

出國報告（出國類別：國際研討會議）

出席 2014 國際航空測量及遙感探測學會
技術分組 I 研討會報告書
(ISPRS TC I Symposium 2014)

服務機關：內政部（地政司）

姓名職稱：李技士育華

出國地區：美國丹佛

出國期間：103 年 11 月 15 日至 11 月 22 日

報告日期：104 年 3 月 3 日

摘 要

為瞭解並吸取國際測繪政策及技術發展情形，汲取各國專家之實務作業及問題處理經驗，並提供我國辦理該計畫及後續基本測量管理維護之參考，內政部派員參加於美國丹佛之 Renaissance Denver Hotel 舉行一連 4 天（11/17~20，2014）「2014 國際航空測量及遙感探測學會技術分組 I 研討會（ISPRS TC I Symposium 2014）」，該研討會係由國際航空測量及遙感探測學會技術分組 I (ISPRS Commission I)與美國攝影測量與遙感學會(American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, ASPRS)共同主辦之年度國際研討會。

本次研討會主要發表論文議題為「遙測平台之資料處理、空載/衛載地球觀測系統、光達及光學影像系統應用於數值高程模型產製、光學及非光學影像儀器之測試率定、遙測儀器資料處理技術、成像技術之精度影響評估、多系統整合平台-導航-直接地理定位及整合感測器定位、移動製圖系統及無人機/無人機系統（UAV/UAS）與自動測繪系統之應用、航空遙感探測之應用」大會發表論文章計約 157 篇及會場論文海報展示計約有 34 篇。

本次國際研討會經與各國官產學界研究者交流並比對國內測繪領域現況，本報告建議事項有四：1.低成本定向定位系統精度突破，逐漸成為熱門研究，低成本多平台之空間定位技術不再侷限於救災情蒐之用，國內應積極投入研究。2.發展單一作業平台已無法應對真實世界面臨之挑戰，多平台作業將成為解決困境的關鍵，政府部門整合各項作業能量確實有其必要。3.提升國內測繪技術硬體面研究能量，將成為測繪技術之突破關鍵。4.國內測繪人力資源流失漸成為測繪相關產業之發展阻礙，宜思考改善國內測繪就業環境之策進方案。

參與結果顯示，研討會交流資訊足供本部瞭解國際測繪政策及技術發展情形，確有助於掌握最新遙感探測及相關領域之脈動，得作為本部未來推展相關測繪科技參考之用。

目 錄

壹、前言	1
貳、目的	2
參、過程	3
一、 會議及考察期間	3
二、 會議及考察行程	3
肆、會議重要內容	4
一、 辦理單位	4
二、 議程	4
三、 專題研討	5
伍、心得及建議事項	19
陸、附錄	21
一、參加本次國際研討會所攜回之資料	21
二、活動照片集錦	22

壹、前言

隨時代科技的進步，空間資訊系統(Geospatial Information Systems)應用越來越廣泛。在空間與屬性資料的時效性及正確性都足夠時，才能發揮它的效用並表示真實世界的現象。利用傳統地面測量技術作為採集空間資訊的方法顯已未能全然符合成本考量，又傳統測量以及屬性調查作業所需時間較長，從蒐集資料到系統建置完成往往需要半年以上，已不符合科技發展的趨勢與成本效益。近年測量與空間資訊技術正逐漸革新，傳統製圖的技術與先進遙感探測科技結合，搭配多種的感測器蒐集空間資料，輔以各式載具平台，以遠端非物理性接觸方式進行資料蒐集，實現近即時移動式測量及空間資料蒐集技術，已是人類管理自然與人文環境的重要工具。

國際航空測量及遙感探測學會(International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, ISPRS)係國際航遙測領域最具影響力之學術組織之一，各國及區域性攝影測量與遙感學(協)會均為其組織成員，旗下並分就各類門研究領域組成8大技術分組(Commission I~VIII)，並聯合各區域性學會以主導各項國際研究議程。本次研討會即為國際航空測量及遙感探測學會技術分組I (ISPRS Commission I)與美國攝影測量與遙感學會(American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, ASPRS)共同主辦之年度研討會，會議時間自2014年11月15日至11月22日計8天於美國丹佛舉行，議題包含：「遙測平台之資料處理、空載/衛載地球觀測系統、光達及光學影像系統應用於數值高程模型產製、光學及非光學影像儀器之測試率定、遙測儀器資料處理技術、成像技術之精度影響評估、多系統整合平台-導航-直接地理定位及整合感測器定位、移動製圖系統及無人機/無人機系統(UAV/UAS)與自動測繪系統之應用、航空遙感探測之應用」等，邀集各國官產學屆報告最新之航遙測技術研究與應用情形及未來發展方向。

本次研討會除投影片專題發表論文外，另有論文海報張貼區、美國政府/國際機構航遙測計畫展示區、廠商展示區與本次議題相關之軟硬體區域，由全球各航遙測領域派員進駐展覽，藉由「Lunch/Refreshment Break with Exhibitors」方式，使與會者有學理與實務經驗討論的環境，提供官、產、學間進行經驗交流的機會。

貳、目的

內政部自（100）年起辦理「應用先進航遙測技術發展空間資訊計畫」，計畫工作目標為研發測繪相關技術以提升國內產業界、政府部門及學術界運用先進遙感探測之能量。鑑於航遙測之軟硬體近年術蓬勃發展，其中亦涉及多項遙測相關專業技術，亟需吸取國外經驗及各項技術資料，爰派員赴美國丹佛參加「2014國際航空測量及遙感探測學會技術分組 I 研討會（ISPRS TC I Symposium 2014）」，瞭解國際測繪政策及技術發展情形，汲取各國專家之實務作業及問題處理經驗，以提供我國辦理該計畫及後續基本測量管理維護之參考，並期發揮帶動國內先進測繪技術發展引領之效。

本次國際研討會與會人員來自各國從事航遙測相關領域之產官學界，與會者就各各國之遙感探測技術研究發展、遙測感測器及載台整合、多感測器機電整合與應用、演算法與資料處理、國際機構運用航遙測技術進行地球資源探測等議題，研討各項最新研發方向並展示研究成果，期透過學術與實務經驗交流，就現階段技術尋求次世代發展之研究方向，以提升航遙測應用之技術水準。

參、過程

一、會議及考察期間

自民國 103 年 11 月 15 日至 103 年 11 月 22 日止，共計 8 天。

二、會議行程

天	日期	星期	行程或會議	地點	備註
1	11 月 15 日	六	去程	桃園機場 洛杉磯（過境轉機點）	搭乘中華航空 PM：17:10 班
2	11 月 16 日	日	去程	洛杉磯機場 丹佛文藝復興酒店	搭乘聯合航空 PM：15:30 班機
3	11 月 17 日	一	參加 2014 國際航空測量及遙感探測學會技術分組 I 研討會	丹佛 丹佛文藝復興酒店	報到、參加研討
4	11 月 18 日	二	參加 2014 國際航空測量及遙感探測學會技術分組 I 研討會	丹佛 丹佛文藝復興酒店	參加研討
5	11 月 19 日	三	參加 2014 國際航空測量及遙感探測學會技術分組 I 研討會	丹佛 丹佛文藝復興酒店	參加研討
6	11 月 20 日	四	1. 參加 2014 國際航空測量及遙感探測學會技術分組 I 研討會 2. 返程	丹佛文藝復興酒店 洛杉磯機場	搭乘境內班機聯合航空 PM：17:29 班機至洛杉磯機場，於洛杉磯機場搭乘中華航空 PM：23:25 班機返程
7	11 月 21 日	五	返程中途		
8	11 月 22 日	六	返程	桃園機場	返程

肆、會議重要內容

一、辦理單位

本次會議主辦、協辦及贊助單位如下：

(一) 主辦單位：國際航空測量及遙感探測學會 (ISPRS)、美國攝影測量與遙感探測學會 (ASPRS)。

(二) 贊助單位：美國地質調查局 (USGS)、美國國家航空暨太空總署 (NASA)、美國攝影測量與遙感探測學會 (ASPRS) …等 8 個單位。

(三) 媒體贊助商：地球雜誌 (EARTH Magazine)、地理資訊雜誌 (GeoInformatics Magazine) …等 14 個單位。

二、議程

日期	時間	議程	備註
11/17	07:45 - 12:15	專題討論 1-高光譜遙感探測	
	07:45 - 17:15	專題討論 2-利用開放資源工具建構電子地圖	
	07:45 - 12:15	專題討論 3-無人機運作模式簡介	
11/18	07:45 - 12:15	專題討論 1-多光譜衛星遙感探測技術探討	
	09:00 - 10:00	專題討論 2-Landsat 衛星影像-諧波回歸與多時序演算法之探討 技術分組委員會談	
	12:00 - 13:00	午宴、商業展覽和論文海報展覽	
	13:00 - 14:30	開幕大會、大會報告與主席致詞	
	14:45 - 16:15	資料處理與影像解析、環境、自然資源、無人機及其資料解析、光達、演算法等議題論文發表	
	16:30 - 17:30	相機率定、遙感探測、無人機、災害、自然資源等議題論文發表	

11/19	08:30 - 10:00	專題演講：從無人機到衛星-平台、感測器、技術及系統	
	10:30 - 12:00	移動式製圖技術、攝影測量、衛星遙測資料處理等議題論文發表	
	12:00 - 13:30	午宴、商業展覽和論文海報展覽	
	13:30 - 15:00	專題演講：陸地變遷科學	
	15:30 - 17:00	移動式製圖技術、遙感探測、無人機、遙測資料處理、DEM/DSM 等議題論文發表	
11/20	08:30 - 10:00	景觀紋理建模技術、災害、環境監測與製圖、遙感探測資料處理等議題論文發表	
	10:30 - 12:00	專題演講：21 世紀遙感探測技術角色之轉換	
	12:00 - 14:30	休息	
	13:15 - 14:45	災害、環境監測與製圖、遙感探測資料處理、演算法等議題論文發表	
	15:10 - 16:30	製圖、遙感探測（地球觀測）等議題論文發表	

三、專題研討

（一）主題一：移動式製圖系統（MMS）－感測器、載台與整合

早期製圖以地面為主，由人力到達現地進行量測，再將數據彙整製作成所需的地圖，然而隨時代演進，此等傳統方式已無法全然符合成本考量。傳統測量以及屬性調查作業所需的時間較長，從開始收集資料到系統建置完成往往需要半年以上，這已不符合科技發展的趨勢與成本效益。為因應此等挑戰，近年來有關具備直接定位系統 (Direct Geo-referencing System) 及多感測器系統 (Multi-sensor System) 的空間資訊獲取移動平台其研究大量的被發表出來，一般稱為移動式製圖系統 (Mobile Mapping Systems, MMS)。MMS 整合全球定位系統 (Global Positioning System, GPS) 及慣性導航系統 (Inertial Navigation System, INS) 形成高精度直接定位系統，結合多種高效率感測器，搭配高精度

之率定場，能快速獲取並儲存感測資料，經解算直接獲得感測器方位 (Direct Sensor Orientation)，最後透過高度自動化的軟體系統進行資料處理，即能獲得所需的空間資訊。

本次會議與移動式製圖系統相關之論文之相關議題，諸如低成本 MMS 整合方案、載具平台整合、即時/近即時直接地理地位…等，摘錄前開議題之論文部分扼要成果如下：

(1) 低成本移動式製圖系統整合方案

近 20 年來，因其快速、可靠、多平台、高機動性的優勢，移動式製圖系統已成為空間獲取資訊的主要來源；然而因其建置成本高昂—動輒數百萬至千萬（新臺幣），並非所有使用者、私人企業都能享有該系統所帶來的優勢，「普及性」的問題已成為挑戰移動式製圖系統發展的重大考驗。



圖 1: 移動式製圖系統：（左）VISAT System & （右）本部多平台製圖技術工作案鷹眼平台

@A. Al-Hamad/ ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-13)

近年智慧型手機的快速普及，科技進步減少了電腦與手機間的效能差距，國外研究者即利用智慧型手機 (Smartphone) 及其內建定位感測器與後相機鏡頭，以連續攝影而非獨立拍攝相片的方式，使一般非專業使用者亦能高頻自動獲取高重疊率的影像資訊，作為其低成本移動式製圖系統。研究者以 Samsung Galaxy S4 smartphone 作為研究平台，該手機後相機鏡頭為 1920x1080 像素，連續攝影資料獲取率 30 frame/second，並以內建衛星接收儀、陀螺儀、加速度計接獲取定位定向(姿態)資訊，最終於手機 Android 系統整合同步影像及定位定位資訊 (平台規格詳圖)。利用近景攝影測量共線式原理，共軌影像資訊擇定 85% 重疊率為標準，於測試區擇定衛星可接收範圍進行實驗。實驗成

果顯示，於擇定六張攝影影像作為前方交會定位成果時三維定位精度平均達0.265公尺、最大誤差0.778公尺，顯見此高普及/低成本之行動通訊裝置研究平台，於定位資訊穩定接收情況下已可作為非測量應用級製圖需求之用（如防救災），加以雲端系統越為成熟之趨勢，於未來確可作為地理資訊系統之主要資料來源。

	Type
GNSS	Broadcom BCM47521
Accelerometers	STMicroelectronics LSM330DLC
Gyroscopes	STMicroelectronics LSM330DLC
Magnetometers	AsahiKasei AK8963

圖2: Samsung Galaxy S4 smartphone感測器規格

@A. Al-Hamad/ ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-13)

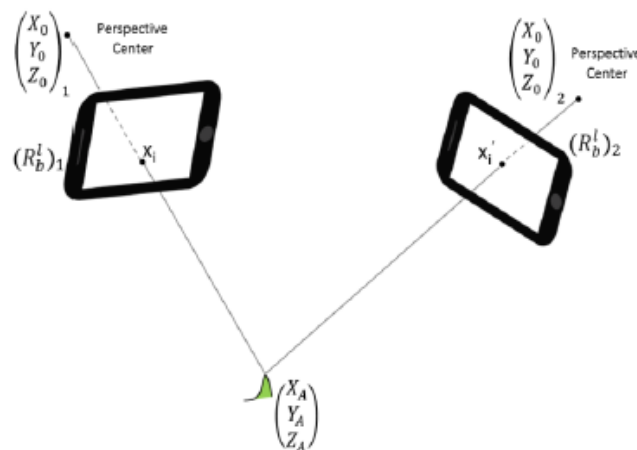


圖3: Smartphone近景攝影共線式原理

@A. Al-Hamad/ ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-13)

	Mean (m)	Standard Deviation(m)	Maximum Error (m)
East	0.224	0.237	0.775
North	0.064	0.069	0.233
Up	0.070	0.053	0.181
3D	0.265	0.228	0.778

圖4: Smartphone直接地理地位成果

@A. Al-Hamad/ ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-13)

(2) 移動式製圖系統之載具平台推展與感測器整合

移動遙測製圖移動平台可以是衛星、飛機、直升機、船舶、汽車或人，所搭載的定位定向感測器可能包括 GNSS 衛星接收儀、慣性導航系統（INS）及里程計數器等，觀測感測器系統則可以是相機、攝影

機、多光譜掃描儀或雷射掃描儀等。配合不斷進步之電腦運算能力與容量，搭配各類移動平台之機動性並考量各種需求，便能在相應的領域上發揮價值。多平台移動製圖系統已成為趨勢，然而除空載與車載平台外，國內鮮有業者針對其他平台就感測器部分進行客製整合；承前開低成本移動式製圖系統議題，其使用者幾乎用於行人地面手持模式，然而非專業使用者於使用行動通訊裝置之模式變化劇烈，如無偵測其行為模式對於應用途中之影響將無法對合適應用面進行運用。基於此，國內外即有研究者發展行人航位推估法之研究，著重在將慣性感測器裝置在人體不同部位，或是各種訊號處理和辨識技術，以期達到最好的感測精度。是故，因各式平台所遭遇環境、路徑行駛皆有差異，雖直接地理定位之原理相同，惟若未就各自平台之行為模式深入研究排除誤差，恐於平台移植之過程中折損利用效益。

災害資訊快速蒐集與否成為降低損失最關鍵的指標，各類大型災害相關空間資訊多以直升機為資訊獲取平台，德國航太中心即於本次會議推廣應用於直升機平台之 4K 光學即時探測系統（4K System），藉由輕量化、相對低成本感測元件及感測器尺寸之客製，透過三組 FOV（Field Of View）最大達 104 度、12HZ 之畫面更新頻率（frame rate）之光學相機，輔以不同相機配置（近紅外光 NIR 或 RGB）及整合定向定位系統，運用感測器 4K 攝影功能得以產製正射影像、數值地表模型（DSM）、行人追跡以及水流偵測等。



圖 5: (左) 安裝 4K 系統之 BO-105 輕型直升機、(右) 4K 系統之各式元件配置
©F. Kurz, D. Rosenbaum/ ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-189)

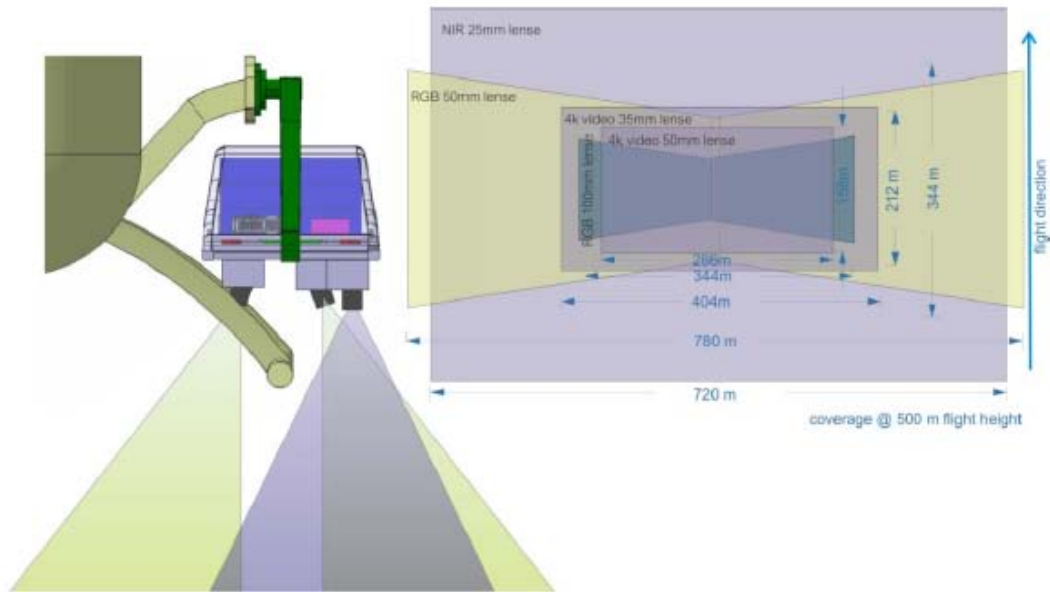


圖 6: 4K 系統於不同透鏡組合之視野構成 (Viewing configuration and footprint)

@F. Kurz, D. Rosenbaum/ ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-189)

因直接地理定位技術高度仰賴定向定位系統，該研究中心人員於發表時指出，由於載台行為特性之影響可以預期直升機載台震動對於，故須特別偵測直升機之運作模式對於定向定位成果之影響。研究成果顯示，直升機垂直速度改變所造成的震動確實顯著影響定向定位系統的解算結果，而後處理的解算結果並未提昇最終定向定位系統的解算精度，顯示該系統平台減震緩衝之設置並未如期發揮效用，而使定向定位精度未達期望標準(RSM 0.1m)。該研究並未進一步測試載具震動對於直接地理定位的影響及具體直接地理定位之成果，然而以防救災目的而言尚符應用需求，可預見若各感測元件減震緩衝機制之改進將使該載具直接地理定位能力提昇有顯著的效益，此載具平台對於災害資訊收集將是一有效手段。

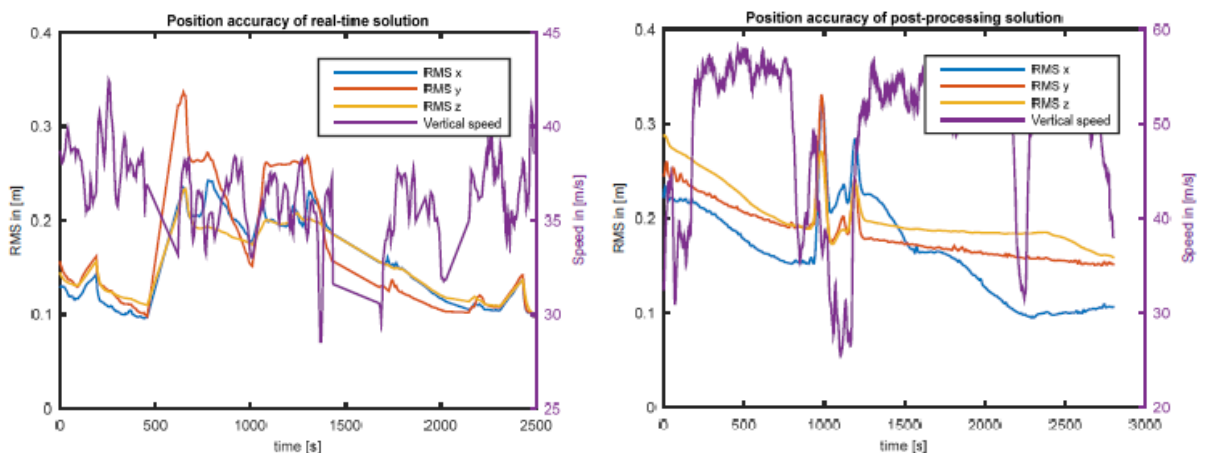


圖 7: (左) 於即時解算下定向定位系統解算結果與 (右) 後處理結果

(一) 主題二：UAV/UAS 無人機製圖、災變監測與應用

傳統空中三角測量，利用地面控制點及影像重疊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)；而隨整合定向定位技術之發展，引入直接定位技術後，其人力以及時間成本可以大量減少，製圖效率大量提高，漸成為移動式製圖系統之重要平台。

移動式製圖系統近年特別被獨立出並大量討論的，即是相較於傳統航測的無人機 UAV/UAS 平台。該平台搭載整合導航定位與姿態感測器、成本相對低廉的數位相機、即時影像、無線通訊系統及多種感測器等，進行空拍任務，機動性極高，且相對安全而價廉，加上對地感測之航高遠低於其他星載與空載平台，故能獲取極高地面解析度的影像，相較傳統空載於小區域之災損評估應用，對於空間資料的蒐集與調查更加便利而快速，大幅提昇了空間資訊取得之時效性。

本次會議與 UAV/UAS 無人機製圖相關之論文之相關議題，諸如無人機直接地理定位效能分析、無人機載台研製、災損及環境監測應用…等，摘錄前開議題之論文部分扼要成果如下：

(1) 無人機直接地理定位效能分析

UAV/UAS 攝影測量平台搭載低成本的 INS/GNSS 整合定位定向系統及相機模組，雖其 INS/GNSS 系統大多僅限於飛控之用，然已大致具備直接地理定位之硬體要件。UAV/UAS 成本相對低廉、機動性高、操作簡單帶來便利快速的資訊獲取優勢，雖可期待引入無須控制點的直接定位技術能滿足快速災損評估與人員救援之應用，惟同樣也因其低成本帶來感測器精度未符期待及輕量化所造成之載台穩定性不佳、載重能力限制等製圖應用憂慮。

本研討會與會研究者即針對 UAV/UAS 製圖效益進行探討，又，無人機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。兩者飛機性能、運作模式、酬載能力、應用範圍有別，故應分開探討。

國際研究者透過旋翼機搭載單頻/雙頻衛星訊號接收機、MEMS 等級 IMU 及消費型數位相機之 Bergen octocopter 旋翼機平台，藉由三項應變策略進行評估：1.利用雙頻接收機獲取衛星定位資料並以卡曼濾波器（Kinematic filter）進行訊號後處理（NovAtel OEM615 L1/L2 GPS receiver）。2.利用單頻接收機獲取衛星訊號 GPS receiver (geotagger)。3.利用地面控制點進行空三計算之間接地理定位（Aerial triangulation using ground controls）。實驗載體維持 135m 地平面高度並以 4/s 速度運行二航帶，影像以每秒自動觸發方式拍攝，規劃整體拍攝影像重疊率為 90%。

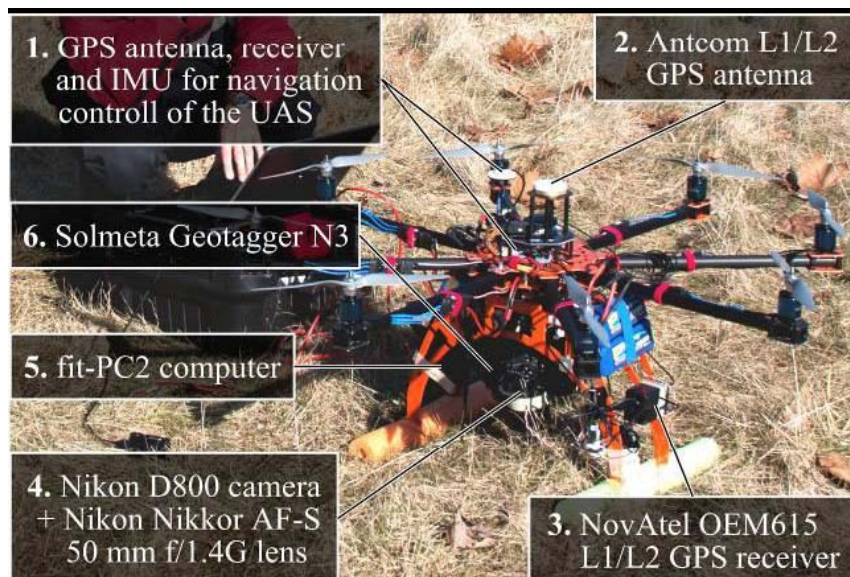


圖 8: Bergen octocopter 旋翼機平台感測器配置狀況

@F. Kurz, D. Rosenbaum/ ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-189)

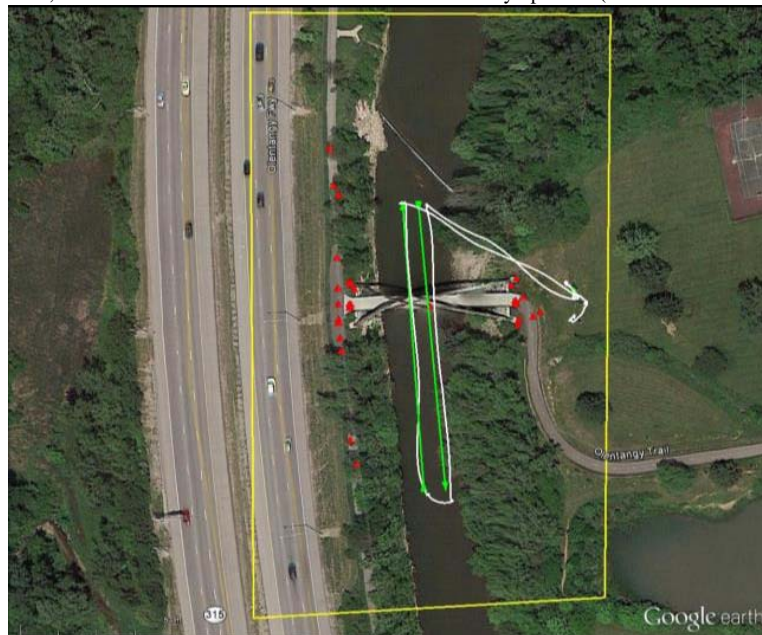


圖 9: UAV/UAS 製圖效益實驗

航線（綠）、實際軌跡（白）、地面控制點（紅）、影像拍攝範圍（黃）

實驗成果顯示，低成本單頻衛星訊號處理結果如同預期不符製圖應用需求，而雙頻衛星訊號整合系統與利用地面控制點之間接地理定位成果良好且可靠 (Good solution and reliable) 並且解算結果相近，顯見旋翼機雙頻訊號整合系統於 UAV/UAS 已可取代傳統空三模式。

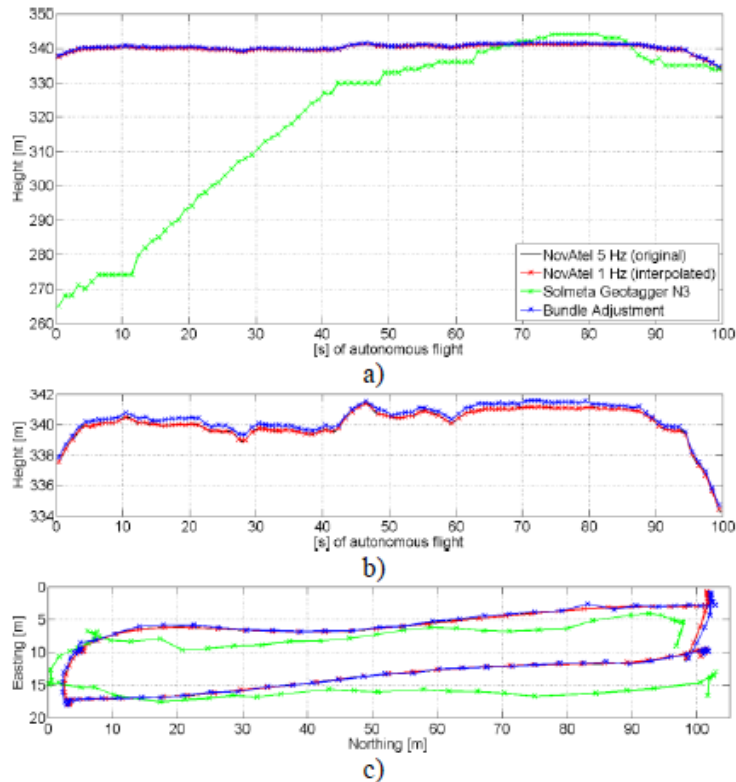


圖 10: UAV/UAS 實驗解算成果
a)高度 b) 高度<去除 geotagger 成果> c)平面位置

惟如就製圖需求而言，並未進一步深入探討該型機直接地理定位成果是否可用，是該研究較為可惜之處；然而，既雙頻整合定向定位結果與傳統空三解算結果相差無幾，概可推估其於災變評估、救援、綠資源調查上仍可符合其應用需求。

值得一提的是，本部多平台製圖技術工作案中亦有研發搭配雙頻 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，發展多相機直接地理定位酬載技術。其定位結果離地 1400 公尺內，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。對比前開研究及國內外同級定翼機，並不亞於國際研究

成果，對於快速災情調查之需求應該已經相當足夠。



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		

圖 11: 本部多平台製圖技術工作案定翼機直接地理定位研製成果

(2) UAV/UAS 無人機研製及加值應用

前開議題著重於無人機為空載移動式測繪影像之蒐集與前處理能力，另項重點研究則注重在自行研製載台及蒐集到災區影像資料後之後端加值應用，進行快速有效的空間資訊分析，以提供決策支援，達到防災應用之目的。本次研討會專題演講「UAS to Satellites: Platforms, Sensors, Technology, and Systems」即點出無人機各式載體平台(圖 12)。

定翼機方面，德國廠商 GerMAP 發表輕型 UAV/UAS 運作成功案例，已用於交通監測(G180 RPAS, 3.7Kg)及正射影像製作方面(SmartOneC, 1.2Kg)。



圖 12: UAV/UAS 無人機各式載體平台@USGS 簡報



圖 13: (左) 交通監測應用 G180 RPAS (右) 正射影像應用 SmartOneC
@GerMAP GmbH / ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-241)



圖 14: SmartOneC 產製之正射影像 (GSD 3cm)

@GerMAP GmbH / ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-241)

於環境監測應用面，低成本載台部分，國際研究者已運用 Tarot 960

hexacopter 六旋翼機型進行綠資源探索，載台搭載單頻衛星訊號接收器、高光譜 FPI 相機、SamSung NX300 RGB 消費型相機及 Ocean Optics 光譜分析儀 (Ocean Optics irradiance spectrometer)，透過地面控制點 (Ground Control Points, GCPs) 設置，輔以雙頻 RTK 虛擬參考主站進行定位差分解，其點雲資料即可快速產測區 3D TIN 模型。雖該研究者亦坦承其模型絕對精度並未符合製圖需求，但對於相關應用上如森林資源研究者常以植生指標 (NDVI) 進行光譜資訊分析、小範圍的河/海水環境變遷及自然天災對於小範圍地形災變評估應用而言，即有重大助益。倘如進一步改善整合定向定位系統精度以及感測器間率定成果，其觸角將能更進一步延伸至製圖應用領域。



圖 15:Tarot 960 hexacopter UAV 成像系統

@E. Honkavaara / ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-155)



圖 16:測區 3D TIN 模型產製

@E. Honkavaara / ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-155)

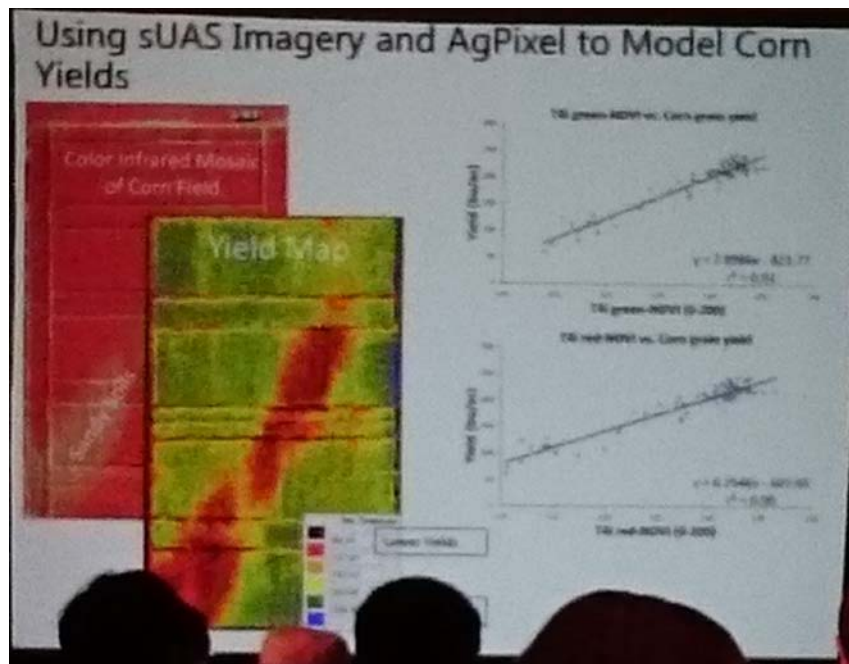


圖 17:農作物光譜資訊分析案例
@USGS 簡報

而於高精度大範圍載台運用部分，美國政府機構與研究組織共同開發之 UAS，已廣泛運用在天氣預報研究領域。

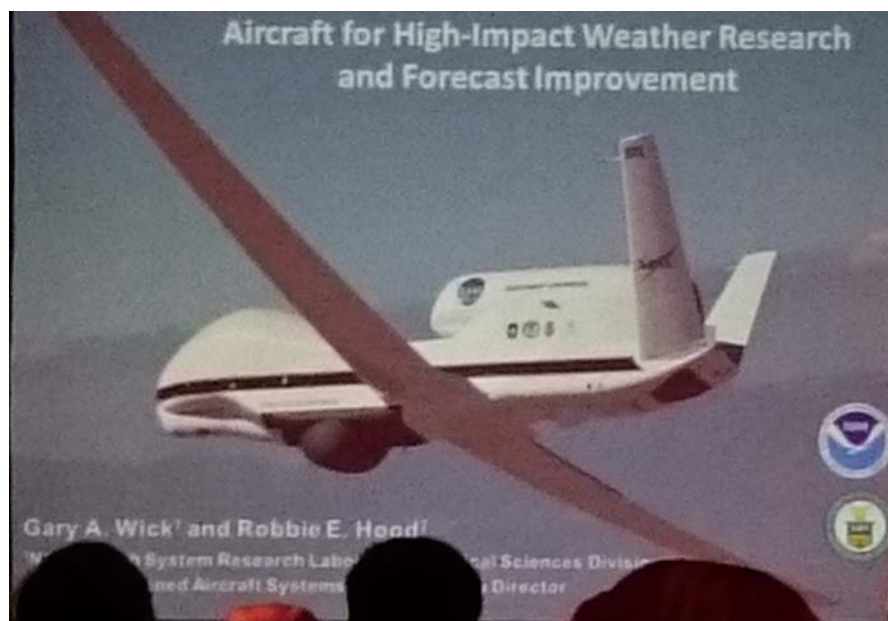


圖 18: 美國政府機構與研究組織共同研發之 UAS 系統
@Gary A. Wick/NOAA 簡報

(三) 主題三：相機、遙測感測器率定

傳統航空攝影測量取像設備由早期量測型類比框幅相機、進展到的量測型數位片幅相機，惟其造價高昂、硬體所佔空間多，使得早期航攝僅限於少數業者或政府機構。近年因電子取像設備發展，非量測型/消費型/工業型相機畫素、性能之提昇，加以設備體積之縮減，使得近景攝影用於製圖量測成為可能，航拍取像方式亦不侷限大型載具，

且因成本較低,間接或直接促進移動式製圖系統(含 UAV/UAS 無人機)的發展。然而其內方位較不穩定及其未具固定焦距的特性,將增加資料處理的時間、複雜度與困難度,而如何進行該等參數率定即左右得否作為製圖應用之關鍵。

本次會議與相機、遙測感測器率定相關之論文之相關議題,摘錄前開議題之論文部分扼要成果如下:

單相機內方位率定、相對方位率定與多相機組合

由於非量測型相機涵蓋地面範圍比專業量測相機小,於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,如此將增加系統計算之複雜度與拍攝時間成本,如此,多相機組合系統已成為近年於成本考量下解決單機 FOV 較小之應變方案。



圖 19:多相機系統@Datchev / ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-101)

國際研究者於多相機系統率定方案建議,以單相機進行附加參數光束法平差模型解算內方位參數;俟解算得各相機之內方位參數,再進行相機間相對方位解算,所得相對關係即可帶入空中三角平差解算或直接地理定位模組進行約制提升解算成果。值得注意者,專題討論邀請特邀澳洲學者 Clive Fraser 發表之「The Potential of Automated Target-Free Camera Calibration」研討議題,指出相機內方位/相對方位之典範率定場,即為本部支持下,於成大系館地下室建置之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,顯見研究團隊於此部分已具國際水準,該研究案推展方向確

實與國際發展趨勢符合。

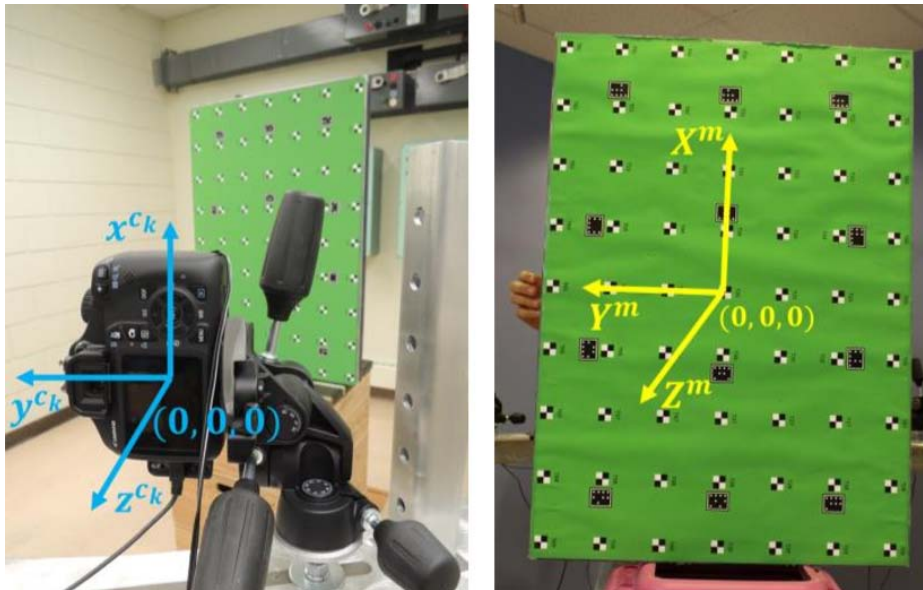


圖 20:國際研究團隊多相機系統率定模組

@Datchev / ISPRS Technical Commission I Symposium (Volume XL-1-101)



圖 21:國際研究者建議之相機內方位/相對方位之典範率定場範例
(本部多平台製圖技術工作案)

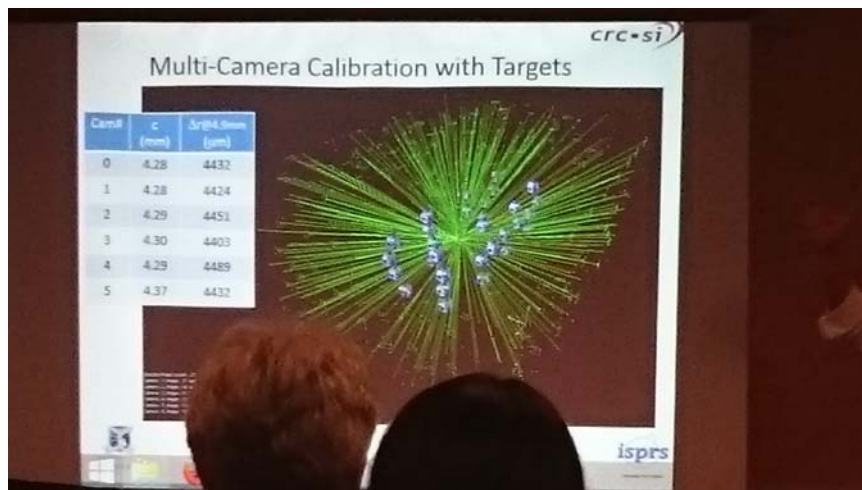


圖 22:澳洲學者 Clive Fraser 內方位/相對方位率定展示範例簡報

伍、心得及建議事項

一、 低成本及相對合適精度之遙感探測技術逐漸成為熱門研究，應積極投入研究

智慧行動通訊裝置的普及、MEMS 等級 IMU 的演算法改進，多平台製圖系統已由早期昂貴測量級移動製圖系統延伸至具有低成本、高普及之行動通訊裝置。可預見在大數據、雲端趨勢的大方向下，將成為地理資訊系統主要的資料供給來源。UAS/UAV 無人機系統亦拜科技發展所賜，以往載重不足、需專業操作的限制門檻漸已消失，加以非量測型相機的效能提昇、低成本 INS/GNSS 整合定向定位成為標配、載具平台選擇多，本次國際研討會中關於 UAS/UAV 研究論文發表相關者及多達 20 篇之譜，儼然成為國際研究者的新寵兒。待低成本定向定位系統精度得以突破，未來低成本多平台之空間定位技術將不再限於救災情蒐之用，提供多元化之空間資料蒐集管道，應用潛力無窮，國內應積極投入研究。

二、 政府部門推展移動式聯合作業平台實有必要

移動式製圖系統結合衛星、飛機、直升機、船舶、汽機車等不同載具，形成不同資料蒐集的管道。衛載/空載系統有其範圍大、廣域作業的優勢，惟建置較高、載台運作模式使資料易受自然或建物遮蔽等缺點；車載系統能獲取真實世界近景資料面如建物景觀紋理等，然仍受路網環境限制而無法進行測繪調查；UAS/UAV 小型旋翼無人機系統、行人作業平台能突破路網限制，但卻有續航力不足、僅限區域作業、精度較低等缺陷。基此，發展單一作業平台已無法應對真實世界所面臨之挑戰，多平台作業將成為解決困境的關鍵，政府部門整合各項作業能量確實有其必要。

三、 測繪技術突破關鍵：提升國內測繪技術硬體面研究能量

遙測的感測器及載台蓬勃發展，感測器性能不斷提升且陸續引進國內，又為使相對低廉成本之感測器能發揮後續研究價值，促使國內相關產業軟體面迅速發展。知識經濟時代「軟實力」固然是國際競爭之要件，然而國際競

爭的趨勢下，國內測繪領域研究者相較於軟體演算法、數據分析方法之深入探討，鮮少針對機電硬體面進行研製；另因於我國國際情勢，涉及軍事高機敏之感測元件不易引入，加以硬體面研發能量不足，使得自主研發之關鍵技術往往難以突破。解決面而言，除經費挹注產學業推廣其重要性外，宜從測繪領域之教學層面進行改善，並由政府部門領導多方學門組成專業團隊，根本解決與國際測繪領域之硬體面落差。

四、 思考改善國內測繪就業環境之策進方案

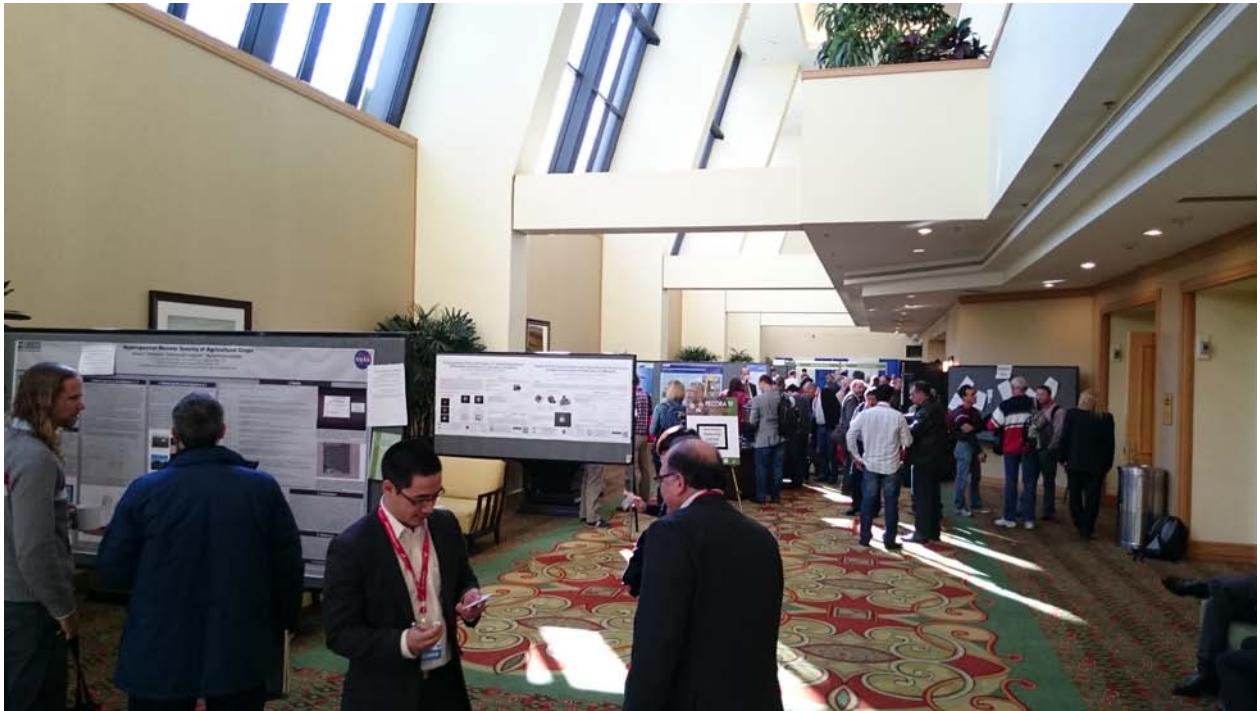
多年來國內測繪相關系所培養許多優秀的學生，然而國內測繪市場不若國際，營利大餅難以分食的情況下，致使測繪相關產業就業環境及人員福利保障不足，造成專業測繪技術人才從事非相關就業市場案例在所多有，人力資源流失漸成為測繪相關產業之發展阻礙。因應於此，政府部門引領測繪之產、官、學三方之合作，深化企業研發能量而非完全營利導向的經營觀念，使有測繪專業人才有發揮的舞台，創造企業 Know-how，促使國內測繪業者主動爭取國際商機之正向循環，空間資訊服務相關產業得以永續發展。

陸、附錄

附錄一：參加 2014 國際航空測量及遙感探測學會技術分組 I 研討會(ISPRS
Commission I)攜回資料

- (一) 研討會秩序手冊 1 冊。
- (二) 研討會論文集燒錄光碟 1 式。

附錄二：活動照片集錦



大會註冊報到情形 (1)



大會註冊報到情形 (2)



大會開幕情形



軟硬體展商品覽區（一）



軟硬體商品展覽區（二）



美國政府/國際機構航遙測計畫展示區、軟硬體商品展覽區



Lunch/Refreshment Break with Exhibitors 交流模式



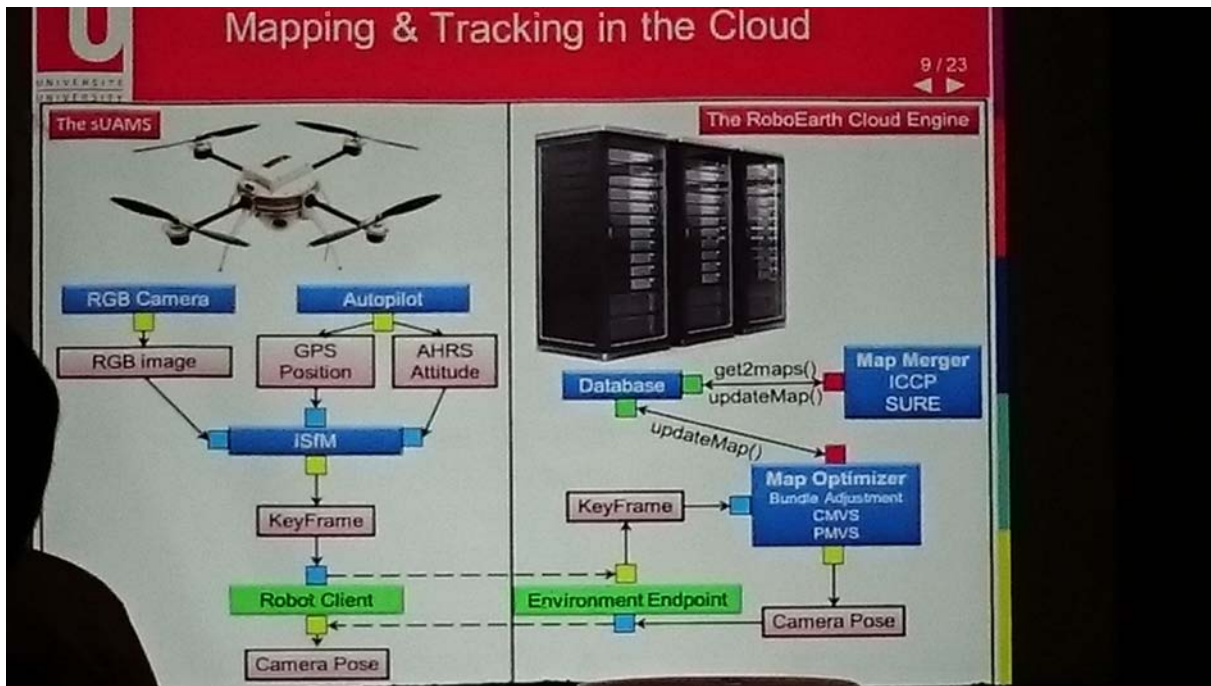
研討會論文發表實況（一）



研討會論文發表實況（二）



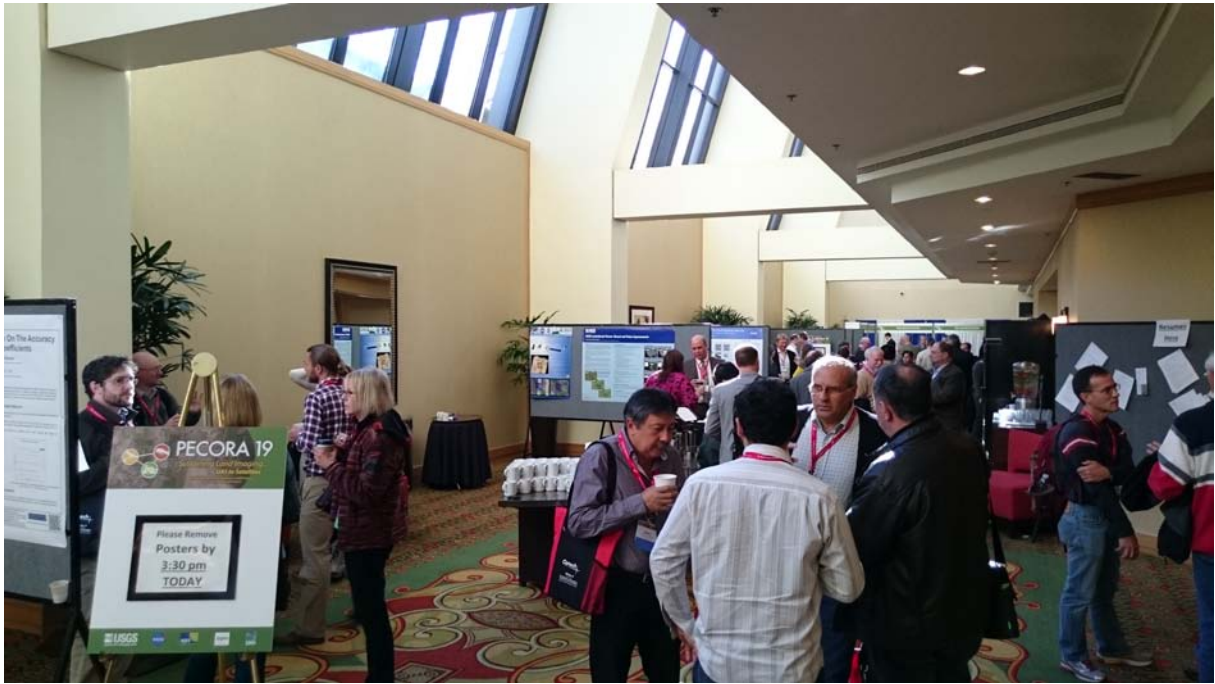
研討會論文發表實況（三）



研討會論文發表實況（四）



研討會專題討論實況



論文發表海報區（一）



論文發表海報區（二）