

出國報告（出國類別：國際會議）

# 出席 2011 年全球導航衛星定位系統國際研 討會議報告書

服務機關：內政部（地政司）

姓名職稱：黃技正 泊森

出國地區：澳大利亞雪梨

出國期間：2011 年 11 月 13 日至 11 月 18 日

報告日期：101 年 3 月 1 日

## 摘 要

為吸取最新之國際導航衛星定位系統之相關技術與經驗，以提升我國測繪技術水準，內政部派員參加一年一度之全球導航衛星定位系統國際研討會（Incorporating the International Symposium on GPS/GNSS），該研討會於澳大利亞雪梨之新南威爾斯大學校園舉行一連3天緊湊的（11/15~11/17，2011）會議，由全球導航衛星系統（Internation Global Navigation Satellite Systems）股份公司主辦本次國際研討會。

本次研討會主要發表論文議題為「聯合國全球導航衛星系統計劃、大地測量基礎、電離層/對流層的微弱信號、GNSS 信號模擬、車輛定位、周波不確定解、中國導航衛星」大會發表論文章計約 150 篇及會場論文海報展示計有 11 篇。

本次會議來自世界各個國家約計有500人參加，來自臺灣的政府機關與學術單位的代表註冊成為大會會員約計有20人參加本次研討會，由此可見臺灣對於全球衛星定位系統未來發展與相關導航應用的研究相當的重視。

透過各國發表最新的衛星定位理論與實驗結果分析，並參觀展覽會場之衛星定位之軟硬廠商及國際導航組織討論，更能掌握最新之衛星定位發展趨勢與實務應用經驗，進行廣泛的交流與討論，有助於掌握衛星定位與導航發展之科技脈動，作為本部未來推展相關的測繪科技之參考。

# 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	3
一、辦理單位	3
二、議程	4
三、專題研討	5
伍、參訪新南威爾斯大學測量及空間資訊系	8
陸、心得	17
一、積極投入研究發展，提升相關應用技術水平	17
二、優質的即時定位服務提升使用者滿意	17
三、有效提升導航與定位相關應用研究，開拓空間資訊相關產業之 就業市場	17
柒、建議	18
一、積極參與國際交流，提升衛星測量品質與導航技術	18
二、學習國際經驗，加強國際合作及技術交流	18
三、加強測繪之產、官、學之合作，使衛星定位服務相關產業能永續發 展	18
捌、附錄	19
一、參加本次國際研討會所攜回之資料	19
二、活動照片集錦	20

## 壹、前言

基本控制測量系統為各項測量基礎，其攸關測繪成果之良窳，自全球衛星定位系統自1973年發射後，已廣泛地被世界各國應用於控制測量。本次研討會時間為100年11月15-17日，地點在澳大利亞雪梨的新南威爾斯大學（UNSW）國際議廳舉行，主要課題設定為「全球衛星定位發展趨勢與相關導航應用」。會議更邀請目前全世界三大衛星定位系統「美國—全球衛星定位GPS、歐洲—伽利略及中國大陸—北斗」等單位之代表報告系統運作情形及未來發展方向。更有暫時部署軍用衛星導航系統EGNOS，其為歐洲最先應用的衛星導航技術，以加強GPS及GNSS信號之軌道導航系統，並將使它們應用於符合安全的需求之關鍵，如航空和引領船隻通過狹窄的水道。

本次研討會議題主要針對「衛星定位發展趨勢、大地測量基礎、電離層/對流層的微弱信號、GNSS 信號模擬、車輛定位、周波不確定解、中國衛星導航」，除以投影片專題發表論文外，亦規劃論文海報張貼區及先進衛星定位相關儀器及軟體分析及國際FUGO測繪顧問組織等展覽區域，由世界上各大廠商派員進駐展覽，使與會者有學理與實務經驗討論的環境；協辦廠商TOPCON更於11月17日下午安排即時的衛星定位展示，讓參與研討會的學員能現場觀摩最新之衛星定位技術之軟硬運作情形，並提供學員與產業界進行經驗交流的機會。

## 貳、目的

內政部自（99）年起辦理「基本測量及圖資測製實施計畫」，因該計畫均屬國內測量之基礎且相關衛星定位與導航技術蓬勃發展，其中亦涉及多項專業衛星定位技術，亟需吸取國外經驗及各項技術資料，爰派員赴澳大利亞雪梨參加「2011年全球導航衛星定位系統國際研討會」，吸取最新之衛星定位研究領域之學者專家之研究成果並進行技術探討與實務經驗交流，有助於掌握測繪科技脈動與學習國外實務經驗，提供我國辦理該計畫及後續基本測量管理維護之參考。

本次研討會參加人員主要來自亞洲地區從事衛星定位與導航應用之產官學界。將最新衛星定位及導航技術研究發展、軟硬體設備、多感測器整合與應用、、、等相關問題於會議中提出研討與並展示研究成果，進行學術與實務經驗交流，以尋求目前導航技術之瓶頸的現階段最佳解決方法，提升空間定位服務之相關技術水準。本次研討會更安排由衛星接收器廠商於會場中，實地操作示範即時衛星定位系統，並開放參與觀摩的學員提問相關問題，進行相關實務經驗交流與延伸應用討論。

## 參、過程

### 一、會議及考察期間

自民國 100 年 11 月 15 日起至 100 年 11 月 17 日止，共計 3 天。

### 二、會議及考察行程

天	日期	星期	行程或會議	地點	備註
1	11 月 13 日	日	去程	中正機場	搭中華航空 PM：11：40 班機
2	11 月 14 日	一	去程	雪梨機場	
3	11 月 15 日	二	參加 2011 年全球導航衛星定位系統會議(I GNSS)	雪梨新南威爾斯大學	報到、參加研討
4	11 月 16 日	三	參加 2011 年全球導航衛星定位系統會議(I GNSS)／參訪新南威爾斯大學測量及空間資訊系	雪梨新南威爾斯大學	參加研討、會議結束後參訪
5	11 月 17 日	四	參加 2011 年全球導航衛星定位系統會議(I GNSS) 返程	雪梨新南威爾斯大學 & 雪梨機場	參加研討、會議結束後參加閉幕酒會
6	11 月 18 日	五	返程	中正機場	

## 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：國際全球導航衛星系統協會。
- (二) 贊助單位：GPSat Systems Australia Pty Ltd、NovAtel。
- (三) 媒體合作伙伴：Spatial Source、POSITION、Coordinates。

### 二、議程

日期	時間	議 程	備 註
11/15	9.00AM - 10.15AM	開幕大會 & 聯合國全球導航衛星系統計畫報告	
	10.15AM - 10.45AM	早茶和商業展覽	
	10.45AM - 12.45AM	澳大利亞之航太工業及國家太空政策與討論	
	13.15PM - 14.55PM	大地測量基礎、電離層/對流層的微弱信號、3D AGNSS	
	14.55PM - 15.25PM	午茶和商業展覽	
	15.25PM - 17.05PM	基準&大地測量、其他定位系統、GNSS 信號模擬、室內定位	
	17.15PM - 19.15PM	貿易領域的歡迎酒會	
11/16	09.00AM - 10.40AM	全體會議；全球衛星定位系統（美國代表）、全球導航衛星系統（俄羅斯代表）及指南針（中國代表）	
	10.40AM - 11.20AM	早茶和商業展覽	
	11.20AM - 12.40AM	全球衛星定位系統/其他 感測器、QZSS	
	13.40PM - 15.00PM	CORS 部署、GPS/其他感測器、接收儀軟體、車輛定位	
	15.00PM - 15.30PM	午茶和商業展覽	
	15.00PM - 15.30PM	CORS 區域會議、GPS/慣性整合、全球定位接收器的車輛合作	
	17.10PM - 20.00PM	BBQ 燒烤聯誼交流	
	20.00PM - 20.30PM	參訪新南威爾斯大學測量及空間資訊系	

11/17	09.00AM - 10.40AM	周波不確定解、多路徑效應、信號干擾與其他應用	
	10.40AM - 11.10AM	早茶和商業展覽	
	11.10AM - 12.50AM	平價載波相位之購買力、中國導航衛星、信號干擾、無人飛機系統天線	
	12.50PM - 13.50PM	午餐	
	15.00PM - 15.30PM	抗雜訊 CP 定位、太空氣候後續論文應用	
	15.30PM - 16.30PM	教育談話及閉幕酒會	

### 三、專題研討

#### (一) 主題一：全球衛星定位系統 (GPS)

1973 年美國開始研發之全球定位系統 (GPS)，由 24 顆人造衛星所構成，其中包括三顆預備衛星。利用對民間開放的 C/A 碼標準測法，能得到數十米的精度，為無線電定位法的一種。衛星定位系統整體運作上可分成三部分：太空部分、地面部分以及訊號部分。

GPS 在消費性電子產品上的應用，第一個也是最關鍵的問題就是接收靈敏度的問題。一般的消費者在使用 GPS 時，多數會處在市區內，甚至在建築物內，這樣的環境絕對是 GPS 的天敵，因為在這樣的環境下，衛星傳送下來的訊號不僅會被衰減，多路徑(multi-path)效應，於室內甚至完全收不到任何訊號。為了改善接收靈敏度的問題，第二個瓶頸是消耗功率大小，在手持式的電子產品，省電一直是一個最重要的課題。除了基本的耗電需要再繼續降低外，有效的電源管理設計就成了最重要的設計之一。第三個障礙是 GPS 接收器的尺寸大小，一般的 GPS 接收器設計，大體包含有射頻 IC、特定應用積體電路 (ASIC) GPS 處理器、CPU 和記憶體。再加上週邊其他電路後，其尺寸大約是一般名片大小。然而這樣的尺寸完全不能符合手持式電子產品的需求，因應市場上需求設計開發更小包裝尺寸的 GPS 模組。並且在軟體設計上



也使得記憶體可以與其他系統共用，進而大大地減少 IC 的數量。最後一個就是價格問題，凡是要同消費大眾普及化的產品，在價格上一定要有競爭力，這表示著 GPS 廠商一定要打入手持式產品(行動電話、數位個人助理等)市場，用數量上的優勢來降低價格。只要是在這四個方面領先的廠商，必然能夠順利切入消費性電子產品的市場

## (二) 主題二：全球導航衛星系統 (GNSS) 及其他定位系統

歐洲全球導航衛星系統 (GNSS) 監督局 (GSA)，為歐盟於 2004 年設於比利時布魯塞爾的一個機構。歐洲衛星定位和導航計畫，包括：伽利略計畫－GALILEO、以及歐洲地球同步衛星導航增強系統－EGNOS。歐盟理事會認為，歐洲全球導航衛星系統監督局的成立，是一項重要的決策步驟，因為這將代表公共利益，在此領域得到充分的尊重與保護。歐盟衛星導航計畫，旨在提供一個美國 GPS 系統之外的歐洲替代方案，全球導航衛星系統 GNSS 更是逐漸演變成泛指用衛星實現導航功能的各種系統。隨著技術的發展，高精度的定位已成為無線通訊標準必備的基本功能與標準配備，目前全球趨勢為包括多個衛星系統並存，如能接收 GPS、Galileo 和 GLONASS 之衛星定位接收儀，惟多種定位系統間之信號接收與定位處理，仍需有新的解決方案。

## (三) 主題三：全球衛星定位系統與其他系統整合及應用

全球衛星定位系統其結合衛星及無線通訊技術的導航系統，能提供給使用者精確的定位、速度及時間。GPS 的應用已廣泛存在於目前市場，隨著衛星科技的進步，許多 GPS 技術及商機亦正迅速地發展。早期侷限於軍事用途，然開放給民間做為定位使用，這項結合太空衛星與通訊技術的科技，在民間市場已蓬勃的展開，除了能提供精確的定位之外，對於速度、時間、方向及距離亦能準確的提供訊息，運用的範圍相當廣泛，最常見的為 GPS 結合慣性導航系統(IMU)與地理資訊系統 (GIS) 等運用於空間資訊相關應用，確充滿著無限的商機。

## (四) 主題四：衛星訊號處理

衛星訊號經過大氣層、地形地貌及人工建築物等干擾的影響，必須以訊號處理技術來減低因衛星訊號中斷、多路徑效應以及干擾產生

時其對接收機接收定位所造成的影響。在訊號中斷處理方面，其接收到的訊號不完整(長時間或短時間訊號中斷)進而造成接收機無法定位的現象，利用傳統訊號偵測機制並搭配多組天線的組合方式進行訊號偵測，其方法能夠有效解決訊號中斷的問題。在干擾抑制處理方面，可利用訊號處理機制來抑制干擾的影響以特定的陣列天線並搭配適應性空時訊號處理技術來抑制窄頻及寬頻干擾，並且分析與比較不同的陣列排列方式(均勻圓形排列、均勻方形排列、均勻直線排列)對干擾抑制的影響，從數學分析結果顯示空間相關函數影響著干擾抑制訊號處理的性能。在多路徑效應研究方面，以改良式的濾波器來減低多路徑效應，估測直射與延遲訊號參數並加以重建延遲訊號相關函數，抑制多路徑效應。

## 伍、參訪

本次參訪行程為利用研討會議程間的空檔參訪新南威爾斯大學測量及空間資訊系（School of Surveying and Spatial Information Systems），該系為從事測量與空間資訊研究之專門係所與國內成功大學之測量及空間資訊學系恰巧同名。新南威爾斯大學之測量及空間資訊系正發展精確的 GPS 導航定位（靜態和動態）、測量和大地測量以及使用各種感測器技術的導航技術和應用研究。大多數研究項目是由澳大利亞研究理事會（ARC），有的則是與導航定位同業及國際夥伴合作下進行。以下就該系的研究領域項目做一簡介：

- **主題 1：CORS系統營運及高精度GNSS算法**

連續運行參考站（Continuously Operating Reference Station 以下簡稱 CORS 系統）的 GNSS 接收儀支援高精度測量、製圖、導航和大地測量等等許多應用。世界各地 CORS 系統網絡建站率正不斷增加，基礎設施將用於長期地學研究，以及提供全球導航衛星系統 GNSS-RTK（即時動態）定位和增強服務（包括輔助型全球導航衛星系統或 A-全球導航衛星系統）。

澳大利亞在未來 3 內年將建立超過 100 個新的GNSS CORS系統（如圖 1）；CORS網絡的硬體和軟體系統將在未來幾年面臨的挑戰，包括需要追蹤新的GNSS信號、產生新的RTK改正服務、整合國際GNSS服務（IGS）的免費數據流（其他CORS系統網絡）、支持超高精度大地測量應用開發改進算法，並開發新的CORS系統為基礎的服務。這些所有挑戰將需要一個模範廠商提供轉換服務，在CORS系統基礎設施（接收器、通信鏈路、伺服器）政府機構的各種新的架構和業務模式投資，提供改進CORS網絡基礎設施利用的機會。研究挑戰的範圍，從設計適當的IT組件和GNSS CORS系統接收儀技術，並利用新的全球導航衛星系統的信號，基於CORS系統的不同配置和使用全球導航衛星系統的接收機之新的數據處理模型，從而導致新的RTK服務，提供新的基準和網絡算法通過各種新的無線通信鏈路，結合新的增值服務，如大地測量操作和基本的地球科學應用，以RTK架構在伺服器的基礎下實施更緊密聯繫處理。

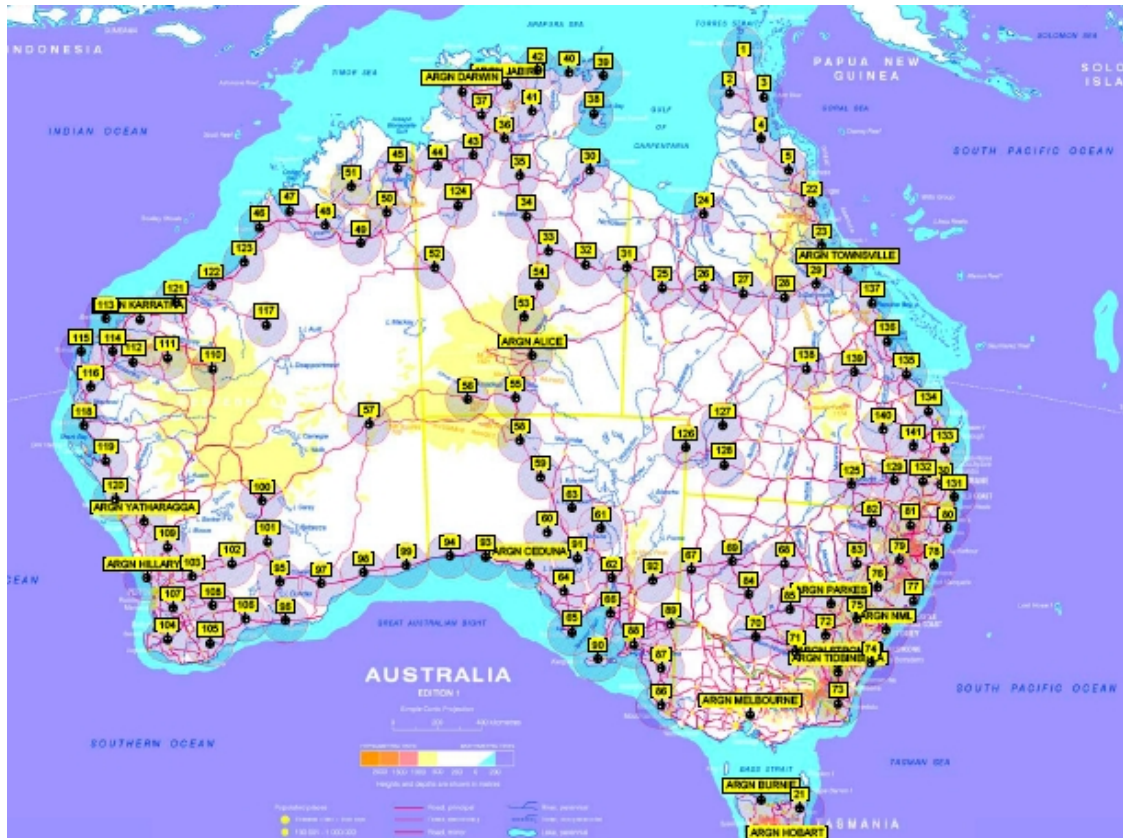


圖 1: AuScope 計畫的新增 GNSS CORS 系統接收站點。

- **主題 2：雷達遙測與工程變形監測**

工程大地測量應用程式/技術是當前的兩個重點：(1) 大地遙測和 (2) 工程結構變形。以下就這兩個重點做一些細節介紹，前者為有關衛星合成孔徑雷達 (SAR) 以干涉 (InSAR) 和微分干涉合成孔徑雷達 (DInSAR) 等模式分別用來分析確定高精度數位地形模型和地層下降的資料，圖 2 即為雪梨 1992 年到 1997 年地層下陷情形。然而新的研究議題，還是在如何裝置於飛機上之主動式掃描和成像系統 (分別如機載雷射掃描和數位攝影測量感測器) 並與雷達遙測結合運用。後者為有關監測的人造工程結構即是安裝在受監視的各種運動感測器的結構上，以快速分析資料的時間序列。衛星導航及定位實驗室 (SNAP) 研究這項主題當前的挑戰扼要如下：

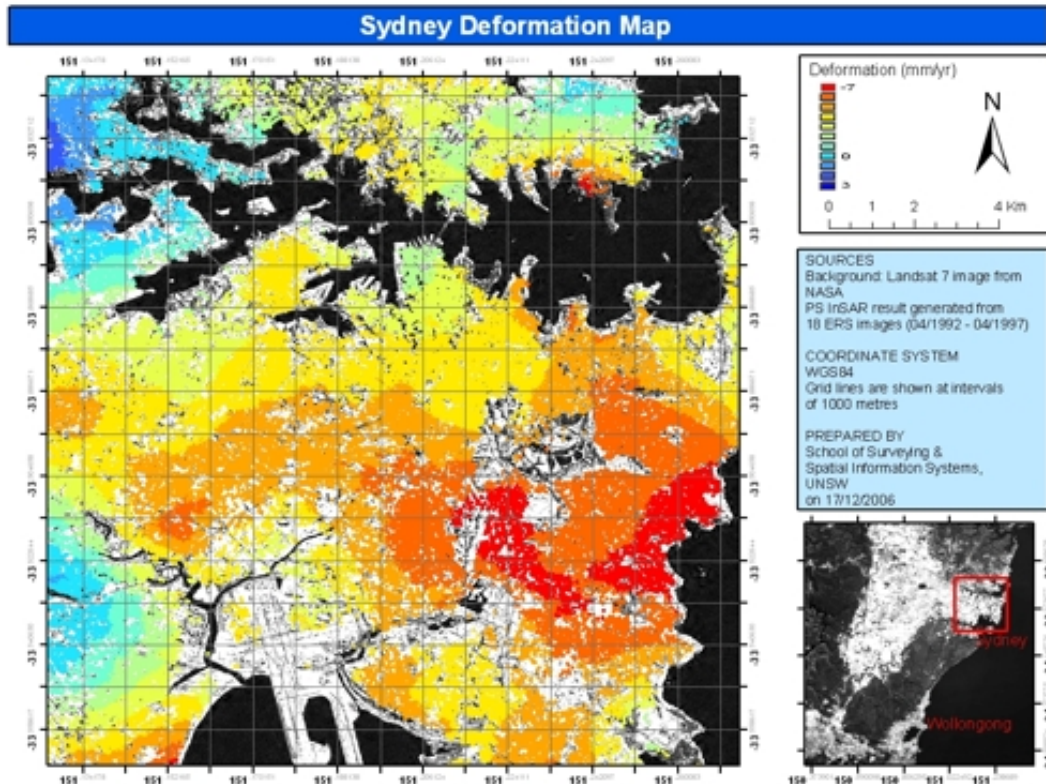


圖 2：以永久散射體干涉合成孔径雷達成果顯示 1992 年到 1997 年期間雪梨每年下陷最高速率超過 7mm，可能是由於地下水抽取。

- 1、差分干涉合成孔径雷達（DInSAR 技術）是大地遙測工具，可以從比較 InSAR 的結果，來檢測表面幾何形狀變化，其發展速度已超過過去 10 年。雖然 SNAP 在雷達遙測方面的研究起步來得相對晚，然在澳大利亞以及海外已經取得了令人矚目的進展，諸如探測地層下陷、地下煤炭開採和超臨界流體萃取。結合了幾個因素使未來幾年 SAR 衛星增加數量（不同的傳輸頻率和感測器的特性），由於地下開採或水抽取因素，導致地層下陷面沉降的興趣，SNAP 實驗室累積了在 SAR 處理上的專門技術，承諾這個大地遙測技術有非常光明的未來。
- 2、空載數位影像和光達雷達掃描都是令人振奮的新技術，通過與新南威爾士州地政署的合作協議，提供 SNAP 實驗室研究人員參與。這種影像掃描數據可以補充 SAR 系統，但也可用於測量全球變化新的應用，如檢核 DTM 的準確性、海岸侵蝕和海平面上升的影響、生物量，以及更多的監測調查。

3、使用 GPS / GNSS（單獨或與其他感測器結合）監測人造橋樑的結構、高層建築、及水壩等，是一個積極的研究發展領域。除了將可以使用潛在技術（例如，光纖感測器，虛擬衛星等）的研究，開發這種產生的時間序列分析系統的方法也是必要的。SNAP 實驗室的研究領域，宗旨包括通過與來自新南威爾士大學的基礎設施工程和安全中心結構工程研究人員的密切合作作出重要貢獻。我們的策略是與國際和當地研究合作夥伴，來提供可存取的監控測試站。目前，在東京市中心的 3 個建築物正在設置 GPS、傾角和加速度等儀器。

- **主題 3：多感測器融合算法及應用**

GPS/INS/虛擬整合：整合的 GPS/GNSS “虛擬”（見主題 4）是第二個導航感測器。SNAP 現在是一個活躍的領域自身的研究實驗室，在 1999 年購買了它的第一個虛擬（PL）接收儀，整合 GPS 和 PLS（以及後來的 GPS / INS/等），一直都是重要的研究課題。

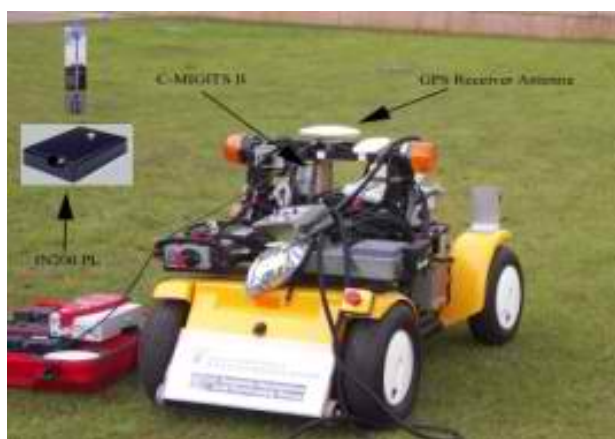


圖 3：GPS/INS/PL 使用 SNAP 實驗室機器人電車

這項主題當前的挑戰與發展扼要如下：

1、GPS / IMU 緊密的整合，主要是利用 IMU 數據，以輔助 GPS 追蹤路徑。

目前正使用 MATLAB 和模擬數據進行研究。這個項目提供了取得 GPS 接收機的低階操作基本知識的一個機會。這項工作在接收機的軟體研究（主題 5）有密切聯繫，基於 FPGA 的 GPS/ GNSS 接收機 Namuru 將繼續使用。

2、即時多感測器整合軟體和硬體平台，有其客觀發展的一個平台，以支持即時成像掃描系統，如高準確度應用地理參考。Alpha 這個項目開始的 CRC-SI 項目 1.3，並在 2007 年底交付的定位和姿態確定系統(INS / GPS)，以可編程之閘門陣列領域 (FPGA) 技術為基礎。目前正擴充幾個方面，包括納入全球導航衛星系統的載波相位數據處理與 Locata 感測器技術的 3 重整合。



圖 4：FPGA-based GPS/INS 紀錄

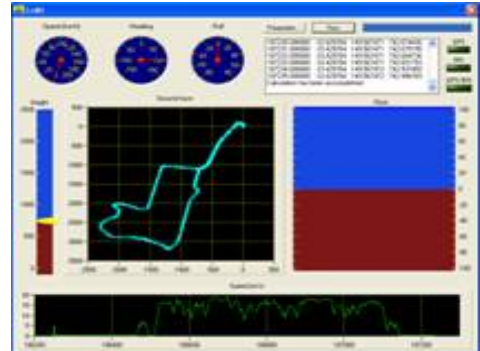


圖 5：GPS/INS 整合結果即時展示

3、MEMS-IMU 的調查：承諾低成本的微機電系統 (MEMS) 的慣性測量單元 (3 軸加速度計 & turnrate 感測器) 是精確導航的一個重要里程碑。當前的 MEMS 慣性測量感測器有非常大的偏差和漂移誤差，這使得他們與整合的 GPS / GNSS 問題 (因為沒有全球導航衛星系統輸入前，IMU “飄移” 變大得不可接受，可想見定位誤差在很短的時間增大)。然而，MEMS 慣性測量裝置的時間有很多研究在進行，將導致 IMU 的性能顯著改善。SNAP 的研究人員與合作夥伴合作，以便能夠利用 MEMS 的慣性測量裝置監測技術的這種研究發展趨勢。



圖 6：EMS-IMU 相關設備產品

4. GPS/PL 飛機應用：自 2001 年以來，SNAP 的研究人員為航空應用系統正研究整合了 GPS 和虛擬衛星 (PL) 的可行性。最初，使用飛艇從平穩的平流層的發送 PL 信號，以增加地面用戶接收 GPS 信號。然

而，在 2003-2004 年期間進行研發一個整合的 GPS/ PL 飛機著陸系統。現集中於研究無人機（飛船）為空中平台，將納入額外的感測器/如視覺，Locata，其他全球導航衛星系統的數據和地圖匹配的能力。



圖 7：緊鄰飛機降落跑道之虛擬地面基站研究

5. 其他的多感測器整合應用：農業機械自動化（“無人駕駛牽引機”），其為精度高、可靠性高之感測器整合應用，是一個重要的研究領域。ARC 資助計畫研究低成本 IMU/GPS 系統的整合。一個新的室內/個人導航項目將整合各種感測器技術（包括 WiFi，RFID，超寬帶）。三重整合全球導航衛星系統/慣導/ Locata 的經費由 ARC 計畫的目標制定一個高精度定位/定向系統，以支持地下映射（例如：探地雷達）系統，但一般在機器人領域將有更廣泛的自主導航適用性。

#### ● 主題 4：新的定位技術及應用

其為 SNAP 實驗室較近期的研究範圍與課題。高精度 GPS /全球導航衛星系統技術和應用（主題 1）和感測器的整合問題（主題 3）在大學的測繪科系是共同研究課題。SNAP 作出的一項戰略決策，從短距離無線通信專用射頻系統的基礎上，開始到其他位置測定技術的研究。這些 GPS / GNSS（與，或沒有慣性感測器）不能提供起使所需的精度和可用性能的定位環境都是能夠解決的。

新南威爾士大學的研究虛擬信號始於 1999 年，直到大約 2004 年時雖然對測量建模和虛擬數據與 GPS 和 INS 數據的綜合處理進行了一些應用研究，



但主要注意力轉向技術進步迅速的 Locata，由金陵王和喬爾·巴恩斯，與前研究生戴禮文(2000-2002年)，港李(2001-2004年)，史蒂夫·休伊森(2003-2006年)，和傑克·王(中旬-2003-2007)的援助。LocataLite 是一個由 Locata 公司(堪培拉) 虛擬衛星為基礎之創新的收發器定位技術。喬爾·巴恩斯和前任穆斯塔法坎離 Anuj Pahwa (現在工作 Locata 公司的) 研究生與 Locata 公司的合作之研究發展，已經開發了幾代 2.4GHz 的 ISM 頻段上的最新操作系統的原型。在 2006 年年底，一個新的研究助理，Nonie 波利蒂，採用 Locata 以協助研究。今天幾個 ARC 資助計畫尋求整合 GPS 和 INS Locata。

這項主題當前的挑戰與發展扼要如下：

1. 可編程閘門陣列是介於硬體和軟體之間的可規劃處理設備，實務上可能進行部分或所有先前的固定 (ASIC) 硬體功能。編程是一個任意組合邏輯元件實務上，通常專用在特殊應用的集成芯片 (ASIC)，如例如芯片，DSP，CPU，RAM 等一個 NICTA 資助的試點項目 (2004.5 -2005.5) 已建立了一個基於 FPGA 的 GPS 接收機被稱為 “NAMURU”。SNAP 的使用 FPGA 作為一個新的全球導航衛星系統接收器設計的研究平台和多感測器整合平台。ARC 計畫 (2005-2007 年) “設計下一代 GNSS 接收機採用軟體方式” 支持在 FGPA 這一領域的研究。
2. WLAN (無線) 定位：一種短距離定位系統使用的信號，基於支持 WLAN 的通信的發展，從筆記本電腦和 PDA 設備之 IEEE802.11b 接入點下載。基於 WLAN 的定位將是一個中等精度的室內/室外定位應用的重要技術，整合多感測器(如全球導航衛星系統，無線射頻辨識【RFID】，超級寬頻【UWB】等) 的技術越來越多。
3. 手機的定位：SNAP 實驗室 (用於微弱信號採集/追蹤移動電話) 輔助 GPS，以及非可見誤差進行了研究。一個 ARC 資助計畫於 2008 年開始與無線導引合作。
4. 地理資訊系統/ LBS 的示範：在消費者的移動設備 GNSS 接收機正在越來越普遍，如移動電話和 PDA 的整合，許多呼叫 “信息通信” 應用這種技術的

趨勢，或基於位置服務（LBS）。許多這些使用位置信息服務存取空間數據庫，一般常見的即是地理資訊系統（GIS）。位置服務將主宰全球導航衛星系統的產品和服務市場，但可以考慮所有的 LBS 類型，如“我在哪裡？” GIS 基本功能的變化，“你在哪裡？”，“我該如何從 A 到 B 嗎？”，“顯示我的地圖.....”，等等。以新南威爾士大學校園作為一個試驗場使用簡單的 LBS 技術說明示範計畫；雖然 SNAP 實驗室不承擔 GIS 或 LBS 開發的基礎研究。

- **主題 5：全球導航衛星系統接收機的設計與信號處理**

這項主題是 SNAP 實驗室較近期的研究課題範圍。學術研究人員先前注重於數據調查建模（如主題 1）與多傳感器整合的挑戰（主題 3），而不是多年視為一個“黑盒子”的 GPS。SNAP 的實驗室在 1999 年作出的一項戰略決策，由安德魯·登普斯特副教授負責開始投入 GPS/ GNSS 接收機的硬體設計這一領域的研究。

這項主題當前的挑戰與發展扼要如下：

1. 基於 FPGA 的 GNSS 接收機的電路板設計：1 NICTA 資助的試點計畫（2004.5-2005.5），導致在 SNAP 的實驗室設計和構建自己的基於 FPGA 的 GPS 接收機被稱為“Namuru”。這是一個相當重大的成就。目前 Namuru 第 2 版是可用的，並產生了很多來自其他研究機構的利益。SNAP 實驗室的研究人員也將使用 FPGA 作為一個新的全球導航衛星系統接收器的設計平台和多感測器整合計畫。
2. GPS 干擾研究是一個重要的研究領域，FPGA 的 GPS 接收機基於 Namuru 的優勢。計畫在 2005 年開始發展檢測 RFI 的演算法，作為空間資訊計畫資助 CRC 的一部分。前研究生阿斯加爾 Tabatabaei 和學生費薩爾汗等人從事這項工作。阿斯加爾是現在這個 RFI 檢測項目的研究助理。
3. 全球導航衛星系統接收儀信號處理方法用來獲取和追蹤新一代的 GPS 和伽利略信號，以及根據其他信號的算法研究來自俄羅斯的 GLONASS（包括在新的 CDMA 信號）、歐洲的伽利略和中國的北斗系統、以及日本和印

度的發展區域導航衛星系統（RNSS）。此外也研究一個倍受關注的熱門話題，弱信號和多路徑消除演算法。Namuru 平台為此類研究的理想選擇。

## 陸、心得

### 一、積極投入研究發展，提升相關應用技術水準

本次會議中，觀察到澳大利亞及中國大陸對於衛星定位與導航技術之研究極為重視並且大量投入相關資源，以公費補助研究生（交換學生）、博士生、博士後研究生，應可供為我國未來於培育人才計畫之參考。另參與本次研討會的專家學者除學術研究領域進行交流外，亦對衛星定位與導航科技教育進行心得交換。

空間資訊定位技術於未來發展潛力無窮，美國、俄羅斯、中國大陸及歐盟等資源與技術強大國家，無不投入大量的資源研發與部署自有之衛星定位系統，從全球定位系統（GPS）、全球導航衛星系統（GNSS）、指南針及伽利略定位系統（Galileo），以期能領先他國取得領導與自主之優勢。因此我國也應加強衛星定位及導航技術相關產業之研究發展，提升相關應用技術水準。

### 二、提供優質的即時定位服務，尙受限於通訊或不明干擾因素待克服

本次國際研討會大會主辦單位很用心，除了安排豐富的導航技術理論與實務經驗論文發表外，更結合衛星定位儀器廠商現場示範高精度之即時定位操作，讓學員實地體驗即時定位的品質與效能。高精度的即時定位，因部分地區受限於通訊或不明干擾因素，導致部分地區無法提供服務或是信號不夠穩定接收，應探究問題原因尋求解決之道，以提供優質的即時定位服務，並提升使用者的滿意度。

### 三、有效提升導航與定位相關應用研究，開拓空間資訊相關產業之就業市場

由於空間定位隨著導航相關軟硬體的技术進步，衛星定位硬體成本已大幅下降，且市場隨著消費性電子產品推廣，市場的需求逐漸打開，惟衛星定位與導航系統尙需與其他相關軟硬體搭配諸如：地理資訊系統、相關電子圖資、輔助導航系統、互相配合，方能顯現其應用價值能發揮最大效益。

## 柒、建議

### 一、積極參與國際交流，提升衛星測量品質與導航技術

研究發展是永續發展之基礎，而參與國際會議可經由交流機會瞭解各國研究發展現況，提升我國國際上能見度，並可促進我國衛星定位技術提升。本次討會中，我們看到了澳大利亞發展衛星技術所投入的研究努力，也看到他們對於參與研討會的積極。將衛星定位發展資訊與經驗於研討會中分享，促進各國參與研討會之情誼，未來政府機關應與學術機關、民間等團體應持續衛星測量與導航技術之研究，提升相關衛星定位技術水準。

### 二、學習國外高精度即時定位之經驗，加強國內使用者的服務滿意度

本次研討會內容豐富，有多篇值得參考之處，負責澳洲測繪之政府機關與我國政府機關目前推動的高精度即時定位測繪服務亦有相似之處。我國在高精度即時定位服務已慢慢浮現其效益，惟政府部門應整合相關單位的資源，除提供高精度即時定位服務以滿足使用者的需求外，未來新一代衛星的加入仍有許多困難與挑戰尚待克服。建議未來能投入更多資源以學習國外高精度即時定位之經驗，加強國內使用者的服務滿意度。

### 三、加強測繪之產、官、學之合作，使空間資訊服務相關產業能永續發展

從三方面產、官、學著手讓空間資訊服務相關領域更蓬勃發展，即企業的投資、政府的政策及人才的培育，對於未來空間資訊相關應用與發展等皆息息相關。過去國內測繪相關系所培養出許多優秀的學生，因測繪方面的產業就業環境及人員福利保障不足，造成有測繪專業的人才轉行常有所聞，而浪費專業的人力社會成本。因此應加強測繪之產、官、學之合作，使有測繪專業人才能有發揮的舞台，空間資訊服務相關產業能永續發展。

## 捌、附錄

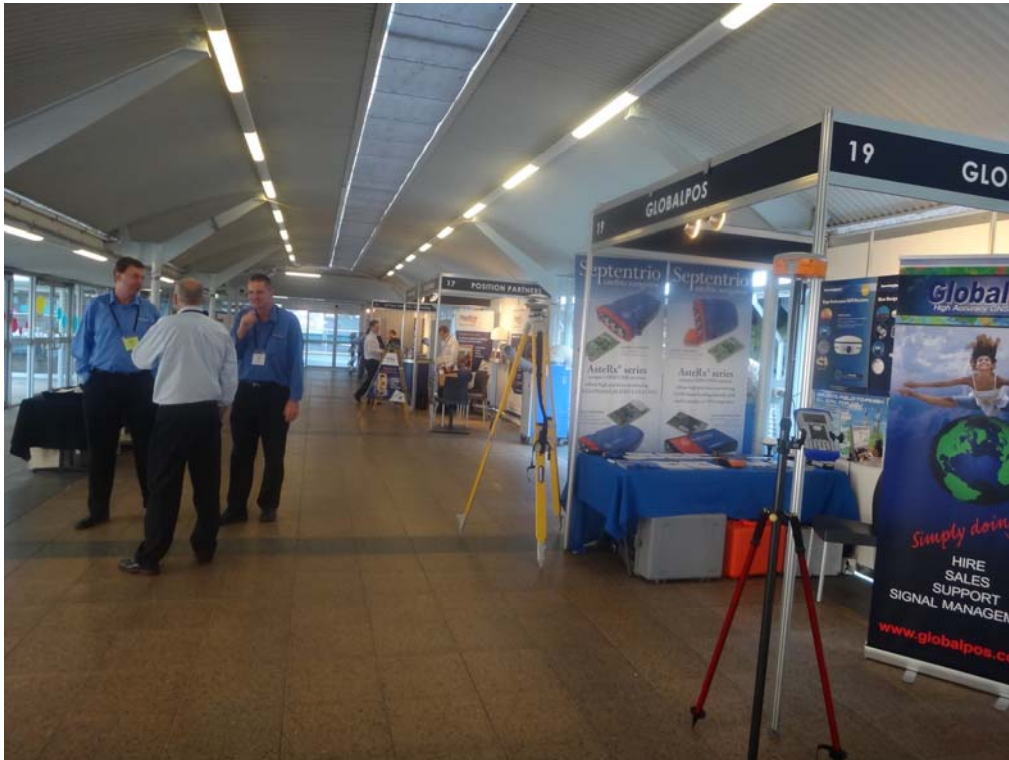
附錄一：2011 年全球導航衛星定位系統國際研討會議攜回資料

- (一) 參加本次研討會秩序手冊。
- (二) GNSS 信號模擬器儀器 (GSS8000 Series) 型錄 1 式。
- (三) 澳洲測量、製圖與地理資訊雜誌 Position, October / November 2011-No.55 一冊。

附錄二：新南威爾斯大學測量及空間資訊系網址：

- (一) <http://www.ssis.unsw.edu.au/>
- (二) <http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/work/theme1.htm>
- (三) <http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/work/theme2.htm>
- (四) <http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/work/theme3.htm>
- (五) <http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/work/theme4.htm>
- (六) <http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/work/theme5.htm>

附錄二：活動照片集錦



相關議題之軟硬體展商品覽區（一）



相關議題之軟硬體展商品覽區（二）

# GNSS observations for severe weather monitoring in Australia

Witold Rohm, Kefei Zhang, Suelynn Choy, Chuan-Sheng Wang, Toby Manning  
SPACE Research Centre, School of Mathematical and Geospatial Sciences, RMIT University, Australia

### Abstract

The aim of this work is to assess the potential of using ground- and space-based GNSS observations for severe weather monitoring. It is of interest to investigate if the current GNSS infrastructure and processing methodology can be utilised to produce useful information for severe weather studies. It is also important to determine if a severe weather event presents any significant signature in the ground-based GNSS and space-based Radio Occultation (RO) observations during its passage. As a preliminary report of the research, this poster is focused on the concept, scientific questions, tasks and workflow of monitoring multiple types of extreme weather events using GNSS observations. Amongst these weather events are: severe thunderstorms, tropical cyclones and bushfires. Each has the potential to cause gross damage to infrastructure and spread serious life threats. It is anticipated that the success of this research will lead to better protection against such events and enhanced ability to broaden the utility of currently established and future GNSS infrastructure.

### Introduction

The severe weather stands for all kinds of weather phenomenon that are disastrous. In consequence the atmospheric severe phenomena differ due to varying climatic zones. On the Australian continent there are at least 6 climatic zones (from north to south): equatorial, tropical, subtropical, desert, grassland, temperate. The critical component of each monitoring system is an infrastructure, which is currently clustered only in few states, mostly on the shore line. Climatic zones, collocated with current GNSS infrastructure gives a set of only 3 zones possible to investigate. Tropical, subtropical and temperate. In the first two zones there are two main threats: tropical cyclones, and tropical storms causing flash floods or flooding, devastating winds and in coastal areas high surf. This results in large devastation of infrastructure. The third zone might be affected by mid-latitude cyclones developing severe storms and occasionally spilling tornadoes. The severe storms bring gusty winds, strong microbursts, and heavy rain or hail, which my cause substantial damage to property. The strong winds of a tornado can destroy buildings, uproot trees and pick up all sorts of objects into the air including coaches, animals and people. All three climatic zones could be potentially affected by bushfires, due to highly energetic combustion presented in the Australian bush.

#### 1. Favourable troposphere condition

- Tropical wave (disturbance) in the upper troposphere
- Tropical water body (20° - 20° both sides of the equator)
- The water surface temperature >26.5°
- Light converging winds
- High humidity
- No wind shear
- Large mass of latent and sensible heat released to the atmosphere

#### 2. Affected area

- Span of the tropical cyclone ~400 km
- Size of the eye ~40 km
- Path ~1000 - 2000 km
- Height ~10 - 18 km

#### 3. Time span

- Up to 24 days

#### 4. Parts of Australia affected

- Qld, NQ

#### 1. Favourable troposphere condition

- Weak to the trough of low pressure
- Instability in the vertical profile
- Upper air divergence and jet stream
- Developed on cold front or ahead of low
- Strong cold air jet behind warm
- Strong wind shear
- Latent heat from humid warm air released

#### 2. Affected area

- Span of the single storm 40 km
- Front line area 100 km
- In case of tornado funnel size ~1 km
- Path ~500-1500 km
- Height ~10 km

#### 3. Time span

- Up to 3 days

#### 4. Parts of Australia affected

- VIC, TAS, NSW, SA, WA, NT

### GNSS Tools

#### Tool 1

Developer: Geophysics and Geodesy Lab, ETH Zurich, Switzerland

Model space: Ellipsoidal voxel model

- Flexibility of adjusting voxels in longitude and latitude
- Vertical layers have increasing thickness
- Flexibly fixed Parameterisation

Raytracing: Analytical

Inversion: SVD + Kalman Filter

Input file: Station coordinates (GPS), Satellite coordinates (GPS), Zenith tropospheric delay (ZTD) (Include differential methods (NWP) Meteorological ground observations

Output: Refractivity and wet refractivity in the model grid

Model: Combined product

Platform: MATLAB

#### Tool 2

Developer: Institute of Geodesy and Geomatics, WZL3, Project

Model space: Regular grid

- Same number of voxels in longitude and latitude
- Vertical layers same thickness

Raytracing: Analytical

Inversion: Combined pseudo inverse

- Unstructured pseudo inverse with strong regularisation

Input file: Station coordinates (GPS), Satellite coordinates (GPS), Zenith tropospheric delay (ZTD), Meteorological ground observations (NWP) M

Output: Wet refractivity in the model grid

Model: Water vapour surface pressure, Extended product

Platform: MATLAB

#### Tool 3

Developer: SPACE Research Centre, RMIT University

Configuration: Single observation

- Sub-metrescale correction to correct L2
- Secondary by geodesy, same scale as L1
- More up to Geomatics 2 (G2)

Inversion: None

Input file: L1/L2 satellite coordinates, L1/L2 satellite observations (GPS)

Output: Wet refractivity in the model grid

Model: Temperature and pressure

Platform: MATLAB

### Examples

NWP dynamics change, during the passage of severe thunderstorms in March 2011 in the Melbourne Metropolitan Area

The distribution of the 211 RO events in the Australian region from January 1 to 31 2011

The wet refractivity distribution, as seen by TOMO2, Pseudo range, Model, 10x10x10 km

### The project concept!

The main aim of this project is to investigate the feasibility of using GNSS measurements to detect severe weather events. Thus, the project tasks will address the following questions:

- Are GNSS signals significantly disturbed during the passing of an extreme weather event?
- Are GNSS RO and GNSS tomography techniques able to capture the trace of this disturbance?
- Are we able to integrate both methods with other data to generate products complementary to the current state-of-the-art severe weather monitoring techniques?

**10.2011** Task 1. Severe weather and GNSS signals

- building characteristics of each class of extreme weather phenomenon,
- inspection of available GNSS instrumentation and observations,
- study of time series of already derived GNSS products during severe weather event.

**02.2012** Task 2. GNSS tomography simulation stage

- construct the voxel model of extreme weather conditions,
- derive the tomographic observations,
- process the simulated data in AWATOS2 and TOMO2 software,
- include simulated, RO wetPR information, ground meteorological observations and NWP outputs.

**06.2012** Task 3. GNSS tomography real data processing stage

- investigate the precision of ZTD and DO residual estimates,
- collect data of available RO in the area of interest,
- investigate the precision of pressure and temperature from ground meteorological observations, NWP outputs, and RO,
- calculate biases between different kinds of observations,
- process the real data in AWATOS2 and TOMO2 software.

### Summary

Due to the enhanced changing of climate conditions Australia now has an increasing likelihood of more frequent severe weather events. On the other hand, global tendency to the densification of population of mega cities will definitely result in higher demand for weather protection services.

This work gives a broad picture of the activities related to the severe weather monitoring with ground- and space-based GNSS techniques. A short description of each severe weather phenomenon to be investigated is given. The characteristics of all GNSS processing tools for tomography are also described. The project concept and tasks are briefly discussed followed by a work flow diagram with a projected timeframe.

It is anticipated that new and improved methodologies to monitor severe weather phenomena with the integrated GNSS RO and GNSS tomography techniques will be developed. This will lead to enhanced weather protection services for people and property and new developments of non positioning services provided by GNSS CORS networks.

### Methodology

To precisely address the scientific questions, the experiment has been split into three main parts. The first focuses on constructing characteristics of extreme weather phenomenon. The second aims to develop general spatio-temporal models for these classes of events and construct observations (tomography, RO, ground, NWP). Such approach guarantee proper assessment of all random errors and study sensitivity and robustness of the tomography method. The third stage of research is designed to measure real random and systematic errors of observations and based on case studies address the main target of the project.

### Methodology (continued)



# Determination of Sudden Crustal Deformation by Earthquakes

Su-Kyung Kim · Tae-Suk Bae\*

Department of Geoinformation Engineering · Sejong University · South Korea

## INTRODUCTION

Around 11 March 2011 at 14:26 (local time), a magnitude 9.0 Earthquake occurred at the north-eastern area of Japan. The Earthquake caused a great deal of damage to life and property. In addition, according to U.S. Geological Survey, this Earthquake moved the Japan archipelago to the east, approximately 2.4 m. Freymueller predicted that the Korean peninsula has displaced to east about 3 cm using FFM (finite fault model). In this paper, the impact of the Korean peninsula by the 2011 Tohoku Earthquake was analyzed in terms of GPS data processing strategy and network configuration. For this goal, GPS CORS data of NGII (National Geographic Information Institute) has been analyzed before and after the date of the Earthquake.

## THE STRATEGIES OF DATA PROCESSING

### Period

- March 2011 (including the day of Earthquake 2011.03.11)

### Reference Stations

- The geometric configuration of the stations and the availability of the data for the entire period were considered

Domestic CORS (10)	CHJU, CHWN, DOKD, DOND, GSAN, HONC, JUNJ, KANR, KIMC, KWNJ, SEOS, SONC, SUWN, ULLE, WOLS, WULJ
Overseas CORS (6)	TSKB, TSKZ, USUD, KUNM, ULAB, YAKT

Table 1. Selected GPS CORS

### Software of Processing

- Bernese GPS Software V5.0

### Method of Processing

- Kinematic processing
- Static Baseline processing
- ✓ Fixing three IGS stations in China, Mongolia and Russia (Scenario1)
- ✓ Fixing SUWN in Korea (Scenario2)

## RESULTS AND ANALYSIS OF KINEMATIC PROCESSING

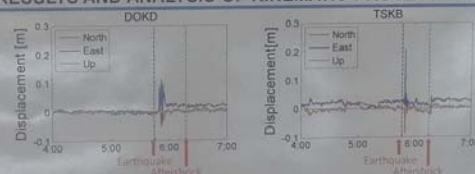


Figure 1. Results of kinematic processing

- The sudden displacement of the stations are clearly shown, especially in the horizontal components
- Another jump in the coordinates was observed at about 06:17 in TSKB only. This jump is considered as the largest aftershock after Tohoku Earthquake (magnitude 7.9)
- Since the displacement of the station is detected with some time delay after the Earthquake

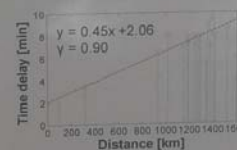


Figure 2. Correlation between distance and time delay

- Time delay is increasing with the distance from the epicenter
- Correlation coefficient: 0.90
- Time delay is certainly related to the travel time of the seismic waves.

## RESULTS AND ANALYSIS OF STATIC BASELINE PROCESSING

### Scenario 1 - fixing three IGS stations

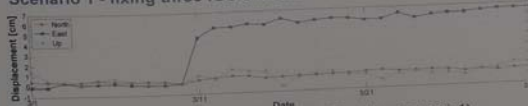


Figure 3. Coordinate variations in DOKD station (scenario1)

Components	Displacement [cm]			3D
	N	E	U	
Mean	0.47	2.98	0.49	3.07
Std. Dev.	0.18	1.17	0.19	1.14

Table 2. Amount of displacement by the Earthquake (scenario 1)

- There is a sudden change right after the Earthquake
- The average variations in 3D component: 3.07 cm
- Annual shift of the Korea peninsular (about 3cm/year) happened in a single day

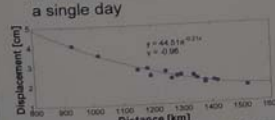


Figure 4. Displacement(3D) and distance

- Displacement decreases as distance from epicenter grows
- This tendency is fitted to the exponential function
- correlation coefficient: -0.96
- Size of displacement is related to the distance

### Scenario 2 - fixing SUWN in Korea

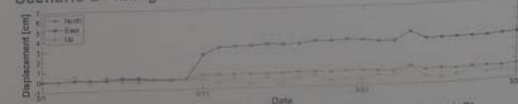


Figure 5. Coordinate variations in DOKD station (scenario2)

- Fixing SUWN (one of CORS network in Korea)
- This displacement shows the relative movements against SUWN
- Unlike scenario1, some stations have the opposite direction value

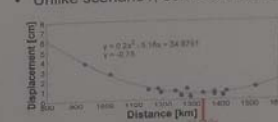


Figure 6. Displacement(3D) and distance

- The tendency is fitted to the quadratic function
- It has a minimum value at distance of 1350 km (corresponds to SUWN)
- It can be concluded that the crust of Korea was not displaced equally throughout the entire peninsula by the Earthquake
- On the contrary, it is a clear indication of the distortion in the displacement

## CONCLUSIONS

The Korean peninsula has an influence of the Earthquake to be moved about 2~3 cm to the east, which corresponds to the annual shift of the Korean peninsula. The displacement of the coordinates has a tendency of decreasing as the distance increases from epicenter. Most importantly the downward movement near the epicenter caused the surrounding area (Korean peninsula) to rebound. Therefore, it is necessary to calculate precise coordinates and velocity of GPS CORS in Korea through continuous monitoring.

ACKNOWLEDGEMENTS This work was researched by the supporting project to educate GIS experts.

IGNSS Symposium 2011



2011 年全球導航衛星定位系統國際研討會論文發表實況（一）



2011 年全球導航衛星定位系統國際研討會論文發表實況（二）



硬體廠商現場操作示範—高精度衛星定位即時解算(二)



硬體廠商現場操作示範—高精度衛星定位即時解算(二)



新南威爾斯大學測量及空間資訊系—教授及研究人員一覽表