用導航解經化算可得同為機載上測繪感測器之位置及姿態，如此可不需地面控制點直接計算得到興趣目標物之三維位置。本案於期中報告中完成了如下之工作項目：

- 一、評估適用於直升機載台應備之感測器組。
- 二、設計機電整合架構與建置原型系統。
- 三、發展系統模組率定與定位軟體。

相關內容將於後續章節詳述之。

5.1 評估適用於直升機載台應備之感測器組

自然災害所造成的影響範圍相當廣闊，往往災區範圍數十至數百公里不等，對於災害搜救任務，一般所需之精度約 5 至 100 公尺，本章節將依精度評估所適用儀器。多平台製圖系統精度之定位誤差公式如下：

$$\begin{aligned} \delta r_i^m = & \delta r_{INS}^m(t) + \delta R_b^m(t) \cdot (S^i \cdot R_S^b \cdot r^S + a^b) + \\ & R_b^m(t) \cdot (S^i \cdot \delta R_S^b \cdot r^S + \delta a^b) + \\ & R_b^m(t) \cdot (\delta S^i \cdot R_S^b \cdot r^S + S^i \cdot R_S^b \cdot \delta r^S) + (V + \omega) \cdot \delta T \end{aligned} \quad (5.1)$$

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 et. al. (1995)、Schwarz 和 El-Sheimy (1996)與 Ip(2005)。

假設載台距目標物距離為 500 公尺，以表 5.1 之個人攜行系統誤差來源與大小預估表為依據，採用相同之感測器評估各項誤差所造成的影響，其直升機載誤差來源與大小誤差評估表，如表 5.1 所示，將各誤差加總後，對於 500 公尺物距距離，預估直接定位總誤差約 1 至 5 公尺內。欲達此直接定位精度規格所需之定位定向系統需使用戰術等級慣性測量儀(陀螺飄移<5 度/小時)與雙頻載波

相位 GPS 接收機。

表 5.1 直升機載誤差來源與大小誤差評估表

誤差來源	預估大小	對 δr_i^m 影響	特性
INS/GNSS 位置誤差	1-5 公分	1-5 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	0.05-0.08 度	物距距離 500 公尺時存在 1-4 公尺的影響。	取決於相機與物體之間的距離，其誤差量與 GNSS 之觀測品質有高相關。
率定誤差 δR_s^b	0.05-0.1 度	物距距離 500 公尺時存在 0.4-4 公尺的影響。	相機與物體之間的距離將影響三維定位精度，其誤差值為一常數。
率定誤差 δa^b	0.1-0.3 公分	物距距離 500 公尺時存在 0.1-0.3 公分的影響。	取決於率定時相機交會幾何對三維定位之解算精度若能考慮相機間固定之相對方位，對精度會有顯著的提升。
目標定位 與幾何誤差 δr^S	0.5 pixel	物距距離 500 公尺時存在 20 公分的影響。	取決影像坐標觀測誤差，導致橫向誤差。
目標定位 與幾何誤差 δS^i	0.5 pixel	物距距離 500 公尺時存在 2 公尺影響。	取決於立體影像之交會幾何對三維定位精度之影響量，導致縱向誤差。
同步誤差 $V\delta T$	1-2 msec	當時速 5 公里時存在 0.15-0.3 公分影響。	其引入縱向誤差，可藉由時鐘卡降低其誤差。
同步誤差 $\omega\delta T$	1-2 msec	當 ω 為每秒 30 度時，實際距離 500 公尺時存在 0.15-0.3 公尺影響。	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。

5.2 設計機電整合架構與建置原型系統

在硬體設計部分，根據前述章節採取相同規格的硬體，在定位定向系統所使用的感測器為雙頻雙系統 GNSS 衛星接收機 Novatel ProPak V3、慣性測量儀 C-MIGITS III，硬體如圖 5.1、整體精度如表 5.2，其中圖 5.1 左邊儀器為衛星接收機 Novatel ProPak V3，右為慣性測量儀 C-MIGITS III，在透空良好情況下，經後處理計算，其整合後定位精度預估 5~10 公分、定向精度預估 0.05~0.08 度，而所使的用測繪感測器為工業相機 Flea3，具有體積小、重量輕、高解析度、快速曝光等優點，利用其像素大小、焦距計算及物距 500 公尺，計算地面解析度

約為 40 公分，其硬體如圖 5.2、規格如表 5.3。



圖 5.1 整合定位定向系統之硬體

表 5.2 定位定向感測器規格表

	水平		垂直
位置 (m)	0.01		0.02
速度(m/s)	0.02		0.01
	Roll	Pitch	Heading
姿態(deg)	0.015	0.015	0.030



圖 5.2 工業相機

表 5.3 工業相機規格表(註：FRS，Frame Per Second)

Point Gray	FL3-U3-88S2C-C	
大小	29x29x30(mm ³)	
重量	41g	
FPS	21	
規格	影像大小(mm ²)	6.3488x3.348
	畫素(百萬)	約8
	像素大小	1.55(μm)
	配戴鏡頭焦距長	2mm

在整合方面，各個感測器有獨立操作介面，圖 5.3 為 C-MIGITS III 操作介面，C-MIGITS III 連結較商用的天線盤，用來做時間同步，在操作時可顯示即時解包含位置、速度及姿態及商用天線所收到的衛星狀況，圖 5.4 為 Novatel ProPak V3 操作介面，可顯示多系統收到的衛星分布、訊號品質以及即時解包含位置及速度，圖 5.5 為工業相機 Flea3 操作介面，可設定拍攝時的影像參數即設定外部驅動。

除各硬體操作尚需考慮驅動、供電及資料儲存問題，利用脈衝觸控器可手動或自動記錄拍攝時間點，如此可從定位定向解內插拍攝時刻之位置及姿態，搭配率定參數可以達成直接地理定位能力。在儀器供電方面，以 4 顆鋰電池並聯，於作業時可供約 6 至 8 小時電力，並設計電壓轉換器以符合各儀器所需之電壓。在儲存方面，預計將連接 1~2 台筆記型電腦，儲存各感測器資料，包含 GNSS 衛星資料、慣性測量儀原始資料、相機拍攝的照片。

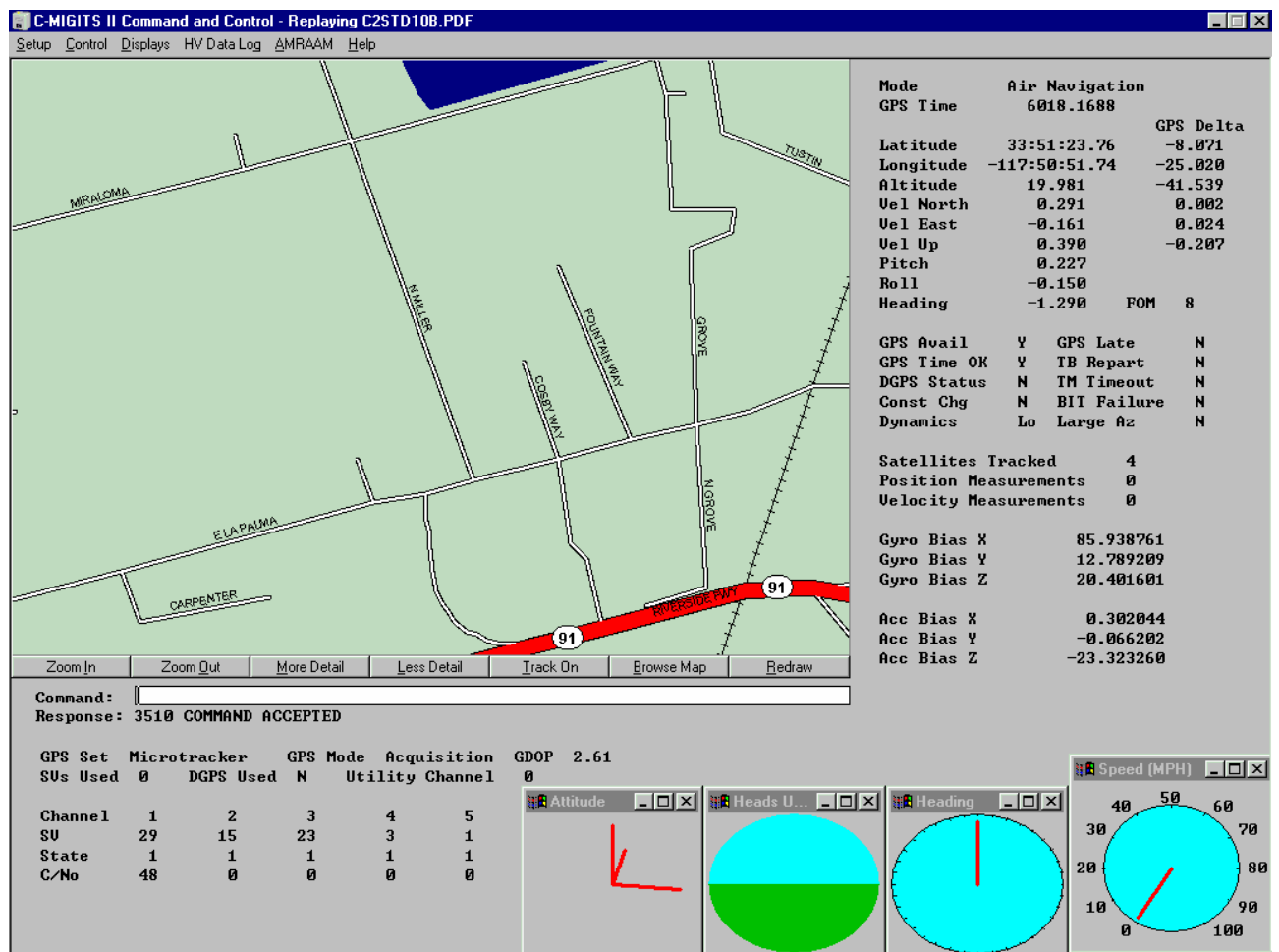


圖 5.3 C-MIGITS III 操作介面

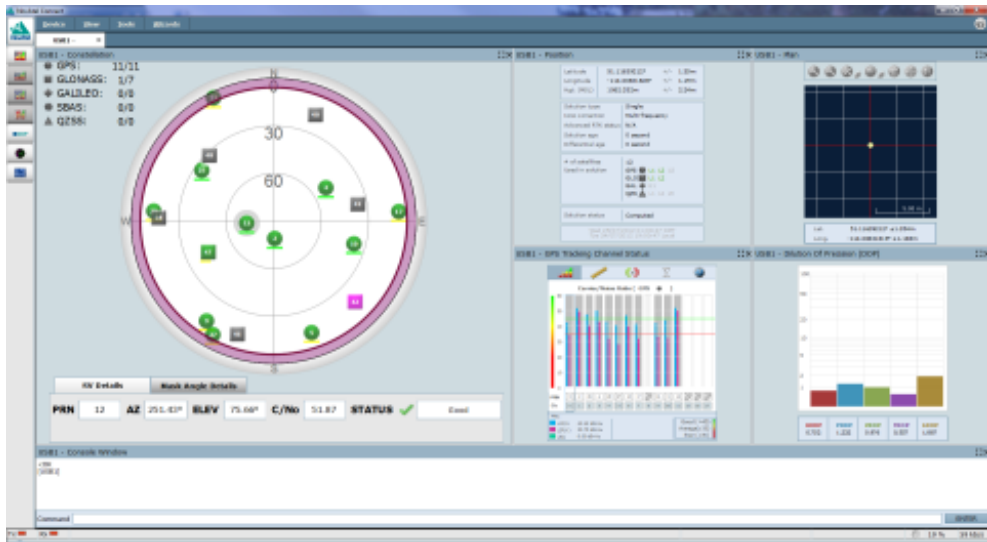


圖 5.4 Novatel ProPak V3 操作介面

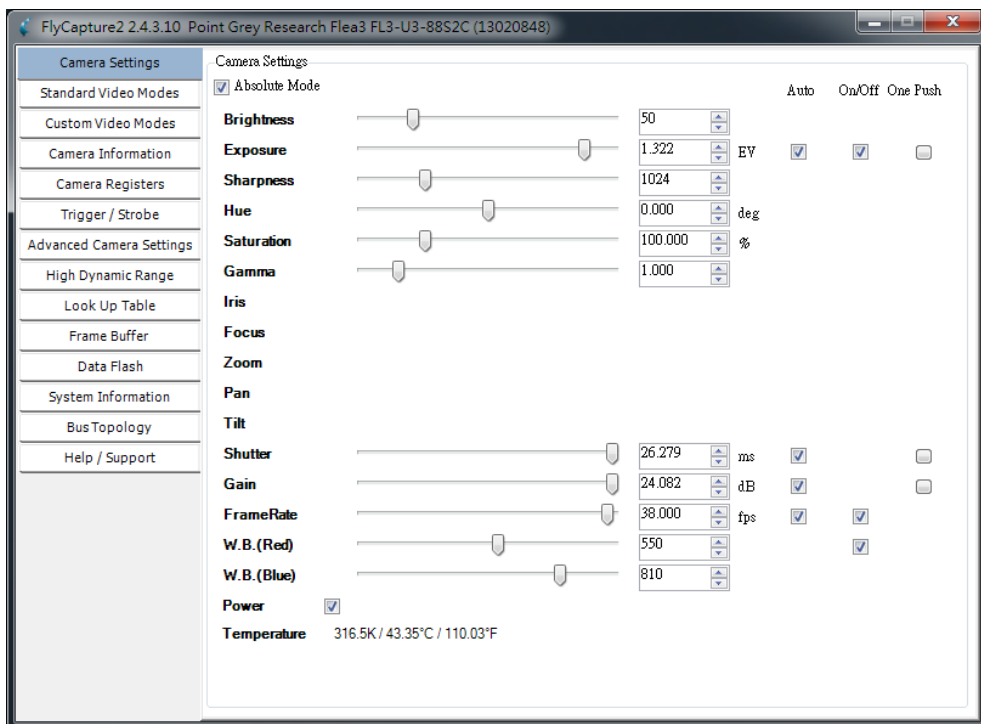


圖 5.5 工業相機 Flea3 操作介面

在建置原型系統時，假設直升機載為垂直向下拍，設計慣性測量儀、衛星天線盤及相機，其相對位置及姿態固定於一黑盒內，該黑盒將固定於直升機載外以利拍攝，以纜線連結至直升機內部儀器，包含：衛星接收機、脈衝觸控器、筆記型電腦和電源，黑盒內的硬體配置如圖 5.6。因處評估階段，故外殼以壓克力板製成，待期末完成測試且符合需求，將以鋼板製成，以求儀器間相對位置及姿態固定之假設成立，目前預估黑盒子內，包含所有儀器、連接線、壓克力板重量，總重量約 5 公斤以內。

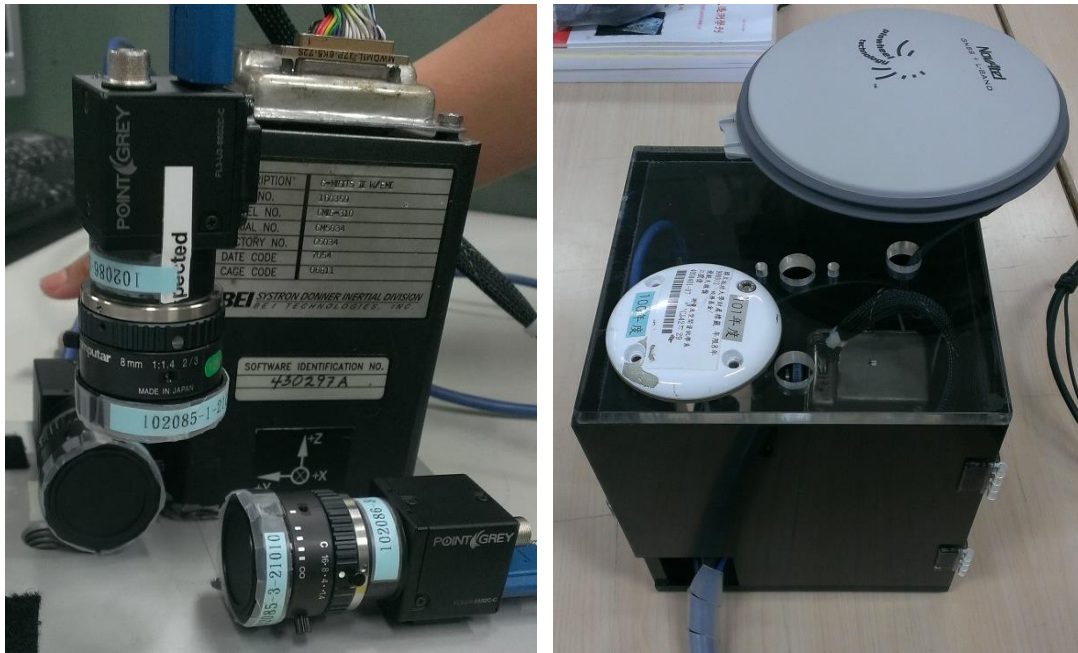


圖 5.6 硬體配置

5.3 發展系統模組率定與定位軟體

在率定方面，目前主常見率定參數方式為二階段率定法，二階段率定是利用拍攝高精度控制場，藉由拍攝時 GNSS/INS 整合之定位定向解，內插拍照瞬刻 t 之 INS 位置與姿態，與利用區域法光束平差解算率定場內，各張影像之外方位，推算相機與 INS 中心間的相對關係，其率定參數稱為固定臂與軸角。推算過程中，INS 儀器坐標軸通常被設為與載體框架相同，故定位定向解表示為 $r_{ob}^m(t)$ 、 $R_b^m(t)$ 、空三所計算的影像外方位，為處於投影框架表示為 $r_{oc}^m(t)$ 、 $R_c^m(t)$ ，而率定參數利用平均法計算平均值及標準差，通常被表示在載體框架下，為 r_{bc}^b 、 R_c^b 。其相關式如下：

$$r_{bc}^b = R_m^b(t)(r_{oc}^m(t) - r_{ob}^m(t)) \quad (5.2)$$

$$R_c^b = R_m^b(t)R_c^m(t) \quad (5.3)$$

式中， r 為方向向量、 R 為旋轉矩陣、 b 為載體坐標系、 c 為相機坐標系、 t 為拍照瞬刻、 m 為投影坐標系。

在直接定位方面，在透空良好情況下，定位定向系統的求解以鬆耦合整合

架構最為簡單且快速，圖 5.7 為鬆耦合整合架構圖，鬆耦合整合將衛星計算後的解利用卡曼濾波器與慣性測量儀做整合，經平滑器後處理模式後，其精度可達預估的誤差。

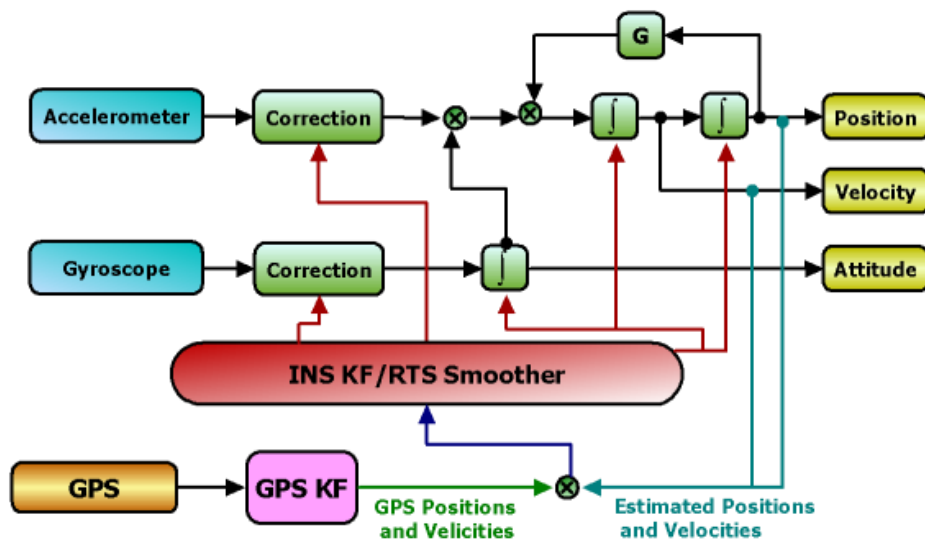


圖 5.7 鬆耦合整合架構

透過定位定向整合解可內插出拍攝瞬刻的位置及姿態，透過直接地理定位式，可前方交會出目標物之三維位置，直接地理定位式概念如圖 5.8、公式(5.4)所示。

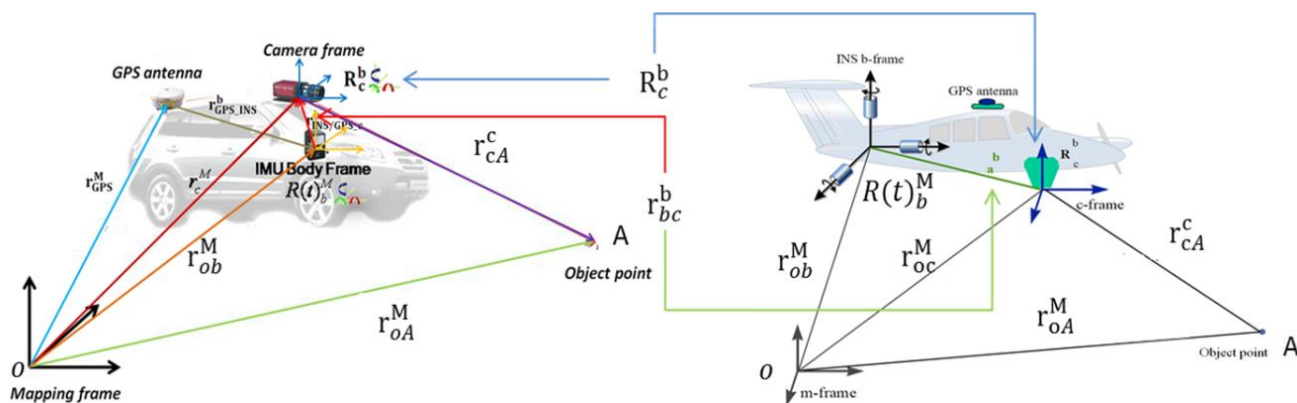


圖 5.8 直接地理定位

$$r_{oA}^m = r_{ob}^m(t) + R_b^m(t)(r_{bc}^b + sR_c^b r_{cA}^c) \quad (5.4)$$

定義 r 為向量、 R 為旋轉矩陣， c 、 b 、 m 分別為相機、定位定向系統、製圖系統座標系，量測影像坐標取得 r_{cA}^c 項； s 以立體測圖技術求定； $R(t)_b^m$ 及 $r_{ob}^m(t)$ 是從定位定向系統解在曝光時間 t 的內插；這些都是已知項。為了完成直接地理定位的公式必須要建立率定程序。這些程序包含固定臂與軸角化算參數，以分別求定 r_{bc}^b 與 R_c^b 。

其中，

1. r_{oA}^m 代表地面點 A 在地理坐標系統(Mapping Frame)中位置向量。
2. $r_{ob}^m(t)$ 代表在時間 t 時，定位定向系統整合解算後所量測得之 Body-frame (INS/GNSS)原點之位置向量(相對於地理坐標系統)。
3. r_{bc}^b 代表相機透視中心到 Body-frame 的位置向量，必須透過 Lever-arm 率定求解。
4. r_{cA}^c 代表影像點之位置向量。
5. $R_b^m(t)$ 代表在時間 t 時，Body-frame 所觀測得之姿態所轉成之旋轉矩陣(相對於地理坐標)。
6. R_c^b 代表相機相對於 Body-frame 之旋轉矩陣，必須透過 Boresight 率定求解。
7. s 代表地物點影像坐標 a 到地物點 A 之尺度(Scale)，就相機而言必須透過立體影像前方交會求解而得。

在軟體撰寫方面，利用 C++、OPENGL、QT 開發，該軟體可進行軌跡座標轉換，包括可輸入控制點將經度、緯度、橢球高轉當地水平座標系或將其 TWD97 TM2 投影座標系，若存在系統誤差可利用輸入 7 參數轉換參數，將其移除，同時本軟體可利用時間內插位置，而計算率定時利用相片時間找出對應觸發時間，如此可避免因外在因素，而造成有觸發時間但未拍影像，或有拍影像而無觸發時間等問題，而於直接地理定位方面，可利用直接地理定位所算出外方位選取數張影像，利用量測模組量測共軛點，前方交會並輸出結果，同時可儲存影像觀測量，以利下次繼續量測，另外可輸入檢核點計算外部精度結果，圖 5.9 為影像量測情形。

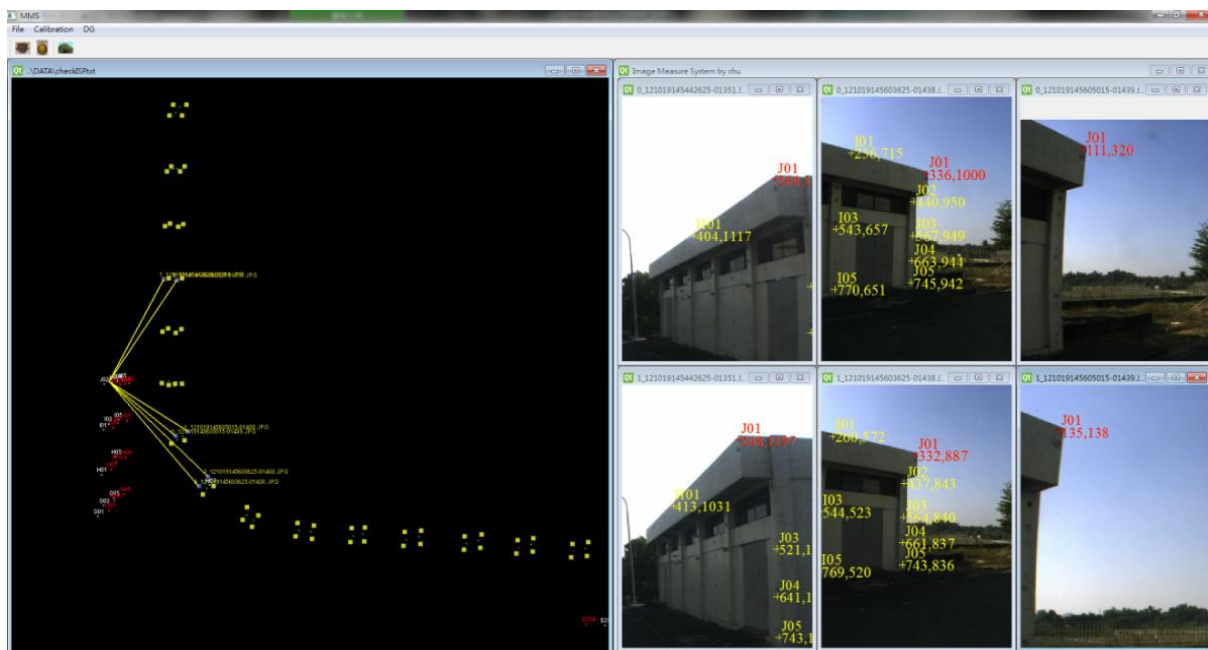


圖 5.9 率定及直接地理定位軟體

5.4 完成原型系統模組地面動靜態測試

本系統於 102 年 1 月 31 日進行第一次系統率定與直接地理定位測試，將模組架設於推車上移動，利用歸仁校區測試該模組側拍之能力，針對兩台側拍相機分別率定及直接地理定位測試，而個別相機率定及測試流程如圖 5.10，圖 5.10 為此次率定軌跡(左)及率定時的概況(右)，先於一空曠地以繞圓方式進行動態初始對準，再進入率定場內拍攝相片，如左圖，而右圖為率定場概況，右圖中紫色點如為率定場控制點，橘色點為相機位置，藍綠色四角椎為依設定距離所計算該張影像拍照範圍；本次率定初步利用二階段率定法率定，利用商用軟體 Australis 計算拍攝率定場空三結果，率定出各張影像外方位及相機內方位，其精度如圖 5.11；將空三結果與軌跡結果，利用已開發軟體以二階段率定法率定，其結果如圖 5.12 所示，圖中上方為率定出結果，下方為示意圖，圖中黃色點為各相機，綠色線為各拍照時刻，相機到 IMU 於當地水平坐標系之方向向量，整理兩台側拍相機率定結果如表 5.4，此次測試初步結果，由該表可知其率定精度固定臂約為 1~3 公分、軸角約為 1~3 度。

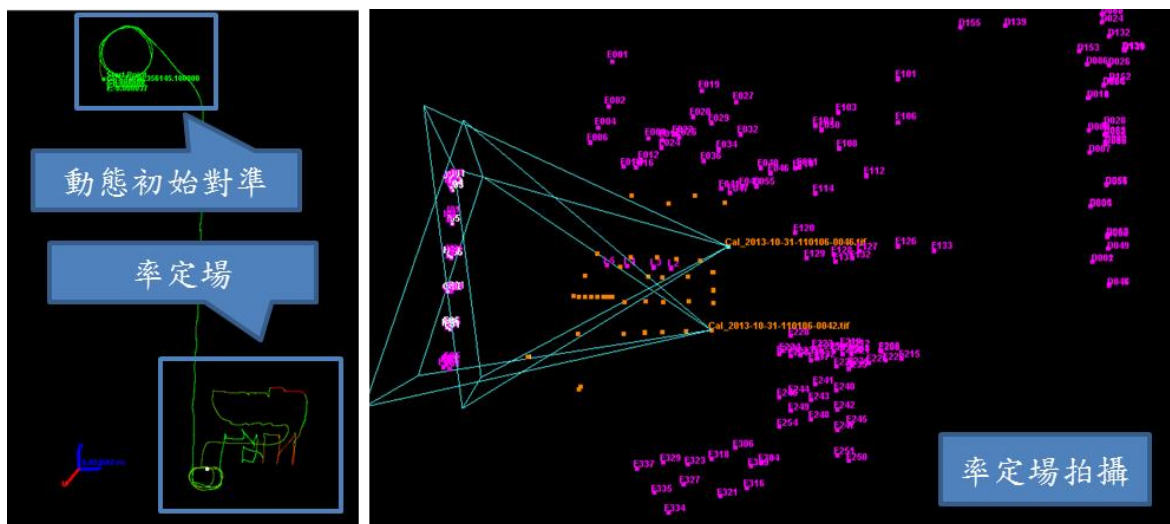


圖 5.10 率定軌跡(左)及率定時的概況(右)

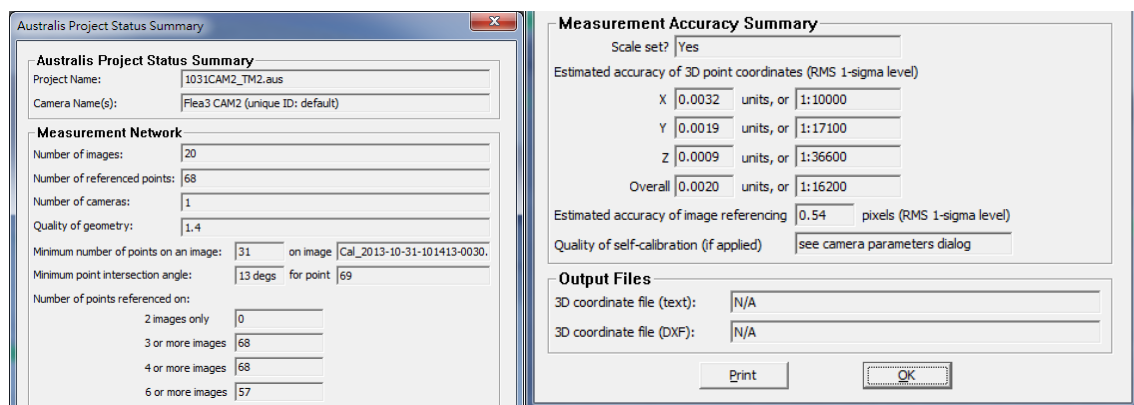


圖 5.11 空三精度

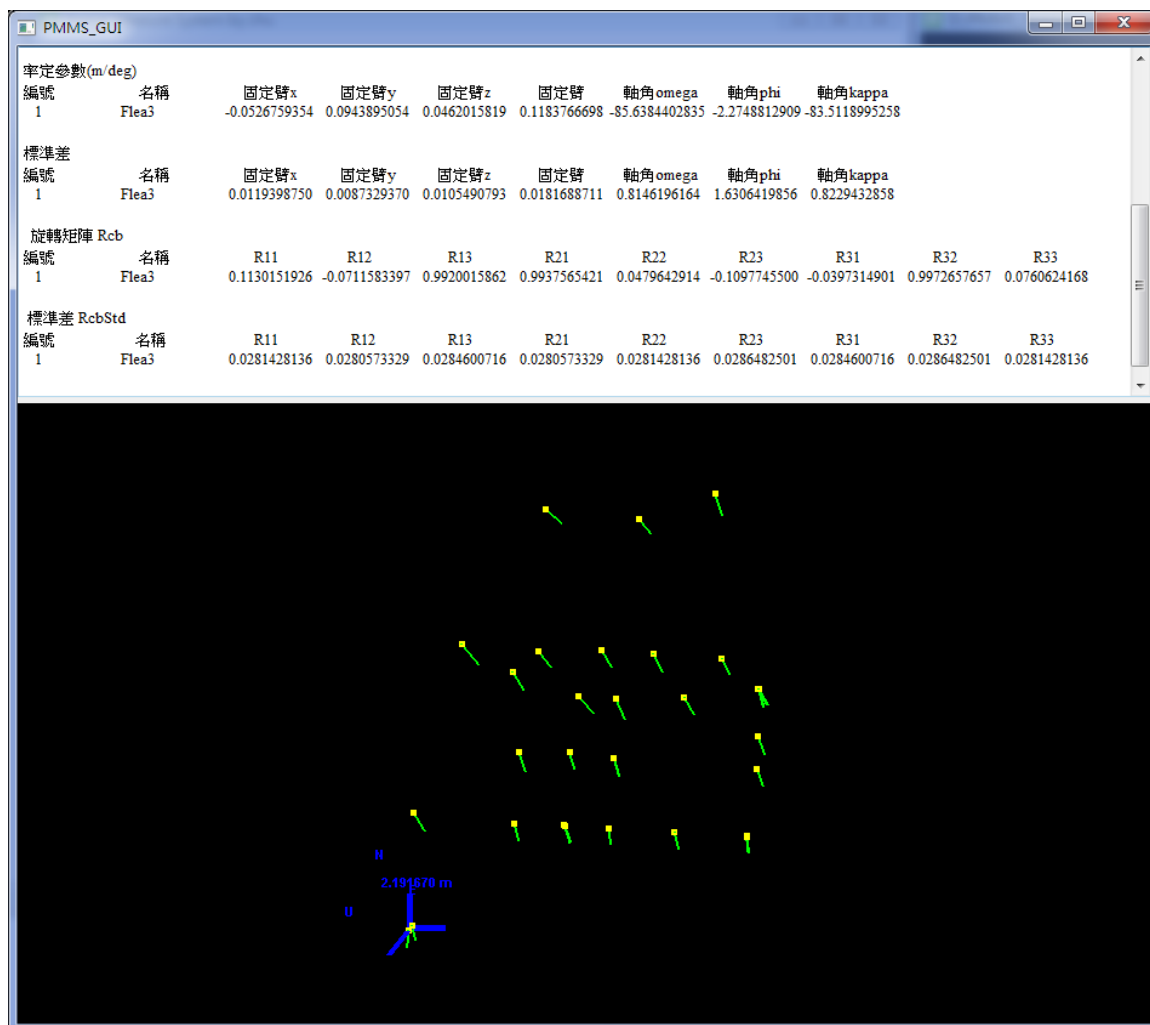


圖 5.12 二階段率定結果

表 5.4 二階段率定結果表

	固定臂/標準差			軸角/標準差		
	x	y	z	x	y	Z
CAM1	-0.0501	0.0943	0.0445	-85.6130792234	-2.2284796102	-82.2568432141
	0.0091	0.0099	0.0122	0.7941887849	1.5714338560	0.8084317209
CAM2	-0.1047	0.00412	0.0188	-85.4040349691	7.4951758308	-5.6712680432
	0.0195	0.0127	0.0340	0.4485366949	2.5369690552	2.5168349462

在直接地理定位方面，選取約 15 個檢核點做直接地理定位檢核，選取數張影像並量測該檢核點之共軛點，在前方交會物點之三維座標，並計算與檢核點之三維誤差向量，計算其平均值、標準差及均方根值，圖 5.13 為已開發之直接地理定位模組量測情形，於交會狀況區域選取興趣照片，在於照片量測區域量測共軛點，前方交會後物點座標區域會顯示所計算出於目標坐標系下的三維座標，檢核分析區域則為誤差向量及其平均值、標準差及均方根之統計值。圖 5.14

為兩台相機各檢核點於各方向及三維的折線圖，而表 5.5 為統計分析，其三維定位精度約 10 公分，而各張影像具檢核點範圍約 15~45 公尺，平均量測距離約 30 公尺，故系統於直接地理定位能力為約 30 公尺遠，能達致 10 公分定位精度，而依線性推算 600 公尺左右物距能達致 2 公尺三維定位精度。

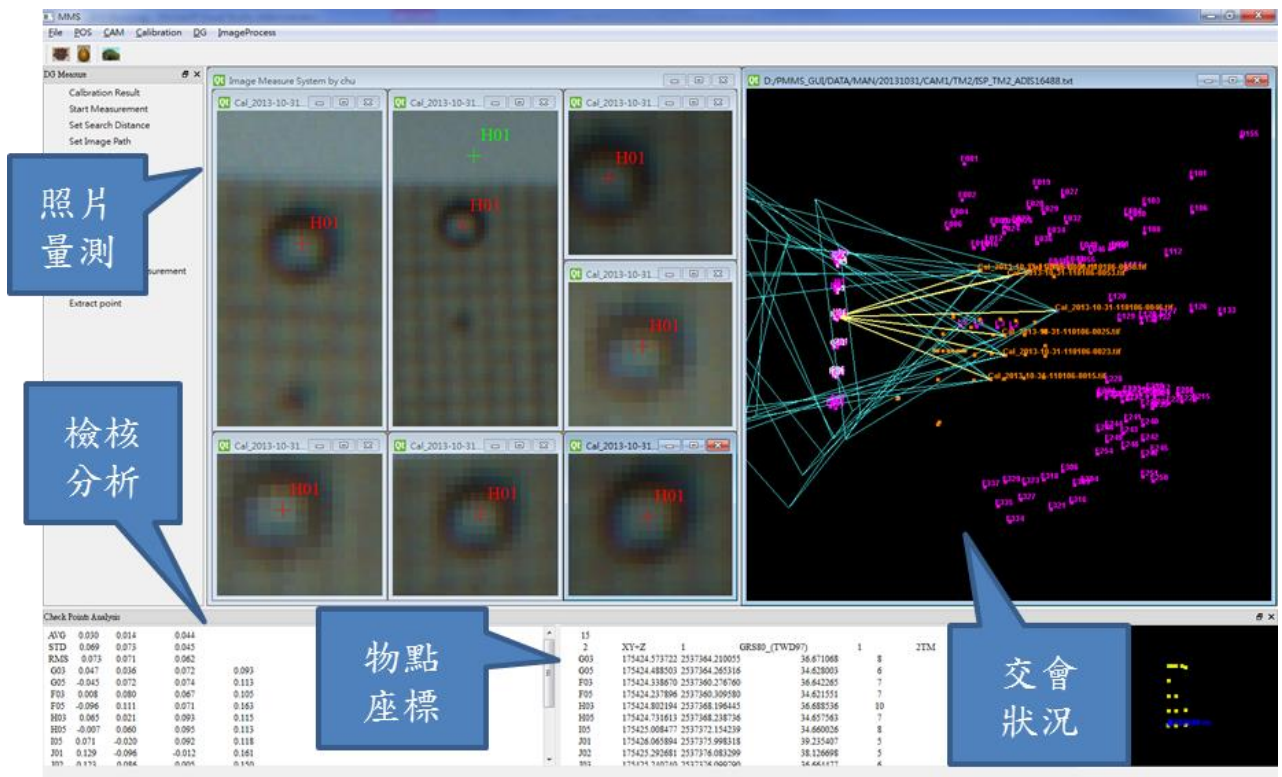


圖 5.13 直接地理定位模組量測情形

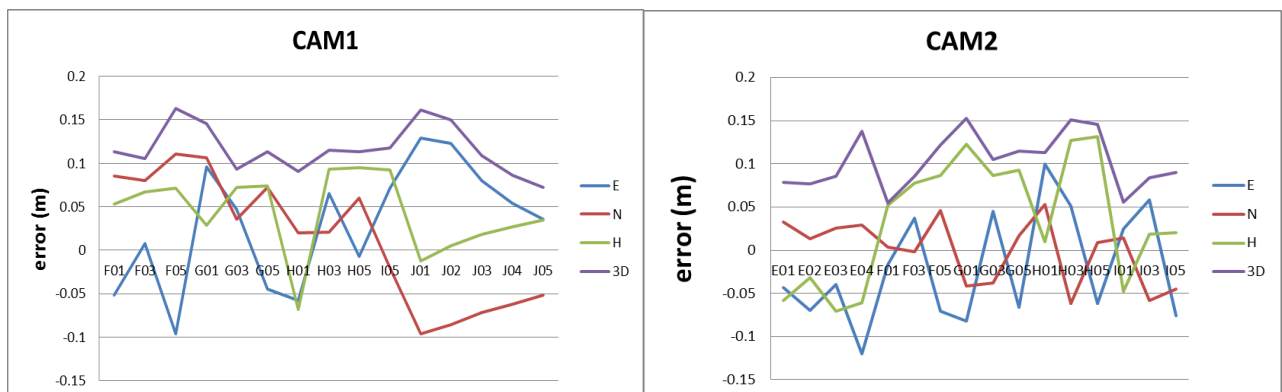


圖 5.14 兩台相機各檢核點於各方向及三維定位誤差折線圖

表 5.5 兩台相機各檢核點於各方向及三維統計分析

公尺		E	N	H	3D
平均值	CAM1	0.03	0.014	0.044	0.0551
	CAM2	-0.021	0	0.035	0.0408
標準差	CAM1	0.069	0.073	0.045	0.1101
	CAM2	0.064	0.037	0.072	0.1032
均方根	CAM1	0.073	0.071	0.062	0.1192
	CAM2	0.065	0.036	0.078	0.1077

5.5 規劃系統模組之飛行測試

本系統以模組化的酬載方式設計，其硬體配置已於期中完成並於期末報告完成地面測試，而原擬規劃之平台為空勤總隊所轄之直升機，就酬載設置需求而言，我們需親訪實機了解載體之尺寸，機電設備，空間特性與規畫可能的儀器架設方式，地政司承辦人月前協助本團隊與災防中心討論並與空勤總隊機務科做協商，唯迄今空勤總隊尚在做評估，目前尚無進一步的更新訊息。

5.6 本章小結

在「評估適用於直升機載台應備之感測器組」之工作項目方面，本案依防救災所需為出發點，評估所適用儀器以及預估最終誤差精度，假設載台距目標物距離為 500 公尺，預估直升機載之直接定位總誤差約 1 至 5 公尺內，而所評估的儀器包含了定位定向系統所使用的感測器，為雙頻雙系統 GNSS 衛星接收機 Novatel ProPak V3、慣性測量儀 C-MIGITS III，而所使的用測繪感測器為工業相機 Flea3，具有體積小、重量輕、高解析度、快速曝光等優點，利用其像素大小、焦距計算及物距 500 公尺，計算地面解析度約為 40 公分。

在「設計機電整合架構與建置原型系統」之工作項目方面，本案假設直升機載為垂直向下拍及側拍，設計慣性測量儀、衛星天線盤及相機，其相對位置及姿態固定於一黑盒內，該黑盒將固定於直升機載外以利拍攝，以纜線連結至直升機內部儀器，包含：衛星接收機、脈衝觸控器、筆記型電腦和電源。

在「發展系統模組率定與定位軟體」之工作項目方面，本案以目前常見率定方式二階段率定法及直接接地理定位公式撰寫，該軟體利用 C++、OPENGL、QT 開發，可以以直接地理定位所算出外方位選取數張影像，利用量測模組量測共軛點，前方交會並輸出結果，並可儲存影像觀測量，以利下次繼續量測，另外可輸入檢核點計算外部精度結果。

在「完成原型系統模組地面動靜態測試」之工作項目方面，本案對該系統經率定及測試側向拍照定位結果，其二階段率定精度約為固定臂 1-3 公分、軸

角 1-3 度，而直接地理定為精度約為 30 公尺遠，能達致 10 公分定位精度，而依線性推算 600 公尺左右物距能達致 2 公尺三維定位精度。

在「**規劃系統模組之飛行測試**」之工作項目方面，本案對系統以模組化的酬載方式設計，其硬體配置已於期中完成並於期末報告完成地面測試，對於機載架構之細節探討，地政司承辦人月前協助本團隊與災防中心討論並與空勤總隊機務科做協商，唯迄今空勤總隊尚在做評估，目前尚無進一步的更新訊息。

第六章、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

無人機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)約略可分為旋翼與定翼兩大類別，一般而言旋翼型 UAV 之作業都是在操作人員視野範圍內，因此作業範圍較小，而定翼型 UAV 則是採用自動飛控模式在視距範圍外作業。本計畫基於高酬載大面積攝影之需求，因此以定翼型 UAV 為主軸進行相關研究規劃。

有鑒於國內部分公部門及私人公司所採用之無人機進行航空攝影測量及遙感探測時，共同特性皆為作業半徑短 (<10 公里)、續航力低 (<2 小時)、載重輕 (<10 公斤) 或酬載感測器不足 (單一相機、單頻 GPS 天線、電子羅盤)。即便這些無人機已逐漸廣泛應用在防減災、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。因此本計畫引入搭配雙頻 GNSS 天線與戰術等級 IMU 之高酬載 (40 公斤)、長滯空 (4~8 小時) 定翼型無人機平台，發展多相機 (5 台) 直接地理定位酬載技術，以符合更高精度與更廣泛的加值應用需求。

傳統上以空中三角測量求解航拍影像外方位參數之方法，首要工作為透過自動影像匹配得到連結點影像坐標，再使用地面控制點進行基準轉換及網型控制，因此又稱為間接地理定位(Indirect Georeferencing)。若有 GPS 觀測量，則可進一步推算得到相機透視中心位置當作位置初始值。此時若採用雙頻 GPS 接收儀且有架設 GPS 地面基站協助差分定位，則可提供高精度之位置觀測量，進而可透過權的設定當作控制，稱為 GPS 輔助空三。此時即使沒有地面控制點仍可得到相當高精度之外方位參數，但是 GPS 差分定位仍具有系統性誤差，因此最好能在測區四周佈置至少四個全控制點來修正此誤差，而為了避免在航線頭尾佈設高程控制鍊，可以頭尾兩條交叉航線取代之。若載台上同時有搭配慣性導航儀(IMU)進行直接地理定位(Direct Georeferencing)，則頭尾兩條交叉航線亦可省略之。表 6.1 比較 GPS 輔助空三與直接地理定位之優缺點，據此可知直接地理定位時只要經過精準之系統率定，飛行軌跡與拍照方式可以不按照空三平差的要求，仍可在最短的時間內求解得到每一張照片的外方位參數，以協助災害調查。

表 6.1 GPS 輔助空三與直接地理定位之比較

	GPS 輔助空三	直接地理定位
定位定向感測器	GPS 接收儀+地面 GPS 參考站	GPS/IMU +地面 GPS 參考站
地面控制點	按製圖規範必須	不必要
連結點匹配	必須	不必要
影像內容	必須擁有影像特徵	任何地物皆可，例如海面、冰原、沙漠、森林等。
外方位解算	光束法平差	不須空三平差，但須先進行系統率定。
飛行軌跡	區塊式且需有足夠影像重疊	任何飛行軌跡與拍照方式皆可適用
處理時間	視影像數量而定，通常包括控制點量測需要幾天。	資料準備就緒一個小時以內即可解算完成幾千張相片之外方位參數
定位精度	視 GCP 精度與 GPS 等級而定	視 GPS/IMU 等級而定，尤其是 IMU。
主要費用	地面控制測量與空三平差	IMU 與系統率定
應用面	測繪與三維地形重建	地質災害、淹水、森林火災之調查與監測。若飛行與拍照方式符合 GPS 輔助空三程序，亦可符合測繪與三維地形重建之需求。

6.1 完成大型無人機與 GPS/IMU 及多相機攝影系統之設計與整合

本工作項目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(估計本案酬載部分總重約 24 公斤)，最後透過飛控電腦在所規畫之航線上進行高重疊攝影。表 6.2 則為 AL-150 之規格。

表 6.2 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)

由表 6.2 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 110km/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。

據此 UAV 之特性，本計畫設計一組 5 相機攝影系統，採用 5 台 SONY A850 全像幅數位相機以同步方式進行拍照，以維持其相對關係。拍攝角度分別為 50 度, 30 度, 0 度, -30 度, -50 度，如圖 6.1 所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，以 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，不需經過傳統空三平差程序亦可達到一定精度的定位能力。



圖 6.1 五相機攝影系統 (© 成大饒見有/日成航太)

圖 6.2 為五個相機之拍攝成果範例，其中虛線表示相對於垂直 0 度之傾斜角，正值表示往左看，負值表示往右看。由於本實驗採用之鏡頭焦距為 50 mm，其 FOV 在 x 與 y 方向分別為 40 度與 27 度，其中第一個與第五個像機 x 軸為飛行方向，中間三台相機為 y 軸朝向飛行方向。由此圖可知五個相機之整體視野角為 127 度，若僅使用中間三個相機則整體視野角為 100 度，對製圖需求已相當足夠。本案採用五相機增加整體視野角達 127 度，主要構想為針對台灣山區之河谷，若以適當的高度來回各拍攝一條航帶，將可以涵蓋完整之坡面資訊，同時達到立體觀測的目的，且不會造成太大之透視變形，圖 6.3 所示為示意圖。

由於台灣南部山區許多河谷為南北走向，若能採用此種飛行與拍攝模式，將可以有效的蒐集山區地質災害空間資訊。



圖 6.2 五相機重疊關係及視野角分布

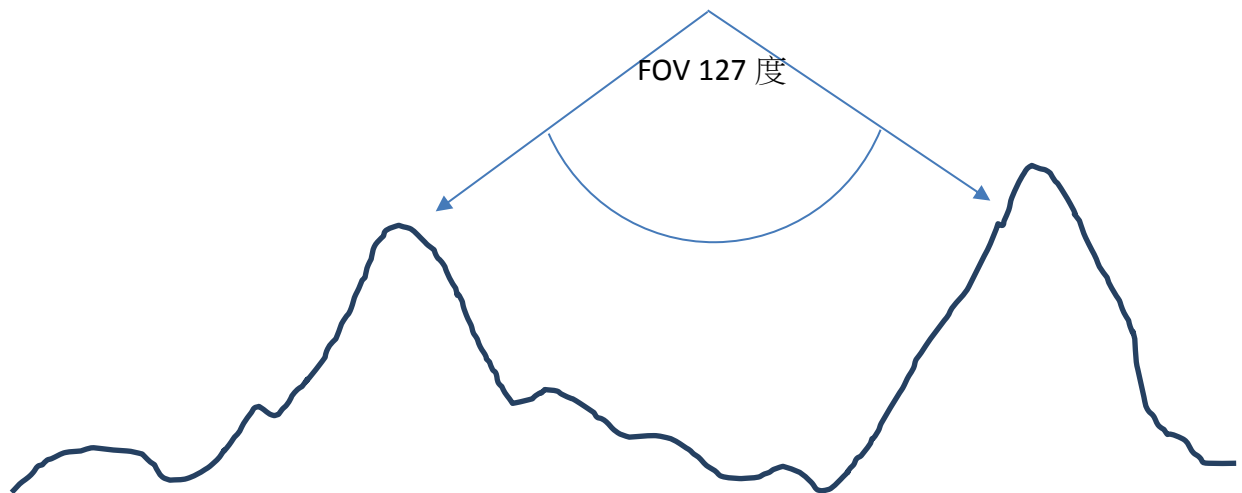


圖 6.3 五相機視野角設計之構想來源

6.2 完成直接定位平台系統率定程序與三維定位精度分析

圖 6.4 為本實驗之流程圖，大致上可分為六個步驟，也就是相機率定及內方位修正、UAV 航拍、基準修正、空中三角測量、直接地理定位和精度分析，以下詳細說明各項次工作之研究成果。

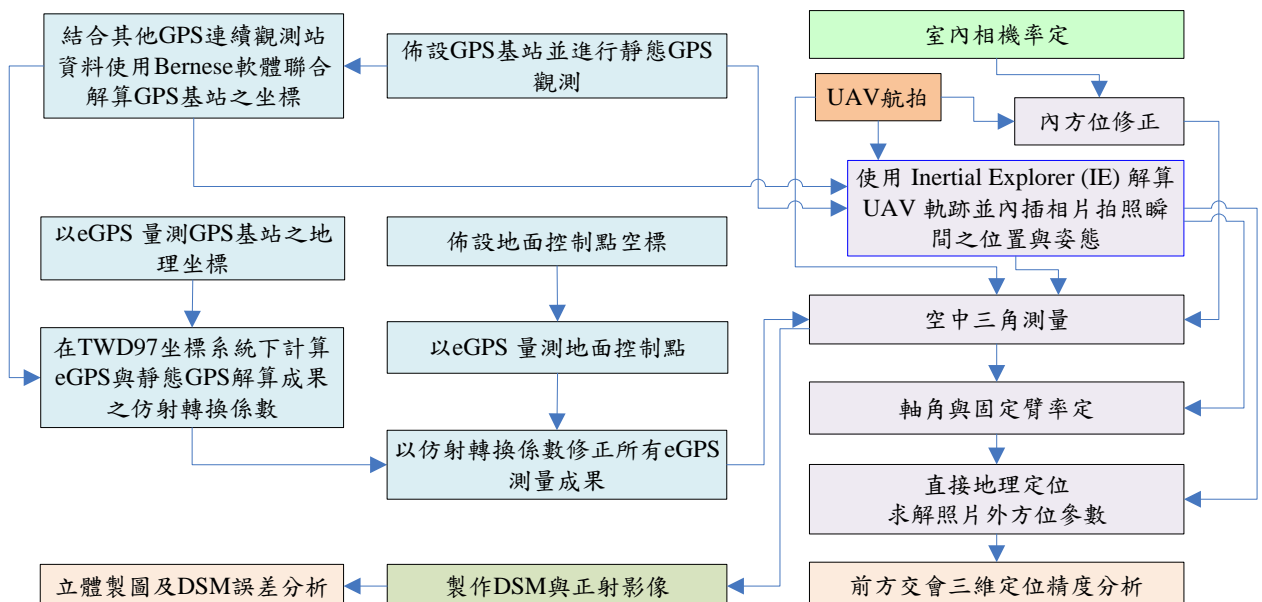


圖 6.4 研究流程圖

6.2.1 基準校正

將 UAV 與五台數位相機進行系統整合後，首要工作為建置地面控制/檢核/率定場（以下以通稱為率定場）並進行直接定位(DG)系統率定。本實驗率定場設在台南市七股區，而 UAV 起降地點則是在七股鹽田，選擇鹽田當作起降場原

因是該地廣闊平坦且為許多輕航機飛行玩家經常使用之場地。而七股率定場接近佳里區，其地物較豐富，不像沿海多為魚塭不易進行影像匹配。

率定場之面積約 3 x 3 平方公里，其中佈設了 46 個地面控制點，以人工塗漆方式製作三個排列成直線相距 30 公分且半徑為 30 公分之圓型標點。此做法主要是減少人工佈標之工作量，而在航高 900 公尺以下仍可清楚辨識圓形標，同時可用以檢驗拍攝後之影像品質是否具有變形或模糊效應。控制點設在中間圓點之圓心，先以 eGPS 量測其 TWD97 座標及橢球高，其中 15 個控制點另外使用雙頻 GPS 天線進行 1 小時以上之靜態 GPS 觀測，同時與鄰近的三個 GPS 連續觀測站 GS28、GS43 與 YSAN 使用 Bernese© 進行聯合解算，以求得精確的地心坐標、經緯度及橢球高，接著再將經緯度轉換成 TWD97(2010)平面坐標。同時為了後續進行 GPS 差分定位及 GPS/IMU 之 POS 解算，本計畫使用上述控制點中的 B18(有進行 GPS 靜態觀測)當作 UAV 作業之 GPS 參考站。

由於 UAV 之 GPS 差分定位解算是使用 RTK 即時動態定位，而本案在 UAV 影像空三平差解算與檢核時，是以內政部國土測繪中心建置之 eGPS 系統量測地面控制點之地理坐標，並轉換到 TWD97 地圖坐標。因此兩坐標系統必須一致，方能進行軸角與固定臂率定。然而 eGPS 坐標系統是以內政部公佈之 TWD97 國家坐標系統為起算基準，但因為臺灣地區地殼變動仍頻，部分地區之點位有明顯位移，且區域性之地表位移量各地皆不同，加上參考站坐標經過數年未更新修正，導致套合引用有實務上困難。因此內政部乃於 98 年 10 月起邀請專家學者召開「大地基準及坐標系統更新維護機制」會議，將 GPS 參考站公告坐標更新到 2010 年，簡稱 TWD97(2010) (楊名, 2013)。因此，為了將 eGPS 觀測成果轉換到 TWD97(2010)坐標系統，本實驗假設兩坐標系統間在小區域範圍內平面坐標變形可使用仿射轉換來描述，因此利用前述 15 個控制點以仿射轉換求解其轉換參數，最後套用此轉換係數到其餘 eGPS 觀測坐標點位，以便應用到後續之空三平差作業，也因此 UAV 上之 GPS/IMU 觀測資料，利用差分定位解算得到之坐標，才會與空三平差所使用之坐標系統一致，也才能進行 Boresight/Lever-arm 率定。

實驗結果發現此二系統間在 E 與 N 方向分別具有 41.2 公分與 28.3 公分之平移量，而轉換過程之標準偏差為 4.9 公分，最大偏差僅 6.4 公分，因此轉換成果可滿足後續空三平差與系統率定之精度需求。

6.2.2 UAV 飛行與航拍成果

本計畫於 102 年 11 月 7 日先於鹽田進行一個架次之試飛與航拍測試，隔天 11 月 8 日正式拍攝七股率定場，圖 6.5 為 UAV 航拍前架設 GPS 基站於點號 B18 之情形。圖 6.6 為 AL-150 之飛行軌跡及控制點分布，其中黃色框內之影像將用

來進行空三平差，而紅色虛線框內之影像空三成果將用來進行直接地理定位之率定。圖 6.7 為 AL-150 起飛前準備、起飛、飛行中與降落之情況，由飛行中照片右下角可見飛行日期時間為 102 年 11 月 8 日中午 12 點 27 分，當天天氣雖然看似晴朗但仍有些霾氣，尤其在傾斜攝影時更為嚴重。



圖 6.5 UAV 航拍前架設 GPS 基站於點號 B18 之情形

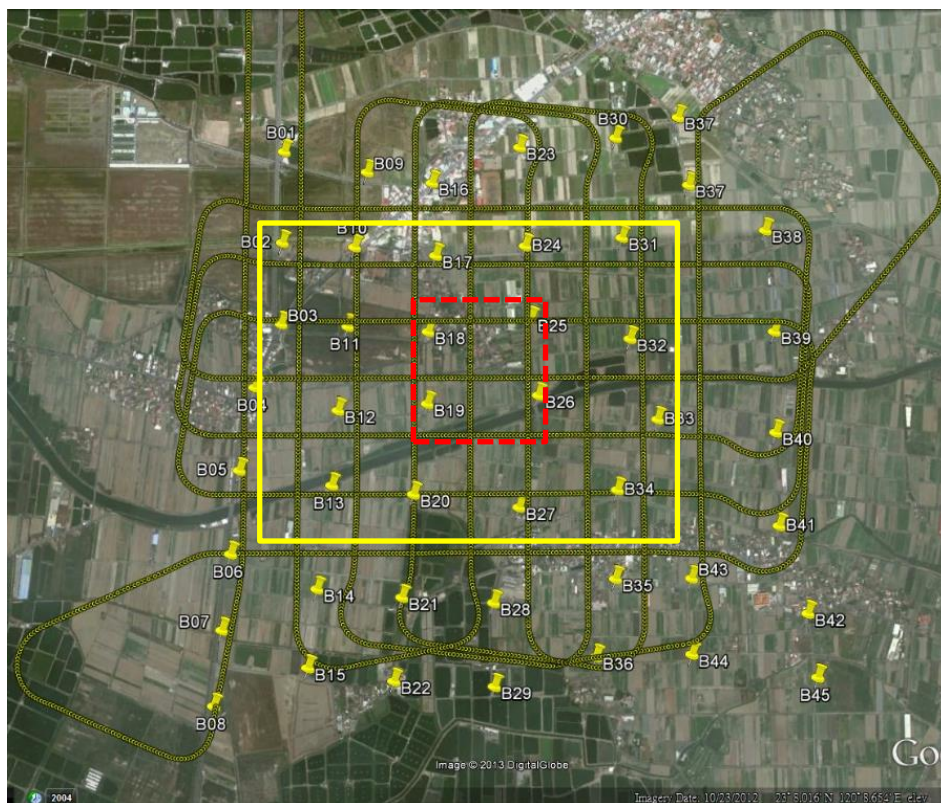


圖 6.6 AL150 航拍軌跡及 GCP 之分布



起飛前準備



起飛



飛行中



降落

圖 6.7 AL-150 飛行過程現場照片

6.2.3 相機率定及內方位修正

本次計畫共使用 5 台 SONY A850 數位相機，但因為時間因素，本報告初稿先針對中間 3 台相機(Cam2, Cam3, Cam4)進行單相機率定，但多相機相對方位則是 5 台相機一起率定。圖 6.8 為單相機率定過程之現場情況，圖 6.9 為多相機率定之現場情況，圖 6.10 則為平差後光束與人造標之 3D 網型，圖中紅色線段為人造標所在位置，由此圖可知拍攝時會將整組相機平放或直立，並改變不同觀測方向及位置，以增強交會幾何。表 6.3 為 Cam3 相對於其他相機之相對方位率定成果及精度分析成果，過程中共使用 30 組照片進行率定，由此成果可知相機間之位置偏移量，經率定後其內部精度在 0.46~1.5 mm 之間，而相對旋轉角率定後其內部精度在 0.0003~0.0409 度之間。顯示利用室內率定場以人造標進行率定可達相當高之內部精度。



圖 6.8 單相機內方位率定現場情況



圖 6.9 多相機相對方位與內方位率定現場情況

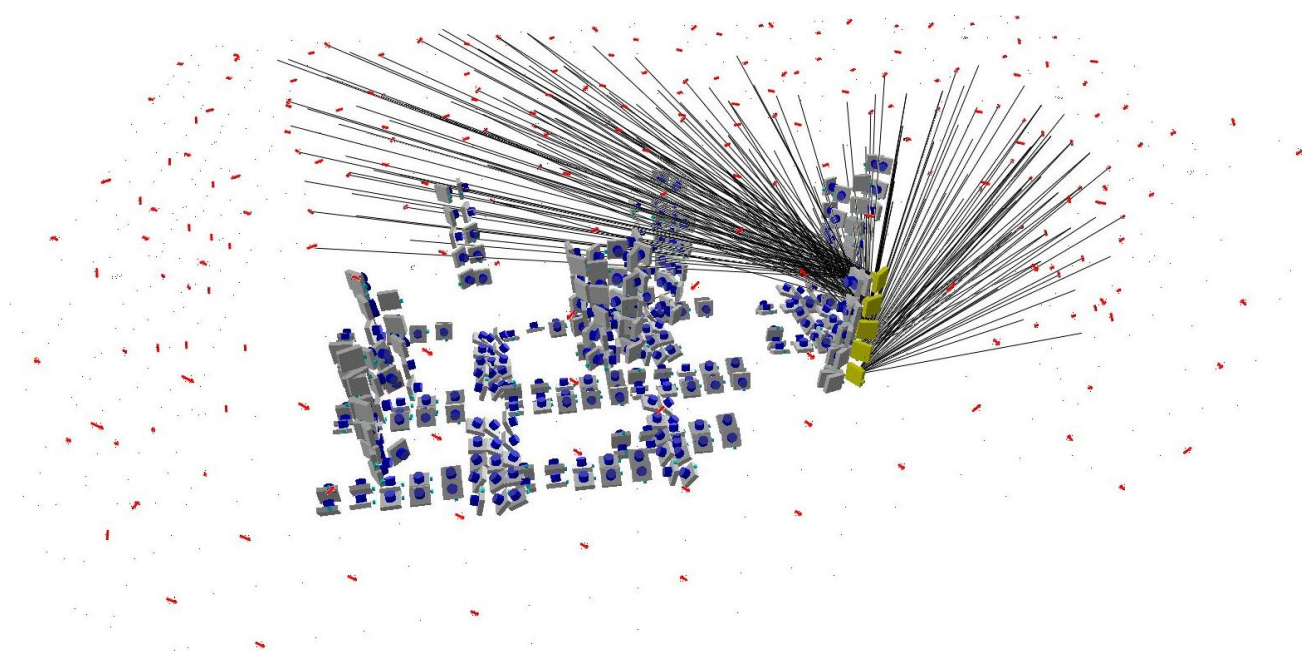


圖 6.10 多相機相對方位與內方位率定光束 3D 網型

表 6.3 其他相機相對於 Cam3 之相對方位及精度分析

	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(°)	46.7873	0.0312	29.2278	0.0256	-32.1335	0.0340	-52.3426	0.0270
dKappa(°)	90.9083	0.0003	0.3613	0.0155	-0.3666	0.0200	89.0255	0.0006

表 6.4 為相機 3 與 5 相機同時進行任務中相機率定之成果，也就是使用實際航拍照片進行相機率定。特別注意的是 Cam2 的像主點坐標 yp 值高達 2 mm，此現象在單相機率定與多相機率定都呈現相似結果。圖 6.11 為 Cam2 利用單相機率定成果進行內方位修正(包括 xp,yp 與透鏡畸變)前、後之比較，可見修正後之影像上方有一黑色區塊，推測此相機之 CMOS 感測器有偏移現象，必須送原廠維修。



圖 6.11 Cam2 內方位修正前(左)與後(右)之比較

表 6.4 單相機與多相機內方位(任務中)率定成果

	單相機率定	5 相機同時率定				
	Cam3	Cam1	Cam2	Cam3	Cam4	Cam5
c (mm) ±σ	51.5285 ±0.011	51.0429 ±0.042	51.1623 ±0.060	51.3522 ±0.126	51.4450 ±0.050	51.3969 ±0.033
xp (mm) ±σ	-0.0552 ±0.002	0.2523 ±0.017	-0.0904 ±0.002	-0.1105 ±0.007	0.4261 ±0.032	-0.1076 ±0.014
yp (mm) ±σ	-0.0470 ±0.002	-0.2262 ±0.048	2.0628 ±0.010	0.0288 ±0.006	0.0412 ±0.005	0.0863 ±0.042
K1 ±σ	4.82878e-005± 7.5602e-008	5.03028e-05 ±3.2102e-07	4.93186e-05 ±3.6468e-07	4.95928e-05 ±1.5916e-07	5.07775e-05 ±3.8038e-07	5.08105e-05 ±2.8662e-07
K2 ±σ	4.31977e-009± 3.2091e-010	1.12334e-09 ±1.6870e-09	8.40166e-09 ±1.6786e-09	5.40918e-09 ±7.8901e-10	-7.47036e-10 ±1.8454e-09	3.29500e-09 ±1.4685e-09
K3 ±σ	-3.11663e-011± 4.8246e-013	-2.31795e-11 ±2.7155e-12	-3.73805e-11 ±2.3983e-12	-3.30459e-11 ±1.1899e-12	-2.33449e-11 ±2.7766e-12	-2.83673e-11 ±2.3371e-12
P1 ±σ	2.0154e-006± 1.047e-007	2.1708e-06 ±1.389e-06	-6.3161e-06 ±1.961e-06	-1.3217e-06 ±3.625e-07	2.1479e-05 ±1.656e-06	3.4511e-07 ±1.122e-06
P2 ±σ	-1.0023e-005± 9.196e-008	-1.8168e-06 ±2.560e-06	-2.3430e-06 ±8.407e-07	-8.6786e-06 ±2.932e-07	-9.5714e-06 ±4.850e-07	-3.0073e-05 ±2.389e-06

6.2.4 UAV 飛行軌跡解算

本團隊使用之 UAV 搭載了 SPAN CPT 整合式定位定向系統，包含一台戰術等級 IMU 及雙頻 GPS 接收儀，可觀測載具之位置與姿態。GPS 觀測可提供高精度位置資訊，但 GPS 取樣頻率僅 1Hz，故對於快速移動之載體可能會導致較大的內插誤差。另一方面，IMU 之取樣頻率為 100Hz，可在短時間內提供高精度之位置與姿態，但隨著觀測時間增加其飄移量會越大，位置誤差也會累加。因此兩者間必須截長補短，以 GPS 當作控制來修正 IMU 之飄移量，而 IMU 則可提供高頻率之定位定向資料，可減少定位誤差，同時若在短時間(5 分鐘)內即使有 GPS 週波脫落問題，仍能提供精確的位置資訊。

本團隊使用 NovAtel 之 Inertial Explorer (IE)解算 UAV 飛行軌跡，首先會結合地面靜態 GPS 觀測資料，利用差分方式解算其軌跡。接著加入 IMU 資料，透過緊耦合(Tightly-coupled)卡曼濾波器，推估整個載體(IMU Body-frame)之位置與姿態，進而可以內插得到每一張影像拍攝瞬間載體的位置與姿態。

6.2.5 空中三角平差

本團隊採用二階段率定法求解 IMU 與相機間之軸角與固定臂參數，因此首先需要進行嚴密的空三平差，以計算得到影像之外方位參數。本團隊利用 Pix4UAV[®] 軟體量測控制點與檢核點(圖 6.12 為利用 Cam3 垂直航拍照片量測控制點之範例畫面，可見影像並無模糊現象)，以及進行影像匹配得到連結點影像坐標，再將連結點及地面控制點影像坐標、地面控制點座標及 GPS 影像初始位置等匯入 Intergraph ISAT[®] (Image Station Automatic Triangulation)進行自由網平差再次確認影像坐標觀測量是否有大錯誤，同時進行強制附合空三平差與設定檢核點檢驗平差成果之外部精度，若外部精度符合後續率定需求，即可進行二階段直接地理定位之率定。



圖 6.12 量測控制點之範例

本實驗 UAV 航拍高度約 870 公尺(正高)，共拍攝 1299 組(一組 5 張)影像，影像之前後重疊率與側向重疊率分別約 80%與 50%(以垂直相機計算)。本實驗選用圖 6.6 黃色區域內 5x5 條交叉航帶的影像進行空三平差。影像初始位置(E,N,H)及姿態(O,P,K)之先驗中誤差分別設定為(1 m, 1 m, 5 m)及(5°, 5°, 5°)、地面控制點(E,N,H)之先驗中誤差設定為(5 cm, 5 cm, 10 cm)和影像坐標量測先驗中誤差則設定為 0.5 個像元。其中影像初始位置高程部分之先驗中誤差設定為 5 公尺，主要是目前解算 POS 後，其高度比實際高度低約 3 公尺，可能是 GPS 的系統性誤差。

表 6.5 為 ISAT 空三平差後之誤差分析，共使用 5 個控制點與 9 個檢核點，包括不同相機之組合、控制點之內部精度、獨立檢核點之絕對精度及影像觀測量殘差之中誤差(σ_0)。一般經驗使用特徵匹配進行空三平差其量測精度可達 0.3-0.5 個像元，而從表 6.5 之 σ_0 可知本項實驗拍攝之影像經過 Pix4UAV 進行影像匹配後，其影像坐標量測誤差約 0.46-0.47 個像元尚屬合理。本實驗五台相機拍攝之影像空間解析度(GSD)約在 0.11 m~0.16 m 之間，空三平差後控制點與檢核點的平面 RMS 誤差大致相當於 $\sigma_0 \cdot \text{GSD}$ ，也大都合理。而高程 RMS 誤差與基線航高比有高相關，尤其是僅使用 Cam3 時高程誤差最大(30.7cm)，搭配其他相機或不使用 Cam3 (RMS=11.2 cm)反而可以得到較高之高程準確度。顯示垂直相機會間接影響到高程定位準確度。本計畫後續進行直接地理定位時將使用表 6.5 中第三個案例，也就是 5 台相機一起進行空三平差之成果。

表 6.5 ISAT 空三平差誤差分析

相機	影像數量	控制點數量	控制點 RMS (m)			σ_0 (Pixel)	檢核點數量	檢核點 RMS (m)		
			E	N	H			E	N	H
3	218	5	0.091	0.060	0.101	0.46	9	0.084	0.052	0.307
2,3,4	380	5	0.074	0.049	0.096	0.46	9	0.062	0.045	0.171
1,2,3,4,5	542	5	0.071	0.057	0.107	0.47	9	0.054	0.043	0.166
1,2,4,5	324	5	0.023	0.032	0.054	0.47	9	0.056	0.035	0.112

6.2.6 直接地理定位

直接地理定位屬於直接感測器定位(Direct Sensor Orientation)之一環，可透過 GPS/IMU 之位置與姿態直接推估得到感測器之位置與姿態。圖 6.13 為直接地理定位之示意圖，感測器之位置與姿態可以透過公式(6.1)與公式(6.2)計算得到。

$$r_c^m = r(t)_{GPS}^m - R(t)_b^m a_{GPS}^b + R(t)_b^m a_c^b \quad (6.1)$$

$$R_c^m = R(t)_b^m R_c^b \quad (6.2)$$

其中，

r_c^m 為相機相對於地圖坐標系統(Mapping Frame)之位置向量。

$r(t)_{GPS}^m$ 代表在攝影瞬間(t)，差分定位後 GPS 天線中心相對於地圖坐標系統之位置向量。

$R(t)_b^m$ 代表在攝影瞬間(t)，GPS/IMU 整體解算後 Body-frame 相對於地圖坐標之旋轉矩陣。

a_{GPS}^b 代表 GPS 接收儀相對於 IMU 之空間偏移量(Lever-arm)，可透過地面測量而得。

a_c^b 代表相機相對於 IMU 之空間偏移量(Lever-arm)，通常也是透過地面測量而得。

R_c^m 代表相機相對於地圖坐標系統之旋轉矩陣，可轉換成姿態角，一般是透過光束法平差進行空中三角測量而得。

R_c^b 代表相機相對於 IMU 之旋轉矩陣，可轉換成軸角(Boresight angles)，必須透過戶外控制場率定求解。

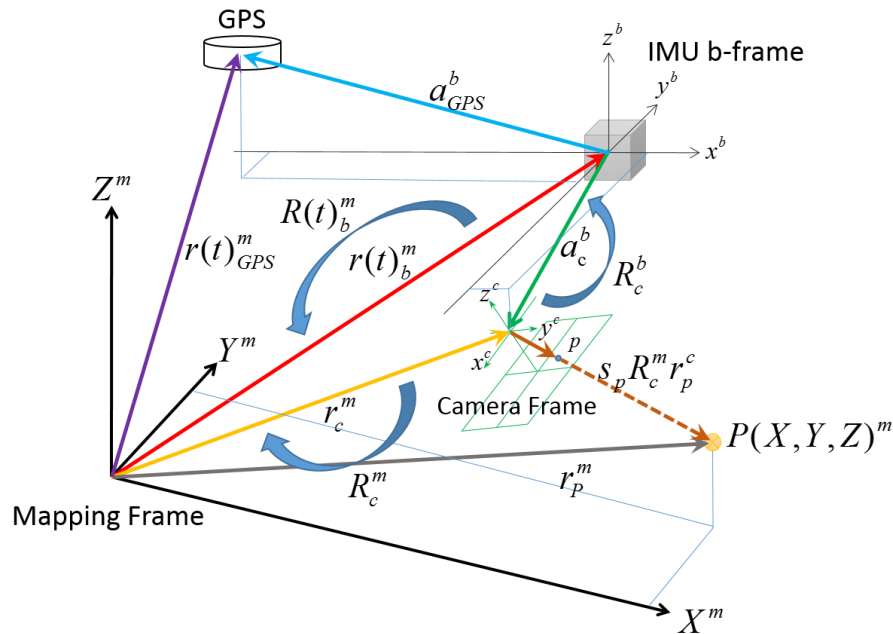


圖 6.13 直接地理定位示意圖

為了推算載體(IMU body-frame)之位置與姿態，首先會使用 UAV 上之 GPS 觀測資料搭配地面 GPS 參考站之觀測資料，進行 DGPS 差分定位。接著匯入 IMU 提供之加速度與角速度觀測量，透過緊耦合(Tightly-coupled)卡曼濾波器，推估 IMU 載體之位置與姿態(Chiang et al., 2011)，最後內插得到拍攝影像瞬間(t) IMU

載體之位置與姿態。公式(6.3)顯示上述解算之過程。而在進行地物坐標量測時，由圖 6.13 可知地物點之位置向量為三個向量之總和，如公式(6.4)所示。

$$r(t)_b^m = r(t)_{gps}^m - R(t)_b^m a_{gps}^b \quad (6.3)$$

$$r_p^m = r(t)_b^m + R(t)_b^m a_c^b + R(t)_b^m R_c^b s_p r_p^c \quad (6.4)$$

其中，

$r(t)_b^m$ 代表在攝影瞬間(t)，GPS/IMU 整體解算後 IMU 載體相對於地圖坐標系統之位置向量。

r_p^m 代表地面點 P 在地圖坐標系統之位置向量。

s_p 代表影像點 p 與地物點 P 兩位置向量之尺度(Scale)，就相機而言必須透過立體影像前方交會求解而得。

r_p^c 代表影像點之位置向量。

上述公式有兩個未知量，也就是軸角(Boresight)(由 R_c^b 推求而得)與固定臂(Lever-arm)參數(a_c^b)，一般是透過地面控制點，搭配影像之空三平差成果，進行一階段或二階段系統率定(Skaloud, 1999; Cramer and Stallmann, 2002)而得。但由於空三平差過程相機之位置與姿態具有高相關，固定臂之率定成果較不可靠，因此大都以地面測量取代之。本實驗為了分析其影響量，仍利用兩階段率定法率定固定臂系統偏差量，也就是在空三平差後即可獲得每一幅影像透視中心在地圖坐標系統之位置向量(r_c^m)，同時透過 GPS/IMU 整體解算後 Body-frame 在攝影瞬間(t)相對於地圖坐標系統之位置向量($r(t)_b^m$)，因此依照公式(6.5)可以求解固定臂(a_c^b)之位置向量。

$$a_c^b = R(t)_m^b (r_c^m - r(t)_b^m) \quad (6.5)$$

在軸角率定方面，每一幅影像都可以透過空三平差得到相機相對於地圖坐標系統之旋轉矩陣(R_c^m)，同一時間也可透過 GPS/IMU 整體解算後 Body-frame 在攝影瞬間(t)相對於地圖坐標系統之旋轉矩陣($R(t)_b^m$)，因此相機相對於 IMU 之旋轉矩陣即可利用公式(6.6)求解而得，進而可推求其相對旋轉角或稱為安置角(Mounting angles)。

$$R_c^b = R(t)_m^b R_c^m \quad (6.6)$$

利用上述程序及公式(6.5)與(6.6)率定得到每一組相片之軸角與固定臂參數，由於一張照片即可率定得到一組參數，因此再透過平均方式求得最後之系統偏差量平均值，進而統計其標準偏差，以評估率定成果之內部精度。經由上述程序即可透過直接地理定位方式，不經傳統空三平差程序，求得每一張影像之外方位參數。假設相機、GPS 天線、IMU 等設備之相對位置在率定後與其他拍攝任務過程中都沒有變動，率定航拍只須做一次，往後在緊急時刻如自然災害發生時，啟動此無人機到災區進行航拍，可立即套用軸角與固定臂參數，快速計算得到每一張影像之外方位，即可進行災區範圍之數化或量測，提供精確之災情空間資訊給防救災單位，協助決策支援。

● DG 率定內部精度分析

本實驗利用五台相機一起進行 ISAT 空三平差求得之外方位參數與 POS 解算後之軌跡，進行軸角與固定臂率定。表 6.6 顯示不同相機之組合進行空三平差及 DG 率定之成果，其中平均值即率定值，而標準差是統計率定值與原始觀測數據的差值而得，標準差為率定成果內部精度之指標，也呈現觀測量之隨機誤差或雜訊等級。此標準差愈小，表示觀測量與參考值之一致性愈高，且觀測量品質愈好。

從表 6.6 中前三筆資料可得知採用不同相機組合進行空三後僅針對 Cam3 進行 DG 率定，結果三個軸角標準差皆在 0.074 至 0.136 度內，而固定臂之標準差則是在 0.171 至 0.562 公尺之間。dY 之標準差比較大，且 dZ 約 3 公尺，顯示 POS 解算成果可能具有系統性誤差。整體而言三種率定成果差異不大，表示不同相機組合進行空三平差對 DG 率定沒有太大影響。

表 6.6 後五筆顯示，若利用五台相機一起進行空三平差，再針對各台相機進行 DG 率定之成果。由此得知傾斜相機軸角之標準差都比垂直相機大，尤其是 Cam1 與 Cam5 之 $d\Omega$ ，可能因為這兩台相機的底座固定方式與軸向不同導致穩定度不同。而固定臂部分，與人工量測成果比較，率定成果不太合理。主要因素為空三平差過程位置與姿態具有高相關，尤其是在相同的姿態角誤差下，物像距離愈遠，位置誤差會愈大。因此固定臂率定成果較不穩定，未來有必要使用室內相對方位率定成果當作約制，進行一階段軸角與固定臂率定。

表 6.6 使用 5 台相機進行(任務中)相機率定、內方位修正及空三平差，再與 IMU 進行軸角與固定臂率定之內部精度分析

	空三中使用之相機	率定之相機	平均值			標準差		
			dOmega	dPhi	dKappa	dOmega	dPhi	dKappa
軸角 (度)	3	3	-0.286	1.139	0.045	0.074	0.132	0.137
	2,3,4	3	-0.286	1.137	0.045	0.075	0.132	0.136
	1,2,3,4,5	3	-0.286	1.127	0.046	0.074	0.134	0.136
	1,2,3,4,5	1	-1.236	47.665	90.719	0.193	0.093	0.002
	1,2,3,4,5	2	-0.084	30.250	0.391	0.121	0.118	0.159
	1,2,3,4,5	4	-1.782	-31.140	-0.454	0.088	0.118	0.161
	1,2,3,4,5	5	-1.179	-51.144	88.933	0.160	0.090	0.004
固定 臂 (公尺)			dX	dY	dZ	dX	dY	dZ
	3	3	-1.232	1.542	2.817	0.249	0.562	0.182
	2,3,4	3	-1.257	1.545	3.005	0.240	0.559	0.171
	1,2,3,4,5	3	-1.426	1.537	3.082	0.224	0.546	0.174
	1,2,3,4,5	1	-2.258	2.951	-3.511	0.693	0.624	0.600
	1,2,3,4,5	2	0.539	2.184	-0.078	0.280	0.521	0.392
	1,2,3,4,5	4	-2.489	2.106	3.478	0.275	0.384	0.337
	1,2,3,4,5	5	-2.571	1.581	1.262	0.372	0.465	0.409
		人工量測成果	0.03	0.03	0.26			

● DG 前方交會三維定位誤差分析

以 UAV 影像進行直接地理定位目的乃是要進行快速災情調查，同時進行量測與數化災情範圍。為了評估直接地理定位後之三維定位精度，本項測試使用 ISAT 空三平差成果進行 DG 率定後之軸角與固定臂參數。評估方式為在實驗區內每個檢核點挑選 4 張影像，以人工量測影像坐標再利用前方交會計算其地理坐標。接著與地面測量成果比較其差異，並統計其最大與最小誤差、標準偏差(Std.Dev.)及均方根誤差(RMSE)。

表 6.7 顯示三維定位誤差分析成果，包括利用 ISAT 空三平差求得之外方位參數，進行前方交會誤差分析，此成果進一步確認 ISAT 空三平差成果之平面定位準確度可達 16 公分，高程準確度為 55 公分，最大誤差約 1 公尺。

而五台相機分別利用 ISAT 空三成果進行 DG 求解每一張照片之外方位參數，再進行前方交會三維定位誤差分析，可以發現每一台相機之 3D 均方根誤差(RMSE)約在 4.32-5.92 公尺之間，但 2D 平面均方根誤差則是隨距離地面愈遠，影像解析度變差且較模糊，因此量測誤差也會愈大，例如 Cam3 2D RMSE 僅 1.0 公尺，但 Cam1 與 Cam5 則分別為 4.99 與 3.96 公尺。經此測試可以驗證此 UAV 進行 DG 後在離地 1400 公尺以內，3D 整體定位誤差可在 6 公尺以內，而 2D 平面定位誤差在航高約 900 公尺時可在 1 公尺以內，若離地 1400 公尺時亦可在 5 公尺以內，對於快速災情調查之需求應該已經相當足夠。

表 6.7 三維定位誤差分析

EOP 來源	ISAT 空三成果 (Cam3)			Cam1 DG 成果			Cam2 DG 成果		
距離地面(m)	900			1400			1040		
方向	E	N	H	E	N	H	E	N	H
Max. (m)	0.23	0.25	1.01	0.45	1.81	2.19	6.81	2.11	8.68
Min. (m)	-0.07	-0.13	-0.56	-4.98	-8.86	-6.91	-2.25	-5.74	-6.00
Mean (m)	0.07	0.05	0.32	-2.09	-2.40	-2.02	0.78	-0.79	-0.78
Std. Dev. (m)	0.10	0.11	0.48	1.73	3.67	2.58	2.91	2.27	4.54
RMSE (m)	0.12	0.11	0.55	2.65	4.23	3.17	2.87	2.30	4.38
RMSE (m) 2D/3D	0.16		0.57	4.99		5.92	3.68		5.72
檢核點數	10			6			9		
EOP 來源	Cam3 DG 成果			Cam4 DG 成果			Cam5 DG 成果		
距離地面(m)	900			1040			1400		
方向	E	N	H	E	N	H	E	N	H
Max. (m)	0.60	1.31	2.95	2.77	2.92	2.70	2.30	3.95	2.77
Min. (m)	-1.04	-1.40	-10.33	-2.84	-0.68	-7.49	-8.88	-2.82	-11.56
Mean (m)	0.05	0.02	-3.22	-0.39	0.79	-1.58	-1.26	0.48	-2.00
Std. Dev. (m)	0.58	0.89	4.42	1.63	1.19	3.61	3.50	1.79	3.85
RMSE (m)	0.55	0.84	5.29	1.59	1.38	3.77	3.55	1.76	4.17
RMSE (m) 2D/3D	1.0		5.38	2.11		4.32	3.96		5.75
檢核點數	10			10			10		

6.3 研提適合製圖需求之作業模式及測試

航測製圖主要是採用前後重疊或相鄰航線重疊之立體對達到三維製圖之目的，而航測製圖之標準作業程序多採用數值航測工作站(Digital Photogrammetry Workstation, DPW)進行立體觀測及繪圖，若立體影像具有 y 視差，操作者將無法觀測到立體，也就無法進行數化製圖。為了驗證利用 UAV 搭載 DSLR 數位相機仍可達到此目的，在此除了以立體觀測檢驗 y 視差外，並以立體量測地面控制點三維地理坐標，以統計其三維定位之準確度。

本案使用 ERDAS Imagine LPS 搭配 MicroStation\PRO600 模組進行立體觀測及前方交會立體量測，如圖 6.14 為三台相機各自之測試成果，幾乎都沒有 y 視差問題，例如各圖左右影像上之紅色十字浮測標，其位置都可準確量測到相同的地物，表示影像之內方位參數都具有相當高之準確度。

另外，由上述立體量測過程中，可得到地物之三維坐標，因此本實驗接著以相同程序量測檢核點地理座標，並與真值比較，以進行立體製圖之誤差分析。表 6.8 為三台相機各自之立體量測誤差分析成果，顯示三個軸向之均方根誤差 (RMSE)、最大誤差、最小誤差及平均誤差。由於三台相機之觀測傾角不同，分別為 0 度、30 度及 50 度，而立體量測時有跳片，因此基線航高比(B/H)之範圍在 0.2~0.3 之間。由於物像距離隨相機觀測傾角加大會變大，影像之空間解析度也會跟著變差，影像模糊程度也跟著加大，同時平面與高程之均方根誤差也隨

著傾角愈大而愈大，也就是基線航高比愈小定位誤差愈大，此成果符合光線交會測量之誤差傳播原理。



圖 6.14 立體觀測下皆無 y 視差問題

表 6.8 立體量測誤差分析成果

相機代號	Cam3			Cam4			Cam5		
檢核點數	10			10			11		
相機傾斜角 (度)	0			30			50		
B/H	0.30			0.27			0.20		
軸向	E	N	H	E	N	H	E	N	H
最大值 (m)	0.08	0.03	0.59	0.56	0.24	0.56	0.52	0.43	0.35
最小值 (m)	-0.17	-0.11	-0.72	-0.43	-0.12	-0.84	-1.11	-0.54	-1.47
平均值 (m)	-0.04	-0.02	-0.12	-0.04	0.03	-0.40	-0.12	-0.03	-0.52
Std.Dev. (m)	0.09	0.04	0.44	0.30	0.12	0.44	0.47	0.26	0.46
RMSE (m)	0.10	0.05	0.43	0.29	0.12	0.58	0.47	0.25	0.68
RMSE (m) 2D/3D	0.11	0.61		0.31	0.82		0.53	0.99	

本案使用 AL-150 UAV，搭載五台 SONY A850 全像幅數位相機與 50 mm 鏡頭所拍攝之影像進行空三平差之測試經驗，本團隊建議針對製圖合適之作業模式如下：

- 就製圖需求而言，可將五台相機改成三台相機，整體視野角達 100 度即可提供足夠強度之交會幾何。
- 相機部分採用全像幅 DSLR 數位相機，並搭配高階鏡頭，例如 Zeiss，以優化整體影像品質。鏡頭必須採用定焦鏡頭，而且為了提高影像品質，須注意該鏡頭是否具有色差現象(chromatic aberration)。通常焦距愈短愈容易產生色差現象且空間解析度會下降，但是 FOV 較大可提升交會幾何與定位精度。然本實驗則是採用多相機架構，以提升空間解析度及 FOV。
- 整台相機須經過嚴密之率定，並以適當方式固定變焦環，以及鏡頭與機身之結合處，經過率定後不再拆解鏡頭，且每經過幾次航拍後就要率定一次，

以維持及確保內方位之穩定性。

- 在進行空三平差前，所有影像須先經過內方位修正，以確保所有空三、立製及製作 DSM 與正射影像之軟體都可適用。
- 按照五千分之一相片基本圖製圖規範規劃，以離地高 2,700 公尺估算其近地點之像比例尺約 1:54,000，空間解析度約 31.86 公分，傾斜角 50 度(最左與最右)時空間解析度約 49.6 公分，可滿足此製圖規範小於 50 公分之要求。地面涵蓋範圍寬 6,435 公尺乘長 4,290 公尺，相鄰航線重疊 40% 約 2,574 公尺，航線間距為 3,861 公尺。以五千分之一相片基本圖東西向幅寬約 2,400 公尺估計，此航線間距已經大於像幅寬。因此若以南北方向飛行，航線間距設定為 2,400 公尺(航線通過圖幅中心，視野角約 48 度，佔整體視野角約一半)，則相鄰航線重疊百分比可達 62.7%。
- 以離地高 1,700 公尺估算其近地點之像比例尺約 1:34,000，空間解析度約 20 公分。地面涵蓋範圍寬 2,025 公尺 x 長 1,350 公尺，相鄰航線重疊 40% 約 810 公尺，航線間距為 1,215 公尺。以五千分之一相片基本圖東西向幅寬約 2,400 公尺估計，此航線間距約為像幅寬一半。因此若以南北方向飛行，將航線間距設定為 1,200 公尺(航線通過圖幅中心及邊緣)，仍可滿足 40% 重疊率之要求。
- 根據上述兩種規劃估計，若測試區內地形起伏小於 1,000 公尺，以離最高之山頭高 1,700 公尺為航高，且設定相鄰航線間距 1,200 公尺，則相鄰航線之重疊百分比皆可維持在 40% 以上，且空間解析度皆可優於 50 公分。
- 以 UAV 飛行時速 110 公里計算，每秒飛行 30.5 公尺，以前後重疊 80% 計算，間距 270 公尺拍攝一張，也就是每 8.85 秒拍攝一張，對所有 DSLR 數位相機而言皆有可以滿足此要求。
- 地面控制、空三平差、製作數值地表模型、立體製圖及正射影像之程序，都跟現有製圖規範相同。

6.4 研提適合災害資訊蒐集需求之作業模式及測試

本案利用 NovAtel Inertial Explore[®] 結合載具上之 IMU/GPS 觀測量，以及地面 GPS 基站觀測量進行聯合解算，求得 IMU Body-frame 之位置與姿態。如此即可內插 Body-frame 在每一個拍攝瞬間的位置與姿態，再應用系統率定後之軸角與固定臂參數，如此即可透過直接地理定位方式，不須經由傳統空三平差程序，得到每張影像之外方位參數。假設相機、GPS 天線、IMU 等設備相對位置在率定後與其他拍攝任務過程中都沒有變動，率定航拍只須做一次，往後在緊急時刻如自然災害發生時，啟動此無人機到災區進行航拍，航拍時沒有特定拍攝模

式，之後即可套用軸角與固定臂參數，快速計算得到每一張影像之外方位，進行災區範圍之數化或量測，提供災情空間資訊給防救災單位，協助決策支援。

根據目前使用 AL-150 UAV，搭載五台 SONY A850 DSLR 數位相機與 50 mm 鏡頭所拍攝之影像進行直接地理定位之測試經驗，本實驗建議適合災害資訊蒐集需求之作業模式如下：

- 維持五台相機之架構，整體視野角達 127 度，航線不須以區塊方式規劃，只要能夠拍攝到災區任意飛行路徑皆可。
- 相機及鏡頭與前述製圖需求相同，但 UAV 上必須搭載戰術等級以上之 IMU 及雙頻 GPS 接收儀，並經過嚴密之系統率定或測量，得到 IMU 與相機間之軸角與固定臂參數，以及 GPS 到 IMU 之固定臂參數。
- UAV 起飛前開使紀錄 GPS 及 IMU 資料，並靜置 5 分鐘以上，在 UAV 飛進測區前，先進行 8 字形飛行，進行 IMU 之初始化，航拍完成落地後再靜置 5 分鐘以上才關閉 GPS 與 IMU。整個航拍過程，需同時在測區與 UAV 起降點附近 20 公里內，設置 GPS 基站或使用國土測繪中心之 GPS 基站資料。
- 待取得 GPS 基站資料後即可與 UAV 上之 IMU 與 GPS 資料進行聯合解算，求得 IMU Body-frame 之位置與姿態，並內插 Body-frame 在每一張照片拍攝瞬間的位置與姿態，再應用系統率定後之軸角與固定臂參數，解算每一張影像之外方位參數。
- 將原始影像及內外方位參數匯入 LOC5D 進行災害調查及範圍數化。

6.5 完成製圖作業模式與災害資訊蒐集之效益評估

由於本團隊使用 AL-150 UAV 搭載 SPAN CPT 與五相機攝影系統，整體視野角較大，若以航高 2,700 公尺進行航拍，以平坦地形而言一條航線拍攝之地面寬度約 6.4 公里，且空間解析度在 50 公分以內，可以有效的獲取大面積高解析度影像，進行災情蒐集與製圖航拍。

在效益分析上，以一個架次 4 小時計算，飛行總距離可達 400 公里(以平均時速 100 公里計)，以離地高 2,700 公尺，航線間距 2,400 公尺及一條航線 30 公里長(10 幅 1/5000 基本圖，含轉彎)估計，可拍攝 13 條航線(扣除起降 10 公里)，可完整包含 12 張圖幅寬，也就是總共可製作 120 幅 1/5000 像片基本圖。

若以有人機搭載高階專業航拍相機，時速可達 200 公里，飛行總距離可達 800 公里，農航所在航拍時航線間距也是設定成一張圖幅寬，因此在相同作業時間內總面積為此高酬載 UAV 系統之兩倍，影像品質較高，照片總數量也會比本系統少很多，有利於提升空三處理之效率。雖然如此，一次航拍作業至少需要三個人力，而且飛機、POS 系統及航拍相機等設備相當昂貴，所以本實驗推出

之 UAV 多相機航拍系統仍有其優勢。

而在災害資訊蒐集部分，本實驗提出之直接地理定位架構，可在航拍及取得地面 GPS 基站資料後 1-2 個小時內解算完畢所有照片之外方位參數，與傳統空三平差比較效率高很多，而且又不需要以區塊方式飛行，適合以離散點狀分布之災區。

本計畫利用定翼型 UAV 搭載戰術等級 IMU 進行直接地理定位部分，經驗證後其定位精度已經可以滿足災後快速推求照片外方位參數之精度需求，對國家災防單位可快速提供災區範圍之調查。而使用高酬載 UAV 搭載多相機進行製圖之測試，經效益分析後得知跟有人機相比，在降低成本與人員設備傷亡風險等方面具有較大之優勢，因此可考慮應用於山區之航測製圖與綠資源調查。

6.6 本章小結

在「完成酬載 40 公斤大型無人機與 GNSS/IMU 及多相機攝影系統之設計與整合」之工作項目方面，分別於 102 年 11 月 7 日與 8 日完成了兩個架次的試飛活動。

在「完成直接定位平台系統率定程序與三維定位精度分析」之工作項目方面，初步先以垂直拍攝之相機進行精度評估，在空三平差部分影像座標後驗中誤差僅 0.51 個像元，顯示因為影像品質高可達到次像元之影像座標量測精度。而透過 17 個檢核點檢驗空三平差整體精度，得到三軸之誤差皆在 35 公分以內。接著在二階段軸角率定，暫時不考慮 POS 解算後高程系統性誤差外，目前在 900 公尺航高下平面定位精度可達 1.1 公尺，高程在 5.2 公尺，可迅速提供高精度之災情空間資訊。

在「研提適合製圖需求之作業模式及測試」之工作項目方面，針對五分之一相片基本圖製圖規範，提出使用此高酬載無人機搭載三台數位相機之作業模式，若測試區內地形起伏小於 1,000 公尺，以離地高 1,700 公尺進行飛行，航線間距設定為 1,200 公尺(半個圖幅寬)，仍可滿足 40% 重疊率之要求。

在「研提適合災害資訊蒐集需求之作業模式及測試」之工作項目方面，建議仍此用五台相機，在經過軸角率定後，可以任意飛行模式針對災區進行航拍，即可在 1 小時內解算得到所有照片之外方位參數，並匯入 LOC5D 進行災害調查及範圍數化。

在「完成製圖作業模式與災害資訊蒐集之效益評估」之工作項目方面，經過評估後跟有人機大像幅高階航空相機相比，高酬載多相機無人機 DG 系統仍有其優勢。

第七章、應用空載攝影系統於災區之偵測與簡易災損評估

前述直升機與高酬載無人機為空載移動式測繪影像之蒐集與前處理，本項工作則著重在蒐集到災區影像資料後之加值應用，進行快速有效的空間資訊分析，以提供決策支援，達到防減災應用之目的。

7.1 開發物件導向影像分析技術進行淹水與崩塌範圍之自動化偵測演算法

物件導向影像分析(Object-based Image Analysis, OBIA)主要的概念是模擬人類視覺對於物體的分辨方法，例如人類對於物體的認知是基於物體的型狀、顏色、紋理、位置等(Blaschke, 2010)。有別於傳統影像分類所採用之像元式(Pixel-Based)分析方式，只能針對影像上的組成基本單位（也就是像元或稱像素，Pixel）進行處理，物件導向式則是以影像區塊為處理單元，稱為物件，因此不會產生椒鹽效應(Pepper and salt effect)，成果必較合理，能到現場進行檢核。此外在分析過程中有考量到相鄰像元之波譜特性外，還可加入地形、影像紋理、物件形狀、植被指數等因子，並建立分類規則，自動判釋各種地表類別，因此分類成果精度較高且可靠。

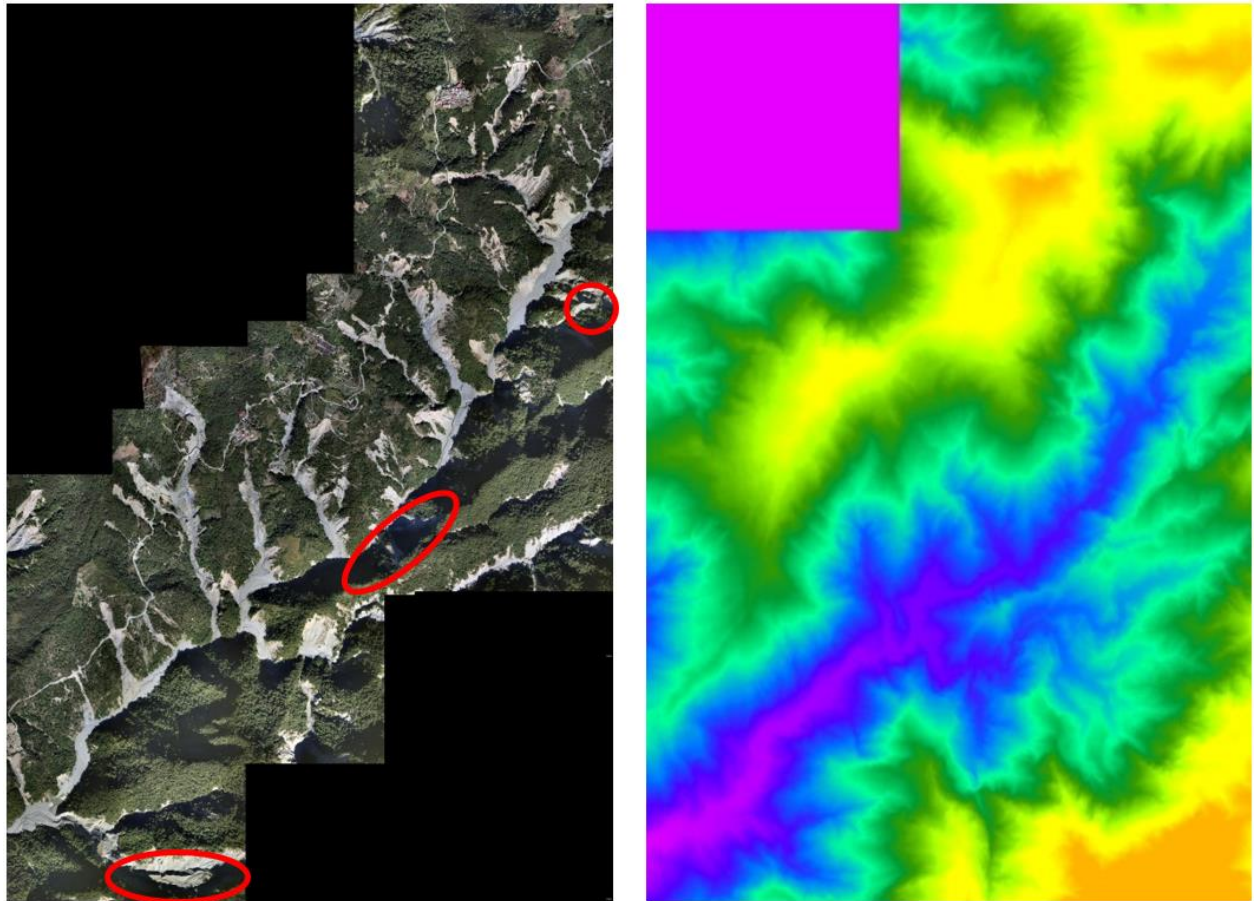
本工作項目擬採用 Trimble eCognition 軟體進行相關演算法之開發，並假設前述工作有蒐集到災區之無人機 DSLR 數位影像，經過正射化及拼接成整個災區之正射影像後，搭配無人機拍攝影像所產製之數值地表模型(DSM)，利用 OBIA 技術進行淹水區、崩塌區與陰影區之自動化偵測。

而淹水區偵測則擬使用全省 20 公尺網格數值地形模型，原因是淹水區之水可能仍在流動中，水面上漂浮物體會影像拍攝過程中改變位置，且其表面色彩可能相當均調。因此若採用自動匹配來製作數值地表模型，可能會造成錯誤、失敗或不合理成果。

7.1.1 案例測試

本計畫執行期間沒有機會利用前述高酬載 UAV 拍攝淹水區或崩塌地，因此以其他 UAV 拍攝之崩塌地影像進行案例測試。測試區位於高雄市山區之藤枝，影像部分是以 Canon EOS 450D 消費型相機所拍攝，經空三處理後使用 DEM 產製 20 公分 GSD 之正射影像。而地形資訊則使用空載光達所產製的 1m GSD 之數值地形模型(DEM)與數值地表模型(DSM)，如圖 7.1(b)所示。

圖 7.1(a)正射影像顯示有部分地區的崩塌地受到山丘陰影所遮蔽(紅色圓圈)，使得陰影地區(較暗)之波譜資訊與其他無遮蔽區(較亮)有顯著的差異，為了克服此困難，本實驗亦針對該地區提出以 DSM 與 DEM 所推演出之 OHM 指標以萃取該地區之崩塌地，稱為陰影崩塌地偵測。



(a) 藤枝正射影像 (b) 數值地形模型(DEM)

圖 7.1 先期測試使用之正射影像與數值地形模型

圖 7.2 為本團隊提出的多尺度崩塌地偵測流程圖。其先針對影像解析度決定**初始尺度**進行切割後，再依人工選定崩塌地、植生、陰影等類別以訓練分類指標之門檻值。接著以此門檻值在種子階段的種子點偵測時，先過濾部分的**非崩塌地**類別後再偵測出可靠之**崩塌地種子點**。而第二階段便依此種子點以 1.5 倍的**初始尺度**進行多解析度區域成長法，藉以合併相鄰之崩塌地物件以提升正確率，然而種子點所包含之錯誤物件經成長後亦會擴增，因此藉由第二次的分類後得到**中繼崩塌地**的成果。最後考慮到合併後得崩塌地物件內部可能包含非崩塌地的細小碎塊，因此以 0.75 倍的**初始尺度**進行中繼崩塌地物件的再切割，經過過濾非崩塌地碎塊後得到**最終崩塌地**成果。

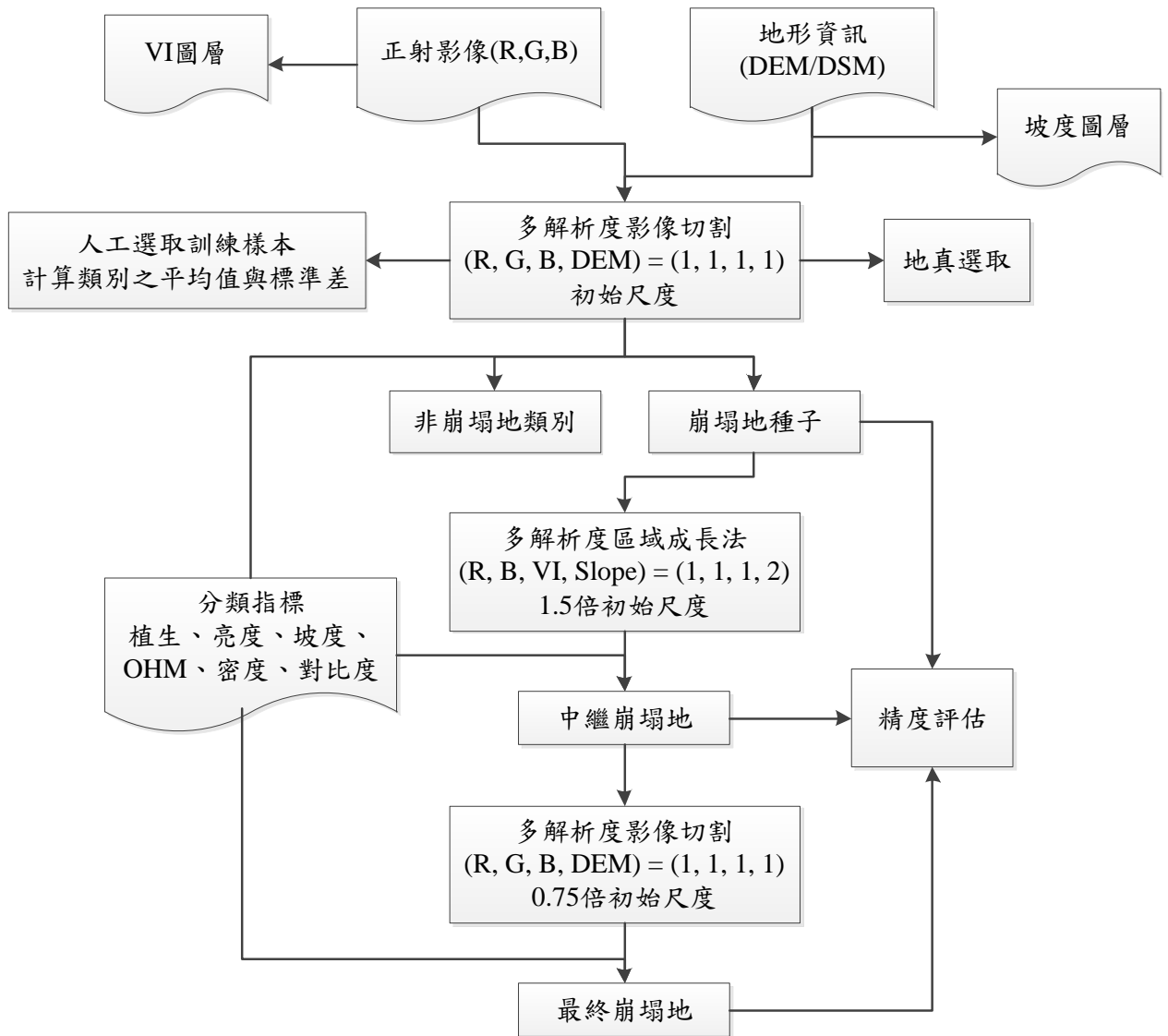


圖 7.2 多尺度崩塌地偵測流程

7.1.2 初始影像切割

進行物件導向影像分析時，本實驗選用 eCognition 軟體，其中影像切割是採用多解析度影像切割方法(Multiresolution Image Segmentation)(eCognition, 2011)。經測試後本實驗設定(Shape, Compactness)為(0.1, 0.9)，可有效地切割出不同地物的邊界。然而在尺度部分，本實驗根據影像的解析度*尺度為 50，並透過視覺修正以決定初始尺度。例如本實驗使用的正射影像解析度為 0.2 m，故尺度應為 250，然而經過幾次的視覺修正後決定初始尺度為 150 較佳。

7.1.3 地真來源

為了與偵測成果做比較，其崩塌地參考資料的正確性與可靠度便相當重要。而透過結合正射影像與 DEM 便可透過 3D 視覺輔助(Rau et al., 2007)，藉由人工圈選影像上之崩塌地作為分類之參考。

7.1.4 訓練樣本

由於分類指標的門檻值會受到感測器、天氣條件、拍攝地區等等所影響，當影像更換時其影像內含便會改變。根據統計理論，一倍的標準差包含 68.6% 的樣本數，兩倍標準差則有 95.7%，而三倍標準差則有 99.7% 的數量。因此本團隊經過影像切割後，透過半自動的人工選取崩塌地、雲、陰影及植被等物件，分別計算其平均值(μ)與標準差(σ)以決定門檻值，相關資訊則如表 7.1 所示。其中 OHM 及密度指標則因真實現象並未用以訓練，如房子高度至少大於 3 公尺，道路因形狀狹長等，其密度門檻在一定的數值內，因此該兩指標並未用以訓練。

表 7.1 各類別用以訓練門檻之指標因子

類別	植被	崩塌地	雲	陰影
指標	植生指標	植生指標、亮度、坡度	亮度、對比度	亮度、對比度

7.1.5 種子點階段

為了減低錯誤分類的比例，本實驗首先將非崩塌地分為植被、道路、雲及陰影等類別。在道路方面，由於其狹長的形狀決定密度門檻值為小於 1~1.2，並加上道路坡度門檻為小於 25~30 度。另外由於雲/陰影具有較高/較低的亮度資訊及較低的對比度，因此利用對比度及亮度進行過濾。若影像上並未被雲覆蓋，則雲的分類在此省略。

- 非崩塌地(None-landslide)
 - Vegetation: ($GRVI > \mu - 2\sigma$)
 - Road: ($Density < 1 \sim 1.2$) & ($Slope < 25 \sim 30$)
 - Cloud: ($Contrast < \mu \sim \mu + 2\sigma$) & ($Brightness > \mu - 2\sigma \sim \mu$)
 - Shadow: ($Brightness < \mu + 2\sigma$) & ($Contrast < \mu \sim \mu + 2\sigma$)

為了偵測有效的崩塌地種子，在此透過設定兩倍標準差作為模糊區間之門檻，透過植生、亮度、坡度及 OHM 指標偵測第一階段之成果。其中 OHM 部分考慮到資料誤差，設定模糊區間為 3~4 公尺以過濾人工建物及樹木等。

- 崩塌地種子(Landslide Seeds)
 - ($VI < \mu \sim \mu + 2\sigma$)
 - ($Brightness > \mu \sim \mu - 2\sigma$)
 - ($Slope > \mu \sim \mu - 2\sigma$)
 - ($OHM < 3 \sim 4 \text{ meter}$)

7.1.6 區域成長法階段

由於種子階段所偵測到的種子點無法包含所有可能的崩塌地，因此為了減低漏授比例，在此使用多解析度區域成長法(multiresolution region grow)，以 1.5 倍的初始尺度進行崩塌地種子點的成長，用以合併相鄰種子點及第一階段未偵測到的崩塌地物件。其中影像權重設定為(R, B, VI, Slope)=(1,1,1,2)，與初始切割不同的是在此忽略綠光波段以降低區域成長時合併綠色植被之機率，同時考慮崩塌地的植生指標屬性相當，透過加入 VI 圖層以合併崩塌地。而坡度設定則為其他圖層權重的兩倍，其目的為增加崩塌地物件坡度的變異程度，因此崩塌地種子便可沿著坡度向下或往上成長。

但由於種子階段所偵測到的物件亦包含誤授類別(錯誤物件)，其經過區域成長法後亦會跟著擴張，且合併原本第一階段未偵測到之物件(超過 2 倍標準差之門檻)會造成門檻值的改變，因此透過提升門檻為 2.5 倍以過濾錯誤物件並保留崩塌地類別為中繼崩塌地：

- 中繼崩塌地
 - ($VI < \mu \sim \mu + 2.5\sigma$)
 - ($Brightness > \mu \sim \mu - 2.5\sigma$)
 - ($Slope > \mu \sim \mu - 2.5\sigma$)
 - ($OHM < 3 \sim 4 \text{ meter}$)
 - ($Area > 400 \text{ m}^2$)

在大尺度空間下，本團隊另外加入面積門檻以過濾錯誤類別，並考慮到航測影像最大可判釋面積約為 400 平方公尺，因此以 400 平方公尺作為門檻值(Madej, 2011)。

7.1.7 精確分類階段

延續第二階段成果，崩塌地種子經區域成長法後會合併相鄰物件，卻不可避免的合併部分細小碎塊的植被或非崩塌地類別。因此本實驗再次使用多解析度影像切割中繼崩塌地成果，尺度設定為 0.75 倍的初始尺度，利用小尺度切割偵測較小物件，同時使用與初始切割相同的影像權重。然而再過濾細小碎塊時，考慮到經區域成長法後使用之模糊門檻已偵測到多數之崩塌地，在此則採用最低之門檻作為二值式分類之門檻，用以過濾小碎塊並保留崩塌地類別。

- 最終崩塌地
 - ($VI < \mu + 2.5\sigma$)
 - ($Brightness > \mu - 2.5\sigma$)

- ($Slope > \mu - 2.5\sigma$)
- ($OHM < 4 \text{ meter}$)

7.1.8 陰影崩塌地偵測

由於實驗區影像有部分受到陰影遮蔽的影響而無法透過波譜資訊偵測陰影崩塌地。為了克服此現象，結合上述多階段崩塌地偵測概念，另外提出陰影崩塌地演算法，考慮到偵測之陰影區內可能隱含樹木與崩塌地類別，在此利用 OHM 指標過濾樹木。同時結合以正常崩塌地訓練出之平均值與樣本標準差作為坡度門檻以過濾平緩地區。

7.1.9 成果分析與討論

圖 7.3 與圖 7.4 分別顯示本實驗區使用正常崩塌地偵測及套用陰影偵測之最終成果。從圖 7.3(a)顯示多數的崩塌地區(不包含陰影崩塌地)皆已被偵測，而圖 7.3(b)則放大顯示因莫拉克颱風帶來的強大豪雨所造成的河道擴張。圖 7.4 可發現大部分的陰影崩塌地皆已被正確偵測。

在精度評估部分由於本實驗僅分為崩塌地及非崩塌地類別，因此透過混淆矩陣計算出生產者精度、使用者精度及 Kappa 指標，其中生產者精度越高表示漏授比率越低，使用者精度越高則表示誤授比例越低，而 Kappa 指標則評估兩者間之一致性，數值越高表示成果越可靠。

圖 7.5 則顯示兩案例在三階段偵測之精度趨勢成長圖。於無陰影崩塌地偵測部分，可發現透過區域成長法後生產者精度能有效提升，且經過精確分類之後，使用者精度亦能有效提升。同時透過多階段偵測流程能將 Kappa 指標提升至最高。而在結合陰影崩塌地偵測之成果，可發現生產者精度從 0.7 上升至 0.82，並提升 Kappa 指標至 0.78，其說明該方法能有效偵測陰影崩塌地並降低漏授比例。

7.1.10 結論與建議

本團隊提出利用物件導向影像分析方式進行崩塌地偵測，此案例測試使用之資料為利用 UAV 以 DSLR 數位相機拍攝之照片產製正射影像，再與空載光達產製之 DEM/DSM 融合進行崩塌地偵測。目前成果顯示生產者精度可達 82%，並且能有效地降低漏授比例。未來使用單一資料來源是否仍能達到此水準，仍有待評估。建議未來使用單一資料來源，也就是利用 UAV 拍攝之照片產製正射影像及 DSM，並修改目前開發之演算法來進行崩塌地偵測。

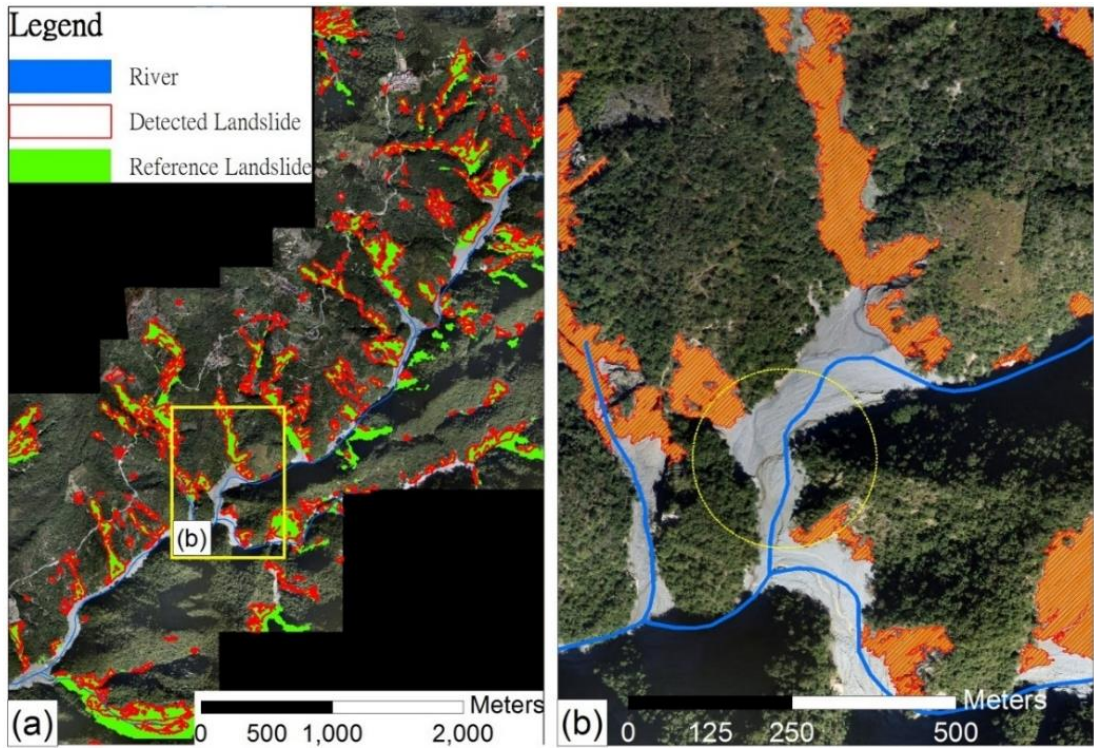


圖 7.3 無陰影崩塌地偵測之成果

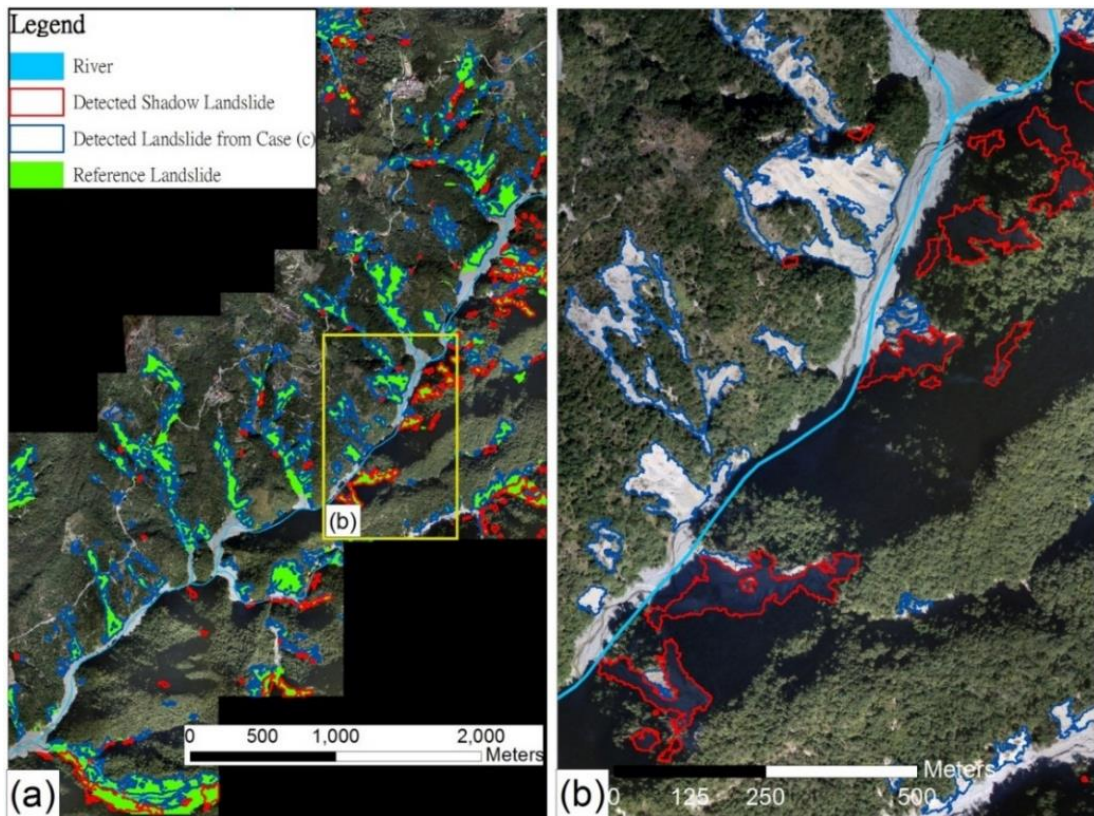
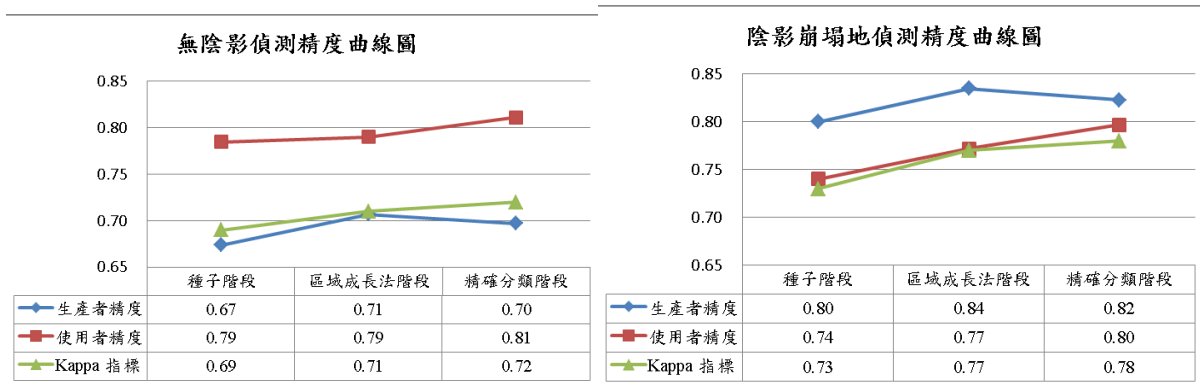


圖 7.4 結合陰影崩塌地偵測之成果



(a)無陰影偵測 (b)結合陰影崩塌地偵測

圖 7.5 各階段崩塌地偵測精度趨勢圖

7.2 開發人工數化淹水區與崩塌地範圍之編修工具

假設已經利用前述之全自動淹水與崩塌區偵測及轉換獲得多邊形向量圖資，並匯入所開發之「多平台移動式測繪影像管理系統(LOC5D)」，整合各式 GIS 圖資、UAV、直升機、飛機所拍攝之原始影像或正射化之影像，進行淹水區與崩塌地多邊形之編修。

數化方式可以針對正射影像或原始影像，正射影像相對容易，而採用原始影像則須可採用兩種方式。第一種為搭配 DTM(或 DSM)進行單像式製圖，所採用之數學模式為 Top-down 之共線條件式，成果如圖 7.6 所示。第二種為採用多張影像，以人工數化共軛點，再利用共線條件式進行前方交會。兩種方法都可產生三維災區邊界圖資，但第一種方法容易受到 DTM(或 DSM)精度的影響，通常成果精度會比較低。而兩種方法都假設影像之內外方位參數為已知，其精度仍會受到外方位參數求解方式的影響，而災後為了快速取得災情空間資訊，外方位參數可來自直接地理定位，如同表 6.7 直接定位精度分析成果，其定位精度與製圖之要求有段差距，但針對快速災情蒐集之需求，此作法仍可達到預期目標。

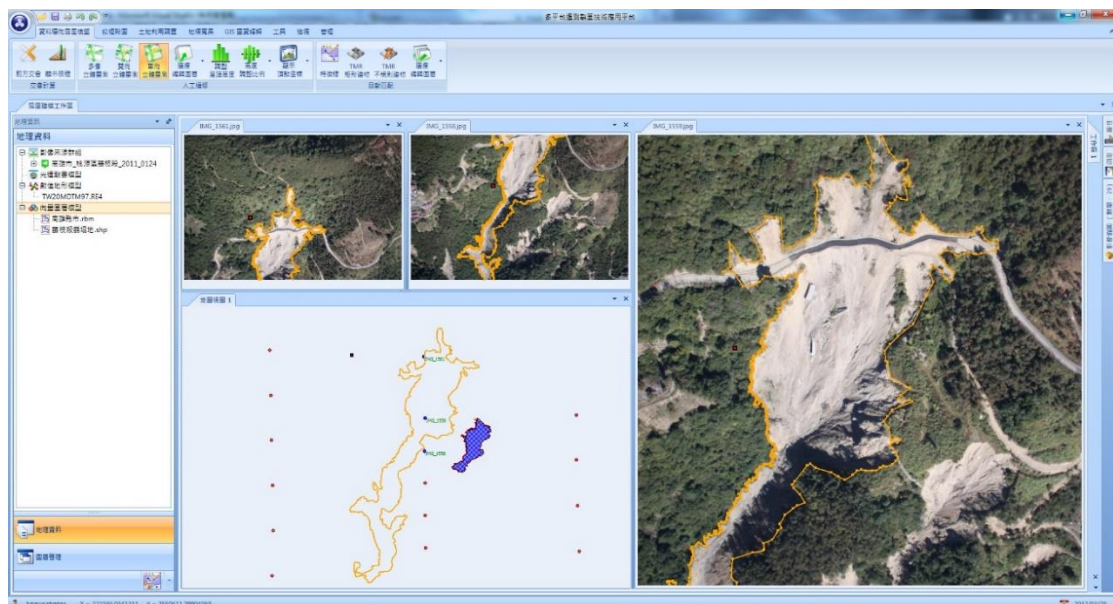


圖 7.6 單像數化崩塌地之使用者介面

7.3 應用 DTM 資訊開發淹水深度之人工量測工具

基於國家災防中心之需求所研提，擬採用之資料主要為透過空勤總隊直升機所拍攝之 DSLR 數位相機空載傾斜攝影影像，經直接地理定位求得每一張照片之外方位參數後，透過影像來判釋與量測淹水深度。

本實驗延伸本團隊前一年度計畫所開發之「多平台移動式測繪影像管理系統(LOC5D)」開發人工量測工具，所採用之原理為先以前方交會求得水面高度，再搭配全省 20 公尺網格之數值地形模型，以相減求得淹水深度。而水面高度之量測位置，必須採用靜態點，也就是在拍攝過程中位置未變之地物，例如採用拍攝過程中連續但具有一定距離差異（50~100 公尺）的幾張照片，其拍攝之時間差較少，並且針對建物、樹木或堤防之淹水線進行量測，再進行前方交會得到該處之三維地理座標，如此即可在 DTM 中內插相同位置之地形高度，相減求得淹水深度並紀錄下來。在量測數十個分布均勻的地點後，可得到全區之淹水深度圖。

由於透過直升機拍攝之災區影像通常為傾斜攝影，因此有利於前述之淹水線量測，但若是採用 UAV 進行垂直航拍，則建議儘量使用影像周圍，具有傾斜攝影特性且可看到淹水線的區域來進行上述之量測工作。

本項研究成果範例，將在下節一併提出。

7.4 研提災害對道路及建物之簡易災損評估模式

全球氣候環境不斷變遷，極端天氣事件頻傳，臺灣每年遭受颱風豪雨侵襲使得地質更加鬆軟脆弱，河川集水區上游常發生坡地崩塌、土石流災情等，中下游地區常發生嚴重淹水的災情，根據聯合國的統計資料，臺灣已被列為全世界最容易遭受天然災害侵襲的地區之一。

不同部會單位或不同縣市政府在災損評估時，都會使用不同的空間資訊，

所探討的損失內容也會有所不同，而本團隊並非災損評估之專家，因此僅就本計畫所蒐集之災區範圍圖資，進行“簡易”的災損評估。由於本計畫執行期間尚未收集到淹水 UAV 航拍影像，因此採用災前的 UAV 影像進行模擬，數化淹水區域得到災區範圍圖資，同時套疊建物與道路圖資進行套疊分析，評估有多少道路及建物受到影響。

本案為了整合前述「應用 DTM 資訊開發淹水深度之人工量測工具」，可將淹水與坡地等災害區域進行數化，並進行災害對道路及建物之簡易災損評估，開發『淹水與坡地多平台移動測繪影像管理系統』輔助施以測繪，將其數值化成電子圖資，以供後續防救災地圖產製及災情預判等加值應用。

『淹水與坡地多平台移動測繪影像管理系統』具體可以開展兩項工作：一是提供基礎性圖資資料融合服務，整合淹水與坡地災區地形圖、高程資料和水系現狀圖、各縣市行政區域圖，加上航遙測影像資料服務功能，提供最即時的災情圖資。二是淹水與坡地災害情境之資料、模式、展示、管理等流程，包括資料的整合、測量、判釋、圖資數化、編修、屬性解析及簡易災損評估。

『淹水與坡地多平台移動測繪影像管理系統』為整合多平台移動式測圖系統所蒐集之影像，其平台可為有人或無人飛行載具之空載傾斜攝影(Oblique Aerial Imagery, OAI)、車載測繪系統(Land-Vehicle MMS, LVMMS)及個人攜行式移動測繪系統(Pedestrian MMS, PMMS)，透過上述各式平台收集淹水與坡地複合型天然災害現況影像，從不同角度、高度及視野拍攝淹水與坡地災區現況，並以直接地理定位或傳統空中三角平差方式求取每張照片之外方位參數，再將內方位參數、DTM、輔助判釋作業的各式 GIS 圖資結合空間資料庫，透過軟體工程與資通訊科技相關實務，整合成一套操作型的淹水與坡地災害調查系統。如圖 7.7 所示。

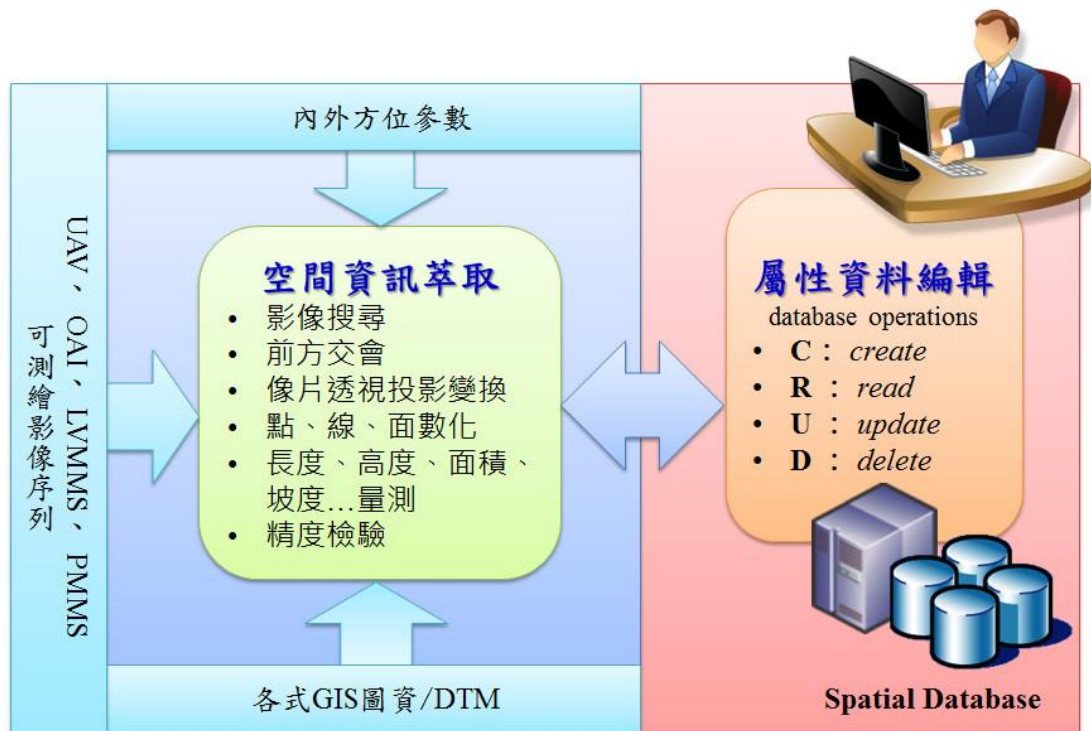


圖 7.7 操作型的淹水與坡地災害調查系統

在進行淹水與坡地災害調查時，前端包括三種移動式測繪系統所拍攝之數位影像，包括內外方位參數，儲存在原始影像資料庫與另一網路空間資料庫中。接著透過『淹水與坡地多平台移動測繪影像管理系統』進行影像與 GIS 圖資管理、影像搜尋、測量淹水面積、淹水深度、主要淹水道路及建築物、崩塌區域、崩塌地面積屬性設定、統計報表與資料格式轉換等。

由於本計畫期間尚未拍攝到實際淹水與坡地災害的資料，故以模擬的方式進行評估本實驗成果之可行型，測區在高雄市凹子底。在開啟專案後，首先得匯入相關資料，例如原始影像、內外方位參數、數值地形模型、向量圖層等，如圖 7.8 所示。

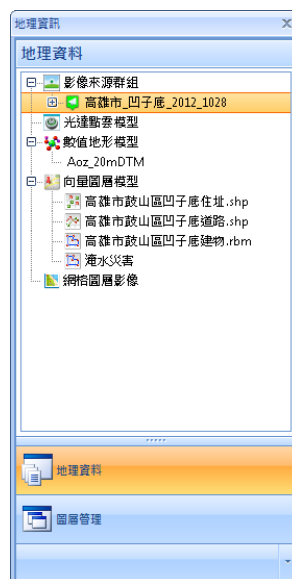


圖 7.8 匯入地理資料

因為是在影像上直接進行量測，所以得先搜尋在該地點附近有拍攝到目標的影像(如圖 7.9 中藍色框內為影像拍攝位置)，並將影像新增到影像縮圖清單上，如圖 7.10 所示。如果是車載影像，並且有設定對應的自動切換影像時，則搜尋時會自動更新影像視圖內的影像。如果搜尋的位置位於控制點上或者是向量圖層的頂點上時，則會以該點的坐標進行搜尋，搜尋完成後，會在地圖視圖或是影像視圖上顯示紅點(如圖 7.9 中“.”)。

接著開啟兩張影像，並且數化建物淹水線上的共軛點，如圖 7.11 為模擬數化建物上淹水線的範例。並且用前方交會計算求得該點在物空間的三維坐標，計算結果會在訊息視窗上，如圖 7.12 所示。而淹水深度的計算，就是先利用計算得之平面座標內插得到 DTM 的高度，再將兩者進行相減而得。

重複上述步驟，依續將淹水區域進行數化，此時會在二維視窗中出現一個淹水區域多邊形，同時會在屬性視窗上呈現該多邊形的屬性欄位可供編修，例如作業人員、縣市、描述、面積、深度等，如圖 7.13 所示。當屬性欄位所有資料都填寫完成及儲存後，本系統會將淹水區域內的建物與道路做自動判斷，並且匯入到該筆資料底下的資料庫中，如圖 7.14 所示。「主要災害道路資料」包含起訖點座標(以該條道路淹水的部份開始)、道路名稱、道路淹水的長度、深度等欄位，如圖 7.15 所示。而「主要災害建物資料」則包含了縣市、地址(以該建物的一樓為主)、建物層數、深度、座標等欄位，如圖 7.16 所示。



圖 7.9 搜尋相關影像

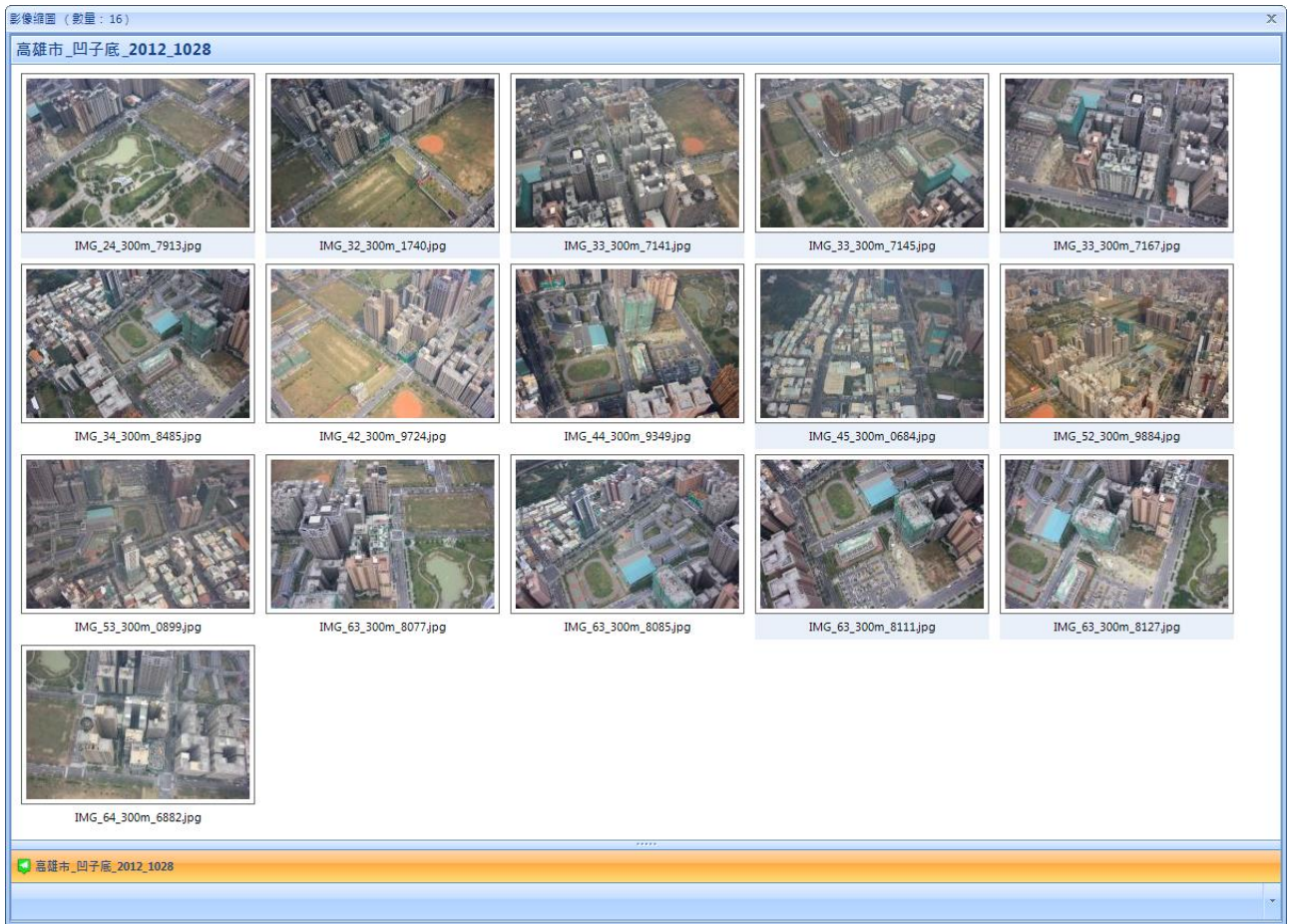


圖 7.10 搜尋到的影像縮圖



圖 7.11 模擬數化建物上淹水線的共軛點



圖 7.12 前方交會後得到共軛點物空間三維座標

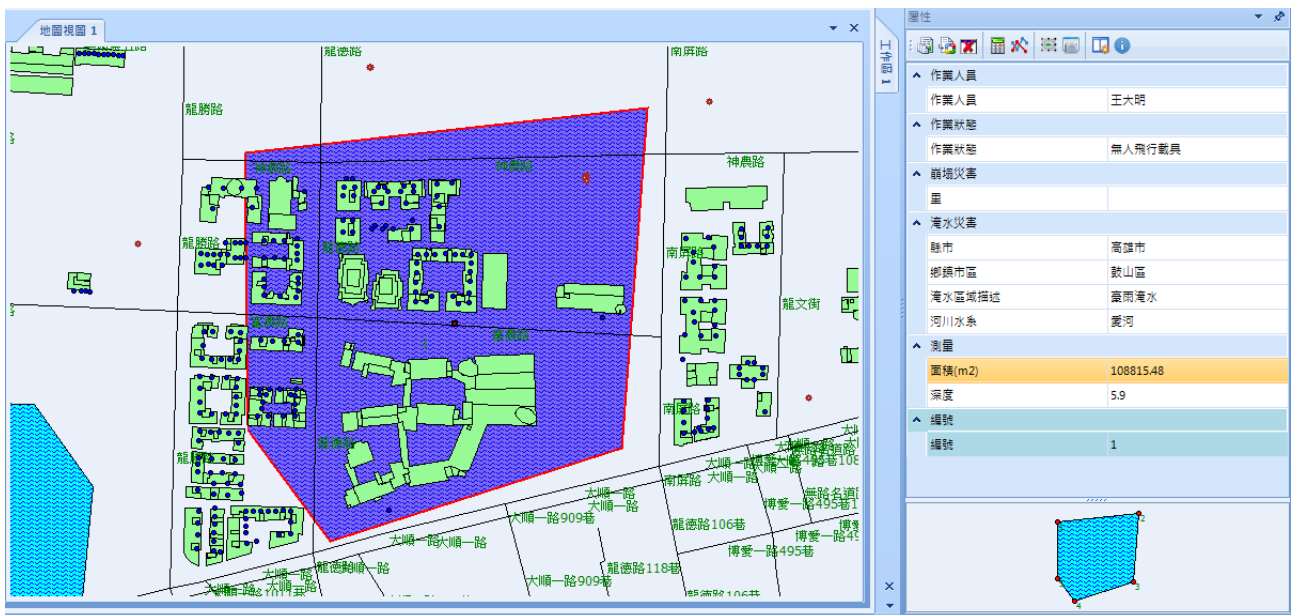


圖 7.13 淹水區域多邊形與屬性欄位之編修範例

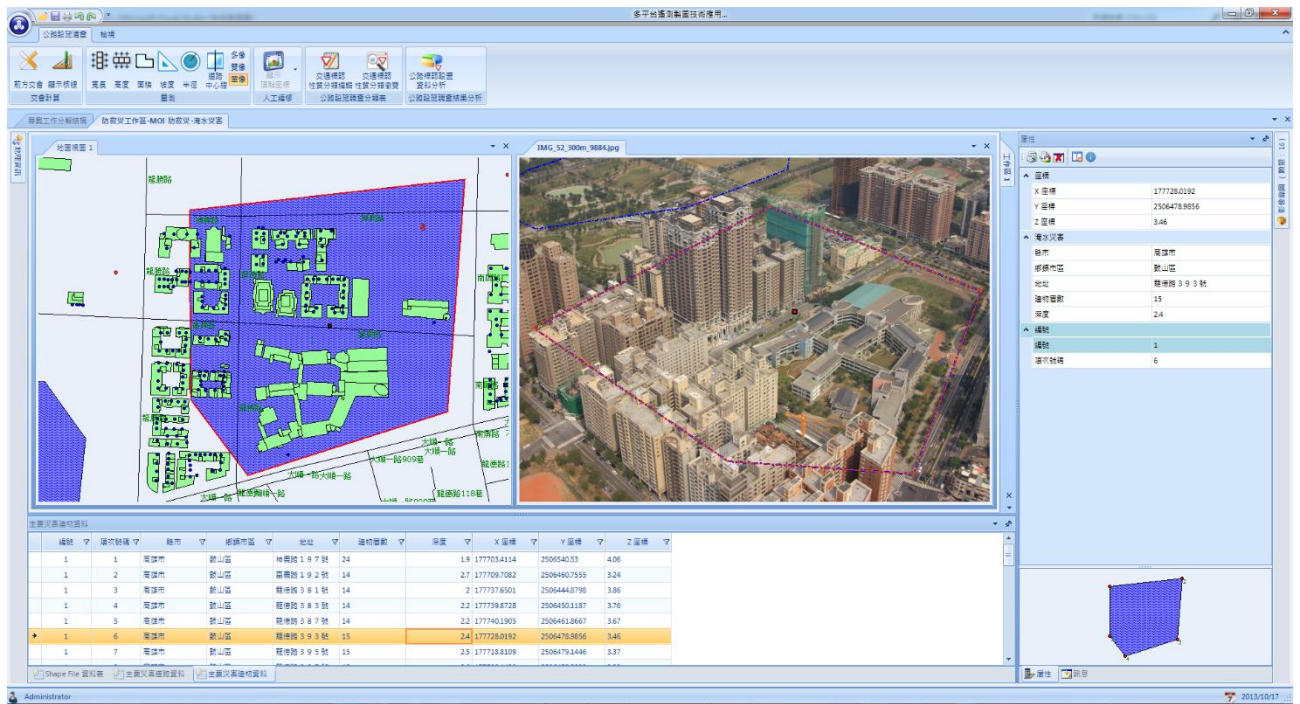


圖 7.14 模擬數化淹水災害區域之成果

編號	項次號碼	道路名稱	車道類型	長度(m)	寬度(m)	深度	起點 X座標	起點 Y座標	起點 Z座標	訖點 X座標	訖點 Y座標	訖點 Z座標
1	1	神農路	1	285.74	0	5.9	177759.8329	2506563.7949	0	178045.4326	2506570.6088	5.91
1	2	龍傳路	1	177.9	0	5.9	177753.9407	2506249.2337	5.91	177757.1501	2506427.0071	0
1	3	富農路	1	63.13	0	5.9	1777694.3539	2506429.6982	5.91	177757.1501	2506427.0071	0
1	4	富農路	1	276.88	0	5.9	177757.1501	2506427.0071	0	178033.5292	2506411.4603	5.91
1	5	龍傳路	1	16.62	0	5.9	177759.8329	2506563.7949	0	177759.985	2506579.3283	5.91
1	6	神農路	1	67.02	0	5.9	1777693.091	2506565.2239	5.91	177759.8329	2506563.7949	0
1	7	龍傳路	1	136.81	0	5.9	177757.1501	2506427.0071	0	177759.8329	2506563.7949	0

圖 7.15 主要災害道路資料 (清單)

編號	項次號碼	縣市	鄉鎮市區	地址	建物層數	深度	X座標	Y座標	Z座標
1	1	高雄市	鼓山區	神農路 1 9 7 號	24	1.9	177703.4114	2506540.53	0
1	2	高雄市	鼓山區	富農路 1 9 2 號	14	2.7	177709.7082	2506460.7555	0
1	3	高雄市	鼓山區	龍傳路 3 8 1 號	14	2	177737.6501	2506444.8798	0
1	4	高雄市	鼓山區	龍傳路 3 8 3 號	14	2.2	177739.8728	2506450.1187	0
1	5	高雄市	鼓山區	龍傳路 3 8 7 號	14	2.2	177740.1905	2506461.8667	0
1	6	高雄市	鼓山區	龍傳路 3 9 3 號	15	2.4	177728.0192	2506478.9856	0
1	7	高雄市	鼓山區	龍傳路 3 9 5 號	15	2.5	177718.8109	2506479.1446	0
1	8	高雄市	鼓山區	龍傳路 3 9 7 號	15	2.6	177709.4438	2506479.3033	0
1	9	高雄市	鼓山區	龍傳路 3 9 9 號	15	2.2	177709.2853	2506494.385	0
1	10	高雄市	鼓山區	龍傳路 4 1 7 號	4	1.9	177745.2718	2506538.4144	0
1	11	高雄市	鼓山區	大順一路 8 5 8 號	4	2.8	177820.199	2506256.6093	0
1	12	高雄市	鼓山區	龍傳路 3 3 7 號	14	2	177737.0669	2506350.3943	0
1	13	高雄市	鼓山區	龍傳路 3 3 9 號	14	2	177737.3846	2506358.332	0
1	14	高雄市	鼓山區	龍傳路 3 4 7 號	14	2	177714.6815	2506363.4125	0
1	15	高雄市	鼓山區	龍傳路 3 7 7 號	15	1.6	177739.7666	2506405.2705	0
1	16	高雄市	鼓山區	龍傳路 3 7 9 號	15	1.5	177739.608	2506412.0971	0
1	17	高雄市	鼓山區	神農路 1 5 7 號	24	1.8	177862.9674	2506544.7357	0
1	18	高雄市	鼓山區	神農路 1 6 1 號	24	1.8	177841.8522	2506542.5928	0
1	19	高雄市	鼓山區	神農路 1 6 3 號	24	1.8	177833.279	2506542.4342	0
1	20	高雄市	鼓山區	神農路 1 7 3 號	24	1.9	177817.085	2506507.8256	0
1	21	高雄市	鼓山區	神農路 1 7 5 號	24	1.9	177808.1944	2506507.9846	0
1	22	高雄市	鼓山區	神農路 1 7 9 號	24	1.8	177816.1329	2506542.1167	0

圖 7.16 主要災害建物資料 (清單)

坡地災害的量測方法同淹水災害，不過因為崩塌區域並非如淹水區域水面上的平坦程度，而有明顯的高低起伏，所以每一點座標都得從兩張影像上數化共軛點並進行前方交會。當崩塌區域的數化完成後儲存時，主要災害道路資料與主要災害建物資料亦會進行自動判斷，並儲存在空間資料庫中，模擬坡地災害之數化畫面如圖 7.17 所示。



圖 7.17 模擬坡地災害區域之數化成果

7.5 應用無人機影像進行崩塌量估算之可行性分析

採用高酬載無人機所拍攝之數位相機影像，利用自動化空三與影像匹配產製 DSM，評估其高程精度及應用在崩塌量估算之可行性分析。本實驗以垂直相機(Cam3)進行測試，在利用 Pix4UAV 進行空三平差及製作 DSM 時共設定 10 個地面控制點。在航高 890 公尺拍攝之影像其空間解析度約為 11-15 公分，因此實驗中設定 DSM 之網格大小為 1 公尺。首先本實驗先與空載光達產製之 DSM 與 UAV 產製之 DSM 進行視覺化分析，圖 7.18 為比較之成果，可見兩者之一致性相當高。接著，本實驗利用檢核點評估 UAV 產製之 DSM 之高程誤差，由於本實驗布置之檢核點是在平面道路上，因此在 DSM 誤差分析時可明確的檢驗其高程誤差，檢核點總點數為 10。經統計後得到最大誤差僅 5 公分，最小誤差為-32 公分，平均誤差為-9 公分，標準偏差為 12 公分，均方根誤差(RMSE)為 15 公分。由於隨機誤差僅 12 公分，因此若崩塌地高程差距在 50 公分以上，應該可以合理的被偵測出來，顯示若針對小範圍之崩塌地或河床進行定期的 UAV 航拍監測，製作不同時期之 DSM，將有機會評估崩塌地或河床中土石流失率、流失量與堆積量，對於災害、森林、河川與集水區之管理會有相當大的幫助。

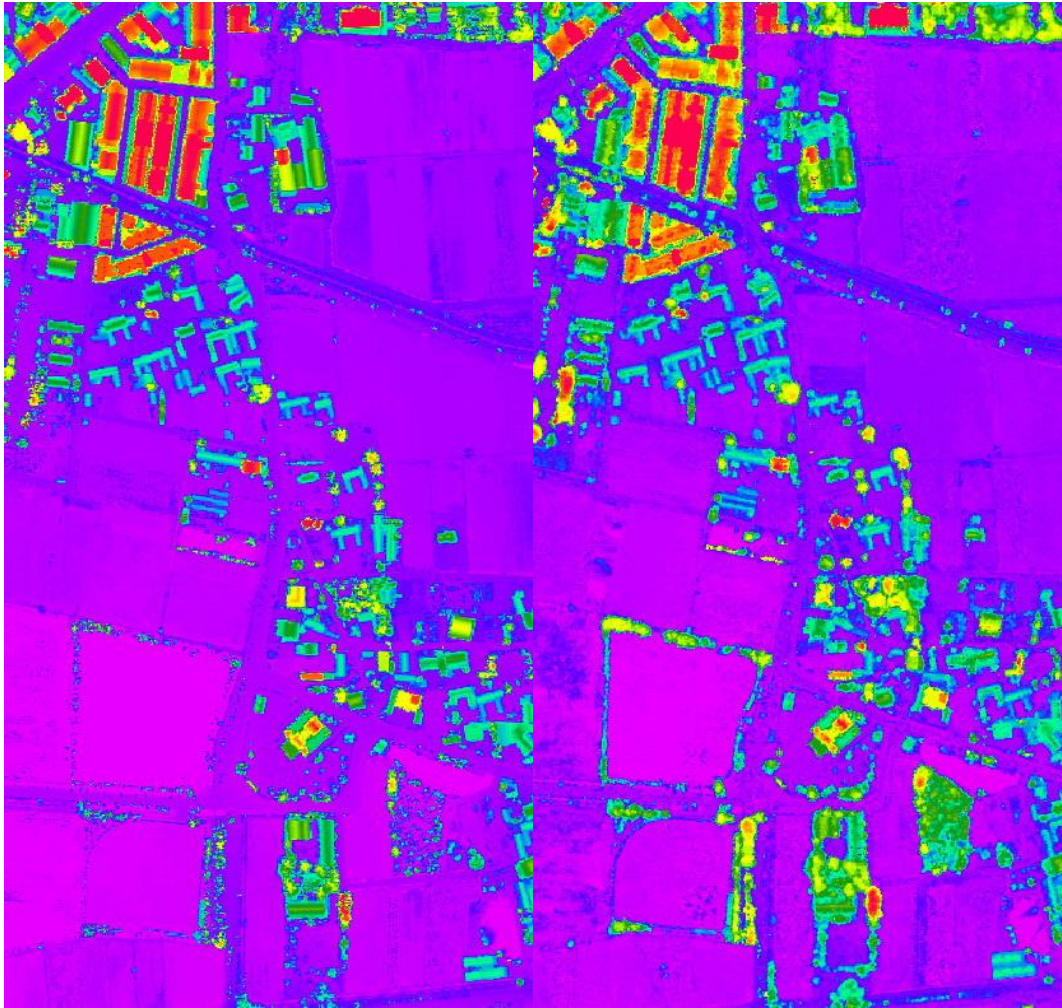


圖 7.18 (左圖) ALS-DSM (右圖) UAV-DSM

本計畫針對崩塌地偵測開發物件導向影像分析技術，其精度已達實用階段，若能有多光譜影像將可擴大為多種地物之判釋與調查，例如綠資源。此外，本計畫完成利用原始影像搭配 DTM 進行單張影像數化技術與使用者介面之開發，有利於災後快速提供災區範圍之調查，若搭配直接地理定位則不需經過影像空三及正射化，即可進行災區範圍之數化。

7.6 本章小結

在「開發物件導向影像分析技術進行淹水與崩塌範圍之自動化偵測演算法」之工作項目方面，由於計畫期間沒有機會利用無人機拍攝淹水與崩塌地影像，因此崩塌地偵測部分乃採用經緯衛星於 3 年前利用 UAV 拍攝之高雄市藤枝影像製作正射影像，並搭配空載光達資料與物件導向影像分析技術，開發出自動化崩塌地偵測之演算法，包括陰影區內崩塌地之偵測，生產者精度可達 0.82，而 Kappa 指標可達 0.78。

在「開發人工數化淹水區與崩塌地範圍之編修工具」之工作項目方面，開發人機使用者介面可在原始空載影像上搭配 DTM 直接進行淹水區或崩塌地之三維數化。

在「應用 DTM 資訊開發淹水深度之人工量測工具」之工作項目方面，開發人機使用者介面可在原始空載影像上搭配 DTM 直接在某建物淹水線上進行量測其淹水高度。

在「研提災害對道路及建物之簡易災損評估模式」之工作項目方面，提出簡易之災損評估模式，針對前述災區內之建物與道路統計其淹水面積、淹水深度、受災之主要道路及建築物、崩塌地面積、統計報表與資料格式轉換等。

在「應用無人機影像進行崩塌量估算之可行性分析」之工作項目方面，評估利用無人機所製作之 DSM 進行崩塌量之可行性分析，目前成果高程定位隨機誤差僅約 12 公分，因此若崩塌地高程差異達 50 公分(四倍隨機誤差)以上，則崩塌地應該可以被合理偵測出來，若同時搭配前述自動化崩塌地偵測演算法，將有機會以自動化方式評估崩塌地之土石流失量，以及河床土石堆積量。

第八章、論文期刊

本案執行迄今相關成員所提送期刊論文情況請參考表，相關文章與接受函請參閱附錄 8。

表 8.1 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+ 2013	The Performance Analysis of a Portable Mobile Mapping System with Different GNSS Processing Strategies	C-H. Chu, K-W. Chiang, C-A. Lin,	EI 已發表
2	2013 測量及空間資訊研討會	單像及雙像視覺里程計輔助慣性導航系統之效益分析	蔡孟倫、陳麗虹、江凱偉、邵泰璋、陳杰宗、王銘正	已發表
3	國土測繪與空間資訊	定翼無人機直接地理定位與製作 DSM 之精度分析	饒見有、陳智揚、詹鈞評、劉暹、李文慶	已接受
4	Sensors. 2013, 13(8), pp 10599-10622	The Performance Analysis of a Real-Time Integrated INS/GPS Vehicle Navigation System with Abnormal GPS Measurement Elimination.	Chiang, K-W., Duong, T-T., * Liao J-K.,	SCI 已發表

第九章、結論與建議

本案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 102 年度 4 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，本案各項任務皆如期完成進度。

就結論部分，依照工作項目列舉如下：

「**建立多平台製圖系統測試及率定實驗室**」之工作項目方面，本案已針對台灣本地環境及各種業務應用需求，參考國際相關標準規範，逐步建立一套多平台製圖系統測試及率定的檢測程序，並設置個子系統率定場，提供國內廠商與業主進行系統規格測試與分析等專業服務，並設計多平台率定實驗室簡介摺頁，其內容以 MMS 多平台製圖系統測試與率定實驗室架構為主軸，依據整合式定位定向子系統、影像感測子系統、全系統及室內(外)測試與率定設施提供簡要的介紹。同時本案以現有參考資料為基礎先草擬車載移動製圖系統的作業程序與規範所需涵蓋的項目，未來再逐步透過公開討論方式落實具體的規範內容。

「**國內多平台製圖系統作業能量調查與推展教育**」之工作項目方面，本案已針對國內登記之 100 家測繪業者進行問卷調查、完成部分私人公司與公家單位之實地訪談、舉辦多平台製圖系統實務座談會、研提多平台製圖系統相關作業技術支援機制並製作科普教育影片。

「**評估 GNSS 系統對多平台製圖應用之效益**」之工作項目方面，本案針對目前主要四套 GNSS 發展現況提供簡要的回顧。並針對 COMPASS 系統進行系統介紹並透過實測與文獻回顧方式與實測方式提供動靜態定位精度分析，本次實驗受限於儀器之使用時間，無法進行車載系統的直接地理定位精度分析。因此在動態定位部分的精度分析是使用靜態資料模擬動態解算的策略來達成，主要目的在實現多 GNSS 動態定位演算法與分析不同系統對基線長度之效益。

「**發展直升機載直接定位之災害資訊蒐集模組**」之工作項目方面，評估可使用儀器包含：雙頻雙系統 GNSS 衛星接收機 Novatel ProPak V3、慣性測量儀 C-MIGITS III、工業相機 Flea3，設計一黑盒裝載各感測器，該黑盒將固定於直升機載外作業，以纜線連結至直升機內部操作及監看。在系統率定及定位軟體方面，以目前常見率定方式二階段率定法及直接接地理定位公式撰寫。對於該系經率定及測試側向拍照定位結果，其二階段率定精度約為固定臂 1-3 公分、軸角 1-3 度，而直接地理定為精度約為 30 公尺遠，能達致 10 公分定位精度，而依線性推算 600 公尺左右物距能達致 2 公尺三維定位精度。然而對於**規劃系統模組之飛行測試**，機載架構之細節探討，地政司承辦人月前協助本團隊與災防中心討論並與空勤總隊機務科做協商，唯迄今空勤總隊尚在做評估，目前尚無進一步的更新訊息。

「**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**」之

工作項目方面，本案針對高酬載無人機應用於大面積製圖與災害調查提出可行性分析，包括利用五台數位相機搭配 SPAN CPT 戰術等級 IMU 進行直接地理定位之研究，初步成果以垂直拍攝之相機進行精度評估，在空三平差部分影像座標後驗中誤差小於 0.5 個像元，顯示影像品質相當高沒有模糊現象。而不同相機組合下控制點之 RMS 皆呈現相同等級的誤差，但檢核點之高程誤差則隨著傾斜相機之加入逐漸下降，甚至不使用垂直相機可以達到最低的高程誤差，三軸均方根誤差分別為 5.6 公分、3.5 公分以及 11.2 公分。而在二階段軸角固定臂率定後，軸角之內部精度在 0.07~0.14 度之間，固定臂部分則因為空三平差之位置變異量較大，也跟著影響到固定臂之內部精度。最後仍根據此系統率定成果進行直接地理定位解算所有相片之外方為參數，並進行前方交會定位誤差分析，成果顯示在離地 1400 公尺以內，3D 整體定位誤差可在 6 公尺以內，而 2D 平面定位誤差在航高約 900 公尺時可在 1 公尺以內，若離地 1400 公尺平面定位誤差仍在 5 公尺以內，對於快速災情調查之需求應該已經相當足夠。最後在立體製圖量測精度分析部分，由於物像距離隨相機觀測傾角加大會變大，影像之空間解析度也會跟著變差，影像模糊程度也跟著加大，同時平面與高程之均方根誤差也隨著傾角愈大而愈大，也就是基線航高比愈小定位誤差愈大，此成果符合光線交會測量之誤差傳播原理。本團隊同時研提此類 UAV 系統在製圖與災害調查之作業模式，並評估其效益，跟有人機大像幅高階航空相機相比，高酬載無人機仍有其優勢。

「應用空載攝影系統於災區之偵測與簡易災損評估」之工作項目方面，本案針對空載攝影系統於災區之偵測與災損評估上提出相關研究，由於計畫期間沒有機會利用無人機拍攝淹水與崩塌地影像，因此崩塌地偵測部分乃採用經緯衛星資訊股份有限公司於 3 年前利用 UAV 拍攝之高雄市藤枝影像製作正射影像，並搭配空載光達資料與物件導向影像分析技術，開發出自動化崩塌地偵測之演算法，包括陰影區內崩塌地之偵測，生產者精度可達 0.82，而 Kappa 指標可達 0.78。此外，本案開發人機使用者介面可在原始空載影像上搭配 DTM 直接進行淹水區或崩塌地之三維數化，包括水深之量測工具，同時提出簡易之災損評估模式，針對前述災區內之建物與道路量測其淹水面積、淹水深度、主要淹水道路及建築物、崩塌地面積屬性設定、統計報表與資料格式轉換等。最後則是評估利用無人機所製作之 DSM 進行崩塌量之可行性分析，目前成果之高程定位隨機誤差僅約 12 公分，因此若崩塌地高程差異達 50 公分(四倍隨機誤差)以上，則崩塌地應該可以被合理偵測出來，若同時搭配前述自動化崩塌地偵測演算法，將有機會以自動化方式評估崩塌地之土石流失量，以及河床土石堆積量。

同時本案迄今之工作成果已發表 1 篇 EI 文章、1 篇國內研討會文章、1 篇國內期刊文章與 1 篇 SCI 文章。本案已依照各項任務時程期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
 - 各測試與率定設施的持續維護與更新
 - 持續推廣多平台製圖系統技術至非測量單位
 - 研提車載製圖系統之作業程序與規範
 - 持續調查國內多平台製圖系統之作業能量
 - 持續辦理實務座談會與教育訓練課程
2. 評估利用智慧型手機發展低成本的移動製圖技術
 - 文獻回顧
 - 系統架構評估
 - 發展所需的率定與定位軟體
 - 直接定位之效益分析
3. 評估發展機車型移動製圖技術
 - 文獻回顧
 - 系統架構評估
 - 發展所需的率定與定位軟體
 - 直接定位之效益分析
4. 評估發展室內移動製圖技術
 - 文獻回顧
 - 系統架構評估
 - 發展所需的率定與定位軟體
 - 直接定位之效益分析
5. 持續評估 北斗 系統對多平台製圖應用之效益
 - GNSS 系統發展概況更新
 - 北斗系統之實測動態定位精度效益分析
 - 北斗系統與 GPS 實測聯合定位精度分析
 - 北斗系統與 GPS 實測資料聯合處理策略對車載製圖應用之效益
6. 評估發展無人機製圖技術
 - 文獻回顧
 - 針對河川水道斷面測量評估合適之航拍與資料處理程序
 - 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
 - 針對大型 UAV 攜帶五相機之架構評估將原始影像鑲嵌對製圖之影響

第十章、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
游委員豐吉	
<p>本工作案規劃國內業界問卷調查，立意甚佳，但「多平台移動製圖」系統之定義或問卷主軸為何，將影響調查回應成果，日後若有相關問卷或座談會，建議先將廣義或狹義之定義明確界定。此外調查對象亦可納入載具提供者(如航運公司)，問卷內容或可嘗試詢問其投入或贊助研發意願，實際反應國內產業界動態與學術界研究的差異性；另座談會部分則建議可增加公家機關(如公路總局、水利署或各地區河川局……等)或相關產官學界，廣泛討論促進製圖技術領域發展。</p>	<p>已於現場提出口頭說明。本次問卷調查的對象主要針對地政司所提供的測繪業者名單，未來若有此類調查之需求，將依委員之建議將調查對象擴充到可能應用到多平台製圖技術的業者。同時本團隊在去年與今年陸續舉辦二次國際移動製圖技術研習會與 2013 國際移動製圖技術研討會，會中都有提供若干名額給公路總局、水利署、農委會等各非測繪領域之公務單位，以推廣多平台製圖技術之非傳統測繪應用領域。</p>
<p>本案研究內容多元且深入，建議針對工作案中較成熟之技術、具經濟價值或對國家發展深具意義的部分，再深入探討。</p>	<p>已在本報告書第二章(P.97)、第四章(P.155)、第六章(P.190)與第七章(P.207)中針對工作案中較成熟之技術、具經濟價值或對國家發展深具意義的部分，增列相關討論。</p>
<p>期中報告中所呈現北斗衛星定位成果多參考國外所做之研究，而本案規劃研究 COMPASS 系統，其用意為何？</p>	<p>已於現場提出口頭說明。</p> <p>本案規劃研究 COMPASS 系統的原因如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 其訊號採與 GPS 相容之碼分多址技術，目前所有北斗在空衛星都提供此類訊號，此意味著 GPS+COMPASS 之接收機將比現有 GPS+Glonass 接收機具備更佳相容性，故預期未來其成本會更低。 2. 北斗系統的 5 顆同步衛星與 3 顆傾斜軌道衛星之設計有效改善台灣在都市 GPS 衛星訊號遮蔽效應嚴重地區的可視衛星數與幾何分布。 3. 提供國內衛星定位技術與產品研發業者相關的先期研究成果，以進一步協助國內相關業者研製相關

	產品並開拓市場。
IEEE 1554-2005 標準文件所建議的測試程序包含眾多項目，而本次參考標準文件所規劃的測試程序，其達程度預估為多少？（P.17）	已於現場提出口頭說明。 本案採購完成之設備輔以發展之率定方法能夠執行 70%的測試項目。僅餘磁靈敏度與衝擊測試未納入規劃，是由於兩者所需設備價格較高，且對於一般民用規格之慣性測量儀而言，這類測試過於精密而實屬非必要(適用於更高精度之軍用規格)
團隊已設置之室外測試場，是否為永久設施？若非永久設施，日後如要建置實驗場需耗時多久？（P.44-45）	已於現場提出口頭說明。其皆屬永久設施，然亦可能經自然滅失，所以須持續維護。
建議加入科普教育光碟之設定對象說明。	已於現場提出口頭說明。 目前對於教育推廣最接近的學習階層為高中生，而相關內容已在 3.4 節說明。
五相機攝影系統使用全片幅相機，成本較高，若使用較低階之相機，其成效預估如何？又系統設計掛載於無人機腹處，惟報告中僅列相機圖片（圖 6.2），無法了解與無人機結合之狀況，建議增加掛載於機腹示意圖。（P.107）	已於現場提出口頭說明。
報告中建議加入成本分析，如實驗室建置、檢驗校正、認證程序成本等。	已於現場提出口頭說明。實驗室建置成本已列於去年的期末報告與今年的工作計畫書初稿，但在地政司的建議下予以刪除。
洪委員本善	
本案研發歷經數年，已有相當成熟的成果及應用，學術上也培養多位碩博士學生。就軟硬體的整合成果，成大團隊已擁有多平台移動製圖系統及儀器的組裝、測試、率定及維修能力等實際應用程度，如今僅缺少商品行銷的經驗，建議可建立行銷、商品化的考量，如國內外銷售以增加收入，屆時若朝此發展，得儘早考慮未來營收的分配問題(財產權的比例)。	已於現場提出口頭說明。未來將視內政部、國科會與成功大學的相關政策與辦法針對各項達成具體成果且具商品化潛力的工作項目推動技術轉移。
「多平台製圖系統率定實驗室」宣傳資料的顏色搭配，建議可請成大工業設計系或建築系提供意見或協助。	已於期末所提供之摺頁更新。
科普教育影片的製作，建議仍應由淺至深，將民眾從日常生活中引領至專業領	已於期末版本科普教育影片開頭部分，加入導航機、里程表、行車紀錄器、

域。	google 街景地圖...等民眾較易聯想相關日常生活實品。
本案期中工作項目「提送期刊或研討會論文文稿至少 4 篇，其中 1 篇為國際期刊（SCI/EI 等級）」，截至目前為止已有 3 篇論文，然其中 1 篇為 EI 等級的國際研討會論文，並非國際期刊，請留意此問題。	已於本文第八章更新。
陳委員清河	
有關「高精度雙軸旋轉台，經實際測試後，驗證其性能的確足以率定各等級之陀螺儀」敘述中，其測試方法及結果為何？系統是否穩定？如何評估系統精度？請補充之。(P.20)	已於本文表 2.1 提供驗證。
本案實驗室尚未採購溫度櫃前，工研院南分院允諾支援該項設備，其支援方式為何？又如何實施環境溫度 0°C 及 50°C 狀態。(P.21)	已於現場提出口頭說明。本團隊可攜帶相關儀器至工研院南分院，使用該院擁有具備單軸溫度櫃。透過溫度櫃升降溫功能，可將慣性測量儀所處環境溫度控制在 0°C 及 50°C 恆溫狀態。
本案定位定向系統動態測試平台章節中，團隊指出其測試載台及動態精度驗證方式為 IEEE 與美國導航學會推薦，並廣為國外各大公司及研究機構所採行，請再補充說明或提供參考文獻佐證之。(P.32)	已於期中報告修正本中，2.1.3 節加入引用之參考文獻。
國內「多平台移動製圖系統」業者調查之個案訪查對象，排除參加本年 6 月間實務座談會上曾進行專題演講的業者，上述業者應是已於座談會中參與討論溝通，無需再個別訪談，建議修正文字敘述。(P.56-57)	已於期中報告修正本中對應處修正描述方式。
發展中的災害資料蒐集模組使用之直接定位軟體，採用鬆耦合整合架構為基礎，惟於 101 年度工作案中曾提出以緊耦合架構結合虛擬鬆耦合之叢集式架構演算出的定位成果最佳，請說明今年度選用不同架構之原因。(P.101)	已於現場提出口頭說明。對於災害資料蒐集部分，因於空中作業並無衛星訊號遮蔽之疑慮，為快速作業，以最簡便之鬆耦合整合架構應用。
期中報告書中文字錯誤部分請釐正：	已於期中報告修正本中對應處修正描述方式。
本案期中報告書中所使用之專有名詞建請統一	已於期中報告修正本及期末報告修正本中統一名詞。

實驗室簡介中採用「We Think MMS」的標題，請團隊說明其涵意。	已於期末版本改為「we are mapping the future」。
王委員定平	
本案工作項目及研發內容具測繪科技之前瞻性，研究發展基金會團隊極為努力，其進度與實質內容，值得肯定，另提醒工作團隊於撰寫報告時注意各項內容比重，適度提高撰文比重凸顯主題。	已於期末報告書中調整。
本案屬分年期之整體計畫，100 年及 101 年之相關研究成果已非常豐碩，應注意各年度工作項目之縱向連續性以及橫向發展與擴充，惟受限於研究時間，如相關項目尚有未盡之處或需精進者，建請可繼續研究，補強使其完整，發揮全案整體效益與功用。	本團隊依據此項建議，提出年度工作項目之縱向連續性以及橫向發展與擴充，其建議項目如本文第九章。
率定實驗室之設置為本工作案之主軸，關係測繪科技之發展，實為重要，請研究團隊持續努力完成。	本團隊會努力爭取資源完成率定實驗室之設置與維護，同時在未來，若政策支持不排除爭取認證。
期中報告第一章節，論及全球多平台製圖系統相關空間資訊與非空間資訊產業發展，產值已成長至每年數十億美元，建請列舉案例或依據說明，加強說服力。(P.1)	已針對該部分增列說明於第一章節中。
國家災害防救科技中心	
關於工作案「發展直升機直接定位之災害資訊蒐集模組」中的感測器模組，是否需搭配直升機機體改裝以進行裝設？如有，應符合飛航安全規範。	設計並無須改裝直升機機電部分，感測器等部分是以酬載的方式固定於直升機上，應無安全之虞，然而實際成果部分，因空勤總隊機務科尚做評估，而無更進一步訊息。
有關應用空載攝影系統於災區之偵測與簡易災損評估中，係採用物件導向概念設計軟體，請說明精度評估功能是以 pixel 或 segmentation 為基礎來進行評估？	已於現場提出口頭說明。本項工作未來若有地真資料，仍傾向使用以像元為基礎之精度分析方式。
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，若完成影像蒐集後，後續的影像處理需要耗時多久？	已於現場提出口頭說明。
行政院國科會災害防救應用科技方案辦公室	
計畫主持人在本年 6 月 25 日舉辦多	已於現場提出口頭說明。

<p>平台製圖系統實務座談會，邀請產業相關人士進行討論，立意甚佳，目前本會也持續朝此方向進行，邀集相關產業人員進行討論，加強防災相關產業的發展。</p>	
<p>有關室內多相機相對方位測試場中，其人造標辨識成果範例，精度為何，請補充之。(P.43)</p>	<p>針對本案例，經過率定後其影像座標後驗中誤差約可達 0.16 個像元。</p>
<p>關於技術轉移或空間資料 open data 的議題，現在正是政府積極推動的課題，可能需要制訂相關配套法令，並顧及相關人員的免責條款。</p>	<p>未來將依照相關法令辦理。</p>
<p>建置直升機用的災害蒐集模組原型系統，實驗時是否有雜訊？應如何解決克服之？</p>	<p>由本文 5.4 節之結果可知其精度與預估相同，其雜訊以有效消除。</p>
<p>淹水及坡地多平台移動測繪影像管理系統，是否在今年工作案結束時將有初步成果？請說明之。</p>	<p>本計畫期間尚未拍攝到實際淹水與坡地災害的資料，故以模擬的方式進行評估本研究成果之可行性，如本文 7.4 節所示。</p>
<p>主席</p>	
<p>現今多平台製圖系統蓬勃發展，技術日新月異，惟國內各單位的製圖調查目標與需求不一致，如能在具共識的標準規範下運作，才不致因陸續引進不同公司產品應用於測繪領域上，而造成各系統生產的資料面臨整合應用問題。另外以本案的成果，如何分析研訂各類型的精度規範，以適用消防、測繪、救災、農林牧調查、公路路線規劃等各領域不同需求，為未來各單位勞財務採購工作，預為建立相關之參考規範。</p>	<p>本文已增列 2.5 節，為建立相關資參考規範。</p>
<p>中國大陸所發展的 COMPASS 北斗二號衛星系統，目前國內是否已經有單位或業者在應用？是否會面臨國家安全或資訊安全的顧慮？併請補充說明，澄清疑慮。</p>	<p>已於現場提出口頭說明。北斗二號衛星系統屬被動式定位，所以就安全的疑慮而言應該來自北斗系統的運作連續性與是否對觀測量中特定系統誤差加入人為誤差導致定位精度大幅變差，如 GPS 的 SA 效應，此類問題與 GPS 的使用者面臨的問題是一致的。如單純的使用 GPS 般地使用北斗二號衛星系統，國家安全或資訊安全的顧慮是不存在的。</p>

內政部地政司

<p>本工作案延續去年工作案中討論的議題，設計發展直升機用之災害資訊影像蒐集模組，以應國家災害防救科技中心的需求，請說明目前規劃之模組所需成本，以及未來實作應用是否安裝於載台後即可使用？</p>	<p>已於現場提出口頭說明。</p>
<p>國內業者大多以引進國外硬體方式來應用移動製圖技術，按去年度會議討論內容，本次工作案即規劃調查訪談與推廣工作項目，希望了解國內業者的作業能量，並在學術研究領域上如何支援業者需求或技術諮詢服務；同時推廣教育除測繪領域外，亦能朝非傳統測繪領域的機關單位宣傳，下一階段期能增加政府非測繪領域單位如公路單位、水利署、水保局等實際訪談，了解對多平台製圖技術的引用需求或配合意願。</p>	<p>已於期末報告中調查非測繪領域單位，如附件內容。</p>
<p>本次工作案中欲建立定位定向子系統之檢測程序，於報告中提及參考國際相關標準規範，請具體說明參考哪些國際上所使用之規範？另依據 IEEE 1554-2005 號標準文件所建議之測試程序，並尋求中科院二所七組（慣性導航組）指導與協助，目前團隊所擬率定及測試規範是否針對國內作業環境調整，其與上述參考資料有何差異處？ (P.16、22、35)</p>	<p>已於期中報告修正本中，第十章委員問題回覆中說明。</p>
<p>實驗室規劃之主要設備包含精密溫度櫃，如此方能在各定位定向子系統率定測試時進行溫度效應補償之驗證。而目前尚未購得精密溫度櫃前，暫以工研院南分院支援此項設備及自主積極發展不需溫度櫃之溫度率定方法因應之，請補充說明前二項因應方式之作法。 (P.20-21)</p>	<p>已於期中報告修正本中，第十章委員問題回覆中說明。</p>
<p>國內多平台製圖系統作業能量調查，其問卷調查對象設定為國內已登錄並領有測繪業登記證之測繪業者（102 年 5 月 15 日前）；另外本案將再個案訪談實際調查，並已選定 5 間民營公司與 2</p>	<p>本案在選定 5 間民營公司與 2 個公家單位進行實地訪談，決定實際訪談單位之原則列舉如下： 1. 過去實績與多平台移動製圖系統有</p>

<p>個公家單位，請說明目前選定的訪談單位，其原則或理由為何？(P.57)</p>	<p>關聯。 2. 未來發展方向與多平台移動製圖系統有關聯(主要透過問卷分析成果)。</p>
<p>本案研究分析 COMPASS 系統之動態靜態定位精度分析，並與 GPS 系統交叉比對其偏差量，但上述二系統分別運作於不同之座標系統 (CGCS2000、WGS84)，其研究分析是轉換至何者座標系統中討論？又表 4.5-4.7 所列項目 Up 或圖 4.8~4.13 中 dU 是否即為大家所慣用之高程 h? (P.88-94)</p>	<p>已於期中報告修正本中，第十章委員問題回覆中說明。</p>
<p>發展高籌載無人機試驗階段，規劃設置相機數為 5 部，有無特殊考量？另各相機依序進行拍照，以得到拍照瞬間近似同一透視中心之地理位置，便於拼接模擬成更大視野的框幅式影像，惟文末又敘明無需拼接仍可達到目的，此處目的所指為何？(P.106-107)</p>	<p>已於期中報告修正本中，第十章委員問題回覆中說明。</p>
<p>實驗室簡介摺頁之整體架構圖部分，關於「整合式定位定向子系統」及其項下室內外測試及率定設施等，色調上稍嫌相似，造成閱讀上不易區隔，建議色調上做部分調整為宜。</p>	<p>已於期末所提供之摺頁更新。</p>
<p>實驗室簡介摺頁之精度規格有的採用中文顯示 (例：度/小時、公尺/秒、公分等)，亦有部分採用單位符號 (例：μg、ppm、mm 等)，希望能夠統一用詞。</p>	<p>已於期末所提供之摺頁更新。</p>
<p>實驗室簡介摺頁關於「02-靜態測試基線場-測試項目-定向-方位角」之精度規格顯示為 0.003 度，與期中報告書所列精度規格為 0.0003 度 (P.31) 不同；另關於「06-多平台製圖系統測試率定場-測試/率定項目-直接定位-北」項下，似誤植投影方式為「2 度 YM」，以上請釐清之。</p>	<p>已於期末所提供之摺頁更新。</p>
<p>科普教育中使用之影片、螢幕擷取之畫面或圖片，仍請注意使用播放的版權疑慮，不得有侵權情況，影片末端建議增加關鍵字詞、參考資料或相關連結，以達推廣啟發之目的。</p>	<p>已於期末所提供之科普影片更新。</p>

第十一章、審查會議委員意見

洪委員本善：

1. 本年度計畫已完成多項成果（如多平台的率定實驗室建置、直升機載直接定位原型系統模組的地面動態及靜態測試及發展災害影像資訊蒐集平台等），成果豐碩，建議未來的工作項目在既有技術基礎上強化實際應用，以發掘應用層面之問題及細緻解決，達成軟硬體充分結合，提昇實際應用的效益。

回覆意見

感謝洪委員之寶貴意見，未來的工作項目將依照地政司的指導並在既有技術上強化實際應用，規畫實際應用場景以發掘應用層面之問題及解決之道，俾達成軟硬體充分結合，提昇實際應用的效益。

2. 期末報告文末參考文獻應依英文字母排列，請團隊再檢視修正之。（P.205、206）

回覆意見

感謝洪委員之寶貴意見，已於本文參考文獻章節重新排列。

游委員豐吉：

1. 多平台製圖系統可應用之場域，經團隊多年研究後應可給予建議，並可採實測成果加以佐證。

回覆意見

感謝游委員之寶貴意見，未來的工作項目將依照地政司的指導並在既有技術上強化實際應用，規畫實際應用場景以發掘應用層面之問題及解決之道，俾達成軟硬體充分結合，提昇實際應用的效益。

2. 靜態精密相對定位分析中，於29公尺超短基線實驗部分，使用無電離層組合解算，是否用固定解即可？另實驗中分別進行三條基線解算，建議報告中補充各基線點位略圖。（P.133）

回覆意見

感謝游委員之寶貴意見，在靜態精密相對定位分析中，於29公尺超短基線實驗部分，使用無電離層組合解算所使用的解均為固定解，為避免誤會已於章節

4.2.2.2內文中進行補充。三條不同長度基線的點位略圖則章節4.2.2.2中。

3. 表 4.13 係呈現精密單點定位成果，關於標題與表單部分文字請修正之。(P.143)

回覆意見

感謝游委員之寶貴意見，已將表4.13誤植的標題進行修正，而表格內容無誤，故保持原內容。

4. 請補充說明本案進行動態精密相對定位之解算方法。(P.144)

回覆意見

感謝游委員之寶貴意見，已將章節4.3.2.2中動態精密相對定位之解算方法補充說明在內文中。

5. 報告中指出Cam2 相機有不正常現象，請說明此現象為內方位或外方位參數所影響？(P.170)

回覆意見

感謝游委員之寶貴意見，Cam2之像主點影像座標yp經過各種率定方式驗證，都有2 mm的大小，此異常現象估計是CMOS感測器有平移現象，應該送回原廠維修。

王委員定平：

1. 本案「102 年度 多平台製圖技術工作案」工作團隊認真負責，在合約及既定計畫各項工作內，皆依規定完成，成果豐碩，值得肯定。

回覆意見

感謝王委員之肯定，本團隊特別感謝地政司各位長官與諸位委員之指導，未來必將持續努力，期能為國家與人民貢獻所長。

2. 本案核心工作項目係建立多平台製圖系統測試及率定實驗室，對於此項有無實際案例及實證作業，若無建請予以實施，從實際作業中求取經驗。另外衍生發展的各項技術，期待可選定地區實際作業，持續加強驗證研究成果與累積技術經驗。

回覆意見

感謝王委員之寶貴意見，未來的工作項目將依照地政司的指導並在既有技術上強化實際應用，規畫實際應用場景以發掘應用層面之問題及解決之道，俾達成軟硬體充分結合，提昇實際應用的效益。

賈委員志強：

1. 由表1.1分月進度表顯示，「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」工作項目，於本年度 8 月份起工作進度即呈現落後狀況，其落後原因為何？（P.14）

回覆意見

感謝賈委員之寶貴意見，本項工作進度落後之原因有二，首先是向民航局申請空域之問題，由於成大研究發展基金會被民航局視為民間私人機構，因此無法申請UAV航拍。之後透過主持人江老師之國科會計畫申請，但再度被拒絕，主要原因是申請區域內包括山區部落。原因之二是配合本項工作之UAV廠商因為有其他航拍工作需要進行，有些設備只有一套無法同時與本案使用之AL150 UAV進行相關之組裝及測試工作所致。

2. 高精度雙軸位置與速率轉台經驗證其定位精度達4 到6 角秒(約0.001 度)，係如何獲得？又誤差均值結果約13 角秒(約0.002度)，按表2.1 所示，其中第4 次測回呈現較高之誤差值，明顯不同於另外4 次實驗，是否應剔除？另檢驗用之全測站經緯儀精度規格為何？是否適合驗證轉台精度用？（P.22）

回覆意見

感謝賈委員之寶貴意見，4角秒除以3600即可換算成角度約0.001度。而第四次測回的確應予以剔除，確保平均結果之可靠度(表2.1及相關內文已修改)。另檢驗用之全站儀水平角觀測精度為3角秒，應足以做為驗證轉台精度之對照指標。

3. 表 2.4 及表2.5 檢測紀錄表僅呈現環境溫度 0°C的成果，為何無其他環境溫度之記錄，又表內Yaw(Ψ)值如何計算獲得？（P.30-32）

回覆意見

感謝賈委員之寶貴意見，原先構想是以零度資料作為範例之參考，而經賈委員之提醒後，其他環境溫度的資料的確應予以補齊，提供未來使用表格之相關人員較完整的參考依據(表2.4及表2.5已修改)。而因儀器於轉台上處於水平之狀態，故表內與Z軸相關之YAW角係指方位或航向角，由慣性導航儀(INS)直接輸出，其理論依據地球自轉之投影，其公式如下：

- $\omega_x^b = -\omega_e \cos \varphi \sin A$
- $\omega_y^b = \omega_e \cos \varphi \cos A$

式中 ω_x^b 及 ω_y^b 代表陀螺在body-frame下，x及y軸之輸出， ω_e 為地球自轉速度， φ 為緯度，A即為YAW或稱航向角。透過兩式相除並取反三角函數後，即可得到A值。

4. 表 2.8 所呈現之衛星定位結果部分，請說明其數值意義？（P.38）

回覆意見

感謝賈委員之寶貴意見，表中之基樁2、4代表基樁場內基樁之編號，其經緯度及高度已先由差分定位測定，故兩根基樁能夠連線與北方夾出一方位角，即表中之連線方位角。另表中之衛星定位系統擺在4號基樁上，與已知的2號基樁求解連線方位角，及為GPS方位角。若有兩台相同之衛星定位系統，可採雙天線之測法較佳。

5. 車載移動製圖平台規範章節中初步依應用的精度分類規劃，其中高精度應用（三維直接地理定位精度小於30公分）中包含控制測量、地籍測量及變形測量等，在實務上應該要求遠高於30公分之定位精度，置於此處是否妥當？（P.66）

回覆意見

感謝賈委員之寶貴意見，控制測量、地籍測量及變形測量等，在實務上應該要求遠高於30公分之定位精度的確高於所列之精度，唯此分類為依照美國佛羅里達州車載光達作業程序規範，為尊重參考文獻之陳述，所以暫不予變更。

6. 表 2.31 中，高精度類別項下，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0.2公里需實施地面控制點輔助，此處之0.2公里數據似不正確，請再釐清。（P.77）

回覆意見

感謝賈委員之寶貴意見，此處的確為筆誤，正確的數字為2公里，已在表2.33對應處修正。

行政院國科會災害防救應用科技方案辦公室：

1. 本案中分別研究直升機機載直接定位之原型系統與直接定位高酬載無人機於大面積製圖與蒐集平台項目，請教二者間的應用及相互關係為何，是否支援或分別獨立使用發展內容？

回覆意見

感謝行政院國科會災害防救應用科技方案辦公室之寶貴意見，以兩者發展的目的而言一個為救災，另一個為製圖，其中兩者所應用之直接定位原理核心技术一致，而直接定位高酬載無人機於大面積製圖與蒐集平台所開發之軟體，則支援直升機機載直接定位之原型系統所開發之外方位輸出。

2. 工作案所累積的各項技術，對未來應用層面深具意義，特別是災防上的使用，如有必要，本辦公室有相關災害資訊可供研析，肯定執行團隊的努力，並懇請持續研究與推廣。

回覆意見

感謝行政院國科會災害防救應用科技方案辦公室之肯定，未來本案將持續研究災防上應用相關課題。

國家災害防救科技中心：

1. 有關研究中開發物件導向影像分析技術進行淹水與崩塌範圍之自動化偵測，與水利署委託成功大學劉正千教授所研發的多尺度遙測影像分析展示平台所包括之災害範圍判釋專家系統，二者有何差異？系統精度孰高？

回覆意見

感謝國家災害防救科技中心之寶貴意見，關於劉教授之災害判釋系統，主要是使用災前災後之衛星影像進行像元式變遷偵測，而本實驗則是使用單一時期之UAV影像與DSM以物件導向影像分析技術進行崩塌地之偵測，資料面不同、空間解析度不同、目標不同、演算法不同，因此很難判斷何者之精度較高。

2. 各項技術試驗均在特定的校驗場進行，期許在未來計畫中加入於汛期或災害發生時進行驗證。

回覆意見

感謝國家災害防救科技中心之寶貴意見，汛期與災害後之實際案例測試有些先決條件才能促成，例如專屬之UAV，且此UAV上面之相機與POS系統必須先進行系統率定，隨時待命。然而目前配合之UAV廠商，大都有各種任務，很難有如此高之配合能力。另一個條件是，UAV飛航申請問題，這部分則必須透過NCDR的協助才有機會在災害後及時進行UAV航拍任務與實例測試。本團隊建議NCDR可以考慮購買一台這類定翼型UAV，透過本團隊之協助進行系統率定，

以便在任何災害後及時進行航拍與災害調查。

3. 有關結論中物件導向自動判釋成果生產者精度可達82%，對照UAV的解析度，未來是否能有再提高之可能性？有無可能在UAV載台加上近紅外光，以提升精度？

回覆意見

感謝國家災害防救科技中心之寶貴意見，這部分的研究饒見有老師目前正申請國科會計畫，擬採用多光譜相機搭載Canon相機透過UAV同時拍攝崩塌地，若申請成功即可進行相關驗證工作。此外，饒老師也即將與儀科中心合作，使用其設計之VcdiLite雙相機多光譜影像進行崩塌地偵測之研究。

國土測繪中心：

1. 本中心持續關注MMS及UAV的發展，本期末報告先針對各多平台製圖系統做發展之沿革簡述，惟在船載移動製圖章節，報告中所提仍與車載、空載等陸測製圖之地上物標的相似，對於海面下單音束或多音束之測繪海床地形部分並無描述，可考慮納入補充之。

回覆意見

感謝國土測繪中心之寶貴意見，海面下單音束或多音束之測繪海床地形技術與國外移動製圖技術相關的各式論文集所討論的船載移動製圖技術所涵蓋之應用並不同，前者討論的是在海上測繪海床地形技術而後者主要還是在海上針對陸地上的地形地物進行測繪，修訂本1.2.4節中增列海面下單音束或多音束之測繪海床地形部分之描述。

2. 表2.29表列比較各式直接定位遙測平台之效益，建議可再補充關於測製成本和硬體成本之比較。(P.72)

回覆意見

感謝國土測繪中心之寶貴意見，表2.29已按照建議補充。

3. 成大團隊有與交通部管理資訊中心等單位進行多平台製圖方面之訪談，對於所蒐集內容及討論議題之回應較欠缺，請團隊補充之。(P.94)

回覆意見

感謝國土測繪中心之寶貴意見，因為政府機關個案訪談議題較難統籌，故只針對交通部管理資訊中心特別設計訪談議題，對於所蒐集內容及討論議題之回

應已經收錄在附錄2 政府機關個案訪談報告章節中。

4. 第 4 章評估GNSS 系統對多平台製圖應用之效益，除詳細介紹目前全球主要4 種GNSS 系統外，文中對於多平台製圖應用效益分析著墨稍顯不足，請執行團隊再加強補充。

回覆意見

感謝國土測繪中心之寶貴意見，對於多平台製圖應用效益分析已於章節4.4 進行補充。

5. 以國內業者航拍經驗，使用直升機蒐集影像製圖與採定翼機航拍製圖相較，前者飛航成本約為後者2~3 倍，且直升機穩定性差容易抖動，故多年來，使用直升機當做載台的航拍作業實不多，以上供執行團隊參考。

回覆意見

感謝國土測繪中心之寶貴意見，我們同意貴中心對旋翼機在製圖應用的看法，唯此工作項目為水利署代表在接受本團隊訪談時所提出的建議，不過未來執行否還是尊重地政司對於來年工作項目的規畫。

6. 目前民航局對於空域飛行管理日趨嚴格，飛航申請常受阻，影審查會議委員意見響測繪技術之發展。另外無人機較一般有人飛機執行航照成本低，但可拍攝的範圍小，造成應蒐集圖資的數量很大，後製圖資時所耗用的人力非常多，故以本中心的經驗來說，從成本及時間考量，如實務執行的範圍夠廣，才會考量使用無人機測製，以上經驗供本案參考。

回覆意見

感謝國土測繪中心之寶貴意見，的確，使用消費型數位相機透過UAV航拍會造成影像數量大增的現象，不僅會增加空三平差之複雜度與困難度，也會增加計算之時間與立體製圖的工作量。但若採用本案建議之三相機架構進行製圖應用，則可透過類似DMC相機之作法將四台相機拼接成一張影像，如此一來即可增加整體之FOV提升定位精度，同時減少影像之張數與UAV航線數量。本團隊下一年度可進行此項測試研究，以了解其對定位精度、DSM製作與正射影像製作之影響。

主席：

1. 於 4.1 節GNSS 系統發展與趨勢內容，除了北斗衛星部分外，其他系統之資

訊有的已非最新狀態，請團隊針對此部份再做更新與補充。(P.121-126)

回覆意見

感謝主席的寶貴意見，關於章節4.1中GNSS系統發展與趨勢內容，已將北斗衛星以外之系統進行資訊的更新與補充。

2. 中國所發展的GNSS系統，於去年底已經正式命名，名稱的部份請在報告中做適度的修正調整。

回覆意見

感謝主席的寶貴意見，由中國所建置之GNSS系統名稱已於去年底正式命名為「北斗導航衛星系統(BeiDou Navigation Satellite System)」，與本案原規劃之COMPASS名稱略有更動，為契合實際狀況並回應契約內容，故在期末報告中均使用北斗導航衛星系統(BeiDou Navigation Satellite System)，並已於第四章節中(P.120)增加說明，以避免爭議。。

3. 多平台移動製圖實務上，特別是防救災方面，還有現今熱門的環保議題，都需要有效或即時圖資來做決策判斷，未來的工作項目，應可加強此部份的研究及評估，從研發階段跨入實務執行層面，凸顯本研究案之效益。

回覆意見

感謝主席的寶貴意見，未來的工作項目將依照地政司的指導並在既有技術上強化實際應用，規畫實際應用場景以發掘應用層面之問題及解決之道，俾達成軟硬體充分結合，提昇實際應用的效益。

內政部地政司：

1. 「研提車載製圖系統之作業程序與規範(草案)」工作項目中，期末報告參考美國之規範，將車載系統設備、精度分類、測繪程序、檢核機制、檢核表單等原則與建議統整文字呈現，希望能再整合成程序圖表方式呈現，以更易於了解流程。(P.65-89)

回覆意見

感謝內政部地政司之寶貴意見，已修改於2.5小節中，精簡部份文字，並將各主題之內容整合成程序圖表。

2. 工作案期間，舉辦過實務座談會、問卷普查及個案訪談，了解國內移動製圖技術已蓬勃發展更勝於前，藉此本部欲了解本案發展中的各項技術（如率定實驗室的設置）可扮演的角色，在團隊執行與業者接觸過程中，其實際參與或尋求協助的意願如何，請於報告補充之？

回覆意見

感謝內政部地政司之寶貴意見，對於實驗室之設置，各家廠商對於實驗室設置之重要性皆相當肯定，已新增表2.40為本實驗室設置迄今使用過相關設施之單位統計表。如下所示：

	整合式定位定向 子系統率定場	影像感測器子 系統率定場	多平台製圖全系 統室外率定場
國家實驗研究院儀器科技研究中心(101年度)	■	■	■
九晟電子股份有限公司(101&102年度)	■		■
帕斯卡科技股份有限公司(102年度)	■		■
自強工程顧問有限公司(102年度)	■	■	■
台灣國際航電股份有限公司(102年度)	■		■
北極星測繪科技有限公司(102年度)	■		■
經緯衛星資訊股份有限公司(101&102年度)	■	■	■
日成航太科技股份有限公司(102年度)	■	■	■

3. 地面控制點內業解算座標（詳表2.17），其成果與前次期中報告中所呈現的成果不同（期中報告修訂本，表2.16），在強制附合至測量系館頂樓座標求解初步控制點座標後，設定解算作業為固定P01和P05平面座標，高程以P01為真值，觀測量並設定審查會議委員意見為精度平方的倒數加權計算，請說明選定固定點之考量及其餘設定之原因。（P.55）

回覆意見

感謝內政部地政司之寶貴意見，在平面座標部分，因於作業中，P01與P05四周環境透空度較良好，故信任其GPS觀測成果，且因P01能和大部分地面控制點通視(P03、P04除外)，於邊角測量時，主要架站皆於P01觀測，故解算時平面

座標時固定此兩點。而高程方面，進行水準測量時，主要量測P01與其他點的高程差，因此解算時將P01高程固定。

另外在權的設定方面，由於使用多種觀測量，每種觀測量的觀測方式皆不相同，其精度也不同，因此利用各觀測量精度平方的倒數做為權值，解算最後座標。

4. 中國所建置之GNSS系統名稱已正式使用北斗導航衛星系統（BeiDou Navigation Satellite System），與本案原規劃之COMPASS名稱略有更動，為契合實際狀況並回應契約內容，請於第四章節增加說明，以避免爭議。（P.120）

回覆意見

感謝內政部地政司之寶貴意見，為契合實際狀況並回應契約內容，故在期末報告中均使用北斗導航衛星系統(BeiDou Navigation Satellite System)，並已於第四章節中(P.120)增加說明，以避免爭議。

5. 第6章之第3、4節在於研提製圖需求或災害資訊蒐集之作業模式與測試，文中多敘述大型UAV應採行之作業模式，而於先期作業的測試方式或情況稍欠著墨，前於期中報告中已呈現部分內容，為完整呈現於期末報告中，請補充之。（P.178-181）

回覆意見

感謝內政部地政司之寶貴意見，此部分已經在期末報告中補充，請參考第6.3節。

6. 表2.4記載整合式定位定向系統慣性測量儀航向檢測記錄表及範例，於各環境溫度下皆做2次的檢測，並取平均值，但在Yaw(Ψ)項下測試資料和平均值呈現方式不太一致。另建議表單中「1」、「2」可明確標示為第1次測回、第2次測回（P.30）。

回覆意見

感謝內政部地政司之寶貴意見，已按照建議之方式修改表2.4。

第十二章、參考文獻

- 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。
- 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。
- 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。
- Aggarwal, P., Syed, Z., El-Sheimy, N., (2008): Thermal Calibration of Low Cost MEMS Sensors for Land Vehicle Navigation System, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Canada.
- Axelsson, P., (1999): Proceeding of Laser Scanner Data-Alorithms and Application, ISPRS JPRS, vol. 54, pp.138-147.
- Blaschke, T., (2010): Object based image analysis for remote sensing. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 65, 2-16.
- 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.
- Cannon, M.E., (1991): Airborne GPS/INS With An Application To Aerotrignulation, Ph.D. Thesis, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Calgary, Canada, UCSE Report Number 20040.
- Chiang, K.W., (2004): INS/GPS Integration Using Neural Networks for Land Vehicular Navigation Applications, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Calgary, Canada, UCGE Report 20209.
- 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.
- Chiang, K.W., Chang, H.W., Li, C.Y. and Huang, Y.W., (2009): An Artificial Neural Network Embedded Position and Orientation Determination Algorithm for Low Cost MEMS INS/GPS Integrated Sensors, Sensors 2009, vol. 9, No. 4, pp. 2586-2610.
- Chiang, K.W. and Chang, H.W., (2010): Intelligent Sensor Positioning and Orientation Through Constructive Neural Network-Embedded INS/GPS Integration Algorithms, SENSORS, 10 (10): 9252-9285 OCT 2010.
- Chiang, K.W., Chang, H.W., Li, C.Y., Huang, Y.W., (2011): An ANN embedded RTS smoother for an INS/GPS integrated positioning and orientation system, Applied Soft Computing 11, 2633-2644.
- Chiang, K.W., Duong, T.T.,* Liao J.K., (2013): The Performance Analysis of a Real-Time Integrated INS/GPS Vehicle Navigation System with Abnormal GPS Measurement Elimination. Sensors. 2013, 13(8), pp 10599-10622.
- Cohen, C.E. and Parkinson, B.W., (1992): Aircraft Applications of GPS-Based Attitude Determination, Proceedings of ION GPS-92, Albuquerque, pp. 775-782.

- eCognition, (2011): eCognition Developer Reference Book. Trimble Germany GmbH, Trappentreustr., München, Germany.
- 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.
- El-Sheimy, N., Schwarz, K.P., and Gravel, M., (1995): Mobile 3-D Positioning Using GPS/INS/Video Cameras, The Mobile Mapping Symposium, Columbus, OH, USA, pp.236-249.
- 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.
- El-Sheimy, N., (2012): Inertial Navigation and Sensor Fusion, Lecture note of The 2012 international Summer School of Mobile Mapping Technology, Tainan, Taiwan.
- Ellum, C.M., (2001): The Development of a Backpack Mobile Mapping System, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, Calgary, Canada, UCGE Reports 20159.
- Ellum, C.M., and El-Sheimy, N., (2003): The Calibration of Image-Based Mobile Mapping Systems, 6th Conference on Optical 3D Measurement Techniques, Switzerland.
- Fraser, C.S.; Edmundson, K.L., (2000): Design and implementation of a computational processing system for off-line digital close-range photogrammetry. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens, No. 55, pp. 94–104.
- Grejner-Brzezinska, D.A., (2001): Direct Sensor Orientation in Airborne and Land-based Mapping Applications, Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science, The Ohio State University, Report no. 461.
- Greening, T., Schickler, W., and Thorpe, A., (2000): The Proper Use of Directly Observed Orientation Data: Aerial Triangulation is not Obsolete, Proceeding of the ASPRS Annual Conference, Washington, DC, USA.
- Hein, G.W., (2000): From GPS and GLONASS via EGNOS to Galileo – positioning and navigation in the third millennium, GPS Solutions, vol. 3, No. 4, pp. 39-47.
- 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).
- Hinsken, K., Miller, S., Tempelmann, U., Uebbing, R., and Walker, S., (2002): Triangulation of LH Systems ADS40 Imagery Using Orima GPS/IMU, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Photogrammetric Computer Vision, ISPRS Comm. III Symposium, Graz, Austria, Part A, pp.156-162.
- Hou, H., (2004): Modeling Inertial Sensors Errors Using Allan Variance., UCGE Reports, Number 20201 Department of Geomatics Engineering, University of Calgary.
- Huang Y.S. and Tsai, M.L., (2008): The Impact of Compass/Beidou-2 on Future

GNSS: A Perspective from Asia, ION GNSS 2008 Meeting, Savannah, Georgia, USA.

- IEEE Std 1554TM, (2005): IEEE Recommended Practice for Inertial Sensor Test Equipment, Instrumentation, Data Acquisition, and Analysis, IEEE Aerospace and Electronic Systems Society Sponsored by the Gyro and Accelerometer Panel.
- Ip, A.W.L., (2005): Analysis of Integrated Sensor Orientation for Aerial Mapping, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, Calgary, Canada, UCGE Reports 20204.
- 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.
- Lapucha, D., (1990): Precise GPS/INS Positioning for Highway Inventory System, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Calgary, Canada.
- Li, Y. H., (2010): The Calibration Methodology of a Land Vehicle Mobile Mapping System and the Performance Analysis of the Direct Geo-referencing Department of Geomatics, National Cheng Kung University.
- Liao, J.K. Duong, T.T., Chiang, K.W., and Kuo, T.H., (2013): The Development of a FOG Based Tightly Coupled GNSS/INS Integrated System with Simple Temperature Compensation Method for Land Applications, ION/GNSS 2013 September, Portland.
- Madej, M.A., (2011): Temporal and Spatial Distribution of Landslides in the Redwood Creek Basin, Northern California, The Fourth Interagency Conference on Research in the Watersheds, Fairbanks, AK.
- McDonald, K.D., (2002): The Modernization of GPS: Plans, New Capabilities and the Future Relationship to Galileo, Journal of Global Position System, vol. 1, No. 1, pp. 1-17.
- Miller, J., (2004): GPS & Galileo: Evolution towards GNSS, Presented at ION NTM-04, San Diego, CA, pp. 73-91.
- 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.
- Mostafa, M.M.R., (2002): Camera/IMU Bore-sight Calibration: New Advances and Performance Analysis, Proceedings of the ASPRS Annual Meeting, Washington, DC, USA.
- NCHRP REPORT 748, (2013): Guidelines for the Use of Mobile LIDAR in Transportation Applications, TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2013.
- NovAtel, (2013): SPAN-CPT Product Sheet, Available at <http://www.novatel.com/assets/Documents/Papers/SPAN-CPT.pdf>, Access date:2013/03/20.
- Rau, J.Y., Chang, K.T., Shao, Y.C., and Lau, C.C., (2011): Semi-automatic shallow landslide detection by the integration of airborne imagery and laser scanning data, Natural Hazards, vol. 61, pp. 469-480.
- Rau, J.Y. & Yeh, P.C., (2012): A Semi-Automatic Image-Based Close Range 3D

- Modeling Pipeline Using a Multi-Camera Configuration, *Sensors*, 12(8), pp. 11271-11293. doi:10.3390/s120811271.
- Schwarz, K.P., Chapman, M., Cannon, M., Gong P., and Cosandier D., (1994): “A Precise Positioning/Attitude System in Support of Airborne Remote Sensing”, ISPRS94, Ottawa, Canada, June 6-10, pp. 241-248.
 - Schwarz, K.P. and El-Sheimy, N., (1996): Kinematic Multi-sensor Systems For Close Range Digital Mapping, ISPRS 1996, Commission V, Working Group III, Vienna, Austria.
 - 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.
 - Shi, C., Zhao, Q.L., Hu, Z.G., and Liu, J.N., (2012a): Precise Relative Positioning using Real Tracking Data from COMPASS GEO and IGSO Satellites, *GPS Solu*, published online: 19 May 2012.
 - Shi, C., Zhao, Q.L., Li, M., Tang, W.M., Hu, Z.G., Lou, Y.D., Zhang, H.P., Niu, X.J., and Liu, J.N., (2012b): Precise Orbit Determination of Beidou Satellites with Precise Positioning, *Sci China Earth Sciences*, 2012, vol. 55, No. 7, pp. 1079-1086.
 - Shin, E.H., (2005): Estimation Techniques for Low Cost Inertial Navigation, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Calgary, Canada, UCGE Report 20219.
 - 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.
 - Skaloud, J., (1999), Problems in Direct-Georeferencing by IMU/DGPS in the Airborne Environment, ISPRS Commission III, WG III/1 Barcelona, Spain, 1999.
 - Tetracam, 2013, Tetracam's Miniature Multiple Camera Array, http://www.tetracam.com/Products-Mini_MCA.htm, Access: 2013/07/06.
 - 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.
 - TML Guideline, (2012): TERRESTRIAL MOBILE LiDAR SURVEYING & MAPPING GUIDELINES, Department of Transportation, Florida, August 23, 2012.
 - 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.
 - Zhang, X., Li, Y., Mumford, P., and Rizos, C., (2000): Allan Variance Analysis on Error Characters of MEMS Inertial Sensors for an FPGA-based GPS/INS System. School of Surveying and Spatial Information Systems University of New South Wales, Australia.
 - Zhou, S.S., Cao, T.L., Zou, J.H., Hu, X.G., Tang, C.P., Liu, L., Guo, R., He, F., Chen, J.P., and Wu, B., (2012): Positioning Accuracy Assessment for the

4GEO/5IGSO/2MEO Constellation of COMPASS, *Sci China Physics Mechanics Astronomy*, 2012, vol. 55, No. 12, pp. 2290-2299.

- 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 1 業界個案訪談報告

北極星測繪科技有限公司			
姓名	楊坤霖	職稱	副總經理/技師
日期	2013/07/17	拜訪人	江凱偉 副教授
訪談議題與結論			
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 軟體。 ◆ 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ ESRI。 ◆ 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 政府單位迷信國外產品，較不考慮國內自主研發產品。 ◆ 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 國際上必然趨勢。 ◆ 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。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 需要，為降低人力成本和普及應用。 ◆ 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。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 需要。 ◆ 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 不了解。 ◆ 瞭解企業實施多平台移動製圖系統應用計劃的成效。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 略懂。 ◆ 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。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 國內市場規模過小，需協助開拓非傳統測量應用，同時需推廣此系統於跨領域、跨部門應用，如：都市發展局、環境保護局、交通、防災。 			

- ◆ 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。
 - 目前自主製作車載 SAR 及 SAR 軟體的成像處理解決方案。
- ◆ 無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。
 - 成本限制。
- ◆ 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。
 - 增設相關項目的科專計畫與獎勵。
 - 大型工程需明確規範該核心技納入工程需求，引導產業技術升級。
 - 推廣國內技術對外服務輸出，提升國內廠商國際競爭力。

台灣國際航電股份有限公司

姓名	鄭光哲	職稱	高級工程師
日期	2013/07/17	拜訪人	江凱偉 副教授

訪談議題與結論

- ◆ 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。
 - 生產價格及先進技術。
- ◆ 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。
 - Mio、研勤、勤歲。
- ◆ 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。
 - PND 產品受國際大廠競爭影響，極需政府有關單位支持。
- ◆ 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。
 - 這是國際上必然趨勢。
- ◆ 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。
 - 需要。
- ◆ 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。
 - 需要，產業往往無法先行購買，可透過此機制先行評估成本需求。
- ◆ 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。
 - 略懂。
- ◆ 瞭解企業實施多平台移動製圖系統應用計劃的成效。
 - 略懂。
- ◆ 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。
 - 市場尚未成熟，需公部門協助開拓市場。
- ◆ 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。
 - 目前自主嘗試製作測繪車研究 4 年。
- ◆ 無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。
 - 經費及市場的限制。

◆ 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。

➤ 資金協助、稅賦減免和法令明確規範，如：車輛改裝。

國家實驗研究院儀器科技研究中心

姓名	賴君怡	職稱	助理研究員
日期	2013/07/17	拜訪人	江凱偉 副教授

訪談議題與結論

- ◆ 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。
 - 自主研發遙測感測器。
- ◆ 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。
 - Leica。
- ◆ 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。
 - 銷售通路過少。
- ◆ 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。
 - 時勢所需。
- ◆ 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。
 - 需要，且需提供標準作業程序之結果精度，或是將規格納入規範。
- ◆ 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。
 - 需要。
- ◆ 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。
 - 略知一二。
- ◆ 瞭解企業實施多平台移動製圖系統應用計劃的成效。
 - 略知一二。
- ◆ 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。
 - 是否能以最少程序，達到最優精度。
- ◆ 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。
 - 研發先進遙測感測器。
- ◆ 無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。
 - 經費不足。

◆ 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。

➤ 經費。

碳基科技股份有限公司

姓名	李志烈	職稱	經理
日期	2013/07/10	拜訪人	饒見有 副教授

訪談議題與結論

- ◆ 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。
 - 主要產品:以小型 UAV 為主，目前以總重 2 公斤及 8 公斤之 Swallow 與 Avian 兩款 UAV 為主推產品。但本公司亦有能力製作總重兩百公斤以上之大型 UAV。
 - 本公司具有自主研發設計 UAV 之能力，並以外銷市場為主，過去以視訊即時偵蒐系統為主，近幾年開始朝航拍調查與測繪應用，並且加強國內市場之推廣。
- ◆ 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。
 - 主要競爭對手多為國外公司，例如 SenseFly、Trimble Gatewing 等。
- ◆ 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。
 - 在測繪應用部分因為近年剛投入經驗較少，在推廣上有較大的挑戰。
- ◆ 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。
 - 有必要繼續發展。
- ◆ 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。
 - 對本公司而言主要偏向資料蒐集面之標準作業程序，尤其是如何降低使用者操作之門檻，因此本公司之 UAV 多以彈射、自動飛控及傘降方式進行。而資料後處理則採用所代理之 AgiSoft 軟體，進行全自動影像空三及正射影像拼接。
- ◆ 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。
 - 希望增加產學合作計畫與學校合作。
- ◆ 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。
 - 目前是透過科專計畫與學校及工研院合作，以學習及獲取相關技術。
- ◆ 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。
 - 目前是以偵蒐系統為基礎，並持續進行研發增加 UAV 定位與定向感

測器，期能提升快速定位之精度。

- ◆ 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。
 - 希望能整合具有 DG 能力的 IMU/GPS 感測器，並與學校合作進行創新應用研發。
- ◆ 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。
 - 希望能透過業界科專、研發或應用計畫補助資金。
- ◆ 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。
 - 需要，尤其是理論基礎及率定部分。

群立科技股份有限公司

姓名	徐金煌	職稱	總經理
日期	2013/07/10	拜訪人	饒見有 副教授

訪談議題與結論

◆ 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。

➤ 主要產品

- ✓ GeoTaiwan: 使用 UltraCamXP 進行航拍，銷售數位大地影像。
- ✓ Garmin nuMaps: 銷售與 Garmin 導航機相同之 POI 與向量圖資。
- ✓ Google Earth Enterprise (GEE)
- ✓ Paradigm: 地質分析與地下礦藏探勘之解決方案
- ✓ Pleiades: 提供 50cm 高解析衛星影像
- ✓ GeoBox: 雲端展示查詢平台
- ✓ Pix4UAV: UAV 影像後處理軟體
- ✓ Geoweb3D: 三維 GIS 展示分析軟體，整合 ArcGIS 等 GIS 檔案、Google Map 與 WMS 等 Web Service 服務、LiDAR 光達資料，可快速展現精緻 3D 擬真效果、打造大型都市 3D 場景、提供流暢使用者體驗與展示效能，精簡人力成本、節省硬體購置開銷。

- 本公司以銷售航遙測影像及 GIS 應用軟體為主，提供使用者各種 GIS 解決方案。

◆ 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。

- 軟體部分主要競爭對手多為國外公司在台之代理商，例如宏遠公司，但 GIS 應用開發則有相當多競爭對手，例如瑞峻、互動國際數位、崧旭、九福等。

◆ 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。

- 本公司目前擁有 UltraCamXP 專業航拍數位相機，並且代理 Pleiades 高解析衛星影像資料，在許多 GIS 資料蒐集與更新上佔有利基，但近年來 GIS 行業競爭相當激烈，加上各種測繪車的引進，使本公司之經營更加困難，因此有必要增加測繪車相關影像蒐集系統。

◆ 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。

- 目前在許多 GIS 應用上多與都市及道路相關，因此預期移動式製圖

系統將會愈來愈熱門。

- ◆ 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。
 - 對本公司而言目前僅有空拍相機有 SOP，因為營運多年已經沒有問題。
- ◆ 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。
 - 目前主要是透過參與國內外研討會為主要資訊來源。
- ◆ 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。
 - 本公司即將引進美國所開發之 Earthmine 測繪車，對外提供蒐集全景影像街景之服務，並透過雲端提供使用者自行數化及蒐集 GIS 資料之應用軟體。
- ◆ 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。
 - 針對 Earthmine 未來商業模式將以每公里幾千元為單位提供任何人蒐集此測繪車全景影像資料。
- ◆ 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。
 - 本公司以引進國外軟體為主，並未進行 MMS 研發工作。
- ◆ 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。
 - 希望政府能針對”測繪”的定義更開放，許多航拍影像的蒐集都因為國土測繪法之規定變得綁手綁腳，無法施展。建議將”測繪”定義為”地形圖製作”相關業務，如此一來航拍申請之效率才可提升。
- ◆ 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。
 - 不需要。

日成航太科技股份有限公司

姓名	劉暹	職稱	處長
日期	2013/07/16	拜訪人	饒見有 副教授

訪談議題與結論

- ◆ 所經營產品與業務取得市場優勢的關鍵能力。
 - 航太、機械、通訊、電子類之機電整合、設計、優化與研發能力，從概念性產品轉換成實體化產品。
 - 主要產品:UAV 航拍設備、協助修護軍事設備、代理一些軍規等級產品、雷達系統、定位系統。
- ◆ 所經營產品與業務在國內外市場之主要競爭對手。
 - 經緯空間資訊、長榮航空、亞航、漢翔等。
- ◆ 主要利基產品與業務在市場上所面臨之困境。
 - 航權申請為阻擾業者發展的主要問題，建議納入私人企業，並納入產物保險可保險範圍，未經過申請者應該從嚴逞罰，以免現在一堆偷飛 UAV 者在製造危險，並且獲利。
 - 期望未來我國加入國際民航組織(ICAO)後，能有相關法源可以解套。
- ◆ 目前企業對多平台移動製圖系統應用看法。
 - 對其發展前景看好。
- ◆ 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。
 - 對本公司而言主要偏向資料蒐集面之標準作業程序，但仍對後端使用者之作業需求有深入了解，以便在資料獲取端協助使用者更順利獲取資料，例如透過改造 UAV 可以使用車頂起飛及降落傘降落，以降低 UAV 操作之門檻。
- ◆ 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。
 - 目前是透過跟學校合作的方式取得諮詢服務。
- ◆ 瞭解企業對多平台移動製圖系統應用計劃的現況及做法。
 - 以推廣搭載各式感測器且具 DG 能力的 UAV 為主，例如 DSLR RGB、NIR 或多光譜相機，以協助使用者快速獲取大面積遙測資料之目標。

- ◆ 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。
 - 目前仍在初創階段，以穩紮穩打為原則，等有成績才能推廣應用計畫。
- ◆ 從事多平台移動製圖系統研發創新概況。無研發創新的原因或研發創新所遭遇的困難。
 - 以具有 DG 能力的 UAV 當基礎，與學校合作進行創新應用研發。
- ◆ 在推動研發創新方面，最需要政府協助項目。
 - 希望能透過業界科專、研發或應用計畫補助資金
- ◆ 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。
 - 需要，尤其是理論基礎及率定部分。

附錄 2 政府機關個案訪談報告

交通部管理資訊中心			
姓名	李霞	職稱	技正
日期	2013/11/11	拜訪人	江凱偉 副教授
訪談議題與結論			
<p>◆ 貴中心交通路網數值圖建置工作中採用那些蒐集空間資訊(圖資與 POI)之工具?</p> <p style="padding-left: 20px;">➢ 衛星影像、正射影像、通用版電子地圖、內政部門牌資料。</p> <p>◆ 貴中心交通路網數值圖建置工作之空間資訊更新週期為何?</p> <p style="padding-left: 20px;">➢ 目前為每年蒐集參考圖源後一年更新一次，後續視異動通報制度之建立可縮短更新週期。</p> <p>◆ 貴中心交通路網數值圖建置工作之單位作業成本與作業時間標準為何? 如每公里單價?與每天作業里程?</p> <p style="padding-left: 20px;">➢ 路網數值圖每年係以統包方式發包更新，近年每年每公里維護更新路線平均單價約 120 元。</p> <p>◆ 貴中心交通路網數值圖建置工作是否訂定 POI 之精度標準?</p> <p style="padding-left: 20px;">➢ POI 地標目前作業方式為蒐集地標地址，再用內政部提供之門牌地址定位服務作定位，精度以內政部門牌資料為主。</p> <p>◆ 是否知悉多平台移動製圖系統技術之發展概況與它們在路網數值圖建置可能扮演之角色?</p> <p style="padding-left: 20px;">➢ 略知，可做道路中心線與屬性截取。</p> <p>◆ 是否了解路調車、街景車與移動製圖技術之差異?</p> <p style="padding-left: 20px;">➢ 路調車、街景車只是拍影像回來，無法作內業測量，移動製圖技術可作內業測量。</p> <p>◆ 若有需求，貴中心交通路網數值圖建置工作是否考慮引進多平台移動製圖系統以提升單位業務執行績效並減少作業成本?</p> <p style="padding-left: 20px;">➢ 需計算成本效益是否符合。</p> <p>◆ 若貴中心交通路網數值圖建置工作考慮引進多平台移動製圖技術，您希</p>			

望在哪些方面獲得相關支援？

答：提供承辦人員有關預算編列、招標規範撰寫及驗收標準訂定之相關資訊。

- ◆ 若貴中心交通路網數值圖建置工作考慮引進多平台移動製圖技術，期望法人單位或學術界提供服務資源？
 - 提供承辦人員有關預算編列、招標規範撰寫及驗收標準訂定之相關資訊。
- ◆ 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。
 - 很好，可以作為後續規劃路網圖維護更新作業執行方向參考。
- ◆ 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。
 - 鑑於內政部對於國土測繪有其需求，故建議內政部具備此系統，並將所蒐集路調影像及分析後之屬性資料有適當方式提供其他非測量公部門使用。

行政院農業委員會農糧署產業組

姓名	黃淑娟	職稱	技正
日期	2013/11/09	拜訪人	饒見有 副教授
過程	(1)簡報多平台 MMS 之應用 (2)討論及建議		

訪談結論

- (1) 農糧署目前在稻作面積之調查主要是以農委會林務局之有人機航拍影像，經過正射處理後之影像，進行調查及統計。部分小面積區域若有雲，才會使用無人機進行航拍。使用之無人機為智飛科技之 DODOPRO UAV，處理程序一樣會透過地面控制點進行空三平差與正射影像之製作。由於全省稻作面積相當大，不適合採用 UAV 進行全面作業。
- (2) 農糧署全省有四個分署，在農作物種類與生長情形之調查，需要一個快速簡單操作的影像拍攝平台與應用軟體系統，照片只須包含 GPS 與拍攝方向即可與 GIS 圖資套合，透過相關軟體進行 GIS 圖資屬性之編修。經過雙方討論後，認為機車是最佳的交通工具，可在車後架裝置一相機支架，上面架設 4-6 台 GPS 數位相機以涵蓋全景 360 度，拍攝時應該能夠自動計算行車距離，自動觸發拍照。相機高度離地約 2 公尺，以便辨識玉米之生長情形。平台設計必須方便使用及維護，相關設備必需方便拆卸，以免臨時離開機車導致設備被竊。
- (3) 建議本計畫未來可增加機車 MMS 的研究，不僅農作物調查，包括災後農作物損害程度之調查與佐證，對於災後救助及補償也有所依據。此外，對於都會區狹小巷弄汽車不易進出之處，也可適用，包括土地利用調查或製圖之現場勘查。

經濟部水利署勘測隊外業分隊

姓名	錢俊男	職稱	組長
日期	2013/11/11	拜訪人	饒見有 副教授
過程	(1)簡報多平台 MMS 之應用 (2)討論及建議		

訪談結論

- (1) 本勘測隊隸屬水利署台中辦公室，業務範圍從台中以南到台東，主要任務為調查河川斷面圖、盜採砂石、河川地籍測量、橋樑剖面圖測繪等，其中河川斷面圖是以全站儀透過地面測量而得，每十年量測一次，每一次都需要量測同一斷面，因此需在兩岸河堤上布置基準樁，但經常被人為或天然災害所破壞。
- (2) 在河川地籍測量部分，除了航測正射影像外，還需要現場地面測量，並與現有數值地籍圖套合比較。而盜採砂石，則僅能以現場監測方式進行。
- (3) 在橋樑剖面圖部分，主要是提供水流過橋樑之可用面積，目前因為現場經常受到遮蔽，不易現地測量，工時耗費太久。
- (4) 經過雙方討論後，採用無人機有助於上述四項業務之進行。但因為目前皆有標準作業程序，若要改變工法，仍需透過上級指示，初期仍須透過研究計畫，以了解無人機之作業模式，評估其可行性及精度等級，還有如何將所產生的 DSM 及空間資訊，與現有軟體界接，包括中介軟體之開發，都需要進一步探討。後續，將由錢先生向上級呈報本訪談成果，看是否可以進一步跟台中辦公室大隊長介紹此類技術。

中央研究院人文社會科學研究中心

姓名	廖泫銘	職稱	研究員
日期	2013/11/14	拜訪人	饒見有 副教授
過程	(1)以 Skype 簡報多平台 MMS 之研究成果 (2)討論及建議		

訪談結論

- (1) 目前中研院正在尋找合適的 Web-based 應用服務平台，例如在網路上提供街景全景影像，提供使用者客製化的圖台與各種地物調查及數化的服務。雖然 Earthmine 街景車跟 GIS 之整合相當流暢，但其商業模式可能不適合台灣，尤其是需求單位為政府機關時，可能會牽涉到觸犯國土測繪法的可能，因此建議本計畫能著手相關研究。
- (2) 中研院也積極在推廣 OpenStreetMap(OSM)的做法，由於政府機關製圖效率及更新頻率相當低，若能透過網民快速更新圖資，並開放給所有人使用，將會很有效率。例如近日海燕颱風在菲律賓造成極大的災害，OSM 透過全球網民的協助在 12 小時之內即協同作業完成災區災前道路的繪製，可提供菲律賓政府協助救災與重建的工作。中研院也在思考將所蒐集的街景資料透過 OSM 發布，讓網民繪製 POI 及有興趣的圖資。此類開放式圖資的概念，主要目的仍在提升 GIS 圖資更新的效率，並不要求工程應用的精度等級。
- (3) 建議本計畫能跟更多政府單位推廣 MMS 技術，以新的測量技術取代舊的工法，從 GIS 的需求出發，快速提供足夠精度的圖資即可，不需因為高精度的需求，而降低製圖效率且增加製作成本。從及時更新與動態圖資的概念出發，因此過往全國都會區大比例尺數值地形圖及通用版電子地圖的靜態測繪概念應該改變，因為那種製圖一次用十年的概念已經無法符合快速變化中的都市的需求，政府製圖的概念應該徹底改變，不要一味追求高精度。

附錄 3

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(102 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，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 副教授

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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系

填寫日期：民國 年 月 日

廠商基本資料	1.廠商名稱				
	2.統一編號		3.負責人		
	4.地 址				
	5.網 址				
	6.連絡人	姓名		電話	
		職稱		E-mail	
	7.資本額	新 台 幣 萬元	8.員工數	人	
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 (請注明)				
	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 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 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 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 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)
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。 <input type="checkbox"/> (6) 其他 (請注明)
	<p>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)</p> <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 (請注明)
<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！

★ 資料回傳方式

懇請惠於 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

附錄4 問卷調查測繪業者清冊

登記序號	測繪業名稱	負責人	測量技師	測量員	登記證字號	登記證有效期限	營業範圍	聯絡電話	營業地址	問卷回收
1	鴻富測量工程股份有限公司	葉文凱	葉文凱技師	許怡康、陳皓宇		105年2月21日	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、吳歷章		105年3月3日	含地籍測量	04-27078899	臺北市中山區南京東路3段215號6樓	<input checked="" type="checkbox"/>
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		105年5月11日	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		105年4月18日	含地籍測量	02-22454772	新北市中和區泰和街31-1號	<input checked="" type="checkbox"/>
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		105年5月1日	無地籍測量	02-26439699	新北市汐止區新台五路一段159號5樓之1	<input checked="" type="checkbox"/>
6	中興測量有限公司	林東裕	鄭鼎耀(地籍測量)、張坤樹(地籍測量)、林志交(無)技師	陳錫卿、蕭權章		105年5月8日	含地籍測量	04-22242788	臺中市西區忠仁街159號1至5樓	<input checked="" type="checkbox"/>

7	達利開發建設有限公司	胡金盆					07-7480221	高雄市鳳山區鳳崗路 64 號	
8	至盛國土科技顧問股份有限公司	楊志強	楊志強技師	陳宏偉、曾永江	105 年 7 月 2 日	無地籍測量	07-3850669	高雄市三民區民孝路 71 號	
9	大聖工程顧問有限公司	吳薦驊	陳品清技師	張又仁、許永芳	105 年 7 月 7 日	含地籍測量	04-25322886	臺中市西區公益路 206 號 1 樓	
10	陶林數值測量工程有限公司	沈明佑	劉漢鋒技師	楊安康、劉建誠	105 年 7 月 17 日	無地籍測量	04-22303659	臺中市北屯區崇德路二段 130 號 17 樓	<input checked="" type="checkbox"/>
11	北新工程顧問股份有限公司	柯朝仁					02-29158597	臺北縣新店市中正路 37 之 1 號 1 樓	
12	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	105 年 8 月 28 日	含地籍測量	035-339877	新竹市東區民生路 199-1 號 1 樓	
13	臻實測量工程有限公司	王孔炯	王孔炯技師	林獻堂、李漢良	105 年 10 月 3 日	含地籍測量	04-23821824	臺中市南屯區萬和路一段 28 之 11 號 1 樓	
14	世和測量有限公司	邱麗珠	陳景漢、黃祥田技師	蔡文章、柯義和	105 年 10 月 14 日	無地籍測量	03-3352465	桃園縣桃園市館後一街 2 號	
15	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	105 年 11 月 5 日	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	

16	自強工程顧問有限公司	賴澄漂	張順隆(地籍測量)、邱俊榮(無)、藍國華(無)技師	賴澄漂、吳逸翔	105年11月7日	含地籍測量	02-22252200	新北市中和區新民街112號5樓	<input checked="" type="checkbox"/>
17	泰碩工程顧問有限公司	曾啟書	曾啟書技師	張瑞芝、林建鑫	105年11月7日	無地籍測量	04-23952401	彰化市彰水路158巷6號1樓	
18	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	105年11月14日	無地籍測量	049-2225165	南投縣南投市復興路625號1樓	
19	新陸國土測繪有限公司	高治喜	高治喜技師	曹智廣、洪千晴	105年12月5日	無地籍測量	04-26152695	臺中市西屯區何厝東二街23號3樓之5	<input checked="" type="checkbox"/>
20	泰一測量工程有限公司	沈榮泰	黃福來技師	沈榮泰、周信宏	105年12月17日	無地籍測量	08-8642855	屏東縣南州鄉同安路10巷86號	
21	精準開發有限公司	陳順景	涂振邦技師	詹廷瑤、楊昌潭	105年12月23日	含地籍測量	04-23762755	臺中市西區忠明南路270號13樓之3	
22	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	105年12月24日	無地籍測量	06-3351068	臺南市東區東門路三段253號12樓	<input checked="" type="checkbox"/>

23	興雲國土科技資訊有限公司	林正萬	林正萬技師	鄭碧月、陳金榮	105年12月31日	無地籍測量	05-5877222	雲林縣西螺鎮西興南路116號2樓	
24	弘鼎測量有限公司	洪傳堅	徐粹青技師	譚次雄、陳東和	106年1月5日	含地籍測量	02-28384680	臺北市士林區德行東路6號6樓	
25	三禾測量工程有限公司	李振男	謝政平技師	李永欽、李振男	106年1月7日	含地籍測量	02-22420152	新北市中和區中山路二段312巷37號4樓	<input checked="" type="checkbox"/>
26	振東國土測繪有限公司	容發強	曾惇彬技師	張韶光、蔡俊昇	106年1月7日	含地籍測量	04-25394126	臺中市潭子區潭陽路30巷8號	
27	台灣世曦工程顧問股份有限公司	李建中	鄭宏達(地籍測量)、陳益鳳(地籍測量)、闕文鏈(地籍測量)、陳振文(無)、李訢卉(無)技師	張裕民、林伯勳、李莉華、姜興華	106年1月16日	含地籍測量	02-87973567	臺北市內湖區陽光街323號	<input checked="" type="checkbox"/>
28	至成測量有限公司	周銓祥	李正傑技師	周銓祥、黃以杰	106年1月20日	含地籍測量	04-23356973	臺中市霧峰區樹仁路121巷2號2樓之7	

29	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	106年1月20日	含地籍測量	02-22660540	新北市土城區中央路二段274號3樓	
30	瑞成工程顧問有限公司	謝周潤	謝周潤技師	張進興、林冠增	106年2月9日	含地籍測量	04-22208509	苗栗縣通霄鎮中正路193號1號	
31	全威測量工程有限公司	吳政育	任世孝技師	李志成、黃建榮	106年2月10日	無地籍測量	08-7364773	屏東縣里港鄉塔樓路24之13號	
32	尚揚工程顧問有限公司	洪江龍	郭玉樞技師	袁逸倡、王瑞洲	106年3月26日	含地籍測量	04-23719245	臺中市南屯區萬和路一段31之15號	
33	群鷹翔國土資源航空股份有限公司	許曉琴	張新鐸技師	趙忠安、王國熙	106年3月26日	無地籍測量	04-26155011	臺中市沙鹿區中清路42號	<input checked="" type="checkbox"/>
34	亞興測量有限公司	江俊泓	江俊泓技師	林中鏞、梁素美	106年3月31日	含地籍測量	04-23012552	臺中市臺灣大道二段101號13樓	<input checked="" type="checkbox"/>
35	九江測量有限公司	江柏燁	朱建鐘技師	蔡政昌、游家聲	106年4月6日	無地籍測量	04-25350013	臺中市潭子區中山路2段137巷5號7樓	
36	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	106年4月9日	無地籍測量	07-3116718	高雄市三民區天津街272號	
37	弘鑫測量工程有限公司	陳增鴻	陳威誠技師	賴秋棉、呂鴻興	106年4月14日	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	<input checked="" type="checkbox"/>

38	維駿工程顧問有限公司	陳添根	馬鴻鈞技師	陳添根、簡昇安	106年4月28日	含地籍測量	06-5724839	臺南市麻豆區和平路2之8號2樓	
39	尹晟工程顧問有限公司	黃煌輝	劉鎮南技師	黃煌輝、李啟明	102年5月5日	含地籍測量	02-25335681	臺北市中山區北安路458巷39號3樓	
40	競豪國土測繪有限公司	張宏隆	張宏隆技師	鍾仁文、歐隆注	106年5月11日	含地籍測量	02-22621766	新北市土城區中正路1號11樓之2	
41	懷恩測量工程有限公司	郭騏肇	龔順和技師	王彤妤、郭騏肇	102年5月15日	無地籍測量	04-24614197	臺中市西屯區文華路185號2樓	
42	銓承工程有限公司	范揚貴			102年5月26日		03-5579728	新竹縣竹北市仁義路131巷9號1樓	
43	千睿科技有限公司	莊美觀					07-7190131	高雄縣鳳山市鳳崗路58號1樓	
44	健安工程顧問有限公司	黃健雄	黃健雄技師	羅毅修、徐若柏	102年6月19日	含地籍測量	02-26750564	新北市鶯歌區永明街107號3樓	
45	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年7月17日	無地籍測量	02-24585699	基隆市暖暖區暖碇路169號9樓	<input checked="" type="checkbox"/>
46	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年7月17日	含地籍測量	03-3573537	桃園縣桃園市同安街183巷2弄10號3樓	
47	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年7月20日	無地籍測量	08-7343526	屏東縣屏東市廣東路1310號1樓	

48	創源測量有限公司	曾國榮	葉精國技師	曾國榮、許雅萍	102年8月10日	無地籍測量	04-7116748	彰化縣彰化市中興路71巷68-1號1樓	
49	方東工程顧問有限公司	高全能	高全能技師	劉鎮源、唐崇勳	102年8月18日	含地籍測量	02-86843323	新北市樹林區鎮前街347巷3弄3號	
50	鴻昇測量工程有限公司	廖吉雄	朱行健技師	黃文斌、黃景乾	102年8月25日	無地籍測量	04-25313266	臺中市大雅區三和村雅潭路154號	
51	正興測繪工程有限公司	陳俊山	陳俊山技師	王揚順、林威宗	102年8月26日	無地籍測量	07-2614009	高雄市前金區鼎盛街80號	
52	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年9月3日	含地籍測量	02-29180592	新北市新店區寶高路74號2樓	<input checked="" type="checkbox"/>
53	華揚測量工程有限公司	張英略			102年9月5日	無地籍測量	04-23815825	臺中市西區三民西路209號1樓	
54	遠圖數位科技有限公司	林啟榮	林啟榮技師	楊銘仁、黃襄堯、陳彥廷、洪奇生	102年9月23日	含地籍測量	04-7618575	彰化縣花壇鄉北口村彰花路957巷6號	
55	鴻運工程顧問有限公司	王奕荃	劉光明技師	王奕荃、沈耀琨、詹劭彰	102年10月27日	含地籍測量	02-24571217	基隆市暖暖區暖暖街530巷122-2號3樓	
56	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年11月16日	含地籍測量	02-22473595	新北市中和區復興路280巷33弄5號1樓	
57	東英測量工程有限公司	林娟娟	周渙文技師	陳俊杉、眭台光	102年12月3日	含地籍測量	04-23267627	臺中市西區博館三街82號3樓	<input checked="" type="checkbox"/>
58	亞新國土科技股份有限公司	徐明鎰	徐明鎰技師	許美英、李佩璇	102年12月8日	無地籍測量	04-23221422	臺中市大業路241號3樓之1	
59	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年12月10日	含地籍測量	03-4798899	桃園縣龍潭鄉建國路16巷1號	<input checked="" type="checkbox"/>

60	慎衡國土測繪有限公司	劉禎忠	杜仲楹技師	洪文亮、吳連發、邱郁誠	103年1月11日	含地籍測量	04-24375538	臺中市北屯區景賢南二路273號1樓	
61	泰昇測繪工程有限公司	胡志成	陳文欣技師	李俊男、胡志成	103年1月21日	含地籍測量	02-28485874	新北市三重區溪尾街27巷48號4樓	<input checked="" type="checkbox"/>
62	育祥國土測繪有限公司	林春生	李瑞春技師	譚忠華、陳炳榕、詹孟軒	103年2月8日	無地籍測量	049-2338887	南投縣草屯鎮碧山路981巷3弄9號1樓	
63	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年3月3日	含地籍測量	02-24571629	基隆市暖暖區東碇路508號1樓	
64	成威工程顧問有限公司	容發彥	魏夢辰技師	容發彥、蔡志宏	103年3月16日	無地籍測量	04-25368558	臺中市縣潭子區潭陽路30巷6號1樓	
65	得盈開發有限公司	羅威士	羅威士技師	蘇建源、張志鋒	103年3月29日	含地籍測量	04-23299989	臺中市南屯區大墩17街137號10樓	
66	鉅識測繪科技有限公司	李志宏	李志宏技師	李鉅洧、石鎮源	103年4月20日	含地籍測量	06-2029595	臺南市永康區永平街39號1樓	<input checked="" type="checkbox"/>
67	經緯空間資訊股份有限公司	羅正方	王定平技師	蘇文志、陳均昇	103年4月21日	含地籍測量	02-27084438	臺北市大安區信義路四段306號10樓	<input checked="" type="checkbox"/>
68	群測測量工程有限公司	游志文	汪宗漂技師	游志文、林偉明	103年5月6日	無地籍測量	02-22517091	新北市板橋區篤行路三段玉平巷76弄17號3樓	
69	九福科技顧問股份有限公司	黃國紋	黃國紋技師	黃政理、劉鈞鴻	103年5月7日	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	
70	瑞川測量聯合技師事務所	侯堉堅	侯堉堅技師	張洪生、潘建坤	103年5月11日	含地籍測量	02-27628980	臺北市南京東路五段316號5樓之1	<input checked="" type="checkbox"/>
71	林文得測量技師事務所	林文得	林文得技師	曾烏秋、顏安中	103年5月12日	無地籍測量	04-22306662	臺中市北屯區興安路一段133巷5-2號3樓	
72	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年5月	含地籍測量	03-5517408	新竹縣竹北市光明三路166號	

	司				14日				
73	天中天工程有限公司	蔡進中	卓贊育技師	蔡進中、程南萍	103年5月24日	無地籍測量	02-25502252	臺北市大同區天水路49號8樓	
74	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年6月8日	無地籍測量	07-2115628、	高雄市新興區新興路31號	
75	山阜顧問有限公司	丘如山	張錦泉技師	丘如岡、丘如山	103年6月14日	無地籍測量	02-24292290	基隆市中正區義二路75號4樓	
76	宏吉測量工程顧問有限公司	王天南				含地籍測量	05-5361755	雲林縣斗六市三平里北平路51-2號1樓	
77	大壹測量有限公司	卓訓培	孟祥福技師	卓訓培、劉昆彥	103年7月1日	無地籍測量	03-4982965	桃園縣中壢市中正路4段588巷16號1樓	<input checked="" type="checkbox"/>
78	華邦工程顧問有限公司	蕭志書	蕭志書技師	王小秋、張春柱	103年8月2日	含地籍測量	02-24226789	基隆市信義區信一路133之2號4樓	
79	百達威電科技股份有限公司	李偉智			103年10月5日	無地籍測量	06-5800000	臺南市新化區民權街58號	<input checked="" type="checkbox"/>
80	坤眾科技股份有限公司	林立義	林立義技師	林益州、梁榮森	103年10月12日	無地籍測量	02-26516161-102	臺北市南港區重陽路221號3樓	
81	富楓測量有限公司	徐素英	何奇鋆技師	謝金成、邱達康	103年11月2日	含地籍測量	03-5218461	新竹市中華路2段723號4樓之1	
82	泰陽測量工程有限公司	陳生泰	翟立信技師	蔡孟宏、蔡守雄	103年11月11日	無地籍測量	07-6525249	高雄市鳳山區新強路134號1樓	<input checked="" type="checkbox"/>
83	詠翔測量工程有限公司	許茂坤	張昭宜技師	葉建和、吳瑞溪	103年11月16日	無地籍測量	05-7835229	雲林縣北港鎮仁愛路169號1樓	<input checked="" type="checkbox"/>
84	日陞測量有限公司	林瑞德	孫景武技師	陳銘山、朱勝興	103年12月	無地籍測量	049-2305692	南投縣南投市彰南路一段722號1樓	<input checked="" type="checkbox"/>

					6日				
85	達雲科技有限公司	許鈺敏	林明旻技師	徐偉城、林恩楷、陳慧鵬、謝其昌	103年12月28日	含地籍測量	03-6589495	新竹縣竹北市光明六路東一段247號3樓	<input checked="" type="checkbox"/>
86	永達測量有限公司	陳文達	鄒憲章技師	謝清龍、吳長宗	104年1月5日	含地籍測量	02-89855295	新北市三重區頂崁街196號5樓	
87	華興測量有限公司	林進江	馮同修技師	李選思、林進江	104年3月4日	含地籍測量	04-24060599	臺中市大里區新興路157號1樓	
88	興成測量有限公司	賴明昌	涂裕民技師	江仁傑、何進嘉	104年3月10日	無地籍測量	04-22972010	臺中市北區文昌一街83號	
89	林宥廷測量技師事務所	林宥廷	林宥廷技師	王吉昌、林柏亨	104年8月1日	含地籍測量	02-29206786	新北市永和區福和路182號5樓	<input checked="" type="checkbox"/>
90	環球測繪有限公司	黃宗宸	周宏達技師	黃宗宸、張子嫻	104年8月30日	無地籍測量	02-29522814	新北市板橋區民生路一段91號3樓	
91	力弘科技股份有限公司	李漢良	賈志強技師	袁國慶、陳威彰	105年3月6日	含地籍測量	04-23805563	臺中市南屯區豐樂里黎明路一段830號	
92	久峯工程顧問有限公司	林景瑤	孫志堅技師	林景瑤、吳文明	105年6月4日	無地籍測量	07-7158803	高雄市苓雅區武廟路72號2樓	
93	駿業空間測繪有限公司	盧金胡	盧金胡技師	鄭鈺雯、黃信福	105年6月5日	含地籍測量	07-2258753	高雄市苓雅區建國一路255之1號5樓	<input checked="" type="checkbox"/>
94	崧騰測量工程有限公司	林志清	賴子銘技師	詹振浩、李朝漢	105年7月25日	無地籍測量	04-26818676	臺中市大甲區通天路149巷1號	
95	天與地科技股份有限公司	陳毅	郭源技師	廖世嘉、廖威鳴	105年8月30日	無地籍測量	02-22420321	新北市中和區泰和街31之1號	<input checked="" type="checkbox"/>
96	乙弘國際股份有限公司	宋耀光	廖向芄技師	戚淳婷、陳蘭君	105年9月	含地籍測量	07-7335158	高雄市左營區明華一路229號6樓	

	司					26 日				
97	佑益測量有限公司	鍾琮凱	周順卿技師	阮文俊、羅國倫		105 年 11 月 7 日	無地籍測量	04-22954516	臺中市石岡區石岡街 105 號 2 樓	
98	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		106 年 1 月 21 日	含地籍測量	05-5361755	雲林縣斗六市北平路 51 之 2 號 1 樓	
99	銓日儀企業有限公司	章乃文	王義強技師	趙尊憲、任崇銘		106 年 2 月 7 日	無地籍測量	07-5717056	高雄市苓雅區英明路 313 號	<input checked="" type="checkbox"/>
100	華緯工程技術顧問有限公司	闕啟華	闕啟華技師	吳政盈、王俊傑		106 年 2 月 8 日	含地籍測量	03-6992000	新竹縣湖口鄉成功路 326 號 1 樓	

附錄 5

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 102 年 6 月 14 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	大壹測量有限公司			
	2. 統一編號	公司編號 25074892	3. 負責人	卓訓培	
	4. 地址	桃園縣中壢市中正路4段588巷16號1樓			
	5. 網址				
	6. 連絡人	姓名	孟祥福	電話	(02) 2720 2785
		職稱		E-mail	
	7. 資本額	新台幣	萬元	8. 員工數	人
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				
	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 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				

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 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 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) | |

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

面向 (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 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 <input type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)

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：

1. 主管機關制定標準作業程序，業主可依照要求作業單位遵照。
 2. 多平台移動製圖儀器及器材，可分別如測量儀器向有合格之檢定單位進行檢定與校正合格之認證才從事作業。
 3. 多平台移動製圖之組裝運行作業應在案前提詳細的計劃提報主管機關審核，此部份可結合約定之技術學術單位負責辦理。
 4. 精度或時的保證，承包商要實值的系統作業能力，共同的人員，~~辦~~實際的業務經驗。只為個人的構想，不成熟的意見。
- 願解多見諒，希新科技技術道早在我社會中普遍運用。
感謝您的支持和寶貴意見！

★ 資料回傳方式

懇請惠於 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝!

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 102 年 5 月 20 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	日陸測量有限公司			
	2. 統一編號	8969-977	3. 負責人	林瑞德	
	4. 地址	南投縣草屯鎮虎山路 715 巷 75 號			
	5. 網址	9588@ms14.hinet.net			
	6. 連絡人	姓名	林瑞德	電話	049-2305692
		職稱	負責人	E-mail	
	7. 資本額	[REDACTED]		8. 員工數	13 人
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 checked="" 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 checked="" 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 (請注明)				
	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 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 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				



國內多平台移動製圖系統業者調查表

產 品 面 向	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
	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)	_____ %			
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 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 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)		

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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：	
1.多平台移動製圖系統無法得知採購儀器系統,符合作業需求,只聽單方面廠商之說明。	
2.儀器製圖之採購成本過高。	

感謝您的支持和寶貴意見!

★ 資料回傳方式

懇請惠於 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳·謝謝!

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國102年5月18日

廠商基本資料	1.廠商名稱	厚生工程顧問有限公司			
	2.統一編號	89995887	3.負責人	王文輝	
	4.地址	桃園縣新龍潭鄉建國路16巷17			
	5.網址 e-mail	(hsw888@ms14.ninet.net)			
	6.連絡人	姓名	洪邱虹瑛	電話	479-8899
		職稱	行政專員	E-mail	同上
	7.資本額	[REDACTED]		8.員工數	20, 人
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 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 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)				
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 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 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 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 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 船載				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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
	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
	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)	_____ %
	車載(4)	_____ %	人載(5)	_____ %
其他(7)	_____ %	船載(6)	<u>70</u> %	
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 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)		
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)		

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 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 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 checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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：	
針對多平台移動製圖系統，舉辦交流活動。	
讓國內相關單位(企業界更需瞭解)；做有效性的交流意見。	

感謝您的支持和寶貴意見！

★ 資料回傳方式

懇請惠於 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國102年5月18日

廠商基本資料	1.廠商名稱	鉅藏測繪科技有限公司			
	2.統一編號	25188157	3.負責人	李志宏	
	4.地址	台南永康區永平街39號1F			
	5.網址				
	6.連絡人	姓名	李志宏	電話	[REDACTED]
		職稱	測繪技師	E-mail	
	7.資本額	[REDACTED]	8.員工數	16 人	
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 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 (請注明)				
	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 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 checked="" type="checkbox"/> (2) UAV <input type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 船載				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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 checked="" 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 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			
	空載(1)	國外廠商名稱：_____		
	UAV(2)	國外廠商名稱： <u>sensefy</u>		
	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： <u>sonarmite</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>25</u> %
	UAV(3)	<u><5</u> %	車載(4)	_____ %
人載(5)	<u>25</u> %	船載(6)	<u><5</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 checked="" type="checkbox"/> (1) 土地利用調查		<input type="checkbox"/> (2) 民生地標蒐集		
<input type="checkbox"/> (4) 建物設施調查		<input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市		
<input type="checkbox"/> (7) 其他		<input checked="" type="checkbox"/> (3) 公路設施調查		
		<input checked="" type="checkbox"/> (6) 防救災		
(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 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 checked="" 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)				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 <u>< 5</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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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：	
<u>資料分享與回饋機制標準建立。</u>	

感謝您的支持和寶貴意見！

★ 資料回傳方式

懇請惠於 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(102 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 副教授
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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

地址：701 台南市大學路 1 號 測量與空間資訊學系



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



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101年5月20日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	自遠威電科技(股)公司			
	2. 統一編號	80092005	3. 負責人	李偉賢	
	4. 地址	台南市新化區民權街58號			
	5. 網址				
	6. 連絡人	姓名	李偉賢	電話	
		職稱	店經理	E-mail	
	7. 資本額		8. 員工數	18人	.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 (請注明)				
	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 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 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 李外				

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 type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展
	UAV(2)	<input checked="" 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 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 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： <u>尚測試中。</u>		
	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>90</u> %
	UAV(3)	_____ %	人載(5)	<u>10</u> %
	車載(4)	_____ %	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 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 checked="" 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)		
	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 checked="" 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)		



國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國102年 5 月20 日

廠商基本資料	1.廠商名稱	瑞川測量聯合研究所			
	2.統一編號	15755820	3.負責人	侯育龍	
	4.地址	台北市松山區南隸路5段310號5F之1			
	5.網址	http://www.msa-hitech.net			
	6.連絡人	姓名	李建利	電話	27628980
		職稱	經理	E-mail	[REDACTED]
	7.資本額	新台幣 [REDACTED]	8.員工數	10 人	
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 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 checked="" type="checkbox"/> (5)打入國際市場 <input type="checkbox"/> (6)精度提升 <input type="checkbox"/> (7)其他 (請注明)				
	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 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 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				



國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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
	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)	_____ %			
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 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)		

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 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 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 <input type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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：	
目前台灣此方面硬體設備軟體等均依賴國外其成本較高且推廣上 困難致使測繪等並不普遍造成技術及資源集中無法使本系統 於業界普遍應用希望能引進較低價位之產品及學術單位培 訓較多的人才使其普及及弘揚繪業。	

感謝您的支持和寶貴意見！

★ 資料回傳方式

懇請惠於 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(102 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，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 副教授

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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

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 108 年 6 月 15 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	北極星測繪科技			
	2. 統一編號	80615459	3. 負責人	謝建仲	
	4. 地址	基隆市暖暖區. 暖暖路169號9A			
	5. 網址	www.rs-survey.com			
	6. 連絡人	姓名	楊坤宏	電話	
		職稱	V.P.	E-mail	
	7. 資本額	新台幣	萬元	8. 員工數	30 人
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 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 (請注明)				
	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 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 checked="" type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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 checked="" 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 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： <u>iMar, Keycom, Perizero</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)	<u>0</u> %	
人載(5)	_____ %	船載(6)	_____ %	
其他(7)	<u>100</u> %			
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 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)		
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)		

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 0 % (2)私部門 0 % (3)其他 100 %	(研發階段)
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 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 <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 (請注明)	
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：		
政府對產業技術提升的決心，對促進產業技術昇級		
及致力於輸出國際，對產業輔導的配套為何：例如：		
1) 科學輔導的拋注 2) 國際大展的聯合佈展協助。		
3) 國合會的外交輸出 4) 重大工程強制規範等。		
5) 提升知名度之普及		

感謝您的支持和寶貴意見！

★ 資料回傳方式

懇請惠於 102 年 6 月 25 日 (星期五) 交付座談會主辦單位，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 102 年 5 月 20 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	自強工程顧問有限公司			
	2. 統一編號	34542481	3. 負責人	賴澄漂	
	4. 地址	新北市中和區新民街112號5樓			
	5. 網址	http://www.strongco.com.tw			
	6. 連絡人	姓名	賴澄漂	電話	
		職稱	董事長	E-mail	
	7. 資本額		8. 員工數	58 人	
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 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 (請注明)				
	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 checked="" type="checkbox"/> (5) 船載				



國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	3. 移動製圖系統取得方式			
	空載(1)	<input checked="" 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 checked="" 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 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			
	空載(1)	國外廠商名稱： <u>Riegl</u>		
	UAV(2)	國外廠商名稱： _____		
	車載(3)	國外廠商名稱： <u>IWANE</u>		
	人載(4)	國外廠商名稱： _____		
	船載(5)	國外廠商名稱： <u>Kongsberg MTB</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)	<u>5</u> %	空載(2)	<u>30</u> %
	UAV(3)	_____ %	車載(4)	<u>20</u> %
人載(5)	_____ %	船載(6)	<u>30</u> %	
其他(7)	<u>15</u> %			
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"/> (3) 公路設施調查		<input checked="" type="checkbox"/> (4) 建物設施調查		
<input checked="" 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)		
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 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)		
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 checked="" type="checkbox"/> (4) 銷售創新		
<input type="checkbox"/> (5) 其他		(請注明)		

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 90 % (2)私部門 5 % (3)其他 5 %
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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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>1. 加強^各種的教育訓練課程安排</p> <p>2. 推動各相關使用單位教育推廣及運用方面·讓各單位</p> <p>3 解多平台移動製圖系統帶給他們的方便性·提早資料更新。</p>	

感謝您的支持和寶貴意見!

★ 資料回傳方式

懇請惠於 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳·謝謝!

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(102 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 副教授
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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

地址：701 台南市大學路 1 號 測量與空間資訊學系

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	詮華國土測繪有限公司			
	2.統一編號	04622450	3.負責人	黃仰澤	
	4.地址	新北市汐止區新台五路一段159號5F-1			
	5.網址	http://www.chuanhua.com.tw			
	6.連絡人	姓名	彭德熙	電話	[REDACTED]
		職稱	副理	E-mail	[REDACTED]
	7.資本額	[REDACTED]	8.員工數	20 人	
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 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 (請注明)				
	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 checked="" type="checkbox"/> (5) 船載				

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 checked="" 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 checked="" 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：	<u>Leica · Intergraph · Trimble</u>	
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>RIEGL · TELEDYNE RESON · K2 SONIC</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)	<u>0</u> %	空載(2)	<u>50</u> %
UAV(3)	<u>0</u> %	車載(4)	<u>10</u> %
人載(5)	<u>15</u> %	船載(6)	<u>20</u> %
其他(7)	<u>5</u> %		
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"/> (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 <u>四分之一地形圖、DEM建置</u> (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 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)			
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)			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 <u>70</u> % (2)私部門 <u>20</u> % (3)其他 <u>10</u> %
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 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 <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 (請注明)
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：	
<u>建立各項基本圖資整合流通</u>	
<u>使用空載於製圖時需先行航拍申請，往往需50天作業時間，希望各單位能協力幫助，以縮短工時，以利功進</u>	

感謝您的支持和寶貴意見！

★ 資料回傳方式

懇請惠於 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 102 年 6 月 19 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	中興測量有限公司			
	2. 統一編號	51076642	3. 負責人	林東裕	
	4. 地址	臺中市西區忠仁街, 59 號			
	5. 網址	www.chsurvey.com.tw			
	6. 連絡人	姓名	廖珊珊	電話	04-22241188 #51
		職稱	總務行政	E-mail	[REDACTED]
	7. 資本額	[REDACTED]	8. 員工數	10 人	
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				
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 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 (請注明)				
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 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				
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 checked="" 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				

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 checked="" 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 checked="" 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：	<u>optech</u>	
UAV(2)	國外廠商名稱：	_____	
車載(3)	國外廠商名稱：	<u>Optech</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)	<u>15</u> %
UAV(3)	_____ %	車載(4)	<u>5</u> %
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 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 checked="" type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市	<input checked="" type="checkbox"/> (6) 防救災
	<input type="checkbox"/> (7) 其他	(請註明)	
	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 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 checked="" type="checkbox"/> (4) 不限一種方式		
	<input type="checkbox"/> (5) 其他	(請註明)	
	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 checked="" type="checkbox"/> (4) 銷售創新	
	<input type="checkbox"/> (5) 其他	(請註明)	

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 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 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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！



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



成功大學



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

(102 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，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 副教授

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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

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102年6月25日

廠商基本資料	1. 廠商名稱		2. 統一編號		3. 負責人					
	4. 地址		5. 網址		6. 聯絡人					
	姓名		電話		E-mail					
	職稱		E-mail		8. 員工數					
	7. 資本額		8. 員工數		9. 人					
	1. 目前，您對多平台移動製圖系統技術的瞭解程度為		□(1)很熟悉		□(2)熟悉		□(3)了解一點		□(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		□(1)是		□(2)否		□(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		□(1)是		□(2)否		□(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		□(1)能		□(2)不能		□(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)		□(1)成本更低		□(2)效率更高		□(3)品質更佳				
		□(4)拓展業務地域範圍		□(5)打入國際市場		□(6)精度提升				
		□(7)其他						(請注明)		
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)		□(1)GPS/GNSS		□(2)IMU		□(3)POS 解算		□(4)系統率定		
		□(5)遙測感測器成果處理		□(6)多平台資料聯合處理模式		□(7)其他		(請注明)		
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		□(1)有		□(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)		□(1)空載		□(2)UAV		□(3)車載				
		□(4)人載		□(5)船載						

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 checked="" 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 checked="" 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 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：	Leica, UltraCam	
UAV(2)	國外廠商名稱：	Pix+D	
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)			
空載(1)	%	空載(2)	40 %
UAV(3)	%	UAV(3)	15 %
車載(4)	%	人載(5)	%
船載(6)	%	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 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 checked="" 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)	
	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 checked="" type="checkbox"/> (4) 銷售創新	
	<input type="checkbox"/> (5) 其他	(請注明)	

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 <u>50</u> % (2)私部門 <u>70</u> % (3)其他 <u>30</u> %
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 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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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 102 年 6 月 25 日 (星期五) 交付座談會主辦單位，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 102 年 05 月 20 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	台新地產工程顧問有限公司			
	2. 統一編號	28412550	3. 負責人	李建中	
	4. 地址	台北市內湖區德光街 323 號			
	5. 網址	www.ceci.com.tw			
	6. 連絡人	姓名	陳振文	電話	[REDACTED]
		職稱	正工程師	E-mail	[REDACTED]
	7. 資本額	[REDACTED]	8. 員工數	1717 人	
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 type="checkbox"/> (6) 精度提升				
	<input type="checkbox"/> (7) 其他 (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 checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定				
資源面向	<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 (請注明)				
	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				
資源面向	<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 type="checkbox"/> (3) 車載				
<input checked="" type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載					

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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 checked="" 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： <u>RIEGL</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)	<u>50</u> %	
UAV(3)	<u>20</u> %	車載(4)	<u>30</u> %	
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 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 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 checked="" 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 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 checked="" type="checkbox"/> (4) 銷售創新 <input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注明)				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 <u>90</u> % (2)私部門 <u>10</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 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 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 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 (請注明)
	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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝!



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



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

(102 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，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 副教授

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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

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 6 月 23 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	遠豐科技			
	2. 統一編號		3. 負責人		
	4. 地址				
	5. 網址	www.bidar.com.tw			
	6. 連絡人	姓名		電話	
		職稱		E-mail	
	7. 資本額	新台幣	萬元	8. 員工數	20 人
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 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 (請注明)				
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 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 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				
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 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				

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 checked="" 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 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 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： <u>Leica</u>		
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)	<u>30</u> %	空載(2)	<u>70</u> %
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 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 checked="" type="checkbox"/> (6) 防救災
	<input type="checkbox"/> (7) 其他	(請註明)	
	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 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	(請註明)	
	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	(請註明)	

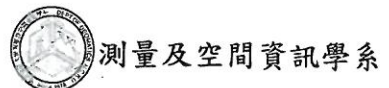
國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 95 % (2)私部門 5 % (3)其他 %
發展 面向	<p>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)</p> <p><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。</p> <p><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。</p> <p><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。</p> <p><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。</p> <p><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。</p> <p><input type="checkbox"/> (6)其他 (請注明)</p> <p>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)</p> <p><input type="checkbox"/> (1)領域知識指導</p> <p><input type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉</p> <p><input type="checkbox"/> (4)教育訓練課程</p> <p><input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)</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：	

感謝您的支持和寶貴意見！

★ 資料回傳方式

懇請惠於 102 年 6 月 25 日 (星期五) 交入座談會主辦單位，謝謝！



國內多平台移動製圖系統業者調查表

(102 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，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 副教授

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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

地址：701 台南市大學路 1 號 測量及空間資訊學系



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



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102年06月25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. 統一編號	27285850	3. 負責人	董事長	
	4. 地址	台北市東區東門路三段253號12F			
	5. 網址	www.geosat.com.tw			
	6. 連絡人	姓名	李政義	電話	06-3351068#113
		職稱		E-mail	
	7. 資本額	新台幣	萬元	8. 員工數	90 人
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				
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 (請注明)				
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 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				
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				

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 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 checked="" 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 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)	10	UAV(3)	10 %
車載(4)	25	車載(4)	25 %
人載(5)	_____ %	人載(5)	_____ %
船載(6)	_____ %	船載(6)	_____ %
其他(7)	_____ %	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 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)			
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 checked="" 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 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 checked="" type="checkbox"/> (4) 銷售創新	
<input type="checkbox"/> (5) 其他 (請注明)			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國102年5月22日

廠商基本資料	1.廠商名稱	弘毅測繪工程有限公司			
	2.統一編號	80657226	3.負責人	陳睿明	
	4.地址	台北市民生路中環品苑3弄20-1號地下室			
	5.網址	ckeci186@ms13.hinet.net			
	6.連絡人	姓名	費金諾	電話	02-27170189
		職稱		E-mail	
	7.資本額	新台幣	萬元	8.員工數	人
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 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 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 (請注明)				
	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 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				

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 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 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) 防救災 <input type="checkbox"/> (7) 其他 (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 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 checked="" 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)			

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 <u>100</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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝!

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(102 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 副教授
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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

地址：701 台南市大學路 1 號 測量與空間資訊學系

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	泰昇測繪工程有限公司			
	2.統一編號	16198422	3.負責人	胡志斌	
	4.地址	新北市蘆洲區集賢路222-3號12樓			
	5.網址				
	6.連絡人	姓名	蔡竺芳	電話	
		職稱	會計主任	E-mail	
	7.資本額	新台幣	500	萬元	8.員工數
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 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				
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				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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 checked="" 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： <u>RIEGL</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)	_____ %
	車載(4)	<u>35</u> %	人載(5)	_____ %
其他(7)	_____ %	UAV(3)	_____ %	
船載(6)	_____ %			
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"/> (4) 建物設施調查		<input checked="" type="checkbox"/> (3) 公路設施調查		
<input type="checkbox"/> (7) 其他		<input checked="" type="checkbox"/> (6) 防救災		
(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 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 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)				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 <u>50</u> % (2)私部門 _____ % (3)其他 <u>50</u> %
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 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 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 (請注明)
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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 102 年 5 月 27 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	林睿廷測量技師事務所			
	2. 統一編號	26991256	3. 負責人	林睿廷	
	4. 地址	新北市永和區福和路100號5F			
	5. 網址				
	6. 連絡人	姓名	林睿廷	電話	02-29206726
		職稱		E-mail	[REDACTED]
	7. 資本額	新台幣	萬元	8. 員工數	6 人
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 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 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 (請注明)				
	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 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				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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
	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)	_____ %
	車載(4)	10 %	人載(5)	_____ %
其他(7)	_____ %	UAV(3)	_____ %	
		船載(6)	_____ %	
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 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) 防救災	
<input type="checkbox"/> (7) 其他		(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 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 checked="" 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)		

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 100 % (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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(102 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 副教授
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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

地址：701 台南市大學路 1 號 測量與空間資訊學系



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調查表

填寫日期：民國 102 年 5 月 21 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱		緯厚翔國土資源航空(股)公司		
	2. 統一編號		12984005	3. 負責人	
	4. 地址		台中市沙鹿區中清路42號		
	5. 網址		www.gwa.com.tw		
	6. 連絡人	姓名	高瑞喜	電話	04-26155011
		職稱	經理	E-mail	[REDACTED]
	7. 資本額	新台幣 [REDACTED]	8. 員工數	15 人	
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 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 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 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				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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
	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)	_____ %			
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"/> (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)				
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 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)				

國內多平台移動製圖系統業者調查表


填寫日期：民國 102 年 5 月 20 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	駿業空階測繪有限公司			
	2. 統一編號	53593381	3. 負責人	盧金胡	
	4. 地址	高雄市苓雅區建國一路255之1號5F			
	5. 網址				
	6. 連絡人	姓名	盧金胡	電話	07-2258753
		職稱	總經理	E-mail	[REDACTED]
	7. 資本額	新台幣	[REDACTED]	8. 員工數	8 人
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 (請注明)				
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 checked="" type="checkbox"/> (2) IMU				
	<input checked="" type="checkbox"/> (3) POS 解算 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 系統率定				
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					

國內多平台移動製圖系統業者調查表

C H	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
	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
C H	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：_____		
C H	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)	_____ %
	車載(4)	_____ %	人載(5)	_____ %
	其他(7)	_____ %	UAV(3)	_____ %
			船載(6)	_____ %
C H	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 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)		

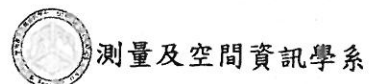
國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 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 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)	
發展 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 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 checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)	
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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！



國內多平台移動製圖系統業者調查表

(102 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 副教授

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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

地址：701 台南市大學路 1 號 測量與空間資訊學系



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調查表

填寫日期：民國102年5月28日

廠商基本資料	1.廠商名稱	新陸國土測繪有限公司			
	2.統一編號	21403212	3.負責人	高治壽	
	4.地址	40156 台中市西屯區何厝東二街233號3F-25			
	5.網址	www.gwa.com.tw			
	6.連絡人	姓名	高治壽	電話	04-26152695
		職稱	總經理	E-mail	
	7.資本額	新台幣	500	萬元	8.員工數
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 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 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.目前貴公司有沒有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				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產 品 面 向	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
	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)	_____ %			
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 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 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 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)		

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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	<p>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)</p> <p><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。</p> <p><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。</p> <p><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。</p> <p><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。</p> <p><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。</p> <p><input type="checkbox"/> (6)其他 (請注明)</p> <hr/> <p>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)</p> <p><input type="checkbox"/> (1)領域知識指導</p> <p><input type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制</p> <p><input type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉</p> <p><input type="checkbox"/> (4)教育訓練課程</p> <p><input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)</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：	

感謝您的支持和寶貴意見！

★ 資料回傳方式

懇請惠於 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！



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



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

(102 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 副教授

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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

地址：701 台南市大學路 1 號 測量與空間資訊學系

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國102年 5 月 31 日

廠商基本資料	1.廠商名稱	詠翔測量工程有限公司			
	2.統一編號	80745093	3.負責人	許茂坤	
	4.地址	雲林縣虎尾鎮興南里1-20號			
	5.網址				
	6.連絡人	姓名	許茂坤	電話	05-6339601
		職稱	總經理	E-mail	
	7.資本額	新台幣		8.員工數	20 人
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 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 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				



國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 <u>40</u> % (2)私部門 <u>60</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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
	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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝!

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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
	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
	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： <u>RESON</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)				
空載(1)	_____ %	空載(2)	_____ %	
UAV(3)	_____ %	UAV(3)	_____ %	
車載(4)	_____ %	人載(5)	_____ %	
船載(6)	_____ %	船載(6)	<u>100</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 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 <u>治挖</u> (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 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 type="checkbox"/> (3)管理創新 <input type="checkbox"/> (4)銷售創新 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國102年5月27日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	東英測量工程有限公司			
	2. 統一編號	80223587	3. 負責人	林娟娟	
	4. 地址	台中市西區博館三街32號三樓			
	5. 網址				
	6. 連絡人	姓名	周漢文	電話	(04) 23267627
		職稱	總經理	E-mail	
	7. 資本額	新台幣		8. 員工數	10人
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 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 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 (請注明)				
	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 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				



國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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
	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)	_____ %			
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 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 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)				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 <u>0</u> % (2)私部門 <u>0</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 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 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 <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 (請注明)
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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！



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調查表

填寫日期：民國102年 6月 5日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	天興地科技股份有限公司			
	2. 統一編號	89583979	3. 負責人	陳毅文	
	4. 地址	新北市中和區泰和街31-1號			
	5. 網址				
	6. 連絡人	姓名	阮世綸	電話	(02)22420321
		職稱	經理	E-mail	[REDACTED]
	7. 資本額	新台幣	[REDACTED]	8. 員工數	25人
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 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 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 (請注明)				
	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 (請注明)				
資源面向	1. 目前貴公司有沒有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				



國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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
	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)	_____ %			
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 (請註明)				
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 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 (請註明)				
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 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 (請註明)				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 100 % (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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 102 年 06 月 05 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	岳達科技股份有限公司			
	2. 統一編號	>8005759	3. 負責人	顏怡和	
	4. 地址	新北市新店區電音路74號2樓			
	5. 網址				
	6. 連絡人	姓名	顏怡和	電話	02-29180592
		職稱	總經理	E-mail	[REDACTED]
	7. 資本額	新台幣 [REDACTED]	8. 員工數	12 人	
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 checked="" 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 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				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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 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 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： <u>剛金尼航宇有限公司</u>		
	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>70</u> %	
UAV(3)	<u>20</u> %	車載(4)	_____ %	
人載(5)	_____ %	船載(6)	_____ %	
其他(7)	<u>10</u> %			
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 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)		
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 checked="" 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)		



國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國102年 6 月 8 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	銓日儀企業有限公司			
	2. 統一編號		3. 負責人	章乃文	
	4. 地址	高雄市旗津區中洲3路482號			
	5. 網址				
	6. 連絡人	姓名	王義浩	電話	07-5717056
		職稱	經理	E-mail	
	7. 資本額	新台幣	萬元	8. 員工數	30 人
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 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 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 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 type="checkbox"/> (1) 空載 <input type="checkbox"/> (2) UAV <input checked="" type="checkbox"/> (3) 車載 <input type="checkbox"/> (4) 人載 <input checked="" type="checkbox"/> (5) 船載				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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 checked="" 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 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			
	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： <u>Applanix POSMV</u>		
人載(4)	國外廠商名稱： _____			
船載(5)	國外廠商名稱： <u>Applanix posmv</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)	_____ %	
UAV(3)	_____ %	車載(4)	_____ %	
人載(5)	_____ %	船載(6)	<u>50</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 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)				
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 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)				



國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 <u>70</u> % (2)私部門 <u>30</u> % (3)其他 %
發展 面向	<p>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)</p> <p><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。</p> <p><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。</p> <p><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。</p> <p><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。</p> <p><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。</p> <p><input type="checkbox"/> (6)其他 (請注明)</p> <p>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)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> (1)領域知識指導</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> (2)技術諮詢服務機制</p> <p><input type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程</p> <p><input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)</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：	

感謝您的支持和寶貴意見！

★ 資料回傳方式

懇請惠於 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(102 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 副教授

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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

地址：701 台南市大學路 1 號 測量與空間資訊學系



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



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102年 6 月 5 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱		縱橫測量有限公司		
	2. 統一編號		23940482	3. 負責人	
	4. 地址		新北市中和區泰和街31-1號		
	5. 網址		http://www.ch2394.com, ch2394@msa.hinet.net		
	6. 連絡人	姓名	林添喜	電話	(02) 2654772
		職稱	經理	E-mail	
	7. 資本額	新台幣		8. 員工數	20 人
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 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 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 (請注明)				
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 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					

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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
	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)	_____ %			
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 (請註明)				
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 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 (請註明)				
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 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 (請註明)				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 <u>100</u> % (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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
	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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

填寫日期：民國 104 年 月 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. 統一編號	2728-5850	3. 負責人	余致義	
	4. 地址	台南市東門路三段253號10F			
	5. 網址	www.geosat.com.tw			
	6. 連絡人	姓名	張瑞隆	電話	[REDACTED]
		職稱	副總經理	E-mail	[REDACTED]
	7. 資本額	新台幣 74100,000 萬元	8. 員工數	90 人	
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				
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 (請注明)				
	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				
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				



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 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 checked="" 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 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)	5	%
車載(4)	10	%	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)

- (1) 土地利用調查
 (2) 民生地標蒐集
 (3) 公路設施調查
 (4) 建物設施調查
 (5) 三維數碼城市
 (6) 防救災
 (7) 其他 地形圖更新 (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)

- (1) 以企業自身力量自主建設
 (2) 尋找軟硬體服務商外包獨立建設
 (3) 依靠協力廠商服務機構提供諮詢和監理指導
 (4) 不限一種方式
 (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)

- (1) 科技創新
 (2) 服務創新
 (3) 管理創新
 (4) 銷售創新
 (5) 其他 (請注明)

產品面向



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



成功大學
CHENGDE UNIVERSITY



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

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 <input type="text"/> % (2)私部門 <input type="text"/> % (3)其他 <input type="text"/> %
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 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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳·謝謝!

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		亞明測量有限公司		
	2. 統一編號		22568794	3. 負責人	
	4. 地址		臺中市高美大道二段101號13樓		
	5. 網址				
	6. 連絡人	姓名	江俊評	電話	04-23012552
		職稱	總經理	E-mail	
	7. 資本額	新台幣		8. 員工數	
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 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 type="checkbox"/> (6) 精度提升				
	<input type="checkbox"/> (7) 其他 (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 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)				
	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 checked="" type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載					

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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 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 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： <u>凡爾光電</u>		
	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)	_____ %
	車載(4)	_____ %	人載(5)	<u>10</u> %
其他(7)	_____ %	UAV(3)	_____ %	
		船載(6)	_____ %	
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"/> (4) 建物設施調查		<input checked="" type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市		
<input type="checkbox"/> (3) 公路設施調查		<input type="checkbox"/> (6) 防救災		
<input type="checkbox"/> (7) 其他		(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 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)				
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)		

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 90 % (2)私部門 10 % (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 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 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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(102 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 副教授
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：

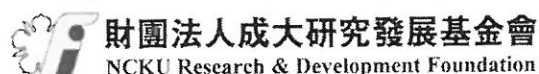
聯絡人：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

地址：701 台南市大學路 1 號 測量與空間資訊學系



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調查表

填寫日期：民國 102 年 5 月 21 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱		三采測量工程有限公司		
	2. 統一編號		16048141	3. 負責人	
	4. 地址		新北市中和區中山路二段312巷37號4F		
	5. 網址				
	6. 連絡人	姓名	林育芳	電話	10212242-0197
		職稱	會計	E-mail	
	7. 資本額	新台幣		8. 員工數	
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 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 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 (請注明)				
	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				
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 checked="" 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				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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	<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
	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)	<u>50</u> %	
人載(5)	<u>30</u> %	船載(6)	<u>20</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 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 type="checkbox"/> (3)公路設施調查		<input type="checkbox"/> (6)防救災		
<input type="checkbox"/> (7)其他		(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 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 checked="" 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 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)		

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 <u>60</u> % (2)私部門 <u>40</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 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 <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 (請注明)
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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(102 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 副教授

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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

地址：701 台南市大學路 1 號 測量與空間資訊學系



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調查表

填寫日期：民國 102 年 6 月 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	陶林數值測量工程有限公司			
	2. 統一編號	84693104	3. 負責人	沈明佑	
	4. 地址	406台中市北屯區崇德路二段130號17樓			
	5. 網址	www.taolin.com.tw			
	6. 連絡人	姓名	楊安康	電話	04-22303659
		職稱	測量技師	E-mail	[REDACTED]
	7. 資本額	新台幣	[REDACTED]	8. 員工數	28 人
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 type="checkbox"/> (1) 是 <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 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 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				



國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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 checked="" type="checkbox"/> 國內採購	<input type="checkbox"/> 自行組裝發展
	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
	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： <u>RIEGL VZ-1000</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)	_____ %
	車載(4)	<u>6</u> %	人載(5)	_____ %
其他(7)	_____ %	UAV(3)	_____ %	
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"/> (4) 建物設施調查		<input type="checkbox"/> (5) 三維數碼城市		
<input checked="" type="checkbox"/> (3) 公路設施調查		<input type="checkbox"/> (6) 防救災		
<input type="checkbox"/> (7) 其他		(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 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)		

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 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 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 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 <input type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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 102 年 6 月 14 日 (星期五) 前以回郵信封回傳，謝謝！

國內多平台移動製圖系統業者調查表

(102 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，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 副教授

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：張清鴻 專案經理

電子信箱：

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812

行動電話：

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 102 年 6 月 25 日

廠商基本資料	1. 廠商名稱	泰陽測量工程有限公司			
	2. 統一編號	1315 2710	3. 負責人	陳生春	
	4. 地址	燕大樹區 中山路 3 巷 49 3 號			
	5. 網址	www.tysc.com.tw			
	6. 連絡人	姓名	陳生春	電話	
		職稱	測量員	E-mail	
	7. 資本額	新台幣		8. 員工數	20 人
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				
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 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 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)				
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 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 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 <input checked="" type="checkbox"/> (4) 人載 <input type="checkbox"/> (5) 船載				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

產品面向	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 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 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)	_____ %			
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 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)				
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 checked="" 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)				

國內多平台移動製圖系統業者調查表

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 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 checked="" type="checkbox"/> (6)其他 <u>制定規則</u> (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 <input type="checkbox"/> (3)關鍵性技術移轉 <input checked="" type="checkbox"/> (4)教育訓練課程 <input type="checkbox"/> (5)其他 (請注明)
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 102 年 6 月 25 日 (星期五) 交付座談會主辦單位，謝謝！

附錄6

「多平台移動製圖系統發展現況與展望」實務座談會

壹、活動名稱

「多平台移動製圖系統發展現況與展望」實務座談會

貳、活動主旨

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，同時因此類系統整合諸多昂貴的感測器與相當複雜資料處理模組，國外儀器製造商所提的教育訓練課程與建議的作業程序多半是彙整在他們系統發展過程中所得之經驗，但國外系統測試的環境有別於台灣，有些時候這些原廠建議的方法並不適合台灣的現況。

所以在內政部地政司的支持下，國立成功大學測量及空間資訊學系著手建置多平台製圖系統測試及率定實驗室，包含專業慣性測量儀率定及測試功能與整合式定位定向系統測試功能、整合式定位定向子系統、測試與率定實驗室等，並邀請國內外多平台製圖系統領域的專家出任顧問，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家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。

參、活動目的

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，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。

肆、辦理單位

一、指導單位：內政部地政司

二、主辦單位：成大研究發展基金會
國立成功大學測量及空間資訊學系

伍、座談會規劃

- 一、研討日期：102 年 6 月 25 日 (星期二)
- 二、研討地點：國立成功大學測量及空間資訊學系(2F 教室)
- 三、參加對象：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、研各界專家菁英人數約 50 人。
- 四、報名截止時間： 102 年 6 月 18 日 (星期二) 前報名。
- 五、報名方式：以報名表內容傳真或 Email 回覆或上網報名。
- 六、報名網址：<http://mms.geomatics.ncku.edu.tw>。
- 七、報名費用：免費參加。
- 八、時數認證：本研討會提供技師時數簽證和公務人員時數簽證認證。如需申請
時數證明請填寫身分證號。

計畫主持人：江凱偉 副教授

協同主持人：曾義星 教授

楊 名 教授

饒見有 副教授

敬邀

(102 年度內政部地政司多平台製圖技術工作案)

陸、議程表

時間	場次	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 副教授	內政部地政司 成大測量與空間資訊學系
10:00~10:30	1	運用 MMS 即時影像更新維護國家基礎圖資	羅正方 總經理	經緯衛星資訊股份有限公司
10:30~11:00	2	移動式掃描測繪系統與建構數位城市之展望	王名玉 工程師	台灣檢驗科技股份有限公司
11:00~11:30	3	日陞 MMS 系統之應用與發展	游勳喬 總經理	日陞空間資訊股份有限公司
11:30~12:00	4	車載光達系統作業規範之建立與探討	林志交 技術研發室經理	中興測量有限公司
12:00~13:00	午餐時間			
13:00~13:30	5	空載移動測繪系統於多平台成果展示與應用	邱俊榮 副總經理	自強工程顧問有限公司
13:30~14:00	6	Integration of Mobile Sensors	陳立邦 副總經理	迅聯光電有限公司
14:00~14:30	7	多目標感測系統於三維空間資訊之應用	吳瑞文 經理	詮華國土測繪有限公司
14:30~15:00	8	IWANE 全景攝影測量系統之應用	林志奕 技術服務部經理	宏遠儀器有限公司
15:00~15:20	茶敘時間			
15:20~15:50	9	多平台製圖系統測試及率定實驗室之設置現況	江凱偉 副教授	成大測量與空間資訊學系
15:50~16:20	10	車載影像式測繪系統之作業程序與應用系統	饒見有 副教授	成大測量與空間資訊學系
16:20~17:00	11	多平台製圖系統作業實務研討&座談		
17:00~	散會			

柒、座談會地點

國立成功大學測量及空間資訊學系(成功校區)

捌、交通方式

- 高鐵台南站：往成功大學、台南火車站
 - ◆ 至高鐵台南站二樓轉乘通廊或一樓大廳 1 號出口前往台鐵沙崙站。
 - ◆ 搭乘台鐵區間車前往台南火車站。

◆ 約 30 分鐘一班車 · 約 20 分鐘可到達台南火車站；成功大學自台南火車站(後站出口)步行即可到達。

■ 台南火車站

◆ 到達台南火車站；成功大學自台南火車站(後站出口)步行即可到達。

■ 詳細交通方式請上成功大學網站查詢：

◆ 首頁->關於成大->交通資訊->如何來到成功大學

◆ 首頁->關於成大->交通資訊->校區地圖

★ 資料回傳收件與洽詢：

聯絡人：張清鴻 專案經理

電子信箱

連絡電話：06-2757575 轉 63833#812 傳真電話：06-2375764

行動電話：

地址：701 台南市大學路 1 號 測量與空間資訊學系

附錄 7

「多平台移動製圖系統發展現況與展望」實務座談會與會名單

● 主講人名單

序號	單位	姓名	職稱	簽到
1	經緯衛星資訊股份有限公司	羅正方	總經理	羅正方
2	台灣檢驗科技股份有限公司	王名玉	工程師	王名玉
3	日陞空間資訊股份有限公司	游勳喬	總經理	游勳喬
4	中興測量有限公司	林志交	技術研發室經理暨測量技師	林志交
5	自強工程顧問有限公司	邱俊榮	副總經理	邱俊榮
6	迅聯光電有限公司	陳立邦	副總經理	陳立邦
7	詮華國土測繪有限公司	吳瑞文	經理	吳瑞文
8	宏遠儀器有限公司	林志奕	技術服務部經理	林志奕

● 與會人員名單

多平台移動製圖系統實務座談會 2013/6/25

序號	單位	姓名	職稱	簽到
1	群立科技股份有限公司	徐金煌	總經理	
2	群立科技	楊進雄	測量技師	楊進雄
3	詮華國土測繪有限公司	彭德熙	航空測量部副理	彭德熙
4	台灣防災產業協會	鄭錦桐	執行秘書	鄭錦桐
5	國科會災害防救應用科技方案辦公室	謝其泰	博士	謝其泰
6	自強工程顧問有限公司	賴澄漂	董事長	賴澄漂
7	財團法人中興工程顧問社	蕭震洋	副研究員	蕭震洋
8	岳達科技股份有限公司	顏怡和	總經理	顏怡和
9	達雲科技有限公司	徐偉城	總經理	徐偉城
10	台灣世曦	劉新達	副理	
11	正興測繪工程有限公司	陳俊山	測量技師	
12	大壹測量有限公司台北	孟祥福	測量技師	孟祥福
13	經緯衛星資訊股份有限公司	張瑞隆	副總經理	張瑞隆
14	銓日儀企業有限公司	王義強	經理	王義強
15	台灣世曦工程顧問股份有限公司	闕文鏈	工程師	闕文鏈

序號	單位	姓名	職稱	簽到
16	權威測量有限公司	陳錫倉	技師	陳錫倉
17	權威測量有限公司	蔡清祥	經理	蔡清祥
18	內政部國土測繪中心	林承毅	課員	林承毅
19	泰陽測量工程有限公司	陳生泰	測量員	陳生泰
20	內政部地政司	黃鉅富	技正	
21	內政部地政司 測量科	邵泰璋		邵泰璋
22	泰昇測量工程公司	陳文欣	測量技師	陳文欣
23	林宥廷測量技師事務所	林宥廷	負責人	
24	嘉義林區管理處	洪淑霞	技正	洪淑霞
25	中興測量有限公司	張坤樹	副總經理	張坤樹
26	營建署城鄉發展分署中區規劃隊	黃光輝	副工程司	黃光輝
27	交通大學	張智安	副教授	張智安
28	內政部營建署城鄉發展分署南區隊	任水清	幫工程司	任水清
29	國立中央大學	張紋綺	博士生	張紋綺
30	台灣國際航電	鄭光哲	高級工程師	鄭光哲

序號	單位	姓名	職稱	簽到
31	北極星測繪科技有限公司	楊坤霖	測量技師	楊坤霖
32	育祥國土測繪有限公司	譚忠華		譚忠華
33	行政院農業委員會林務局農林航空測量所	黃宗仁	技佐	黃宗仁
34	詠翔測量工程有限公司	許茂坤	負責人	許茂坤
35	日陞測量有限公司	林瑞德	負責人	林瑞德
36	中華民國地籍測量學會	盧鄂生	理事長	盧鄂生
37	SGS	陳思因	行銷專員	陳思因
38	SGS	高煥欽		高煥欽
39	高雄市政府地政局	林家全	技士	林家全
40	高雄市政府地政局	李建寬	科長	李建寬
41	駿業空間測繪有限公司	盧金胡	總經理	盧金胡
42	內政部營建署城鄉發展分署	鄧進輝	工程員	鄧進輝
43	水利署	吳虹邑	助理工程司	
44	臺北市政府地政局土地開發總隊	楊巧潔		楊巧潔
45	臺北市政府地政局土地開發總隊	顏誠緯		顏誠緯

序號	單位	姓名	職稱	簽到
46	臺北市政府地政局土地開發總隊	劉建志	技士	劉建志
47	國立中央大學	賴哲儂	博士生	賴哲儂
48	高雄市政府地政局測量科	劉耕源	技士	劉耕源
49	中興測量有限公司	洪慶忠	研發工程師	洪慶忠
50	國立成功大學測量及空間資訊學系	林昱廷	學生	林昱廷
51	成功大學測量及空間資訊學系	李易唐	學生	李易唐
52	台灣儀器行股份有限公司	阮英彥	經理	阮英彥
53	中興測量有限公司	高云惠	專案工程師	高云惠
54	成大測量系	蔡展榮	副教授	蔡展榮
55	日成航太科技股份有限公司	劉暹	處長	劉暹
56	國立中央大學太空中心	葉家忠	計劃助理	葉家忠
57	經緯衛星資訊	余致義	Chairman	余致義
58	成功大學測量及空間資訊學系	周志明	學生	周志明
59	遠望科技	林明忠	技師	林明忠
60	遠望空間資訊	郭家鴻	工程師	郭家鴻

序號	單位	姓名	職稱	簽到
61	中興測量有限公司	江俊承	總經理	江俊承
62				

● 公務員時數簽證簽到表

多平台移動製圖系統實務座談會 公務員時數簽證						
2013/6/25 Tue.						
序號	姓名	身分證字號	單位	0625(二) 10:00-12:00	0625(二) 13:00-15:00	0625(二) 15:20-17:00
1	林承毅		內政部國土測繪中心	林承毅	林承毅	林承毅
2	黃光輝		營建署城鄉發展分署中區規劃隊	黃光輝	黃光輝	黃光輝
3	任水清		內政部營建署城鄉發展分署南區隊	任水清	任水清	任水清
4	黃宗仁		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
5	林家全		高雄市政府地政局	林家全	林家全	林家全
6	李建寬		高雄市政府地政局	李建寬	李建寬	李建寬
7	鄧進輝		內政部營建署城鄉發展分署	鄧進輝	鄧進輝	鄧進輝
8	吳虹邑		水利署			
9	楊巧濤		臺北市政府地政局土地開發總隊	楊巧濤		
10	顏誠緯		臺北市政府地政局土地開發總隊	顏誠緯		
11	劉建志		臺北市政府地政局土地開發總隊	劉建志		
12	劉耕源		高雄市政府地政局測量科	劉耕源		
13	洪慶忠		嘉義林管處	洪慶忠		
14						

● 技師時數簽證簽到表

多平台移動製圖系統實務座談會
2013/6/25 13:00-15:00

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	楊進雄			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
2	彭德熙			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
3	邱俊榮			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
4	陳俊山			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
5	孟祥福			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
6	張瑞隆			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
7	王義強			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
8	關文鍵			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
9	陳錫倉			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
10	陳生泰			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
11	陳文欣			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
12	林宥廷			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
13	張坤樹			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
14	楊坤霖			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
15	盧金胡			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
16	劉暹			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
17	余致義			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
18	林志文			2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
19				2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	
20				2013-06-25 13:00:00.000	2013-06-25 15:00:00.000	財團法人成大研究發展基金會	

May 29, 2013



Mr. Chieh-Hsun Chu
Dept. of Geomatics, NCKU
No. 1, University Road
Tainan 701, Taiwan

**THE INSTITUTE
OF NAVIGATION**

8551 Rixlew Lane, Suite 360
Manassas, VA 20109-3701
703-366-2723 / 703-366-2724, fax
www.ion.org

Dear Mr. Chu:

Your abstract, titled "*The Performance Analysis of a Portable Mobile Mapping System with Different GNSS Processing Strategies*," has been accepted as an Alternate Presentation for ION GNSS+ 2013, taking place September 16-20, 2013, at the Nashville Convention Center, Nashville, Tennessee.

As an **alternate**, you should bring all necessary materials and be prepared to present at the conference in the event of a cancellation. If you attend the Speakers' Breakfast, attend your session and are fully prepared to present your paper, your paper **WILL** be published in the proceedings even if you are not called upon to present verbally.

Your abstract has been assigned to Session A2: Marine and Land Based Applications, scheduled for Wednesday, September 18, 2013. You can view the full program online at: <http://www.ion.org/meetings/gnss2013program.cfm>

Please confirm that you have been notified of the acceptance of your abstract by signing in to the ION Abstract Management Portal at www.ion.org/abstracts

Please review your paper title and author list carefully to ensure that all of the information is correct. You may use the ION Abstract Management Portal at www.ion.org/abstracts to make edits to the title of your paper, the authors listed, the abstract text, and the biography that will be used to introduce you. You can also upload your paper, presentation slides and copyright release form. Any changes made online before August 23, 2013 will be reflected in the onsite printed conference program that will be distributed at the conference.

NOTE: Papers not representative of the original abstract submitted will **NOT** be included in the conference proceedings, regardless of whether or not they were presented at the conference and may affect the acceptance of future abstracts.

An author's kit with all necessary information for authors is available at the ION GNSS+ Author Resource Center at: <http://www.ion.org/authors/gnss>.


The Author Resource Center includes:

- Important Dates and Deadlines
- Speaker Breakfast Information (your attendance on Wednesday, September 18, 2013 is mandatory; it is at the breakfast that you will learn of any last minute cancellations. If you are not at the breakfast, your session chairs will not be able to assign you to a presentation slot even if another presenter cancels)
- Presentation Instructions
- Paper Preparation Instructions for Compliant Files
- Instructions for Uploading Your Final Paper Electronically
- Helpful Tips on Promoting Your Presentation
- Forms, Documents and Templates

Your completed manuscript is due no later than August 23, 2013. Corrected manuscripts will be accepted through September 30, 2013. Papers or revisions submitted after September 30 will not be accepted.

You are encouraged to contact your session chairs, preferably by e-mail, at your earliest opportunity. Please keep them updated on your status; they are your first points of contact for any questions you might have. If for any reason you are not able to make contact with your session chair, please do not hesitate to contact me.

Best Regards,


Miriam Lewis
ION Author Liaison
E-mail: meetings@ion.org

*Dedicated to the advancement of
the art and science of positioning,
navigation & timing.*

The Performance Analysis of a Portable Mobile Mapping System with Different GNSS Processing Strategies

Chien-Hsun Chu, Kai-Wei Chiang, Cheng-An Lin

Department of Geomatics, National Cheng-Kung University, Taiwan

BIOGRAPHY

Chien-Hsun Chu is a PhD. Candidate 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. He is interested in navigation technology such as GNSS modernization, inertial navigation, integrated system techniques and Photogrammetry.

ABSTRACT

Over the years, land vehicular based Mobile Mapping Systems (MMSs) have demonstrated that accuracies suitable for all but the most demanding cadastral and engineering applications can be achieved. This result, combined with a reduction in both the time and cost of data collection, made MMS a very interesting technology potentially able to meet the demand of spatial information system operators for rapid spatial data acquisition. However, the high costs involved in the development of such systems limits their growth in the market, so that land vehicular based MMSs are still mainly operated by the companies or institutions that build them. In addition, the primary limitation of such land vehicular based systems in terms of operation flexibility is the dependence of the availability and quality of road networks. Sometime streets in the metropolitan area are too narrow for land vehicle to operate. To allow a wider community of spatial

data user to benefit of mobile mapping applications - in particular the lower costs and greater efficiency of data collection, a portable MMS (PMMS), is developed in this study. The proposed PMMS is composed of a tactical grade Inertial Measurement Unit (IMU), dual frequencies Global Navigation Satellite System (GNSS) receiver, two digital cameras, a centralized power supply as well as data storage unit to avoid the use of computer or laptop. Data processing modules including Position and Orientation System (POS) module, mounting calibration (boresight and lever arm) module and close range photogrammetry module are developed in this study. In addition, different GNSS processing strategies applied for proposed PMMS operation including conventional differential GNSS with a physical reference station, differential GNSS with Virtual Reference Station (VRS) and Precise Point Positioning (PPP) are investigated in terms of their Direct Georeferencing (DG) performance. Preliminary results presented in this study by comparing DG results of checking points provided by the proposed PMMS from various scenarios with their known coordinates depicts the absolute 3D positioning accuracy can reach less than 10 centimeters when the object distance is around 20 meters.

Keywords: INS, GNSS, VRS, PPP, MMS

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.

Mobile mapping refers to a means of collecting geospatial data using mapping sensors that are mounted on a mobile platform. The development of land vehicular based mobile mapping systems was initiated by two research groups in North America, The Center for Mapping at Ohio State University, USA, and the Department of Geomatics Engineering at the University of Calgary, Canada (Tao and Li, 2007) to fulfill the need for highway infrastructure mapping and transportation corridor inventories. In the early 2000s, numerous land vehicular based mobile mapping systems have been utilized in commercial applications. Over the last five years, Google has adopted the technology on a large scale, introducing substantial fleets of mobile mapping vehicles for their imaging and mapping operations then producing fruitful spatial information content for added value applications. This has resulted in the further rapid development of the technology which can now be regarded as being well established and proven.

Since the early nineties, 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 georeferenced using positioning and orientation sensors (El-Sheimy, 1996).

An example of land vehicular based MMS is illustrated in Figure 1. Figures 1a gives an overall view of the sensors onboard of the land vehicular based MMS applied for this study from different perspectives, and Figure 1b depicts an overall view of the mobile mapping van. In addition, Figure 1c illustrates an example of 6 images taken simultaneously and Figure 1d illustrate an example of direct geo-referencing the traffic sign of interest from through geo-referenced images, which means that the positional information including longitude, latitude and ellipsoid height of that traffic sign can be obtained directly from those geo-referenced images. This procedure is accomplished through the use of accurate and seamless positioning and orientation techniques.

An INS is a self-contained navigation technique in which measurements provided by accelerometers and gyroscopes are used to track the position and orientation of an object relative to a known starting point, orientation and velocity. In addition, GNSS is a universal, all-weather, world-wide positioning system that provides time, position and velocity data. Both systems can be used as stand-alone navigation tools or in conjunction with other sensors for various purposes. Moreover, the integration of GNSS and INS can overcome problems with environments like urban canyons, forests and indoor settings where GNSS alone cannot provide service, for more information see (Titterton and

Weston, 1997; Brown and Hwang, 1992; Gelb, 1974). In order to attain reasonable accuracies of position and orientation solutions, a tactical grade or higher quality INS along with GNSS has been applied as the primary position and orientation system for current commercial systems. However, the cost of such systems is still at such a high level thus the popularity of mobile mapping systems remains limited, especially due to the price of the IMU applied. However, advances in MEMS technology enables the development of complete IMU composed of multiple MEMS-based accelerometers and gyroscopes. In addition to their compact and portable size, the price of MEMS-based systems is far less than those of high quality IMU.

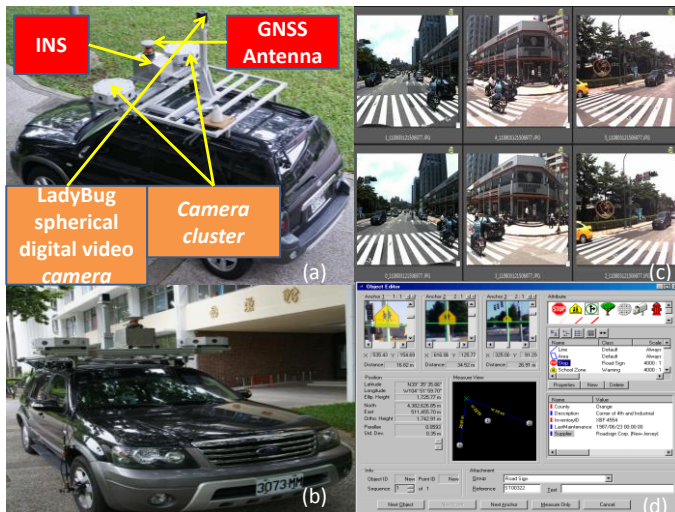


Figure 1: An example of land based mobile mapping system

In the classical approach, the KF is applied in real-time applications to fuse different data from various sensors while optimal smoothing is applied in the post-mission mode. The basic idea of using the KF in INS/GNSS integration is to fuse independent and redundant sources of navigation information with a reference navigation solution to obtain an optimal estimate of navigation states, such as position, velocity and orientation. However, the limitations of the KF have been reported by several researchers (Titterton and

Weston, 1997; Brown and Hwang, 1992; Gelb, 1974). The major inadequacy related to the utilization of the KF for INS/GNSS integration is the need for a predefined accurate stochastic model for each of the sensor errors (Gelb, 1974). Furthermore, prior information about the covariance values of both INS and GNSS data as well as the statistical properties (i.e. the variance and the correlation time) of each sensor system has to be accurately known (Vanicek, 1999). Furthermore, for INS/GNSS integration applications where the process and measurement models are nonlinear, the Extended KF (EKF) also work for nonlinear dynamic systems with a non-Gaussian distribution, except for heavily skewed nonlinear dynamic systems, where EKF may experience problems (Gordon et al., 1993). As indicated in (Gordon et al., 1993), the EKF simply applies the first order term of the Taylor series expansion for the approximation of a nonlinear system and the probability density function is approximated by a Gaussian distribution (Gelb, 1974; Maybeck, 1994). Only small errors are allowed during estimation and the presence of nonlinear error behavior might violate the assumption thus generates biased solutions (Maybeck, 1994). As indicated in (Sukkarieh, 2000), second order filters are able to compensate the bias term mentioned above but the computation burden of hessian (second order derivatives) is high.

These limitations, in turn, may result in sub-optimal performance or even filter divergence if the assumption of local linearity is violated (Gordon, 1993; Maybeck, 1994; Sukkarieh, 2000). Each of these limiting factors contributes to a certain amount of positional error accumulation during GNSS outages, as shown in Figure 2. In fact, the error behavior of orientation parameters during GNSS outages is similar to positional error shown in Figure 2 (Titterton and Weston, 1997; Brown and Hwang, 1992). The scale of the maximum positional drift shown in Figure 2 is given based

on the average value of the MEMS IMU applied in this study. Unfortunately, GNSS signal blockage takes place frequently in modern urban canyon. The magnitudes of the positional and orientation errors depend on the quality of the inertial sensors, the length of GNSS outage, the dynamics of vehicle and the effectiveness of the algorithms applied. In other words, proper modification of inertial sensors or sensor fusion algorithms can reduce the magnitude of accumulated positional and orientation error during frequent GNSS outages. Therefore, the goal of implementing an INS/GNSS integration scheme is to reduce the impact of remaining limiting factors of KF and improve the positioning accuracy during GNSS outages, which is critical for land vehicular mobile mapping applications.

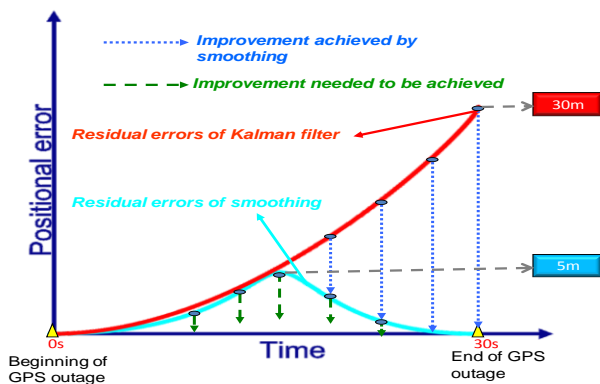


Figure 2: The impact of KF's limiting factors on positional error during GNSS signal blockage

In addition to these limitations, the problem of poor observation of inertial error states becomes the most critical issue, especially when integrating a low cost MEMS IMU with GNSS (Sukkarieh, 2000). Poor observation prevents the separation of the linear errors induced by accelerometers from angular errors induced by the gyroscopes and alignment errors due to the lack of motion dynamics (Sukkarieh, 2000). This is a typical problem for low-cost

IMUs as the motion dynamics is generally insufficient to separate linear and angular error terms during the correlation time of low-cost sensors (Sukkarieh, 2000).

Optimal smoothing algorithms, also known as smoothers, have been applied for the purpose of accurate positioning and orientation parameter determination through post-processing for most of surveying and mobile mapping applications with integrated sensors (Brown and Hwang, 1992; Gelb, 1974). In contrast to the KF, the smoothing is implemented after all KF estimates have been solved by the use of past, present and future data. As shown in Figure 2, the magnitudes of positional and orientation errors during GNSS outage can be improved significantly after applying one of these optimal smoothing algorithms.

PROBLEM STATEMENTS

Among other factors, the availability of enough accurate and up-to-date spatial data plays a great role for the effectiveness of mapping and Geospatial Information Systems (GIS) applications. Such data have been traditionally collected using terrestrial surveying techniques or by aerial photogrammetric surveys. In order to overcome some drawbacks of these techniques, i.e. to allow for a more rapid and dense data collection and to widen the coverage provided by the measuring sensors, MMS with different platforms are applied. By integrating various navigation and remote sensing technologies together on a common aerial or land-based platform, these multi-sensor systems allowed to exploit the peculiarities and the advantages of the individual technologies in order to increase the efficiency of data collection. Particularly, land vehicular MMSs enable less intrusive and more rapid surveys than other terrestrial techniques and, given the smaller camera-to-object distances, they could provide more complete coverage than aerial

systems. Over the years, numerous land vehicular MMSs have demonstrated that accuracies suitable for all but the most demanding cadastral and engineering applications can be achieved. This result, combined with a reduction in both the time and cost of data collection, made land vehicular MMS a very interesting technology potentially able to meet the demand of GIS operators for rapid spatial data acquisition updating. The advantages of MMS are numerous, but their key benefits are (Ellum, 2001):

- The time and cost of field surveys are reduced.
- Both spatial and attribute information can be determined from the remotely sensed data.
- Data can be archived and revisited – permitting additional data collection without additional field campaigns.

However, the high costs involved in the arrangement of such systems did not favor their growth in the market, so that MMS are still today mainly operated by the companies or institutions that build them. Moreover, system complexity and the high level of expertise required to operate them, prevented so far their use by many smaller survey or mapping firms. Therefore, the benefits of mobile mapping – in particular the lower costs and greater efficiency of data collection – are still not being shared by a wide user community. In addition, the primary limitation of land vehicular MMSs in terms of operation is the dependence of the availability and quality of road network that reduce the flexibility and efficiency of land vehicular MMS.

A portable system potentially suited for all scenarios where environmental conditions make very difficult or even impossible to operate with “classical” land vehicular MMS was first developed by the University of Calgary (Ellum, 2001). It is composed of a GNSS receiver, digital camera

and a digital magnetic compass (Leica DMC-SX). Testing of the system demonstrated that horizontal and vertical accuracies of 0.2 meters (RMS) and 0.3 meters (RMS), respectively, at a camera to-object distance of approximately 30 meters, could be achieved. These values are consistent with the accuracies involved in most of GIS applications. The applications of PMMS are numerous including pipeline right-of-way mapping, urban GIS data acquisition, accident reconstruction, highway inventory, facility mapping, and small-scale topographic mapping.

However, the digital magnetic compass applied in Ellum (2001) is quite sensitive to nearby ferrous materials or any other kind of magnetic field source. Operators could not avoid passing near clearly visible metallic objects nor do they exclude that other unrecognized magnetic sources could have affected the DMC measurements in real world mapping scenarios. Therefore, its orientation accuracy degrades significantly when magnetic disturbance appears. Unfortunately, it happens frequently and difficult to calibrated in urban mapping scenarios which is the primary market for PMMS. Therefore, an INS/GNSS integrated POS with a tactical grade IMU is implemented in this study to provide DG capability for the proposed PMMS. In addition, a backward smoother with tightly coupled INS/GNSS scheme is implemented to enhance the accuracy of the POS onboard.

Current carrier phase based GNSS kinematic positioning systems are primarily based on a double differencing data processing approach which can provide centimeter to decimeter kinematic positional accuracy in real-time. Since the reduction of common errors depends on the inter-station baseline distances, the base and rover station separation must be short, typically about 20 km. The need for a base station increases the cost of equipment and labor and introduces

inconsistency.

The availability of precise GNSS satellite orbit and clock products provided by IGS has enabled the development of a novel positioning methodology known as PPP. Based on the processing of pseudo range and carrier phase measurements from a single GNSS receiver, this approach effectively eliminates the inter-limitation introduced by DGNSS processing as no base station is necessary. Therefore, PPP offers an alternative to DGNSS that is simpler than and almost as accurate as DGNSS. The use of precise point positioning (PPP) mode allows GIS data acquisition with PMMs in areas without existing control.

In addition, at distances greater than 20 to 30 km from a reference station, the residual ppm error caused by the atmosphere delaying the GNSS signals reaches a magnitude such that the correct carrier ambiguities can no longer reliably be estimated. Hence with traditional KAR differential GNSS processing, it is always necessary to be within 30 km of a reference station sometime during the mission in order to resolve the ambiguities. Once the correct ambiguities are resolved, the PMMs can be operated to about 75 km from the nearest reference station before the magnitude of the ppm error exceeds level required for high-accuracy applications. For land-based applications a significant productivity improvement in Real-Time Kinematic (RTK) positioning has been achieved using the concept of a “Virtual Reference Station” or VRS (Landau, 2002), illustrated in Figure 3. Here observables from a dedicated network of GNSS reference stations are processed to compute the atmospheric and other errors within the network. These are then interpolated to generate a complete set of GNSS observations as if a reference station was located at the rover. There are a number of significant benefits to a VRS approach (Landau, 2002):

- the distance to the nearest reference station can be extended well beyond 30 km
- The time to fix integer ambiguities is significantly reduced.
- The overall reliability of fixing integer ambiguities is increased.
- The cost of doing a survey is reduced by eliminating the need to set up dedicated base stations.
- No special processing is required in the RTK engine, as it is the case for a centralized multi-base approach.

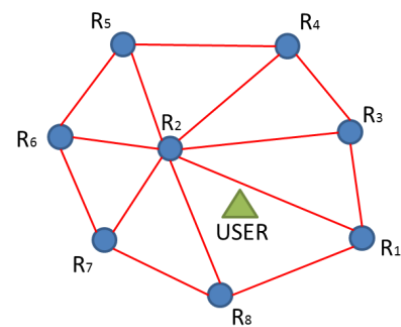


Figure 3: Virtual Reference Station (VRS) Concept

(Landau, 2002)

Both PPP and VRS based DGNSS decrease operational costs because they need only one receiver to achieve high positioning accuracy. Therefore, a comparative performance analysis of using various DGNSS data processing strategies for PMMS DG applications, including conventional DGNSS, VRS DGNSS and PPP modes is conducted through PMMS experiments, respectively.

Therefore, the objectives of this study include the development of a novel PMMS in terms of hardware integration and data processing modules development as well as conduct comparative performance analysis of using DGNSS data processing strategies for PMMS DG applications.

TECHNICAL CONFIGURATIONS OF PROPOSED PLATFORM

Figure 4 illustrates the PMMS developed in this study. It comprises the POS module, the image acquisition module, trigger control and data logging module. The implementation of this system is given below in details.

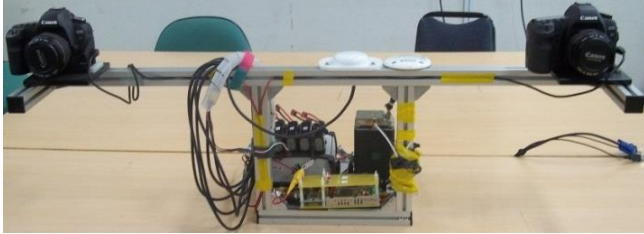


Figure 4: The proposed PMMS

The POS module implemented in this study is composed of a tactical grade IMU, C-MIGITS III with NovAtel ProPak-V3 GNSS receiver, as shown in Figure 5. The detailed technical specifications of them are illustrated in Table 1. The ProPak-V3 GNSS receiver from NovAtel is used in the POS module. This model is chosen because of its dual frequencies and dual systems carrier phase measurements for DGNSS processing, which provides sufficient positioning accuracy. In addition, it supplies time mark record function to record the trigger event of cameras simultaneously.



Figure 5: NovAtel ProPak -V3 & C-MIGITS III

The IMU used for the DG module is C-MIGITS III from BEI SDID. This model is chosen due to its compact size, weight and quality. The C-MIGITS III IMU integrates Micro

Electro Mechanical Systems (MEMS) quartz rate sensors (1-3 deg/hr in run bias) and vibrating quartz accelerometers. It is a tactical grade IMU thus it is considered suitable for PMMS implementation in this study.

Table 1: NovAtel ProPak -V3 & C-MIGITS III

	Novatel ProPak-V3		C-MIGITS III	
Size (mm ³)	185x160x71		89.91x81.02x121.41	
Weight (kg)	1		1.1	
Performance	L1(m)	1.5	Gyro(degree/hr)	1-3
	L1/L2(m)	1.2	Accelerometer(mg)	0.2
	SBAS(m)	0.6	Position SEP(m)	3.9
	DGPS(m)	0.4	Velocity σ (m/sec)	0.1
			Attitude 1 σ	Pitch/Roll (mrad)
			Heading (mrad)	1.5+ d

Two digital cameras, **Canon EOS 5D Mark II**, are applied in this study. Figure 6 shows the pictures of those cameras. The specifications of those cameras are shown in Table 2.



Figure 6: Canon EOS 5D Mark II & EF 50mm f/1.4 USM

Table 2: The main specifications of the camera

Canon	EOS 5D Mark II		EF 50mm f/1.4 USM	
Size(mm ³)	152x113.5x71(mm ³)		73.8(Diameter, mm)x50.5(mm)	
Weight (kg)	0.85+0.08(Battery , kg)		0.29(kg)	
Format	Image size (mm ²)	36x24	Angle (degree)	46
	pixel(million)	2200	Focal length(mm)	50

To supply the power required for individual sensors with various power requirements from the battery, a power switch module was designed. Two RS232 ports are used to transmit the measurements collected by the IMU and GNSS receiver measurements to the data storage module, respectively. The data storage module used to record those raw measurements is Antilog from Martelec, as shown Figure 7. Due to the

limitations of the power supply and mobility, a PC or notebook based data storage module was ruled out in this study. A simple mechanization that can store measurements transferred through serial ports is thus required. Two types of trigger activation functions are designed in this study, manual and Pulse Per Second (PPS) controlled.



Figure 7: Data storage & Trigger

Equation (1) and Figure 8 illustrate the general concept of the PMMS 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:

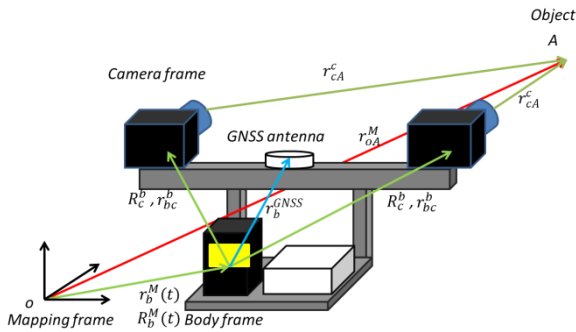


Figure 8: The concept of DG

$$r_{oA}^M = r_{ob}^M(t) + R_b^M(t)(r_{bc}^b + sR_c^b r_{cA}^c) \quad (1)$$

Where,

r_{oA}^M = the position vector of an object in the chosen mapping frame

$r_{ob}^M(t)$ = the position vector of INS/GNSS in the m frame at time (t)

- r_{cA}^c = the vector of image coordinates given in the c-frame
- r_{bc}^b = the lever arm vector which is from the body frame to the camera frame
- r_b^{GNSS} = the lever arm vector between INS and GNSS antenna
- $R_b^M(t)$ = the 3-D transformation matrix which rotates the body frame (or INS frame) into m-frame
- R_c^b = the boresight transformation matrix which rotates the camera frame into body frame
- s = a scale factor specific to a one-point/one-camera combination which relates the image coordinates to the object coordinates

The elements of r_{cA}^c is obtained from measuring image coordinates; s is determined by the stereo techniques; $R_b^M(t)$ and $r_{ob}^M(t)$ are interpolated from INS/GNSS integrated POS at the exposure time (t); those elements are known. The vector between the phase center of the GNSS antenna and the center of INS (r_b^{GNSS}) is an unknown parameter, but it is determined through a surveying process. The calibration process must be conducted prior to operate PMMS. Those procedures include lever arm and boresight calibration, that determine r_{bc}^b and R_c^b individually.

Before performing calibration procedure, the sufficient quantity of Ground Control Points (GCPs) has been estimated. Then the lever arm and boresight parameters can be derived through the bundle adjustment. Therefore, the top priority is to establish a ground control field with sufficient accuracy after the implementation of proposed PMMS hardware architecture.

DATA PROCESSING STRATEGY

For the determination of the lever arm and boresight parameters, the Exterior Orientation Parameters (EOPs) must be solved by the close range 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.

1. The Camera Control Field

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 Austrials software are also included. Such design can be applied for calibrating various cameras with different resolution and focal length process, as shown in Figure 9.

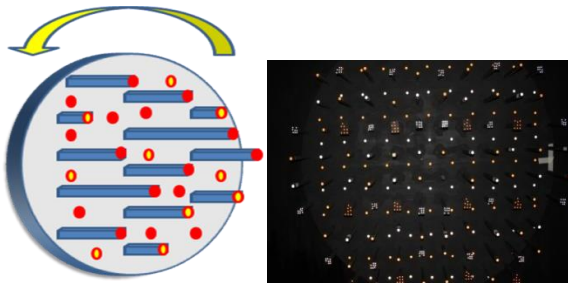


Figure 9: The camera control field

Generally speaking, the amount of the images captured from the same place 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 10. 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.

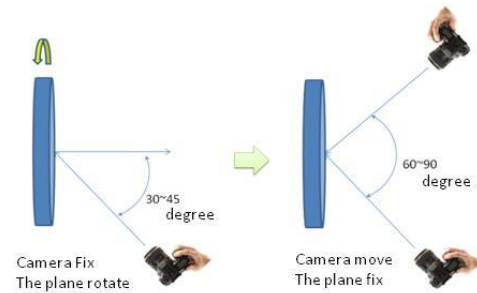


Figure 10: Relation between two situations

2. The Ground Control Field

In this study, Qui Nhon Campus of National Cheng Kung University was chosen for the calibration field and the DG test field because there are no tree and high-rise buildings around. This area is suitable for establishing the ground control field for this research. The location crosses of intersecting lines are regarded as GCPs in the buildings shown in Figure 11.



Figure 11: GCPs

The ground control field is established on building by 3D radiation survey. For measuring the target directly, the reflector less total stations must be equipped with laser

rangefinder during this survey. There is a 3D control point in front of buildings so the marked features of building can be surveyed using total station set on the control point.

3. INS/GNSS Integrated POS Data Processing Strategy

Post-mission processing, when compared to real-time filtering, has the advantage of having the data of the whole mission for estimating the trajectory. This is not possible when using filtering because only part of the data is available at each trajectory point, except the last. When 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.

Several architectures for INS/GNSS integration implementations are known. The most common integration scheme used today is loosely-coupled (LC) integration scheme. It is the simplest way of integrating a GNSS processing engine into an integrated navigation system. The GNSS processing engine calculates position fixes and velocities in the local level frame and then sends the

solutions as measurement update to the main INS EKF/RTS smoother. By comparing the navigation solutions provided by INS mechanization with those solutions provided by GNSS processing engine, those navigation states can be optimally estimated. The primary advantage of LC architecture is the simplicity of its implementation, because no advanced knowledge of GNSS processing is necessary. The disadvantage of implementation is that the measurement update of the integrated navigation system is only possible when four or more satellites are in view.

On the other hand, the tightly-coupled (TC) integration scheme uses a single KF/RTS smoother to integrate GNSS and IMU measurements. In the TC integration, the GNSS pseudo-range and delta-range measurements are processed directly in the main KF, as shown in Figure 12.

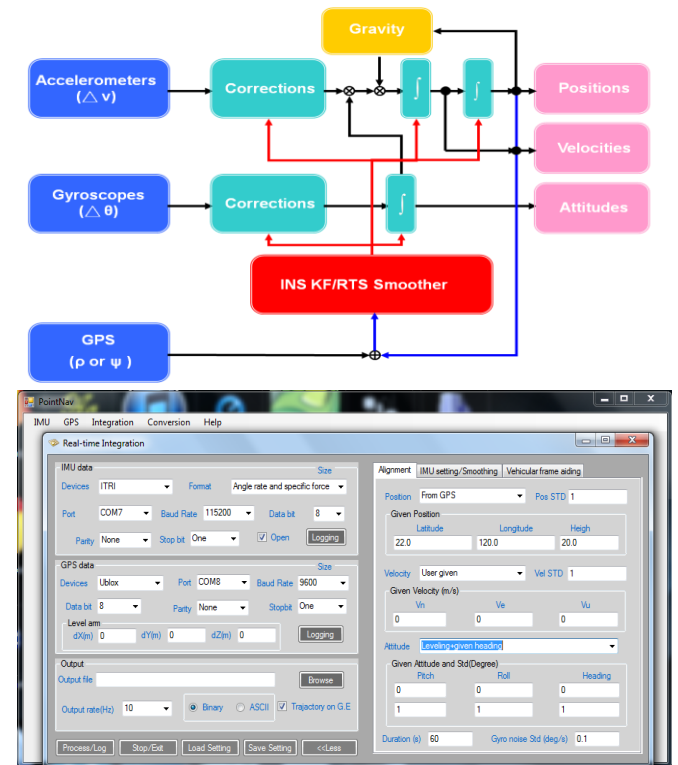


Figure 12: Tightly coupled INS/GNSS integrated scheme and the software developed for this study

For some references, the aiding of the receiver tracking loops using velocity information provided by the INS is an essential characteristic of tightly-coupled scheme, too. The primary advantage of this integration is that raw GNSS measurements can still be used to update the INS when less 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 when the PMMS operates in urban or suburban area, therefore, it is implemented with the POS processing module (PointNav) in this study. It is able to process IMU and GNSS raw measurements and perform optimal sensor fusion with RTS smoother using TC scheme for further processing.

4. System Calibration

The analysis of IOPs such as the focal, the principle 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):

$$x_a = x_p - c \frac{r_{11}(X_A - X_O) + r_{12}(Y_A - Y_O) + r_{13}(Z_A - Z_O)}{r_{31}(X_A - X_O) + r_{32}(Y_A - Y_O) + r_{33}(Z_A - Z_O)} + \Delta x \quad (2)$$

$$y_a = y_p - c \frac{r_{21}(X_A - X_O) + r_{22}(Y_A - Y_O) + r_{23}(Z_A - Z_O)}{r_{31}(X_A - X_O) + r_{32}(Y_A - Y_O) + r_{33}(Z_A - Z_O)} + \Delta y \quad (3)$$

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.

$$\Delta x = \bar{x} + (K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6) \bar{x} + P_1 (r^2 + 2\bar{x}^2) + 2P_2 xy + b_1 x + b_2 y \quad (4)$$

$$\Delta y = \bar{y} + (K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6) \bar{y} + P_1 (r^2 + 2\bar{y}^2) + 2P_1 xy \quad (5)$$

Where, $\bar{x} = (x - x_p)$, $\bar{y} = (y - y_p)$, $r = \sqrt{\bar{x}^2 + \bar{y}^2}$

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 decenteric 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 and the DG task. A two-step approach to conduct the lever arm and the boresight calibration is applied in this study. The image acquisition is performed at the ground calibration field, and the measurements of the image points are also processed at this stage. The Australis software is used to calculate the EOPs of those images through the bundle adjustment. After performing the interpolation of INS/GNSS data at the image exposure time, the differences of the position and the attitude between the exterior orientation parameters and the interpolated INS/GNSS data are applied.

In the process of the lever arm calibration, the perspective position of each image (r_{oc}^M) is exactly known after the bundle adjustment, and the calculation about the INS/GNSS position vector (r_{ob}^M) is conducted by the interpolation at the same time. Then the lever arms (r_{bc}^b) can be solved by the following equation (Li, 2010):

$$r_{bc}^b = R_M^b (r_{oc}^M - r_{ob}^M) \quad (6)$$

In the aspect of the boresight calibration, the rotation matrix between the camera frame and the mapping frame of each image (R_c^M) is also obtained from the bundle adjustment results, and the rotation matrix between the body frame and

mapping frame of each image can be measured by INS. Eventually, the rotation matrix (R_c^b) can be calculated by the matrix multiplication (Li, 2010):

$$R_c^b = R_M^b R_c^M \quad (7)$$

Generally speaking, the accuracy of the calibration process is dominated by the quality of the INS/GNSS POS data and the bundle adjustment results. This relationship also affects the performance of PMMS indirectly. In this case, the distribution of the control points in the image and the quality of the INS/GNSS data are very important during the calibration process. After obtaining calibration parameters, the DG task can be performed exactly works without GCPs. The calibration experiments and tests about DG are presented in the following sections.

RESULTS AND DISCUSSIONS

For the calibration and validation of proposed PMMS, the experiment is held on Qui-Nhon Campus of National Cheng Kung University. Figure 13 illustrates the trajectory of this test and an entity reference station is built near starting point. The system performed kinematic alignment at first and then moved to calibration field to calibrate in static mode. In addition, IMU and GNSS measurements were recorded for post-processing to generate smoothed POS solutions. After extracting time tags of exposure time of those images, those interpolated POS solutions with different GNSS processing strategies are generated for further analysis.



Figure 13: The test trajectory

In addition, those interpolated POS solutions are then imported to the PMMS software developed by NCKU to perform the evaluation in DG domain. The DG software coded Visual Studio 2008 C++, QT and OpenGL takes advantage of collinearity equation and intersection to calculate the coordinates of check point. The software interface is shown in Figure 14. Once DG results of those check points become available, their coordinates derived through GCP free mode are then compared with known coordinates of them that are obtained with surveying using traditional survey technology. Therefore, the 3D accuracy of those check points reaches 0.5 centimeters in general thus they are good enough to verify the performance of proposed system and algorithm. Two cameras are calibrated in camera control field and then are solved the IOP by the commercial software Australis. The solved two digital camera accuracy of image is about 0.21-0.22 pixel and accuracy of 3D point is about 0.1-0.2 mm, respectively.

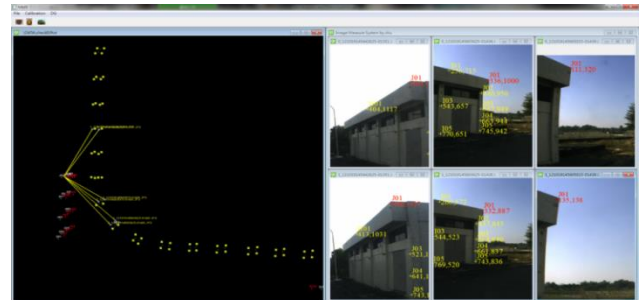


Figure 14: The interface of DG software

The lever-arm and boresight angle are calibrated by two-step method. Generally speaking, the accuracy of the calibration process is dominated by the quality of the INS/GNSS POS data and the bundle adjustment results. The results of bundle adjustment are 0.59 pixel and 0.8 mm in terms of the accuracy of image and 3D point, respectively. On the other hand, Figures 15 and 16 illustrate the error of position and attitude in the whole period. The estimated 3D position error

(STD) is about 3-6 cm and attitude errors (STD) are about 0.001, 0.001 and 0.03 degree in roll, pitch and heading after post-processing through TC/RTS.

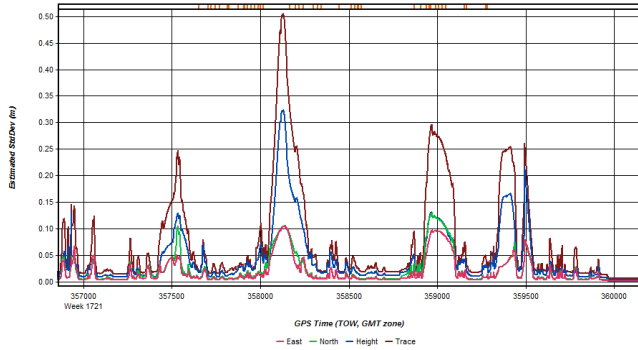


Figure 15: Position error of calibration trajectory

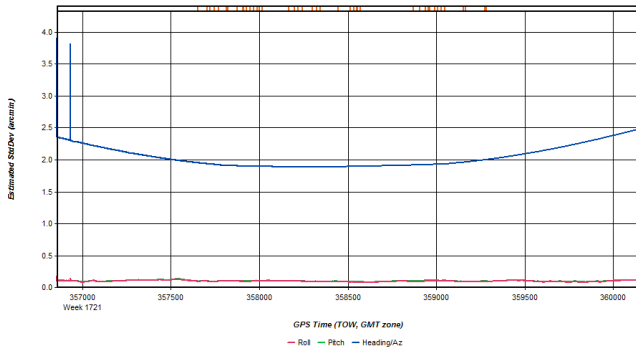


Figure 16: Attitude error of calibration trajectory

The calibration result of the proposed PMMS is shown in Table 3. The relative accuracy of estimated lever arm is around 1-3 cm and that estimated boresight angle is less than 0.5 degree through error propagation. In other words, that causes about 4 cm DG positional error for 5 m camera to object distance.

Table 3: The calibration accuracy of every camera

Lever-arm	X(m)	Y(m)	Z(m)
Camera 1	0.010	0.015	0.023
Camera 2	0.015	0.014	0.019
boresight	Omega(deg)	Phi(deg)	Kappa(deg)
Camera 1	0.218989943	0.321261923	0.517397889
Camera 2	0.234823760	0.308400364	0.522611000

The DG performance of MMS is also verified by 13 check points. Figure 17 and Table 4 illustrates the DG performance analysis of proposed PMMS with different GNSS processing strategies and the Figure 18 illustrates their histograms, respectively. As shown in Figure 17, the result of PPP illustrated the worst case in all directions. It is mainly due to the short time span of the experiment (less than two hours) while PPP solutions usually require longer time span to converge. On the contrary, the performance of those PMMS DG results provided with conventional DGNSS and VRS GNSS are similar and reach 10cm level at 20 m camera to object distance.

Table 4: The DG analysis based on DGNSS, VRS and PPP

		E	N	H	2D	3D
AVG	DGPS	-0.006	-0.09	0.019	0.090	0.092
	VRS	-0.041	-0.042	0.011	0.059	0.060
	PPP	0.077	1.013	0.515	1.016	1.139
STD	DGPS	0.042	0.017	0.027	0.045	0.053
	VRS	0.043	0.017	0.027	0.046	0.054
	PPP	0.229	0.362	0.083	0.428	0.436
RMS	DGPS	0.041	0.091	0.032	0.100	0.105
	VRS	0.058	0.045	0.028	0.073	0.079
	PPP	0.233	1.071	0.521	1.096	1.214

With the inclusion of the PPP and VRS GNSS processing strategy, the proposed PMMS can be deployed immediately in a designated area to gather useful geo-referenced spatial information without sending ground crews for GCP surveying as well as arranging master GPS stations for DGPS processing to gain sufficient accuracy. It is very important not only for saving costs for normal mapping applications but also rapid urgent response for disaster relief.

The reasons for the minor bias from those results provided with conventional DGNSS and VRS GNSS shown in Figure 18 is mainly due to the images of each intersection point and the number of test check point are both not enough. On the other hand, the biased PPP results can be explained by

GNSS signal condition. Figures 19 and 20 show the variation of satellite number and PDOP, respectively. The number of GNSS keeps almost on 7, but there are some weak GNSS sections throughout the experiment. In addition, the PDOP value decrease and stabilize by the end of experiment.

Figure 18: The histogram of DG results

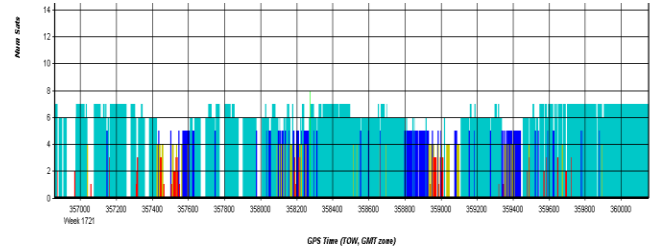


Figure 19: The variation of visible GNSS satellite

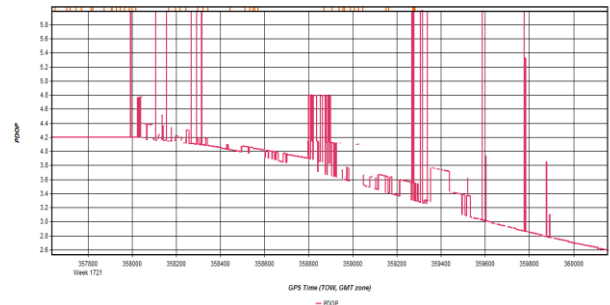


Figure 20: The variation of PDOP value

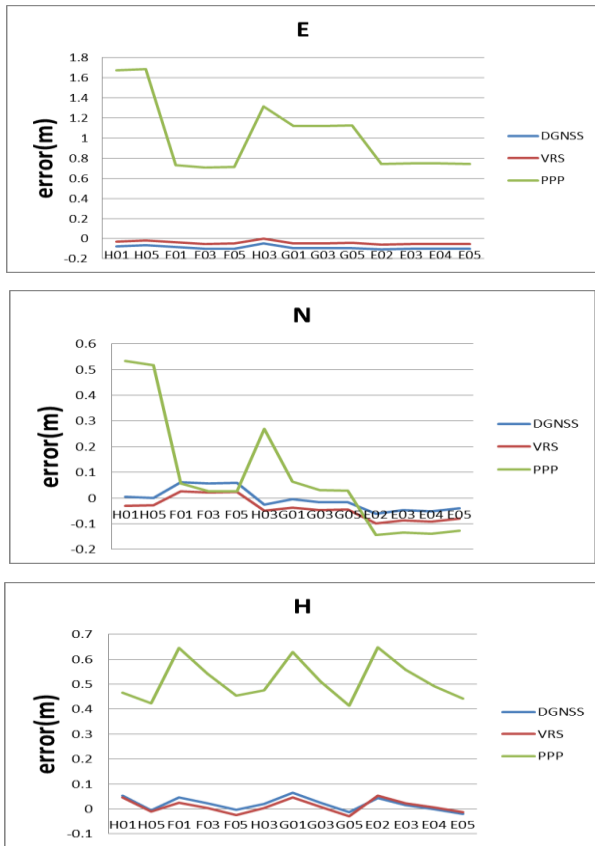
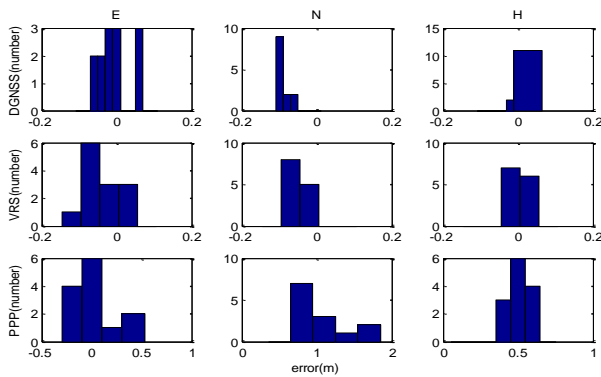


Figure 17: PMMS DG results



CONCLUSIONS

A novel PMMS composed of a tactical grade IMU, dual frequencies GNSS receiver, two digital cameras, a centralized power supply as well as data storage unit along with several data processing modules are developed and verified with real data in this study.

Generally speaking, the preliminary results presented in this study illustrate the performance of those PMMS DG with conventional DGNSS and VRS GNSS are similar and reach 10cm level at 20 m camera to object distance.

With the inclusion of the PPP and VRS GNSS processing strategy, the proposed PMMS can be deployed immediately in a designated area to gather useful geo-referenced spatial information without sending ground crews for GCP surveying as well as arranging master GPS stations for

DGPS processing to gain sufficient accuracy for mapping and other rapid urgent response for disaster relief applications.

ACKNOWLEDGMENTS

The author would acknowledge the financial supports provided by the National Science Council of Taiwan NSC 101-2119-M-006-003) and all technical assistances from his supervisor, Dr. Kai-Wei Chiang.

REFERENCES

1. Brown, R.G., Hwang, P.Y.C. (1992): Introduction to Random Signals, John Wiley & Sons, San Francisco, CA, USA.
2. Chiang, K.W. (2004): A. Noureldin, and N. El-Sheimy, "A new weight updating method for INS/GNSS integration architectures based on neural networks," Measurement Science and Technology, vol. 15, no. 10, pp. 2053-2061, Aug.
3. Cronk, S., C. S. Fraser, H. Hanley (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.
4. 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.
5. El-Sheimy, N. (2002): "Introduction to inertial navigation," Thesis, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, Alberta, Canada.
6. Ellum, N. (2001): The development of Backpack Mobile Mapping System. Ph.D. thesis, UCGE Report No. 20159, Department of Geomatics Engineering, the University of Calgary: Calgary, Canada.
7. Gelb, A. (1974): Applied Optimal Estimation. The MIT Press: Cambridge, MA, USA.
8. Gordon, N.J., Salmond, D.J., Smith, A.F.M. (1993): Novel approach to nonlinear/non-Gaussian Bayesian state estimation. IEE Proceedings-F Radar Signal Pro. 1993, 140, 107-113.
9. Landau H., Vollath U., and Chen X. (2002): Virtual Reference Station Systems, Journal of Global Positioning Systems, Vol. 1, No. 2, 2002
10. Li, Y.H. (2010): The Calibration Methodology of a Low Cost Land Vehicle Mobile Mapping System, ION GNSS 2010, Portland, OR
11. Maybeck, P.S. (1994): Stochastic Models, Estimation, and Control, Academic Press: London, UK, 1994, Volume 1.
12. Sukkariéh, S. (2000): Low cost, high integrity, aided inertial navigation systems for autonomous land vehicles. Ph.D. Thesis, Australian Centre for Field Robotics, Dept. of Mechanical and Mechatronic Engineering, The University of Sydney, Sydney, Australia.
13. Tao, V., Li, J. (2007): Advances in Mobile Mapping Technology; International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) Book Series; Taylor and Francis Group: London, UK.
14. Titterton, D.H., Weston, J.L. (1997): Strapdown Inertial Navigation Technology; Peter Peregrinus Ltd.: Herts, UK.

單像及雙像視覺里程計輔助慣性導航系統之效益分析

The Performance Analysis of Single Camera and Stereo-Vision Visual Odometry Assisted Inertial Navigation System

蔡孟倫¹ 陳麗虹² 江凱偉³ 邵泰璋⁴ 陳杰宗⁵ 王銘正⁶
Meng-Lun Li-Hung Kai-Wei Tai-Jang Jie-Chung Ming-Cheng
Tsai Chen Chiang Shau Chen Wang

摘要

近年來，由於慣性導航技術的提昇，利用全球定位系統 (GPS)和慣性導航系統 (INS)的整合系統也陸續發展。而各種用以提升GPS斷訊時導航精度的方法也逐漸增加，其中利用車輛行進時所拍攝之影像來估算車輛導航解的方法稱為視覺里程計 (VO)。VO為一種新興的方法，其最主要的優點在於與以往常見的輪速計相比其精度較佳。

在本研究中，利用連續的單像及雙像影像模組來估算車輛的位置及姿態，並將VO所得到的導航解成果與GPS/INS整合系統所得到的導航解成果做比較。從實驗的結果中可發現，車輛在直線行進的方向上，VO的成果軌跡與GPS/INS的軌跡相似，但當車輛改變行進方向時，單像模組因特徵點匹配較差導致精度不佳。而利用雙像模組可加強特徵點匹配，得以彌補單像模組之不足，提升導航位置精度。並根據實驗結果，探討未來系統的延展與應用。

關鍵詞：視覺里程計、動態估計、全球定位系統、慣性導航系統

Abstract

In recent years, due to the promotion of inertial navigation technology, the system that integrates Global Positioning System (GPS) and Inertial Navigation System (INS) gradually becomes popular for various applications. There are more methods used to improve the navigation accuracy during GPS signal outage. Among them, the Visual Odometry (VO) that uses those images acquired from the vehicle which is in motion to estimate navigation solution. VO is a new method; its main advantage is the high

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 碩士生

³ 國立成功大學 測量及空間資訊學系 副教授

⁴ 內政部地政司測量科科員

⁵ 內政部地政司測量科科長

⁶ 內政部地政司司長

accuracy compared with the usual wheel speed sensors.

In this research, we use a sequence of single camera images and stereo camera images to estimate the position and attitude of the vehicle. Then compare VO navigation solutions with the GPS / INS integration system navigation solution results. From the experimental results, we found that when the vehicle is in the direction of a straight line, the trajectory of VO is similar to the trajectory of GPS / INS. However, when the vehicle changes its forward direction, the match point of the single camera mode is not good enough. We use stereo-vision mode to improve the performance of match point in order to increase the navigation solution. According to the experiment results, future extensions and applications are discussed.

Keyword: Visual Odometry, Motion estimation, GPS, INS

定翼無人機立體測繪與直接地理定位之精度分析

饒見有^{1*}，陳智揚²，詹鈞評³，劉暹⁴，李文慶⁵

摘要

與有人機相比，利用無人機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)進行空中拍照獲取地面影像，其成本較低廉、機動性與彈性也相對較高。然而無人機受到載重、飛行時間與穩定性之限制，所能攜帶的感測器也相對必須較小、較輕，因此影像涵蓋之地面範圍比傳統大像幅航照影像小很多，在相同面積與重疊百分比要求下，拍攝的影像數量將大幅增加，會增加空三平差之時間與困難度。此外，在山區拍攝時，可能整張影像的內容皆為樹林，會導致重複性紋理、陰影與均調區域等問題，容易造成連結點自動匹配失敗或不可靠，進而無法以傳統空中三角測量求解影像之外方位參數。由於台灣山區每逢豪雨就會造成地質災害，因此本研究提出在定翼型無人機上裝載戰術級慣性導航儀(Inertial Measurement Unit, IMU)與雙頻 GPS 接收器，透過直接地理定位(Direct Georeferencing, DG)迅速解算影像之外方位參數，以便在災後快速提供災情空間資訊給災防單位。本研究在 AL-40 UAV 上裝載 NovAtel SPAN-CPT 和 Canon 5D Mark II 數位相機作為定位定向與影像感測器。系統率定包括使用室內率定場相機內方位參數之率定，以及使用地面控制場與二階段率定法解算 IMU 與相機之軸角與固定臂參數。本文將說明整個率定作業程序與誤差分析成果，研究成果顯示在 1200 公尺航高，以直接地理定位解算相片外方位參數，再以前方交會檢驗其定位準確度，可得到小於 1 公尺之水平方向誤差與小於 4 公尺之高程誤差。而有/無利用地面控制點進行空三平差產製 DSM 後其高程誤差分別約 40 公分與 1 公尺。成果顯示本系統之絕對定位精度可應用在災後快速提供災情範圍之數化與測量，若有地面控制點及災害前後之影像，甚至可推估崩塌地之土石流失與堆積量。

關鍵詞：無人機、直接地理定位、系統率定、DSM。

¹ 成功大學 測量及空間資訊學系 副教授

² 成功大學 測量及空間資訊學系 碩士生

³ 成功大學 測量及空間資訊學系 博士生

⁴ 日成航太科技股份有限公司 處長

⁵ 天空飛行科技股份有限公司 總經理

* 通訊作者: Tel:(06)2757575#63839, e-mail: jyrau@mail.ncku.edu.tw。

Accuracy Analyses of Direct Georeferencing and DSM Generated from a Fixed-wing UAV

Jiann-Yeou Rau^{6*}, Chih-Yang Chen⁷, Jyun-Ping⁸ Jhan, Kircheis Liu⁹ & William Lee¹⁰

Abstract

Comparing with manned airplane, an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) is a more flexible with lower cost platform for aerial photo acquisition. However, its payload, endurance time, and flight height is comparably lower and generally only small format consumer grade digital camera can be carried out. That means, its footprint coverage will be smaller and more images are necessary to cover the same area, and may contain only forest within one image when flying over the mountainous area. Thus, it is a difficult to utilize the conventional aerial triangulation (AT) procedure to obtain the images' exterior orientation parameters (EOPs) that requires uniform distributed tie-points within the images. Because, it is difficult to match tie-points automatically due to the image context has repetitive pattern, shadow, and homogeneous area. Since the geological hazard happened frequently after heavy rainfall in Taiwan mountainous area, it is thus suggested to utilize a tactical grade IMU together with a dual-frequency GPS antenna for direct georeferencing (DG) particularly when fast response for hazard investigation is required. In this paper, a fixed-wing UAV equipped with a SPAN-CPT and a Canon EOS 5D Mark II camera are used for image acquisition. An in-door camera calibration field is designed for the calibration of interior orientation parameters (IOPs) and an outdoor calibration field with two-step boresight and lever-arm calibration procedure is applied for the purpose of DG. Detail about the system calibration procedure and accuracy analyses will be provided in the paper. Experimental results show that for flying height at 1200-m after DG and checking with GCPs using space intersection, the RMSE in planimetric and vertical directions are less than 1-m and 4-m, respectively. In the meantime, the RMSE of the generated DSMs through ground controlled and non-ground controlled but GPS-supported aerial triangulation are 0.4-m and 1-m, respectively. It is estimated that the positing accuracy is high for the purpose of fast hazard investigation, e.g. digitization and measurement. If two image datasets can be acquired before and after disaster, the landslide loss and deposit volume can also be estimated.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle, Direct Georeferencing, System Calibration, Digital Surface Model.

⁶ Associate Professor, Department of Geomatics, National Cheng Kung University.

⁷ Master Student, Department of Geomatics, National Cheng Kung University.

⁸ Ph.D Student, Department of Geomatics, National Cheng Kung University

⁹ Director of Technical Developer, GEOSAT Aerospace Co., Ltd.

¹⁰ General Manager, Aeroland UAV Inc.

*Corresponding author: Tel:(886)6-2757575#63839, e-mail:jyrau@mail.ncku.edu.tw.

一、前言

台灣每年平均受到三至四個颱風的侵襲，而每個颱風平均降雨量約 800 釐米。2009 年 8 月的莫拉克颱風在三天之內降下了 3060 釐米的雨量，造成高屏溪下游平原地區嚴重的淹水，以及在南部山區出發大量的崩塌地與土石流等地質災害。因此如何有效率地蒐集、分析及協助災害管理變成了重要的研究課題。就大規模災害而言，一般都是採用有人飛機進行航拍或利用衛星進行取像。雖然有人機可以裝載大像幅相機或是雷射掃描儀等大型儀器，但若飛機失事其機組人員生命與設備的損失是難以估計的。衛星影像是極佳的選擇，但通常都有空間解析度不足的問題，例如 SPOT 系列衛星(空間解析度在 2.5~10 公尺之間)與福衛二號(空間解析度 2 公尺)。但若採用高解析衛星影像，例如 QuickBird (0.6 公尺)、IKONOS(1 公尺)、WorldView-2 (0.5 公尺)，則會有時間解析度及資料獲取效率不足等問題。和有人機相比，無人機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)相對成本較低廉且運作彈性高、機動性強、飛行高度低，有機會在雲底下進行拍照，以增加資料獲取效率。但由於無人機載重與空間之限制，通常僅能裝載輕小型數位相機與低精度的 GPS 天線，而且有飛行穩定度與安全性較低的問題，導致其應用與推廣受到限制。

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 Aer scout 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，降落方式則可能為跑道、降落傘或攔截網。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 SwingletCAM 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。本研究為了探討直接地理定位在災害調查與測繪之應用，需要搭載戰術等級慣性導航儀、雙頻 GPS 接收儀及全像幅 DSLR 數位相機，因此選擇天空飛行科技載重可達 15 公斤之 AL-40 當作無人機平台。AL-40 的性能列於表 1，而圖 1 則為 AL-40 的外觀及其裝載的 IMU 與 GPS 天線，相機則是固定在 IMU 下方，兩者以木製支架連結，企圖使此二儀器之相對位置保持不變。

傳統上以空中三角測量求解航拍影像外方位參數之方法，首要工作為透過自動

影像匹配得到連結點影像坐標，再使用地面控制點進行基準轉換及網型控制，因此又稱為間接地理定位(Indirect Georeferencing)。若有 GPS 觀測量，則可進一步推算得到相機透視中心位置當作位置初始值。此時若採用雙頻 GPS 接收儀且有架設 GPS 地面基站協助差分定位，則可提供高精度之位置觀測量，進而可透過權的設定當作控制，稱為 GPS 輔助空三。此時即使沒有地面控制點仍可得到相當高精度之外方位參數，但是 GPS 差分定位仍具有系統性誤差，因此最好能在測區四周佈置至少四個全控制點來修正此誤差，而為了避免在航線頭尾佈設高程控制鍊，可以頭尾兩條交叉航線取代之。若載台上同時有搭配慣性導航儀(IMU)進行直接地理定位(Direct Georeferencing)，則頭尾兩條交叉航線亦可省略之。表 2 比較傳統空三平差與直接地理定位之優缺點，據此可知直接地理定位時只要經過精準之系統率定，飛行軌跡與拍照方式可以不按照空三平差的要求，仍可在最短的時間內求解得到每一張照片的外方位參數，以協助災害調查。

表 1 AL-40 與酬載之特性

大小(寬/長)	3 m / 2.4 m	續航力	2 小時
空機重量	20 kg	最大飛行高度	5000 m
最大起飛重量	40 kg	IMU	SPAN-CPT
最大酬載重量	15 kg	GPS 接收儀	NovAtel [®] ProPak-V3 (雙頻)
巡航速度	110 km/hr	相機	Canon EOS 5D Mark II
操作範圍	直徑 100 km	鏡頭焦距	50 mm (FOV~27°x40°)
起飛方式	跑道、車頂	降落方式	跑道、降落傘

表 2 傳統空三平差與直接地理定位之比較

	傳統空三平差	直接地理定位
設備	可有可無 GPS 天線	GPS/IMU + GPS 基站
相機	較適合大像幅相機，影像數量通常少於 1000 張。	小像幅相機亦可，任何數量之影像皆可處理。
地面控制點	需要	不需要
連結點匹配	需要	不需要
地物內容	必須擁有豐富影像特徵	任何地物(海面、冰原、沙漠、森林...)皆可
外方位解算	光束法空三平差	不需要空三平差，但需先進行系統率定。
飛行軌跡	區塊式且有足夠影像重疊	任何飛行方式與拍照方式皆可
處理時間	視影像數量而定，通常需要經過幾天。	資料準備就緒一個小時以內即可完成
定位精度	視地面控制點與 GPS 接收儀等級而定	視 GPS/IMU 等級而定，尤其是 IMU。
主要費用	地面控制與空三平差	IMU 與系統率定
應用面	測繪與三維地形重建	地質災害、淹水、森林火災之調查與監測。若飛行與拍照方式符合傳統空三程序且有地面控制點，亦可符合測繪與三維地形重建之需求。



圖 1 AL-40 外觀及 SPAN-CPT(右上小圖)

二、研究方法

圖 2 為本研究之流程圖，大致上可分為五個步驟，也就是相機率定、基準修正、空中三角測量與及製作 DSM 與正射影像、直接地理定位和精度分析。

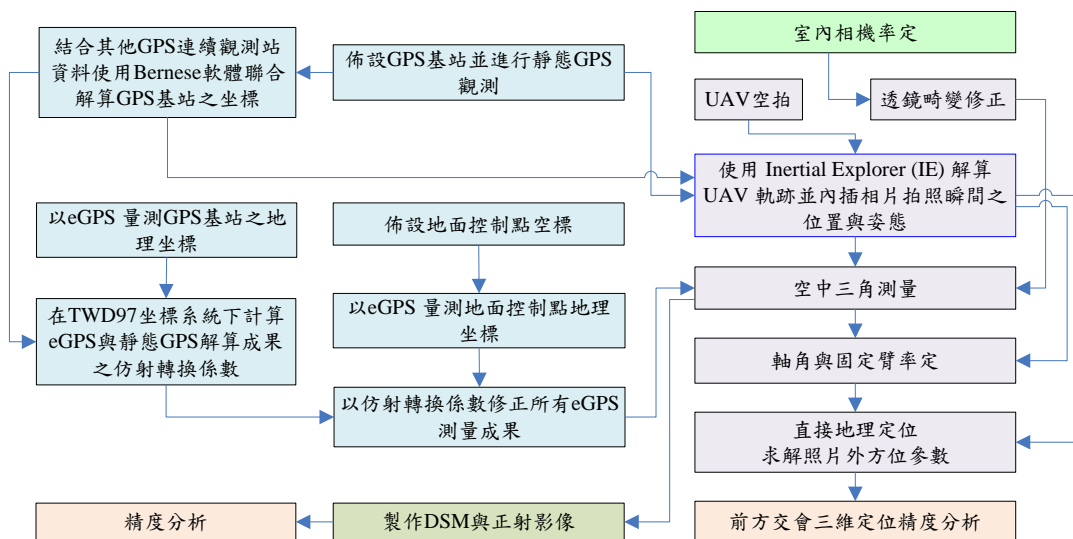


圖 2 研究流程圖

(一) 相機率定及透鏡畸變修正

相機內方位參數主要是用來描述光線穿過鏡頭在相機內部的成像幾何，進而修正光線的行徑以符合共線條件式，才能達到高精度測量的目的。由於本研究採用的是消費型數位相機，因此在攝影測量前，必須透過相機率定求得精確的內方位參數，以解算其焦距與透鏡畸變參數。本研究採用附加參數自率光束法平差，在拍攝率定用影像時，從不同位置對著率定場進行拍攝，以形成交會攝影提升交會幾何強度，同時在平差過程達到較穩定可靠且精確的內方位參數。

本研究採用可旋轉之圓盤率定場，上面固定了 112 根長短不一的柱子，柱子一端貼附可透過軟體自動辨識的人造標，或者貼附可提供自動參考的白色圓點，進而

形成三度空間率定場。在拍攝率定用影像時，相機位置固定，每旋轉圓盤 45 度拍攝一張相片，圓盤旋轉 360 度後將相機本體旋轉 90 度，再重複上述程序一次，最後面對圓盤正中央拍攝兩張相片，總共拍攝 18 張影像，如此一來其影像分布情形和從率定場四周不同位置拍攝率定場是相同的，圖 3 左圖為本研究使用之室內率定場，圖 3 右圖則為率定用相片之 3D 網型示意圖，其中紅色線段為人造標之位置。拍攝時須盡量將整張影像四周佈滿人造標，以提供影像外圍坐標觀測量，率定成果才能完整描述透鏡畸變情形。(Rau & Yeh, 2012)

本研究採用的是附加參數自率光束法平差(Fraser, 1997)進行像機率定，其數學模式為共線條件如式(1)及式(2)，而附加參數則如式(3)及式(4)，也就是將內方位參數當作附加參數，在求解過程中每一張影像之外方位參數及地面三維坐標觀測量都同時具有未知數的修正量，在迭代過程調整所有參數至最符合光線交會幾何，即可完成方位參數求解及率定相機。

$$x_a = x_p - f \frac{m_{11}(X_A - X_0) + m_{12}(Y_A - Y_0) + m_{13}(Z_A - Z_0)}{m_{31}(X_A - X_0) + m_{32}(Y_A - Y_0) + m_{33}(Z_A - Z_0)} + \Delta x \dots\dots\dots (1)$$

$$y_a = y_p - f \frac{m_{21}(X_A - X_0) + m_{22}(Y_A - Y_0) + m_{23}(Z_A - Z_0)}{m_{31}(X_A - X_0) + m_{32}(Y_A - Y_0) + m_{33}(Z_A - Z_0)} + \Delta y \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta x = (K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6) \bar{x} + P_1 (r^2 + 2\bar{x}^2) + 2P_2 \bar{x}\bar{y} + b_1 \bar{x} + b_2 \bar{y} \dots\dots\dots (3)$$

$$\Delta y = (K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6) \bar{y} + P_2 (r^2 + 2\bar{y}^2) + 2P_1 \bar{x}\bar{y} \dots\dots\dots (4)$$

其中 (x_a, y_a) 為像坐標， $\bar{x} = (x_a - x_p)$ ， $\bar{y} = (y_a - y_p)$ 及 $r = \sqrt{\bar{x}^2 + \bar{y}^2}$ 。接著，本研究為了後續空中三角測量、製作數值地表模型(DSM)、軸角率定與立體製圖(Stereo-plotting)等，先將影像進行透鏡畸變修正，以減少立體觀測時之 y 視差。圖 4 為利用公式(1-4)修正透鏡畸變與像主點坐標前後之比較。在此為了突顯其差異，特別以廣角鏡頭所拍攝之近景影像為範例，圖 4 左圖為透鏡畸變修正前之影像，建物牆面與邊界之直線為弧線，修正後成為直線，可明顯看出修正之成效，後續將進一步以立體影像(核影像)對來觀察其 y 視差是否有消除，以確認透鏡畸變修正成果之正確性。

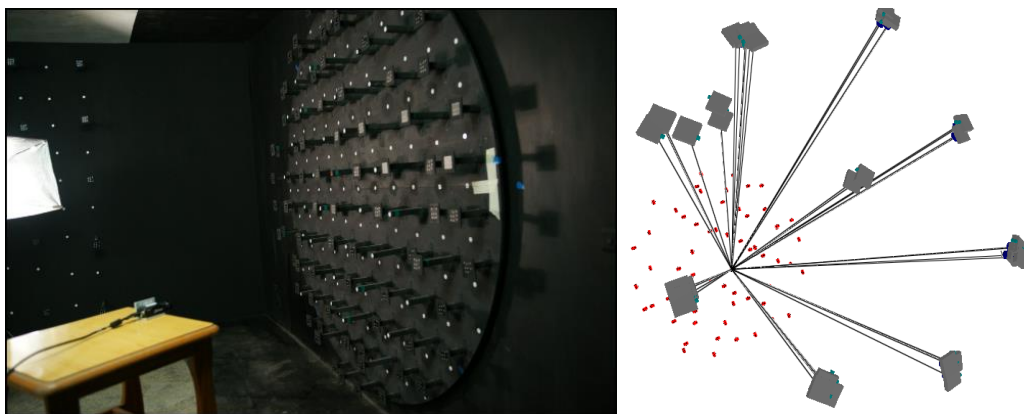


圖 3 室內相機率定場(左圖)及率定用影像 3D 網型(右圖)



圖 4 修正鏡頭透鏡畸變前(左)與後(右)之比較

(二) 基準校正

本研究為了快速取得地面控制點坐標，利用內政部國土測繪中心發展的 eGPS 系統量測地面控制點坐標。然而我國 TWD97 坐標系統是以 GRS80 框架為基準，而 eGPS 是以竹南(JUNA)參考主站，其坐標經過數年未更新修正，導致以 eGPS 計算得之移動站坐標與靜態 GPS 觀測成果，各自轉換為 TWD97 坐標後兩者間存在系統性偏移。

假設在小區域範圍內兩坐標系統間之平面坐標變形可使用仿射轉換來描述，因此本研究在率定場內選擇 10 個控制點進行 eGPS 測量，以及擺設雙頻 GPS 接受儀做靜態 GPS 觀測 2 小時以上，並與周圍數個 GPS 連續觀測站做聯合解算(使用 Bernese 軟體)。接著各自轉換到 TWD97 坐標系統，再以仿射轉換求解其轉換參數，最後套用此轉換係數到其餘 eGPS 觀測坐標點位，以便應用到後續之空三平差作業，也因此 UAV 上之 GPS/IMU 觀測資料，利用差分定位解算得到之坐標，才會與空三平差所使用之坐標系統一致，也才能進行 Boresight/Lever-arm 率定。

(三) UAV 飛行軌跡解算

本研究使用之 UAV 搭載了 SPAN CPT 整合式定位定向系統，包含 IMU 及雙頻 GPS 接收儀，可觀測載具之位置與姿態。GPS 觀測可提供高精度位置資訊，但 GPS 取樣頻率僅 1Hz，故對於快速移動之載體可能會導致較大的內插誤差。另一方面，IMU 之取樣頻率可達 100Hz，可在短時間內提供高精度之位置與姿態，但隨著觀測時間增加其飄移量會越大(1° /小時)。因此兩者間必須截長補短，以 GPS 當作控制來修正 IMU 之飄移量，而 IMU 則可提供高頻率之定位定向資料，以減少定位誤差，同時若有 GPS 週波脫落問題，仍能提供精確的位置資訊。

本研究使用 NovAtel 之 Inertial Explorer (IE)解算 UAV 飛行軌跡，首先會結合地面 GPS 基站資料，利用及時動態定位方式解算其軌跡，接著加入 IMU 資料，透過緊耦合(Tightly-coupled)卡曼濾波器，推估整個軌跡之載體(IMU Body-frame)位置與姿態，進而可內插得到每一張影像拍攝瞬間載體的位置與姿態。根據 SPAN CPT 之規格，若無 GPS 週波脫落，以即時動態定位(RTK)方式解算得到之飛行軌跡其精度在平面方向約 2 公分，高程方向約 5 公分，而姿態角方面 Roll 和 Pitch 約 0.015 度，Heading 約 0.05 度。

(四) 空中三角平差、產製數值表面模型與正射影像

本研究採用二階段率定法求解 IMU 與相機間之軸角與固定臂參數，因此首先需要進行嚴密的空三平差，以計算得到影像之外方位參數。本研究採用三種商用軟體，各軟體在本研究之角色彙整於表 3 中。首先本文利用 Pix4D 之 Pix4UAV[®] 軟體進行影像匹配得到連結點影像坐標，其過程中會進行自動化錯誤過濾，但仍有部分錯誤。因此，本研究再將匹配得到之連結點影像坐標匯入 Photometrix Australis[®] 以人工協助剔錯、檢查網型、檢驗影像坐標後驗中誤差，再設定一些地面控制點進行七參數基準轉換，檢驗其模型轉換誤差，進而間接評估內方位參數與網型內部精度，此部分所使用之內方位參數來自室內率定場率定成果。

經過上述程序後，本研究再將連結點影像坐標匯入 Intergraph ISAT[®] (Image Station Automatic Triangulation) 進行自由網、最小約制與強制附合空三平差再次確認影像坐標觀測量是否有大錯誤，同時設定部分控制點為檢核點，以檢驗空三平差成果之外部精度，若外部精度符合後續率定需求，即可進行二階段直接地理定位之率定。

由於 Australis[®] 沒有將地面控制點加入空三平差，以協助網型約制的機制，僅能做基準轉換，而 Pix4UAV[®] 則無法調整觀測量之先驗中誤差與控制點之權重，其空三平差過程對使用者而言是一個黑盒子。因此本研究以 ISAT 解算出之影像外方位參數，協助軸角與固定臂參數之率定。

此外，本研究同時利用 Pix4UAV 商用軟體，以全自動特徵匹配 (Strecha & Bronstein, 2012) 協助大量影像之空三平差 (Strecha, *et al.*, 2010)，接著再使用密集匹配技術 (Dense Matching) (Strecha, *et al.*, 2003; Strecha, *et al.*, 2004; Tola, *et al.*, 2012) 得到共軛點影像坐標，最後以前方交會產生地表三維點雲，進而內插成網格式數值表面模型 (Digital Surface Model, DSM)，以及製作真實正射影像 (True Orthoimage) (Strecha *et al.*, 2008)。

表 3 三種商業軟體在本文所扮演之角色

	Pix4UAV	Australis	ISAT
相機率定	√	√	
連結點影像匹配	√		
連結點錯誤過濾	√ (自動)	√ (人工)	
設定控制點做基準轉換	√	√	
自由網平差		√	√
最小約制/強制附合平差			√
檢核點檢驗外部精度			√
二階段率定之 EOP 參考資料來源			√
自動匹配產生 DSM	√		
製作真實正射影像	√		

(五) 直接地理定位

圖 5 為直接地理定位之示意圖，公式(5)顯示地面點位置向量為三個向量之總和，其中有兩個項目為未知，必須先利用控制場進行軸角 (Boresight) 與固定臂 (Lever-arm)

率定才能達到直接地理定位之目的。

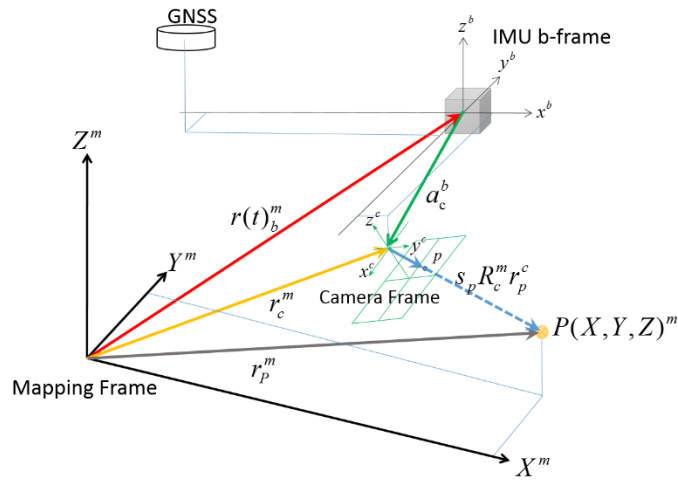


圖 5 直接地理定位示意圖

$$r_p^m = r(t)_b^m + R(t)_b^m a_c^b + R(t)_b^m R_c^b s_p r_p^c \dots \dots \dots (5)$$

其中

r_p^m 代表地面點 P 在地圖坐標系統(Mapping Frame)中位置向量。

$r(t)_b^m$ 代表在時間 t 時，GPS/IMU 整體解算後 Body-frame 相對於地圖坐標系統之位置向量。

$R(t)_b^m$ 代表在時間 t 時，GPS/IMU 整體解算後 Body-frame 相對於地圖坐標之旋轉矩陣。

R_c^b 代表相機相對於 IMU 之旋轉矩陣，可轉換成軸角(Boresight angles)，必須透過控制場率定求解。

a_c^b 代表相機相對於 IMU 之平移量(Lever-arm)，可透過控制場率定求解或直接量測而得。

s_p 代表影像點 p 與地物點 P 兩位置向量之尺度(Scale)，就相機而言必須透過立體影像前方交會求解而得。

r_p^c 代表影像點之位置向量。

本研究利用兩階段率定法(Skaloud, 1999)率定軸角與固定臂系統偏差，其中在固定臂率定方面，每一幅影像在光束法平差後即可獲得相機透視中心在地圖坐標系統之位置向量(r_c^m)，同時透過 GPS/IMU 整體解算後 Body-frame 在攝影瞬間(t)相對於地圖坐標系統之位置向量($r(t)_b^m$)，因此依照公式(6)可以求解固定臂(r_c^b)之旋轉矩陣。

$$r_c^b = R(t)_M^b (r_c^m - r(t)_b^m) \dots \dots \dots (6)$$

在軸角率定方面，每一幅影像都可以透過光束法平差得到相機相對於地圖坐標

系統之旋轉矩陣(R_c^m)，同一時間也可透過 GPS/IMU 整體解算後 Body-frame 在攝影瞬間(t)相對於地圖坐標系統之旋轉矩陣($R(t)_b^m$)，因此相機相對於 IMU 之旋轉矩陣即可利用公式(7)求解而得，進而可推求其旋轉角或稱為安置角(Mounting angles)。

$$R_c^b = R(t)_b^m R_c^m \dots\dots\dots (7)$$

本研究利用 NovAtel Inertial Explore[®] 結合載具上之 IMU/GPS 觀測量，以及地面 GPS 基站觀測量進行聯合解算，求得 IMU Body-frame 之位置與姿態。如此即可內插 Body-frame 在每一個拍攝瞬間的位置與姿態，再應用前述率定後之軸角與固定臂參數，如此即可透過直接地理定位方式，不須經由傳統空三平差程序，得到每張影像之外方位參數。假設相機、GPS 天線、IMU 等設備相對位置在率定後與其他拍攝任務過程中都沒有變動，率定航拍只須做一次，往後在緊急時刻如自然災害發生時，啟動此無人機到災區進行航拍，可立即套用軸角與固定臂參數，快速計算得到每一張影像之外方位，即可進行災區範圍之數化或量測，提供災情空間資訊給防救災單位，協助決策支援。

三、案例測試

本研究之實驗區位於屏東縣高樹鄉，面積約 9 平方公里。圖 6 顯示控制點與檢核點之分布，以及 600 公尺航高之飛行軌跡，包括用以解算空三平差(黃色區域)與系統率定(紅色區域)影像之範圍。系統率定使用之影像範圍在測區中心且區域較小，主要是為了使選用之影像有良好的交會幾何與穩定的外方位參數。



圖 6 地面控制點分布、軌跡、空三平差範圍(黃色框)與率定用影像範圍(紅色框)。

(一) 地面控制點

本研究利用 eGPS 系統測量 35 個地面控制點，求得 TWD97 平面坐標與橢球高。其中 10 個控制點另外使用雙頻 GPS 天線進行 1 小時以上之靜態觀測，並使用

Bernese[®] 解算其坐標，此時會與鄰近的兩個 GPS 連續觀測站 G441 與 GS45 進行聯合解算，以求得精確的地心坐標、經緯度及橢球高，接著再將經緯度轉換成 TWD97 平面坐標。利用這 10 個控制點兩種 TWD97 平面坐標，再以仿射轉換模式計算其間之轉換參數，結果發現此二系統間在 E 與 N 方向分別具有 48 公分與 -29 公分之平移量，而轉換過程之標準偏差為 4.9 公分，最大偏差僅 7 公分，因此轉換成果可滿足後續空三平差與系統率定之精度需求。

(二) 空中三角平差

本實驗共進行兩個架次之 UAV 航拍，航高分別為 600 公尺與 1200 公尺，影像之前後重疊率與側向重疊率分別為 80% 與 50%。在 600 公尺航高共拍攝 1270 張影像，1200 公尺航高則拍攝 1449 張影像，本研究選用圖 6 黃色區域內之資料進行空三平差計算，其中為了計算效率 Australis 及 ISAT 軟體是採用跳片後仍具有 60% 以上重疊率之影像。表 4 為分別使用三種空三平差軟體解算後之誤差分析，包括檢驗控制點之內部精度及影像觀測量殘差之中誤差(Sigma0)。一般經驗使用特徵匹配進行空三平差其 Sigma0 可達 0.3 個像元，但從表 4 之 Sigma0 得知本項實驗拍攝之影像其影像坐標量測誤差達 0.63~1.2 個像元，主要原因是此 UAV 仍在建置測試階段，尚未考慮到避震問題，因此部分影像有模糊效應。整體而言三種軟體空三平差後控制點 RMS 的高程精度皆比平面精度差，主要原因是本次實驗採用 50 mm 鏡頭，其視野角較小僅約 27 度 x 40 度，基線航高比約在 0.05~0.2 之間，使得空三平差網型幾何強度較弱。而 Australis[®] 計算成果控制點 RMS 在高程部分比其他兩套軟體高很多，主要是因為 Australis[®] 平差計算時並沒有控制點約制機制，僅能進行基準轉換將區域坐標系統轉換到與控制點相同的坐標系統，因此沒有辦法利用控制點維持應有之網型。估計實驗過程中，內方位之率定時間與 UAV 航拍時間差距太久且實驗過程中有多次起降與拍照測試，導致內方位參數有些許變化，造成平差後網型變形。此外，Pix4UAV 計算成果看似非常精準，但使用者無法控制及調整其平差計算之參數，如觀測量之權重等，皆包裝在程式的黑盒子當中。最後在 ISAT 空三平差時，我們可以調整各項觀測數據之權重，例如影像初始位置及姿態、地面控制點和影像坐標量測先驗中誤差等。但成果顯示檢核點高程誤差仍較大，原因跟鏡頭之 FOV 及影像之 B/H 值較小有直接關係。

表 4 空三平差誤差分析成果

UAV 航高	影像 數量	空三軟體	B/H	控制點 數量	控制點 RMS (m)			Sigma0 (Pixel)	檢核點 數量	檢核點 RMSE (m)		
					E	N	H			E	N	H
600 m	568	Pix4UAV	0.1	9	0.117	0.116	0.660			NA		
	283	Australis	0.2	13	0.333	0.300	7.235	0.63		NA		
		ISAT	0.2	7	0.153	0.175	0.474	1.20	4	0.197	0.359	1.214
1200 m	679	Pix4UAV	0.05	8	0.045	0.120	0.330			NA		
	339	Australis	0.1	13	0.330	0.304	4.961	0.77		NA		
		ISAT	0.1	8	0.151	0.243	0.330	1.17	5	0.206	0.571	3.141

(三) 產製 DSM 之準確度與可靠度分析

為了比較有無利用地面控制點對產製之 DSM 準確度的影響，在利用 Pix4UAV 進行空三平差及製作 DSM 時有一組成果有設定控制點，另一組沒有。在 600 公尺與 1200 公尺航高拍攝之影像其空間解析度分別約為 7.7 公分與 15.4 公分，實驗中設定 DSM 網格大小分別為 1 公尺與 2 公尺。由於本研究布置之控制點是在平面道路上，因此在 DSM 誤差分析時僅能檢驗高程之準確度。表 5 為誤差分析成果，由此得知若有使用地面控制點，則航高 600 公尺與 1200 公尺所產生之 DSM 準確度仍可達 39-51 公分，但最大誤差可達 1.71 公尺。而若沒有使用地面控制點，則其精度仍可在 90 公分以內，但會有約 1.03 公尺與 5.33 公尺之系統性偏差，此與 GPS 初始值及 B/H 太小有關。

表 5 DSM 高程誤差分析成果

B/H	600 m 航高 GSD = 1m		1200 m 航高 GSD = 2m	
	0.1		0.05	
	有 GCP	無 GCP	有 GCP	無 GCP
Max (m)	1.71	2.71	1.04	6.93
Min (m)	-0.63	-0.79	-0.59	3.75
Mean (m)	0.14	1.03	0.06	5.33
RMSE (m)	0.39	0.86	0.51	0.88

本研究採用視覺比較法及相減法進行可靠度分析。由於使用空載光達產製 DSM 與 DTM 已經是國內外相當普遍及被接受的作法，因此本研究利用空載光達產製之 DSM 與本研究產製之 DSM 進行比較。圖 7 顯示兩個案例，其中空載光達是由自強工程顧問公司所提供，其航高約 1600 公尺，掃瞄頻率為 170 KHz，點雲密度約 1.4 點/m²，產製 DSM 時為使用第一回波資訊以 Kirging 模式內插得到網格 DSM。而 UAV 產製之 DSM 部分是採用 600 公尺航高拍攝之影像，圖 7 以假色顯示高程之變化，同時搭配真實正射影像以了解地物真實內容。由於利用影像匹配量測共軛點時若遇到均調區(例如屋頂或水體)或有重複紋理(樹林或草地等)容易造成匹配之不確定性，而導致可靠度較低之成果，因此 Pix4UAV 會放棄這類成果，因而在圖 7 可以發現一些黑色區塊，表示這些地方沒有產生 DSM。

由圖 7 可以觀察到，兩種方法製作之 DSM 有相當高之相似性。主要差異發生在樹木與建物邊界，因為影像無法透過樹木看到地面，但空載光達有機會透過樹葉縫隙掃描到地面，因此樹木部分 UAV 影像產製之 DSM 較為濃密，空載光達 DSM 則比較多空隙。而建物邊界在影像中為明顯之地物特徵，會被萃取並進行匹配得到建物邊界資訊，但空載光達是以規則掃描方式取樣，不一定會直接量測到建物邊界，因此空載光達 DSM 在建物邊界會有比較多的毛邊現象。

接著，本研究將此二 DSM 進行相減，以量化分析兩者之差異。圖 8 為一範例，其中圖 8-1 為空載光達產製之 DSM，圖 8-2 為 UAV 航拍製作之 DSM，圖 8-3 為兩者之差值，圖 8-4 為真實正射影像，圖 8-5 為 DSM 差值之直方圖，圖 8-6 為圖 8-3 箭頭處之 DSM 差值。由圖 8 可見主要差異發生在建物邊緣，其中橢圓虛線處之建

物顯示在圖 8-7，由於該建物牆面並非垂直平面，而空載光達掃描方向為東西向，航線偏西邊，因此會掃到牆面與屋頂女兒牆及屋頂面，經過內插後產生了鋸齒狀的邊界。此外圖 8 橢圓實線處則因為相對於掃描方向該處是坐落在建物的遮蔽區，建物旁邊沒有點雲資料，在內插時使用到地面與屋頂面點雲，因此其高度變化並不明銳，但 UAV 航拍影像因為重疊率高達 80%，因此遮蔽效應較少，經過影像匹配後可得到建物邊界與地面之點雲，故內插成網格 DSM 後成果較合理。此外，由 DSM 差值直方圖可看出其分布主要坐落在 0 附近，顯示兩者之一致性相當高，顯示若針對小範圍之崩塌地或河床進行定期的 UAV 航拍監測，製作不同時期之 DSM，將有機會評估崩塌地或河床中土石的流失率、流失量與堆積量，對於災害、森林、河川與集水區之管理會有相當大的幫助。



圖 7 (左)UAV 產製之 DSM、(中)空載光達產製之 DSM、(右)真實正射影像

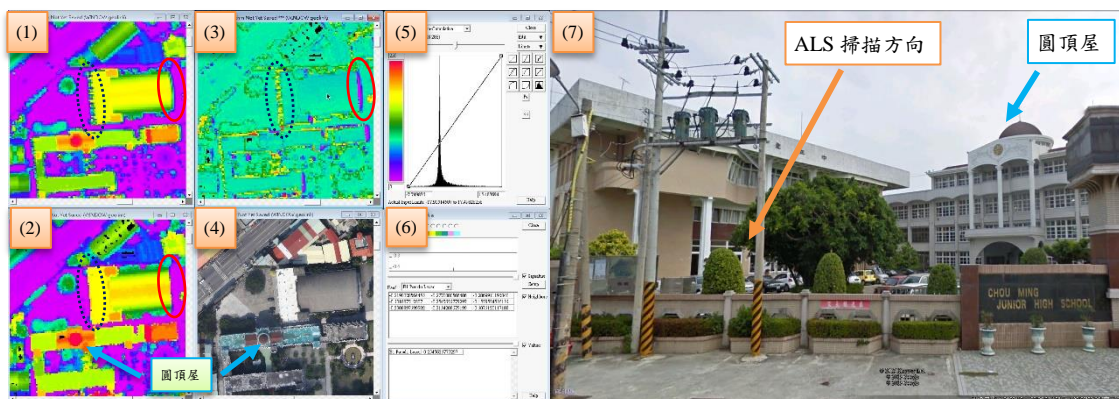


圖 8 空載光達 DSM 與 UAV-DSM 之差值量化分析

(四) 軸角與固定臂率定精度分析

即使 ISAT 空三計算成果精度並非足夠準確，本實驗還是利用此成果進行軸角與固定臂率定，兩組不同航高之影像資料分別使用了 100 張和 88 張做軸角與固定臂率定。表 6 顯示率定成果及內部精度(標準差)，此標準差是由率定之平均值與原始觀測數據的差值統計而得。從表中可得知三個軸角的標準差皆在 0.05 至 0.15 度內，比 SPAN-CPT 規格約高三倍，雖然此誤差仍在預期範圍內，但由於受到空三平差計算精度的影響，此項率定仍需繼續改善，未來可考慮一階段率定法，將實驗室內率定得之兩感測器相對方位權重調高，則此項率定成果應會更準確。另外，由表

6 亦可發現兩個架次率定成果有明顯的差異，顯示在兩次飛行測試間，用來固定 IMU 與相機間的框架發生了變動，改變了兩個感測器間的相對方位。

表 6、軸角與固定臂率定成果與內部精度

	影像數量	UAV 航高	平均值			標準差		
			dOmega	dPhi	dKappa	dOmega	dPhi	dKappa
軸角(度)	100	600-m	-1.1337	-0.6126	-0.0324	0.0706	0.1463	0.1203
	88	1200-m	-0.7314	-0.9487	-0.0477	0.0447	0.0423	0.1108
			dX	dY	dZ	dX	dY	dZ
固定臂 (公尺)	100	600-m	0.0568	-0.0850	0.4657	0.4221	0.4494	0.4496
	88	1200-m	-0.1100	0.0045	0.0022	0.4840	0.6511	0.8629

(五) 立體測繪 y 視差及定位誤差分析

由於航測製圖標準作業程序多採用數值航測工作站(Digital Photogrammetry Workstation, DPW)進行立體觀測及繪圖，若立體影像具有 y 視差，操作者將無法觀測到立體，也就無法進行數化製圖。為了驗證利用 UAV 搭載 DSLR 數位相機仍可達到此目的，在此除了以立體觀測檢驗 y 視差外，並以立體量測地面控制點三維地理坐標，以統計其三維定位之準確度。

圖 9 為使用 ERDAS Imagine LPS 搭配 MicroStation\PRO600 模組進行立體觀測之成果，其中左圖因為影像之內、外方位參數準確度不足導致立體影像上有 y 視差現象，例如左圖中左右影像上之紅色十字形浮測標，其位置在影像之 y 方向有很大的差異，但右圖都可準確量測到相同的地物，表示右圖立體影像之內外方位參數都具有相當高之準確度。

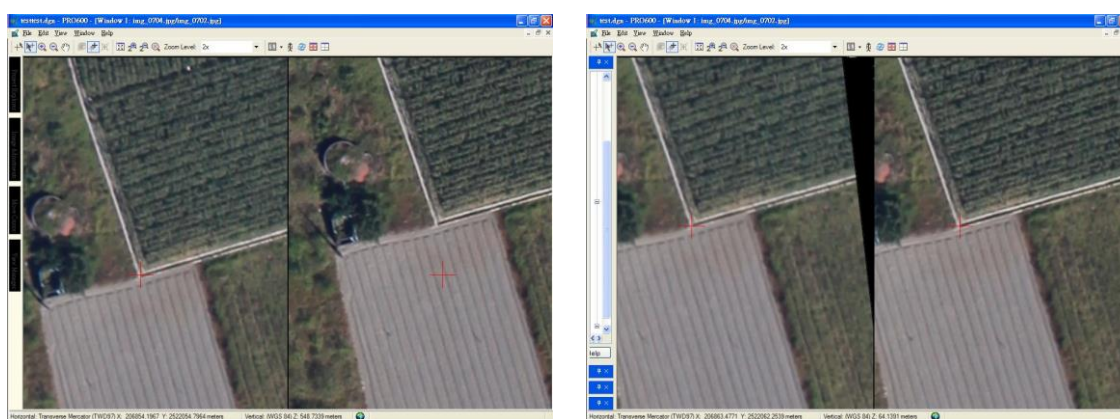


圖 9 使用 ERDAS Imaging LPS 進行立體觀測:(左圖)有 y 視差,(右圖)無 y 視差。

另外，由圖 9 畫面最下方可以看到立體量測後地物之三維坐標，因此本研究接著以相同程序量測控制點地理座標，並與真值比較進行立體製圖之誤差分析，所使用之外方位參數為 ISAT 空三平差成果，影像為經過透鏡畸變修正後之影像。表 7 為立體量測誤差分析成果，顯示三個軸向之均方根誤差(RMSE)、最大誤差、最小誤差及平均誤差。兩者在平面 RMSE 部分都在 50 公分以內，但高程 RMSE 比平面大 1.8 倍到 5.8 倍，其比值與 B/H 有高相關。此外，1200 公尺航高之影像，最大誤差高達 6.16 公尺，檢視立體影像可發現少數影像仍具有些許 y 視差，對立體量測精度

造成影響，表示部分影像之外方位參數仍有較大的誤差，主要原因估計仍是影像模糊效應所致。

表 7 立體量測誤差分析成果

UAV 航高 (m)	600			1200		
檢核點數	11			12		
B/H	0.2			0.1		
軸向	E	N	H	E	N	H
最大值 (m)	-0.40	-1.03	-1.62	-0.67	-0.73	-6.16
最小值 (m)	0.49	0.58	0.62	0.75	0.73	0.89
平均值 (m)	0.06	-0.16	-0.60	-0.02	-0.19	-2.63
RMSE (m)	0.29	0.42	0.96	0.37	0.44	3.33

(六) 直接地理定位誤差分析

以 UAV 影像進行直接地理定位目的乃是要進行快速災情調查，同時進行量測與數化，因此本研究在此評估應用直接地理定位求得之外方位參數，以前方交會量測地面點位之地理座標，進而與真值比較其差異。在此本實驗套用上一程序求得之軸角參數，但固定臂部分則是使用人工量測的成果。表 8 顯示三維定位誤差分析成果。量測方式為在實驗區內每個檢核點挑選 4 張影像，以人工量測影像坐標再利用前方交會計算其地理坐標。當率定參數與 DG 影像為同一組時，其水平方向誤差皆小於 1 公尺，高程方向誤差皆小於 4 公尺。但是若將 600 公尺航高率定參數，套用在 1200 公尺航高拍攝之影像上，則量測誤差大於 4 公尺，最大誤差甚至達到 50 公尺。此成果顯示目前固定 IMU 與相機之方式，在 UAV 起降過程的震動效應造成兩者之相對關係產生變化。未來在克服此問題後，即便 UAV 距離目標達 1200 公尺，仍可達到平面定位誤差在 1 公尺以內，對於快速災情調查之需求已經相當足夠。

表 8 直接地理定位誤差分析

率定影像	600-m 航線			1200-m 航線			600-m 航線		
	DG 影像			1200-m 航線			1200-m 航線		
方向	E	N	H	E	N	H	E	N	H
Max. (m)	-0.79	-0.89	-5.48	-1.43	-1.02	-7.82	-7.97	-9.09	-50.87
Min. (m)	0.61	1.42	3.45	1.41	1.05	2.33	10.79	7.33	38.31
Mean (m)	-0.15	0.26	-1.06	0.10	0.05	-2.28	1.83	0.12	-7.98
RMSE (m)	0.46	0.71	3.09	0.74	0.68	3.66	6.39	4.60	29.05
檢核點數	10			12			13		

四、結論

本研究以載重約 10 公斤之 AL-40 UAV 搭載雙頻 GPS 天線、戰術等級 IMU 及 DSLR 數位相機，突破大部分 UAV 無法進行的直接地理定位問題，同時評估其在測繪應用之可能性。以下歸納本研究主要成果：

1. 相機率定及透鏡畸變修正

本研究以一可旋轉之圓型率定場進行全自動相機率定，同時進行透鏡畸變改正，讓影像不再具有透鏡畸變效應與像主點偏移問題，如此一來可降低

空三平差與立體製圖過程中可能造成之不穩定性及 y 視差問題。

2. 空三平差

本研究測試三種平差軟體得知，Australis 因為無法使用控制點約制網型，容易導致網型變形問題，當鏡頭焦距較長，FOV 較小時，網型強度較弱，此時並不適合使用 Australis 進行空三平差。而 Pix4UAV 軟體無法設定各種觀測量之權，因此無法有效掌握空三平差成果之可靠度。ISAT 為測繪領域常用之空三平差軟體，可讓使用者掌握每一步驟，但本研究目前使用之影像有些微影像模糊效應，導致影像坐標後驗中誤差(Sigma0)達 1 個像元，加上 B/H 太小的因素控制點及檢核點 RMS 在高程之誤差皆大於平面方向，因此平差成果尚未達到理想目標。

3. DSM 準確度與可靠度

本研究使用 Pix4UAV 軟體產製 DSM，並以道路上之控制點當檢核點，評估其準確度，由成果可知在 600 公尺航高可以產製網格一公尺之 DSM，1200 公尺航高則適合產製兩公尺網格 DSM。若空三過程有使用地面控制點，則其高程絕對精度分別可達 40 公分與 1 公尺。若未使用地面控制，則會有系統性高程偏移約 1~2 公尺，絕對精度也會下降到 1-2 公尺。本研究同時跟空載光達產製之 DSM 進行可靠度分析，發現兩者之一致性相當高，主要差異是發生在建物邊界(與光達掃描角度及 DSM 內插方式有關)與樹木(空載光達可部分穿透稀疏樹葉到達地面)。根據此準確度與可靠度分析成果，若應用 UAV DSLR 相機拍攝崩塌地與製作 DSM，有機會可應用在土石流失與堆積之估算。

4. 立體製圖

利用本研究所建議之 UAV 影像處理流程，可減少立體觀測之 y 視差問題，而立體製圖之準確度在平面方向可達到 1:2000 比例尺之製圖精度要求，但高程部分則需要改用較短焦距之鏡頭，以提升整體定位精度。

5. 直接地理定位準確度分析

本研究顯示，即使在航高 1200 公尺使用直接地理定位後之外方位參數進行前方交會，其平面誤差仍可在 1 公尺以內，此準確度對快速災情調查已經相當足夠。

本研究仍有改善空間，包括消除影像模糊效應，採用 24 mm 之蔡司鏡頭以提高影像品質、增加 FOV 與基線航高比，以及提升網型強度，但缺點是會降低影像解析度約一倍。此外，為了確保 IMU 與相機之相對關係不變，必須以更穩固的方式固定 IMU 與相機，以避免兩者之相對關係在多次起降後產生變化，進而影響直接地理定位之準確度。

致謝

本研究承蒙國科會專題研究計畫(編號: NSC 101-2119-M-006-004)及內政部地

政司-102 年度多平台製圖技術工作案之經費補助，使計畫得以順利完成，特此致謝。

參考文獻

Strecha, Christoph, Tuytelaars, Tinne, and Gool, Luc Van, 2003. “Dense Matching of Multiple Wide-baseline Views”. Proceedings of 9th IEEE International Conference on Computer Vision, Vol.2, pp.1194 – 1201, Nice, France, 13-16 Oct. 2003.

Strecha, Christoph, Fransens, Rik, and Gool, Luc Van, 2004.” Wide-baseline Stereo from Multiple Views: a Probabilistic Account”, Proceedings of the 2004 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR’04), 27th June - 2nd July, 2004, Washington, DC.

Strecha, Christoph, Gool, Luc Van, and Fua, Pascal, 2008. “A Generative Model for True Orthorectification”, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B3a. Beijing 2008.

Strecha, Christoph, Bronstein, Alexander M., 2012. “LDAHash: Improved matching with smaller descriptors”, IEEE Trans. of Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 34, No.1, pp.1-14.

Strecha, Christoph, Pylvanainen, Timo, and Fua, Pascal, 2010.“Dynamic and Scalable Large Scale Image Reconstruction”, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp.406 – 413, San Francisco, CA, 13-18 June, 2010.

Rau, Jiann-Yeou & Yeh, Po-Chia, 2012. “A Semi-Automatic Image-Based Close Range 3D Modeling Pipeline Using a Multi-Camera Configuration”, Sensors, 12(8), pp. 11271-11293.

Skaloud, Jan, 1999. “Optimizing Georeferencing of Airborne Survey Systems by INS/DGPS”, Ph.D. Thesis, 160 p, University of Calgary (Canada).

Bäumker, Manfred, Heimes, Franz J., 2002. “New Calibration and Computing Method for Direct Georeferencing of Image and Scanner Data Using the Position and Angular Data of an Hybrid Intertial Navigation System”, C. Heipke, K. Jacobsen and H. Wegmann (Eds.), Integrated Sensor Orientation, OEEPE Official Publication.

M. Cramer , D. Stallmann, “System Calibration for Direct Georeferencing” ISPRS Comm. III Symposium ‘Photogrammetric Computer Vision

Tola, Engin, Strecha, Christoph, Fua, Pascal, 2012. “Efficient large-scale multi-view stereo for ultra high-resolution image sets”, Machine Vision and Applications, Vol.23, No. 5, pp. 903-920.

