

出國報告（出國類別：國際會議）

出席IGNSS 2011 GPS & GNSS導航衛星  
定位國際研討會報告書

服務機關：內政部國土測繪中心

姓名職稱：林長青專員

派赴國家：澳洲雪梨（Sydney, Australia）

出國期間：100 年 11 月 13 日至 11 月 20 日

報告日期：101 年 2 月 17 日

## 摘 要

國內已將衛星定位測量技術廣泛應用於各項測量作業，內政部自 1992 年開始採用全球衛星定位系統（Global Positioning System, GPS）技術進行國家基本測量，於臺灣本島及金門、馬祖外島設立 8 個永久性 GPS 衛星追蹤站，陸續完成一、二、三等衛星控制點的測量工作，據以定義新的臺灣大地基準（Taiwan Geodetic Datum 1997, TWD97），並且於 2000 年正式公告 TWD97 作為國家測量基準。本中心亦據此辦理後續三等控制點加密控制測量作業，於 1995-2003 年建置完成臺灣地區 4,710 點三等控制點，近年來更利用網路化 RTK 技術，建立全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統建置作業，即時提供公分級定位服務。此外在測繪科技發展計畫中，亦編列計畫，發展「臺灣地區發展高程現代化作業技術先期研究」，提升國內衛星定位科技水準，透過全球衛星定位系統（GPS）與新興的全球導航衛星系統（GNSS）技術結合大地水準面模式來決定對應相同高程基準的高程觀測量，取代傳統水準測量，進而發展新一代高程參考系統。

「IGNSS 2011 GPS & GNSS 導航衛星定位國際研討會」於 2011 年 11 月 15-17 日在澳洲雪梨舉辦，研討會主題：「全球衛星定位系統—國際交流與研究發展」，本次研討會由國際全球導航衛星系統學會（International Global Navigation Satellite Systems Society Inc., IGNSS）主辦。IGNSS 2011 國際研討會，其宗旨是為全球的導航衛星科技工作者、產業界提供一個新技術、新方法和新應用的交流平臺，形成國際導航衛星產業界與科技界交流互動，從而加強此領域全球的交流與聯繫，共同勾畫衛星定位技術的未來發展藍圖。

透過參與本次國際研討會，了解導航衛星系統的技術發展和應用前景，作為我國推動導航衛星技術應用與發展之參考。

關鍵字：IGNSS、全球導航衛星系統、全球衛星定位系統

## 目 錄

第一章 緣起及目的.....	1
第二章 出國行程.....	3
第三章 研討會重要內容.....	10
第四章 參加研討會及心得.....	18
第五章 建議.....	23
附錄一 研討會相關照片.....	26
附錄二 研討會收錄論文題目及作者.....	32

## 圖 目 錄

圖 1 新南威爾斯大學校園分布圖.....	8
圖 2 新南威爾斯大學於雪梨坐落位置.....	8

## 表 目 錄

表 1 IGNSS 2011 GPS/GNSS國際研討會程表.....	3
表 2 出國行程表.....	9

## 第一章 緣起及目的

測繪是建設的先鋒，提供了各項國土三維空間的資料及訊息，對於政府各項施政建設有重大助益，世界各先進國家皆非常重視國土測繪作業，目前測繪科技日新月異，全球導航衛星系統（Global Navigation Satellite System, GNSS）的發展在近年來逐漸的被重視，其最大的優點就是包含了數個不同的衛星系統，並且藉由不同的衛星系統整合，衛星顆數相較於單系統而言也有所提升。而隨著技術的進步，各國舊有的測繪資料也將隨之更新，例如美國就將高程現代化的工作列為爾後的工作重點，有鑒於 GNSS 技術將以更經濟的方式幫助定位工作，因此各先進國家進行未來計畫時都會將 GNSS 技術視為重要的工具之一。臺灣目前非常廣泛地使用 GPS 精密定位於國家測量工作，包含靜態與動態定位。隨著 GNSS 的到來，衛星定位使用之硬體設備與軟體計算程式也正大幅改變，對於資料處理之作業技術發展也正迅速進行。

內政部國土測繪中心（以下簡稱本中心）執行測繪科技發展計畫，目的在藉由引進新的測繪科技提升國土測繪的精度與效率，100年度特編列經費赴澳洲雪梨參加「IGNSS 2011 GPS & GNSS導航衛星定位國際研討會」，以了解國際間衛星測量技術發展趨勢，並經簽准同意由林長青專員1人，出席研討會並參訪新南威爾斯大學（University of New South Wales, UNSW）測量及空間資訊學系。藉由參加研討會，和各國導航衛星專家研討，了解國際導航定位領域的前瞻技術與發展動態及最新成果，吸收國外先進國家導航衛星定位及測量技術的政策和管理制度、最新衛星測量方法及技術、資料處理整合與應用，與國際作業接軌，以利推動與加速辦理本中心測繪控制點管理維護計畫之e-GPS即時動態定位系統，建立完整國家基本控制網。研討會主題包含：導航衛星系統相關議題、軟硬體之發展及各種應用等。此外每年美國國務院及歐盟均指派代表，報告當年GPS/GNSS政策及未來發展方向等；另藉由參訪新南爾斯大學測量及空間資訊學系，與該系測繪科技專家研討，了解測繪科技領域的空間定位技術及發展高程現代化可行性與與應用等最新研究，有助於本中心推動測繪科技發展計畫。

國際全球導航衛星系統學會（International Global Navigation Satellite Systems Society Inc., IGNSS）的宗旨是：1.促進全球導航衛星系統學科的研究及發展、2.鼓勵全球導航衛星系統應用於終端用戶的發展、3.幫助提高一般公眾意識的全球導航衛星系統、4.鼓勵、刺激和援助會員間之網絡以及研究機構、政府和一般企業會員之間交流、5.收集會員所感興趣可應用於日常生活中的研究技術、6.提供研究機構、企業和政府目

前的新技術、新政策之發表機會、7.作為會員和企業對政府、專業團體和教育團體傳達意見的媒介機構、8.為會員持續教育和培訓作一連結。

本次研討會地點在澳洲雪梨，而研討會期間為2011年11月15-17日，研討會結束本中心出席同仁利用空檔，參訪新南威爾斯大學測量及空間資訊學系，藉以了解測繪科技領域的空間定位技術及發展高程現代化可行性與與應用等最新研究，以能充分運用有限資源。

## 第二章 出國行程

## 一、研討會時間及地點

(一)時間：2011 年 11 月 15 - 17 日（三天）。

(二)地點：澳洲雪梨新南威爾斯大學 CLB Lecture Theatre

(三)議程：如下表

表 1：IGNSS 2011 GPS/GNSS 國際研討會議程表

2011 年 11 月 15 日（星期二）		
09：00-10：15	Session 1	中央講堂 7
主持人	Mr. Matt Higgins	
09：00-09：15	歡迎會	
09：15-09：45	United Nations Programme on Global Navigation Satellite Systems	Mrs. Sharafat Gadimova
09：45-10：15	Status of the European GNSS Programmes: Galileo and EGNOS	Mr. Edgar M Thielmann
10：45-12：15	Session 2	中央講堂 7
主持人	Mr. Brett Biddington	
10：45-11：15	Cornerstones of a Vibrant Australian Space Industry	Dr. Rosalind Dubs
11：15-11：45	Australia's National Space Policy	Mrs. Michele Clement
11：45-12：15	Panel Session: Does Australia need a Space Agency?	Dr. Rosalind Dubs, Mrs. Michele Clement, Mr. Rob Lorimer

2011 年 11 月 15 日（星期二）			
13：15-14：55			
Session 3A 中央講堂 7		Session 3B 中央講堂 3	
主題	Geodesy Infrastructure	主題	Ionosphere/Troposphere

主持人	Mr. Richard Stanaway	主持人	Mr. Matthew Trinkle
共計 5 篇文章口頭發表		共計 4 篇文章口頭發表	
Session 3C 中央講堂 4		Session 3D 中央講堂 5	
主題	Weak Signals/AGNSS	主題	Attitude/Formation Flying
主持人	Mr. Jinghui Wu	主持人	Mr. Qinghua Zeng
共計 5 篇文章口頭發表		共計 3 篇文章口頭發表	

2011 年 11 月 15 日 (星期二)			
15 : 25-17 : 05			
Session 4A 中央講堂 7		Session 4B 中央講堂 3	
主題	Datums & Geodesy	主題	Other Location Systems
主持人	Mr. Minghai Jia	主持人	Mr. Chia-Chyang Chang
共計 5 篇文章口頭發表		共計 5 篇文章口頭發表	
Session 4C 中央講堂 4		Session 4D 中央講堂 5	
主題	GNSS Signal Simulation	主題	Indoor Positioning
主持人	Mr. Eamonn Glennon	主持人	Mr. Thomas Gallagher
共計 4 篇文章口頭發表		共計 5 篇文章口頭發表	

2011 年 11 月 16 日 (星期三)		
08 : 45-10 : 45	Session 5	中央講堂 7
主持人	Mr. Chris Rizos	
08 : 45-09 : 10	U.S. Space-Based Positioning, Navigation and Timing: A Policy and System Update	Mrs. Maureen Walker
09 : 10-09 : 35	GLONASS Evolution	Dr. Sergey Karutin

09 : 35-10 : 00	The Demonstration Result for the First Satellite of the Quasi Zenith Satellite System, Michibiki	Mr. Satoshi Kogure
10 : 00-10 : 15	Update on China' s Beidou System	Mr. Matt Higgins
10 : 15-10 : 30	Update on Light Squared Interference to GPS in the US	Prof. Andrew Dempster
10 : 30-10 : 45	NavRange	Mr. Venkatraman Ramkumar

2011 年 11 月 16 日 (星期三)			
11 : 20-12 : 40			
Session 6A 中央講堂 7		Session 6B 中央講堂 3	
主題	CORS-Heights	主題	GPS/Other Sensor Integration (1)
主持人	Mr. Allison Kealy	主持人	Mr. Binghao Li
共計 3 篇文章口頭發表		共計 4 篇文章口頭發表	
Session 6C 中央講堂 4		Session 6D 中央講堂 5	
主題	QZSS	主題	Pedestrian Navigation
主持人	Mr. Peter Mumford	主持人	Mr. Nicholas Talbot
共計 4 篇文章口頭發表		共計 4 篇文章口頭發表	

2011 年 11 月 16 日 (星期三)			
13 : 40-15 : 00			
Session 7A 中央講堂 7		Session 7B 中央講堂 3	
主題	CORS - Deployment& Use	主題	GPS/Other Sensor Integration (2)
主持人	Mr. Cetin Mekik	主持人	Mr. Jared Bancroft
共計 4 篇文章口頭發表		共計 4 篇文章口頭發表	
Session 7C 中央講堂 4		Session 7D 中央講堂 5	
主題	Software Receivers	主題	Vehicle Positioning
主持人	Mr. Kevin	主持人	Mr. Rocco Zito

	Parkinson		
共計 4 篇文章口頭發表		共計 4 篇文章口頭發表	

2011 年 11 月 16 日 (星期三)			
15 : 30-17 : 10			
Session 8A 中央講堂 7		Session 8B 中央講堂 3	
主題	CORS - Regional to Global	主題	GPS/Inertial Integration
主持人	Mr. Ming Yang	主持人	Mr. Jared Bancroft
共計 5 篇文章口頭發表		共計 5 篇文章口頭發表	
Session 8C 中央講堂 4		Session 8D 中央講堂 5	
主題	Namuru & FPGA Receivers	主題	Cooperative Vehicle Positioning
主持人	Mr. Frantisek Vejrazka	主持人	Mr. Chung-Liang Chang
共計 5 篇文章口頭發表		共計 5 篇文章口頭發表	

2011 年 11 月 17 日 (星期四)			
09 : 00-10 : 40			
Session 9A 中央講堂 7		Session 9B 中央講堂 3	
主題	Ambiguity Resolution	主題	Multipath & Reflectometry
主持人	Mr. Peter Ramm	主持人	Mr. Nobuaki Kubo
共計 4 篇文章口頭發表		共計 5 篇文章口頭發表	
Session 9C 中央講堂 4		Session 9D 中央講堂 5	
主題	Interference 1	主題	Other Applications
主持人	Mr. Nagaraj Shivaramaiah	主持人	Mr. Don Yule
共計 4 篇文章口頭發表		共計 5 篇文章口頭發表	

2011 年 11 月 17 日 (星期四)			
11 : 10-12 : 50			
Session 10A 中央講堂 7		Session 10B 中央講堂 3	
主題	PPP & Carrier Phase	主題	Chinese Satnav Systems
主持人	Mr. Peter Teunissen	主持人	Mr. Yanming Feng
共計 5 篇文章口頭發表		共計 3 篇文章口頭發表	
Session 10C 中央講堂 4		Session 10D 中央講堂 5	
主題	Interference 2/ Antennas	主題	UAV's
主持人	Mr. Ediz Cetin	主持人	Mr. Jinling Wang
共計 5 篇文章口頭發表		共計 3 篇文章口頭發表	

2011 年 11 月 17 日 (星期四)			
13 : 50-15 : 30			
Session 11A 中央講堂 7		Session 11B 中央講堂 3	
主題	Robust CP Positioning	主題	Occultation/ Space Weather
主持人	Mr. Allison Kealy	主持人	Mr. Matthew Trinkle
共計 5 篇文章口頭發表		共計 5 篇文章口頭發表	
Session 11C 中央講堂 4		Session 11D 中央講堂 5	
主題	Mixed Stream/ Late Papers	主題	Airborne Applications
主持人	Mr. Yong Li	主持人	Mr. Rod Macleod
共計 3 篇文章口頭發表		共計 4 篇文章口頭發表	

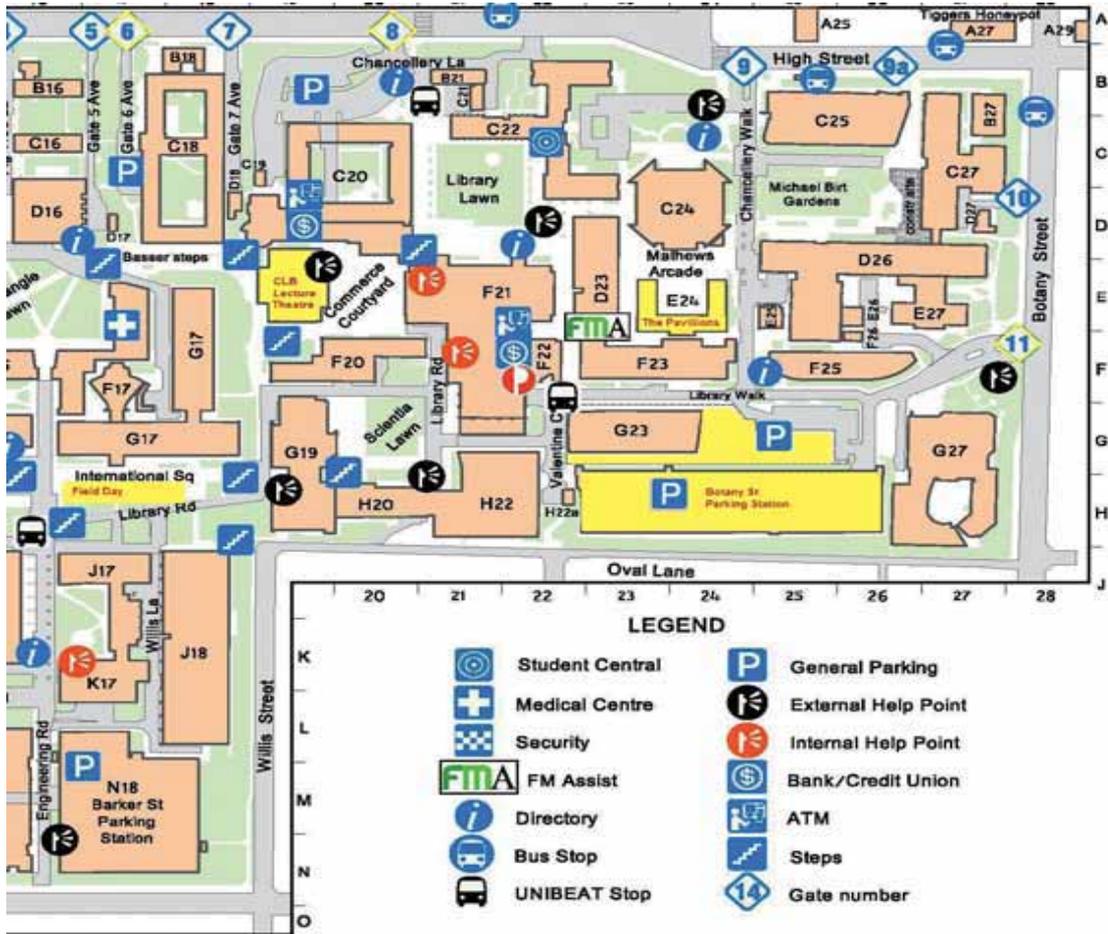


圖 1 新南威爾斯大學校園分布圖



圖 2 新南威爾斯大學於雪梨坐落位置

## 二、本次行程

表 2 出國行程表

日期	停留地點	行程
2011.11.13 (星期日)	臺北-雪梨	桃園機場 (去程)
2011.11.14 (星期一)	臺北-雪梨	午後抵達雪梨
2011.11.15 (星期二)	雪梨	參加 IGNSS 2011 國際研討會
2011.11.16 (星期三)	雪梨	參加 IGNSS 2011 國際研討會
2011.11.17 (星期四)	雪梨	參加 IGNSS 2011 國際研討會
2011.11.18 (星期五)	雪梨	參訪新南威爾斯大學測量及空間資訊學系
2011.11.19 (星期六)	雪梨-臺北	雪梨機場 (回程)
2011.11.20 (星期日)	雪梨-臺北	桃園機場 (回程)

## 第三章 研討會重要內容

### 一、辦理單位

國際全球導航衛星系統學會 (IGNSS)

### 二、研討會內容

討論主題如下：

#### (一)Session 1

United Nations Programme on Global Navigation Satellite Systems

#### (二)Session 2

Cornerstones of a Vibrant Australian Space Industry

#### (三)Session 3

Geodesy Infrastructure 大地測量基礎設施

Ionosphere / Troposphere 電離層 / 對流層

Weak Signals / AGNSS (Assisted GNSS) 微弱訊號 / 輔助 GNSS

Attitude / Formation Flying 姿態 / 編隊飛行 (衛星幾何分布)

#### (四)Session 4

Datums & Geodesy 基準面與大地測量

Other Location Systems 其他定位系統

GNSS Signal Simulation 全球導航衛星系統訊號模擬

Indoor Positioning 室內定位

#### (五)Session 5

U.S. Space-Based Positioning, Navigation and Timing: A Policy and System Update

#### (六)Session 6

CORS (Continuously Operating Reference Stations) 連續運行參考站

GPS / Other Sensor Integration 1 GPS / 其他感測器之整合

QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) 準天頂衛星系統

Pedestrian Navigation 行人導航

#### (七)Session 7

CORS - Deployment & Use CORS 系統的部署和使用

GPS / Other Sensor Integration 2 GPS / 其他感測器之整合

Software Receivers 接收儀軟體

Vehicle Positioning 車輛定位

(八)Session 8

CORS - Regional to Global CORS 系統-區域至全球  
GPS / Inertial Integration GPS 與慣性導航系統之整合  
FPGA (Field-Programmable Gate Array) Receivers 接收儀  
Cooperative Vehicle Positioning 車輛定位

(九)Session 9

Ambiguity Resolution 週波未定值之解算  
Multipath & Reflectometry 多路徑及反射效應  
Interference 1 干擾  
Other Applications 其他應用

(十)Session 10

PPP & Carrier Phase 精密單點定位及載波相位  
Chinese Satnav Systems 中國導航衛星系統  
Interference 2 / Antennas 干擾 / 天線  
UAV's 無人飛行載具

(十一)Session 11

Robust Positioning 強大精密定位  
Occultation / Space Weather 遮蔽 / 天氣影響  
Mixed Stream / Late Papers 混合氣流  
Airborne Applications 航空應用

(十二)Interactive Poster Presentations 互動海報介紹

1、A New Velocity Field from a Dense GPS Array in Southeastern Taiwan

Dr. Horng-Yue Chen, Institute Of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan  
(中央研究院地球科學研究所)

2、Applications of Indoor Locating Technique Based on Various Types of RFID

Dr. Chia-Chyang Chang, Ching-Yun University, Taoyuan, Taiwan  
(清雲大學)

3、Acquisition Complexity Reduction by Multi-stage Partial Cross-Correlation Technique for GPS Receiver

Mr. Jae-Kil Kim, Chungnam National University, Daejeon, South Korea

- 4、Dynamic Modelling for MEMS-IMU/Magnetometer Integrated Attitude and Heading Reference System  
Mr. Wei Li & Prof Jinling Wang, The University of New South Wales, Sydney, Australia
- 5、Impact of the Raw Modeling on the Precision GPS Orbit Determination  
Prof. Tae-Suk Bae & Ms Su-Kyung Kim, Sejong University, Seoul, South Korea
- 6、Determination of Sudden Crustal Deformation by Earthquake  
Ms. Su-Hyung Kim & Prof Tae-Suk Bae, Sejong University, Seoul, SOUTH KOREA
- 7、The RAIM Based Airborne Ionosphere Anomaly Monitoring Algorithm Using the Differential Hatch Filters  
Mr. Jun Min Joo, Korea Aerospace Research Institute, Daejeon, South Korea
- 8、Enhanced Time Transfer of Loran-C by Temperature Compensation  
Dr. Chang-Bok Lee, Korea Research Institute Of Standards And Science, Daejeon, South Korea
- 9、A TDOA Based BLUE Estimator for a 3-D Localization  
Dr. Young Kyu Lee, Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon, South Korea
- 10、Sea Surface Roughness Estimation Using Signals from Multiple GPS Satellites  
Dr. Kegen Yu, The University of New South Wales, Sydney, Australia
- 11、An Investigation of Multipath Mitigation Techniques for CORS Stations - A Case Study in Victoria  
Dr. Kefei Zhang, RMIT University, Melbourne, Australia

### 三、研討會論文數量

本次研討會共計收錄論文 298 篇，其中經評定為口頭報告者共 150 篇。

### 四、重要參展廠商及單位

此次研討會參展廠商均為澳洲境內 GPS 軟、硬體製造及銷售廠商，較具代表性廠商介紹如下：

#### (一) POSITION PARTNERS 公司

POSITION PARTNERS 公司是在 2008 年成立，為 TOPCON 儀器的供應商，以推動澳洲導航衛星定位產業化發展為己任，期許成為導航衛星定位業務的專業化公司。

該公司的主要業務是導航衛星定位產品供應、導航定位的資訊系統應用以及導航定位的運營服務，集研發、生產、銷售、運營為一體，服務於導航定位、指揮調度、精密測量、機械控制、目標監控、物聯網等應用領域。

該公司建立了「產品+系統應用+運營服務」的特有業務發展模式，致力於為用戶提供導航衛星定位技術的全面解決方案。該公司抓住了 3D 全球導航衛星系統建設及其產業化機遇，從而實現做導航衛星產業化領先者的目標。

該公司亦致力於成為一個網路即時動態測量（Real Time Kinematic, RTK）的供應商，其所提供的網路 RTK 系統稱之為 AllDayRTK，AllDayRTK 是一個國家級連續運行參考站（Continuously Operating Reference Stations, CORS）系統網路解決方案，要求準確、可靠的全球導航衛星系統定位，予所有行業再運用。AllDayRTK 於 CORS 系統網內的任何地方提供公分級精度，無需再設置和維持一個臨時基站。

該公司於澳洲已建立了一個廣泛的 CORS 系統，協助如新南威爾斯州 CORSnet 和維多利亞州 VICpos 的基礎設施網路，AllDayRTK 也提供了這些網路之間的無縫連接，為客戶帶來最全面的網路 RTK 解決方案。

## (二)GPSat Systems Australia 公司

GPSat Systems Australia 公司成立於 1993 年，為 NovAtel 儀器的供應商，始終專注於導航衛星定位技術的研究與應用，自成立以來的使命一直以提供世界一流的全球導航衛星系統產品和技術服務，協助客戶營造增加生產力和提高效率的環境，到今天已經發展成為澳洲導航衛星定位領域中，橫跨專業與民用兩大類市場的企業。

該公司是以導航衛星定位技術為核心業務的專業型集團公司，由專業的工程師和科學家團隊集研發、生產、工程、銷售、服務為一體，產品和解決方案涵蓋 GPS / GLONASS / GALILEO 及多系統組合導航與定位技術、高精度/高動態測量技術、GNSS 資料後處理/轉換、大型系統集成等領域。

憑藉在 GIS 採集、高精度測量、系統工程、汽車導航、汽車資訊技術、航海電子、航空電子等多重領域的卓越實力，成為澳洲 GNSS 市場的設備提供商之一。該公司是澳洲 GNSS 重點新技術企業、技術創新企業，承擔了澳洲 GNSS 高新技術重大專項。

## (三)SOUTH SURVEYING & MAPPING INSTRUMENT (AUSTRALIA) 公司

SOUTH SURVEYING & MAPPING INSTRUMENT 公司成立於 1989 年，總部設在廣州，南方測繪儀器有限公司（簡稱“南方測繪儀器”），隸屬於南方測繪集團，是專業且在中國測繪行業屬龍頭地位的公司，該公司 5 個下屬工廠專注於全球導航衛星系統（GNSS）儀器的研發、生產、銷售 9 種測繪產品，包括全測站、電子經緯儀、電子測距儀、自動水準儀、雷射測距儀、反射稜鏡、測量配件、GPS 接收儀、繪圖軟件等的高科技技術產業公司。該公司服務於陸上和水上測量領域，涵蓋：靜態 GPS 測量系統、一體化 RTK GNSS 測量系統、手持 GNSS 資料獲取系統、GNSS 連續運行參考站系統（CORS）等。

該公司先後研製出中國第一台靜態 GPS 接收機、第一台即時差分 RTD GPS 接收機、第一台單頻 RTK GPS 接收機、第一台雙頻 RTK GPS 接收機、第一個全國產化的 CORS 系統。該公司在中國為行業的龍頭企業。南方測繪儀器的產品銷量也一直穩居中國第一，屢創業界銷售奇蹟。

該公司導航人才技術實力雄厚，在全球現有員工 4000 餘人，其中在中國員工約 300 餘人中由高級工程師為核心的專職研發團隊有近百名人員；專職技術服務人員 100 多人。碩士、博士以上學歷占 20%，本科占 60%，高素質的人才為南方測繪儀器的技術研發、產品轉化和技術推廣打下了雄厚的基礎。

近年來在探索國際市場上一直不遺餘力，該公司已與 80 多個國家和地區的經銷商建立合作關係，出口相當數量的測繪儀器至全球。

隨著中國加入世界貿易組織，許多國際 surveyingequipment 製造商紛紛投資在中國生產。由於良好的品質和相對低廉的生產成本和優惠政策，已得到更多世界各地的認可。

#### (四)GlobalPOS 公司

GlobalPOS 公司是一家澳洲公司，在澳洲及海外市場提供一個廣泛性高精度 GNSS 解算產品，並致力於開發和生產導航、光電和現代訊號處理方面的技術和產品。該公司在慣性及導航相關領域已取得國內外領先地位。

該公司核心技術（慣性及導航衛星系統集成）的研製、開發和實現，多年來相繼推出了加速度計、陀螺儀、傾角感測器、磁羅盤、慣性測量單元、垂直陀螺儀、航姿系統、GNSS/INS 緊密組合系統、即時 GPS 接收機及 OEM 板卡、指北儀、車載多功能感測器、完全自主知識產權的光纖陀螺、雷射主慣導、MEMS 高精度小型化等多個系列的成熟產品，同時擁有多項軟體專利技術。

該公司長期保持著和全球相關領域技術專家及領先企業的深入溝通與合

作，推出完全自主知識產權的光纖 IMU 及高精度雷射慣導後，受益於全球 MEMS 感測器技術的突破性發展，再次推出基於 MEMS 技術的高精度系列產品。該產品系列陀螺零偏穩定性達到 2 度/小時，可替代中低精度光纖陀螺相應產品，並同時實現更小尺寸，更輕重量，以及在惡劣環境下的良好性能。

#### (五)OmniSTAR 公司

OmniSTAR 公司，是在全球市場上提供定位數據具有領導者之地位，並在差分 GPS 定位技術設計和發展的先趨，該公司提供高精度的定位技術，是專業從事 GNSS 研發、生產、銷售的高科技產業集團。為長期致力於 GNSS 技術研發、生產、市場服務的行業專家，及培育 GNSS 發展全過程的頂尖人才。該公司致力於 GNSS 核心技術研發，積累了大量的自主知識產權。

#### (六)ASHTECH 公司

ASHTECH 公司是於 1970 年成立，其的專注於導航定位領域科研和產業的高科技企業。

導航定位產業被譽為增長最快的資訊產業分支之一，世界各個大國也紛紛建設各自的導航空間基礎設施來支持該產業的發展並把它作為國家安全的一個重要內容。

該公司主要從事導航衛星接收終端設備的研發生產、多模導航衛星芯片技術（BD/GPS/GALILEO）、地面基礎設施建設及運營、基於位置的資訊服務、Web/WAP GIS 應用、無線通信技術以及相關產品的研究和開發、行業公眾應用服務系統的建設和運營。該公司已經取得多項專利和軟體著作權，並開發出系列產品和服務。

#### (七)C.R.KENNEDY 公司

C.R.KENNEDY 公司是在 2001 年成為 LEICA 儀器在澳洲唯一及獨家的供應商，作為一家創新、全球領先的測量產品供應商，LEICA 測量系統擁有悠久的創新傳統，並繼續致力於打造未來的測量技術。LEICA 測量系統在產品研發方面一直堅持不斷的投入，並將繼續樹立新的技術里程碑，使客戶從中獲取最大的收益。其產品和服務深受全球專業人士信賴，能夠幫助使用者採集、分析和顯示空間資訊。LEICA 測量系統以廣泛的產品系列而享有盛譽，這些產品能準確地採集資訊、快速建立模式、輕鬆進行分析，還能通過 3D 方式顯示空間資

訊。每天使用 LEICA 產品的使用者都充分信賴產品的獨立性，以及它們提供的高價值和出色的客戶支援。LEICA 測量系統是一個全球性公司，總部位於瑞士 Heerbrugg。

該公司在 23 個國家擁有 2400 多名員工，在全球 120 多個國家擁有數百家合作夥伴，並透過他們為數萬名使用者提供支援。LEICA 測量系統在瑞士證券交易市場掛牌上市，以市場為導向為客戶和各種業務應用提供服務，公司下屬 6 大業務系統如下：

#### 1、工程測量系統

是 LEICA 測量系統最大的業務部門。它在各種專業測繪領域為全球測繪、工程、建築和施工行業的客戶提供廣泛的產品和服務，其產品從全測站儀 TPS、全球定位系統 GPS、水準儀、建築用雷射儀器，到專用軟體和機械引導系統（包括雷射導向儀），並為基礎設施建設和土地管理系統提供綜合解決方案。

#### 2、地質學空間影像測量系統

為使用者提供影像的測量解決方案，業務範圍從遙感和航空測量到 GIS（地理資訊系統）。產品包括航空數位感測器（LEICA ADS40）、3D 航空雷射掃描器（LEICA ADL50）、相應的影像測量套裝軟體，以及用於數位 2D / 3D 軟體解決方案和地面模型製作、編輯和視覺化的 ERDAS IMAGINE。

#### 3、工業測量系統

科技工業使用者（如汽車和航空航太業）精確地測量大型部件，精度可達到 10um 精度，並能直接在 CAD 系統中處理資料。其產品範圍包括雷射追蹤儀、T- probe 和 T- scan、高精度的全測站儀和經緯儀，以及基於 CAD 的三維座標測量軟體 Metrolog。

#### 4、大眾測量系統

發明了具有革命性的 LDISTO--手持式雷射測距儀。採用了革命性的雷射技術，使你能夠方便、快捷及精確的測量距離、面積和體積，它更能讓你節省時間、降低成本、提高生產力。它適用於很多不同的大眾測量行業及領域、包括房產建築、評估、驗收、室內外裝潢、交通、消防等等，你一定能找到它在你生活中的應用。

#### 5、HDS 高清晰測量系統

使 LEICA 測量系統迅速進入新興的三維資料市場。近期收購的 Cyra Technologies Inc（位於美國加州奧克蘭）成為該部門的核心。Cyra Technologies 使用其三維 HDS3000、HDS4500 三維雷射掃描器及 Cyclone 軟體，為使用者提供三維資料獲

取和獨有的視覺化解決方案。HDS 高清晰測量系統可快速採集遠距離三維資料，並達到公厘級的測量精度，為客戶提供了先進的解決方案。

6、特種儀器系統：包括 Polymeca AG 及擁有位於 Heerbrugg 的機械元件工廠。

## 第四章 參加研討會及心得

### 一、GPS浮標系統應用於海嘯監測

日本國土地處環太平洋地震帶上，是全球最容易發生地震的區域之一，當地層破裂所引發的地震發生於海洋時，常常伴隨著海嘯之形成。當海嘯從外海行進至陸地時，所提升的海面浪高將會造成人民性命財產的損失，若能於外海建立預警系統，一旦偵測到海嘯形成，能夠立即傳送訊息並發出警示，將可減少人員的傷亡。日本經常面臨此種天災，所以該國在天災預警系統方面的發展特別先進，目前日本已開發一個新的海嘯觀測預報系統，它採用 RTK-GPS 技術即時地檢測和監測在到達海岸之前的海嘯。海嘯觀測預報系統主要是將浮標置於外海，附著在浮標頂部的 GPS 天線漂浮在海面，GPS 是在這個系統中的重要設備之一，藉由計算浮標頂部的 GPS 天線位置，可觀測出海面的變化情形，不僅海嘯，包括海浪，潮汐等，皆可透過此系統獲得海面潮位的資料，將潮位資料經低通過濾器篩檢即可區分出海嘯。

該系統經過一系列的初步實驗研究，並實際於兩個境外網站進行實驗，測試出這個系統其海面浪高幅度近 10 公分即可檢測出，例如成功檢測出 3 個海嘯，分別為 2001 年 6 月 23 日秘魯地震、2003 年 9 月 26 日十勝地震和 2004 年 9 月 5 日紀伊地震。這些成果表示，GPS 浮標系統用於預報海嘯是非常有用的。日本國土交通省自 2007 年以來已建立 12 個 GPS 浮標系統，該 12 個 GPS 浮標系統分布於日本沿太平洋海岸上以監測海浪潮位。這些 GPS 浮標系統實際運作到現在為止，還成功地檢測到 2010 年 2 月 28 日智利地震和 2011 年 3 月 11 日日本東北關東大地震的海嘯。

目前，GPS 浮標系統採用了 RTK-GPS，這就需要一個準確位置的陸地基站為基礎，以能精確相對定位出浮標位置。但這就限制了浮標僅能距離沿海頂多 20 公里。目前有 2 個問題要解決離岸遠距離的浮標部署：一個是定位精度隨著距離的增加和數據傳輸的準確性而降低。為了改善 RTK 方法，目前採用 400MHz 無線電系統於離岸 50 公里遠的 GPS 浮標實驗正試驗審查中。另外，引進了 GPS 數據分析新算法，可求得週波未定值（N 值）解算方法的精密單點定位，若成功，更可規劃至距岸 100 公里遠的海上 GPS 浮標觀測。

### 二、澳洲網路RTK系統

澳洲的網路 RTK 系統是以省為單位各自獨立，如墨爾本所在地的維多利亞

省，其網路 RTK 系統則名為 GPSnet™，GPSnet™是一個 GNSS 的用戶，提供整個澳洲維多利亞省的定位和導航校正服務，GPSnet™的基礎設施是以超過 100 個 CORS 分布於維多利亞省。而其定位服務，以 Vicmap 顯示定位位置，是採用網路差分全球導航衛星系統（Network Differential GNSS, NDNSS）提供次公尺級（sub-metre）的精度，此精度適用於全省。GPSnet™網路化即時動態（NRTK）提供  $\pm 2$  公分的水平精度，25 公里內 CORS 系統其單基線解提供了  $\pm 2$  公分的水平精度，RINEX 數據的後處理提供了  $\pm 2$  公分的水平精度。GPSnet™系統網站亦提供包含有關 Vicmap 位置的顯示，以及全球導航衛星系統的技術研究。

另外雪梨所在地的新南威爾斯省（New South Wales, NSW），其網路 RTK 系統則名為 CORSnet，CORSnet 是一個迅速發展的 CORS 系統，為新南威爾斯省提供準確、可靠和易於使用的基本定位基礎設施網路。這種網路 RTK 定位的基礎設施是採用 GNSS，它提供了勘測、農業、採礦業和建築業等等領域廣泛應用。

新南威爾斯省的 CORSnet 系統，於 CORS 系統間距離約 30 公里的條件下，可以提供約 12 公厘的水平分量精度，約 21 公厘的垂直分量精度（RMS 在 1 倍中誤差）。對於 CORS 系統間距離約 108 公里，等同於移動站距離最近 CORS 基站約有 50 公里，其水平精度（RMS 在 1）降低約為 25 公厘和垂直精度降低約為 60 公厘。

大致來說，整個系統的精度（對 SCIMS）在水平分量約 20 公厘（或更好）、在垂直分量約 30 公厘（RMS 在 1 倍中誤差）。移動站用戶辦理 1- 2 分鐘的觀測，即可測得一個平均坐標位置。如果欲獲得較高精度的縱坐標或移動站用戶所處位置距離 CORS 基站較遠，建議使用 2 分鐘以上的觀測數據。

### 三、澳洲政府機關（Geoscience Australia）提供線上GPS處理服務

澳大利亞地球科學（Geoscience Australia）是澳洲聯邦政府的一個機構。它是澳洲主要從事地球科學研究的機構。該機構成立於 1946 年時稱之為礦物局（包含有礦物資源、地質與地球物理 Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics（BMR））提供了澳洲礦產資源勘查的地質和地球物理方面的研究。於 1992 年，該機構更名為澳大利亞地質調查組織（AGSO）。於 2001 年，為反映石油和礦物的地質資料亦納入研究，該組織的名稱被再次改變為 AGSO-Geoscience Australia。之後幾年，增加了澳洲測量和土地資料小組（AUSLIG），名稱再次改為澳大利亞地球科學（Geoscience Australia）。

澳洲政府機關（Geoscience Australia）澳大利亞地球科學，結合亞太地區（包

含很多國家)GPS 追蹤站建立一個 GPS 網,提供給使用者便利的單站坐標資訊。例如:輸入 1.GPS RINEX 觀測數據、2.GPS 天線的高度、3.GPS 天線類型、4.使用者的電子郵件地址,該網站在 3 至 5 分鐘的處理時間內,即可將成果報告以電子郵件發送給使用者,其成果含 1994 年澳大利亞地心基準(Geocentric Datums Australia, GDA94)及國際地球參考框架(International Terrestrial Reference Frame, ITRF)坐標(含變方-協變方矩陣)。該網站在作 GPS 計算時,採用最近 15 個 IGS 和亞太參考框架(Asia-Pacific Reference Frame, APREF)參考站作資料處理。

目前 IGS 網絡涵蓋全球,該機構每天下載所有 IGS 追蹤站數據和 APREF 站的數據,積極研究了澳洲甚至全球的地球科學,如地震、海嘯和地球磁場的監測。該機構同時亦促進國際合作而努力,如在巴布亞新幾內亞的拉包爾火山觀測站,以監測火山噴發的研究而建立發出預警系統。同時該機構也監測地球的形狀,在澳洲地區和地理空間參考系統的發展作出貢獻。

目前該機構所從事的研究方面包括如下:

(一)地球監測和參考系統

大地測量和全球導航系統,地磁,地球物理網,天文信息。

(二)地球觀測和衛星影像

透過衛星感測器獲得衛星影像和資料。

(三)能源

石油資源,煤炭資源,鈾和鈷資源,地熱能源,可再生能源資源,盆地地質,面積釋放,能源安全計劃。

(四)溫室氣體存儲

碳捕獲和儲存方案,地質儲存二氧化碳。

(五)地下水

地下水資源。

(六)危害

森林大火,颶風,地震,洪水,山體滑坡,惡劣天氣,海嘯,火山爆發以及核監測。

(七)海洋和沿海

沿海和河口,管轄範圍,南極,水深,海底測繪,調查技術。

(八)礦物質

礦物質探勘、礦物質系統、地球物理圖和影像,礦物質資源源包括黃金、鎳、銅。

(九)地形圖

含有 GIS 資料的各種地圖尺寸、主題、參考圖、領土、旅遊圖。

#### 四、結合衛星方法之橢球高與大地水準面模型測定正高

本專題主要在探討及研究高程現代化之研究。大地水準面是一個等位面，它與地球的平均海洋表面完全重合，此時想像成海洋是處於一個平衡狀態，其表面通過各大洲擴展。大地水準面是不規則的，但其不規則遠遠地比地球的物理表面還平滑。海平面如果不受潮汐、海流和天氣的干擾，將成爲一個等同於大地水準面的表面。大地水準面的確立一直是地球大地學者的重大挑戰之一。過去以往，重力數據使用 Stokes 積分和最小二乘配置法來確立大地水準面。這種方法是昂貴和費力的。目前確立大地水準面的方法，正使用著大地水準測量和 GNSS 數據的整合，來替代以重力數據所積分的大地水準面。大地水準面模型中，從全球導航衛星系統而來的數據，其減少了時間、成本和能源。全球導航衛星系統所測得的 WGS84 橢球高，與該點從大地水準測量所測得的正高，相比較計算得出  $N$  值，在該地區的大地水準面和橢球面是屬分離不同的面。在這項工作中，使用的最小二乘法多項式模型，已發展從大地水準測量的正高及從差分全球定位系統的橢球高結合而成。

目前國際上許多文章，將這種結合衛星方法之橢球高與大地水準面模型測定正高的技術，稱爲 GPS-Leveling 技術。以往使用傳統水準測量決定正高，是很繁瑣、費時和昂貴的，特別是在偏遠地區或山區，那些地區裡的水準點分布極少，故 GPS-Leveling 技術被設定爲替代繁瑣傳統水準測量的好方法，特別是在容許 GPS-Leveling 精度的地區，可考慮採用。

#### 五、變形監測系統

2000 年 6 月高屏大橋橋墩斷裂，橋面坍塌，當場造成 22 人輕重傷。2008 年 9 月 15 日台中縣后豐大橋崩塌，不幸造成 3 車墜落大甲溪。2010 年 4 月 25 日北二高國道 3 號近基隆路段傳出山崩意外，靠近瑪陵坑七堵路段整片山壁突然崩落在道路上，造成雙向車道封閉。

我們臺灣地形多山且陡峭，地質多屬鬆軟土壤或容易鬆落的頁岩，一旦山坡地土壤含水量過多，容易造成山壁坍塌。另一方面，臺灣於雨季來臨時，雨量超出全球平均值甚多，河流一時匯集驚人的水量，加上臺灣地形陡峭，河流坡度大，造成其流速快且急，時常沖刷橋墩，使我們的橋樑壽命年限不長，發生坍塌的機率甚高，若能建立變形監測機制，將可避免人員財產的損傷。

(一)爲什麼要監測

所有物體、結構都在不停的運動著-多大的範圍?危險程度?

需要去量測移動動向並且紀錄其過程。

爲了保障人們、裝備跟機械的安全。

監測移動動向協助預警-不知道何時會發生。

政府工程規章中通常需要安全性的監測流程。

減少負擔意外發生的保險費用。

(二)爲什麼要監測自動化

移動動向是伴隨著時間發生的。

當瞬間的移動變化發生時是必須要立刻知道的。

有自動化的監測，就可以有即時的分析結果。

良好的監測地點通常不是方便手工操作且進入（如山頂、隧道）。

自動化即時分析比人工方式更有週期性且較高的可靠度。

人工的監測花費較多的費用跟時間。

自動化的監測可以減少人爲誤差，且快速、有效跟高可靠度。

(三)在監測時什麼是我們需要知道的?

在一段時間中多少位移產生?

移動速率多快?有加速度?

從監測開始到現在已經多少總移量?

當不預期內的事件或位移量發生時，需要有立即的訊息告知。

有訊息跟資料產生以確保系統運作中。

是否整個地區都在移動?

監測出確實的位移（經由不同的感應器和量測間的相關性）。

- 監測自動化跟即時化已經是必備的條件，可減少人力及人爲誤差的影響。
- 健全的監測系統應該有強健的硬體架構以及完整軟體程式的分析。
- 監測應不只侷限於單一種類儀器應用，需考慮到多樣性的需求及應用。
- 多元化的監測儀器應該由單一處理軟體統合，將其單純簡單化。
- 監測不是一昧的量測點位，需將測量的正確觀念導入才是完善的監測系統。
- TPS監測和GPS監測的成果概念不盡相同，在認知上要有所改變。

## 第五章 建議

### 一、擴大蒐集資料評估GPS-Leveling技術運用於臺灣地區之可行性

本次研討會發表論文計有多篇探討有關 GPS-Leveling 技術之應用，如埃及學者以該地區 6 條分布於不同地形之水準路線為案例，結論為於平緩地其正高差值小於 0.3 公尺，於山區其正高差值約為 1 公尺。目前臺灣地區公分級精度的 GPS-Leveling 屬線狀分布，且皆位於公路上之水準點，運用 GPS-Leveling 技術於高程現代化實務作業，尚有模式上疑義。故建議廣泛蒐集高精度且分布均勻的 GPS-Leveling 資料，以評估分析 GPS-Leveling 技術運用於臺灣地區之可行性；本中心於 100 年度亦有將此方法納入專案進行先期研究，顯示本中心目前測繪科技發展方向與世界發展趨勢相符。

GPS-Leveling 資料分析方法，為將 GPS-Leveling 所測得橢球高經模式轉換為正高與該水準點已知的正高進行比較，以評估利用 GPS-Leveling 技術所獲得正高的差異，逐步將小區域所需的高程測量以 GPS 測量來替代。另一方面，以 GPS 所測得橢球高與該點的正高結合，可推算出幾何法大地起伏值  $N_{GPS}$ ，然後比較幾何法大地起伏  $N_{GPS}$  與重力法大地起伏  $N_{GRAVITY}$  的差值，利用其差值的標準偏差來評估大地起伏精度，且其差值亦可修正大地起伏模型。

### 二、發展e-GPS系統具有線上定位用戶服務

本次於 IGNS 2011 全球導航衛星定位國際研討會發表之論文，共計有 10 餘篇探討有關 CORS 系統建立與測繪領域應用。由本次研討會論文及現場展示會中各參展廠商提供之資料得知，目前已建置完成 CORS 系統之地區，除全面應用於傳統測繪業務外，也大力推廣其應用層面，例如：水壩監控、監測高層建物的擺動、監測橋樑穩定性、導航及物流監控等。此外，新南威爾斯省及維多利亞省為了提高用戶量，大量推廣 CORS 的應用後，用戶量呈現大幅增加，遍布各地區及各行業。

澳洲政府地球科學機構 Geoscience Australia 利用澳洲各省的網路 RTK 基準站、APREF 和 IGS 參考站資料，積極研究澳洲及全球的地球科學相關議題，如地震、海嘯和地球磁場的監測，同時該網站亦提供給用戶便利的點位坐標解算資訊服務。目前本中心建置 78 個 e-GPS 基準站，若能以本中心 e-GPS 網為基礎，協調國內其他機關的 GPS 衛星接收站納入本中心 e-GPS 即時動態定位系統，未來本中心 e-GPS 系統可參考 Geoscience Australia 及美國國家大地測量局(National

Geodetic Survey, NGS) 建立線上定位用戶服務 (Online Positioning User Service, OPUS), 提供給用戶便利的點位坐標資訊。使用者上傳來自衛星定位接收儀所收集的 GPS 資料, 即可透過電子郵件獲得成果報告, 其成果含 TWD97 及 ITRF 坐標 (含變方-協變方矩陣), 以期能擴大一般用戶使用範疇及確保成果品質。

### 三、增加GPS檢核點，驗證臺灣地區大地起伏模式精度

目前本中心已整合現有的陸測重力、船測重力、空載重力及衛星測高重力資料, 精算大地起伏, 此為臺灣地區最新的大地起伏模式, 為了對大地起伏成果及精度作一驗證, 建議廣布 GPS 檢核點, 透過在水準點上進行 GPS 觀測得到橢球高  $h$ , 並與水準點上已有正高  $H$  相減, 即得該水準點上之大地起伏  $N$ , 稱之為幾何法大地起伏值  $N_{GPS}$ , 而該水準點上本身可由大地起伏模式求得重力法大地起伏值  $N_{GRAVITY}$ , 然後比較幾何法與重力法大地起伏之差值 ( $N_{GPS} - N_{GRAVITY}$ ), 此差值的標準偏差即可評估大地起伏精度, 另外此差值亦可修正原來的大地起伏模式, 使模式更精進。

建議增加 GPS 檢核點之位置, 如北部臺 2 線濱海公路、東部臺 9 線花東公路、中部臺 14 線及臺 8 線中橫公路、南部臺 20 線南橫公路、臺 3 線全線、臺 7 甲線全線至大禹嶺心、臺 9 線南端富里至楓港及臺灣西部濱海公路自北部富貴角至鵝鑾鼻, 約每 10 公里選擇一點具有已知正高值之水準點, 以擴大檢核全島全區模式精度。

另由於公路呈線狀分布, 為再加強分布均勻性, 亦建議將臺灣地區 200 多個 GPS 衛星接收站加入作為 GPS 檢核點。目前本中心已建置 78 個 e-GPS 基準站, 而國內其他機關如中央氣象局、中央地質調查所及台南縣政府基於各自業務需要建置的 GPS 衛星接收站, 經統計目前臺灣地區已有高達 200 多個 GPS 衛星接收站, 若能協調納入本中心 e-GPS 即時動態定位系統, 整合國內 GPS 衛星接收站, 並於各站加測正高及橢球高資訊, 一方面節省重複建站及維護經費, 並可提升系統定位效能; 另一方面由這些檢核點驗證大地起伏模式, 使採用 GPS-Leveling 技術所觀測的資料品質更可靠, 實現高程現代化之目標。

### 四、發展結合e-GPS及大地起伏正高轉換程序，擴大e-GPS成果運用效益

本中心 e-GPS 即時動態定位系統自 2009 年累計到目前, 雖已有 273 個會員、1182 組 VRS-RTK 用戶, 然應用領域仍偏重測繪領域, 未來應可再加強對其他領域應用的開發與宣導工作, 拓展系統應用與服務範圍。尤其目前政府各相關單

位正積極建立各項國土資訊資料，如公共管線、人手孔及道路資訊，且從會員申請辦理業務可以看出，測繪廠商已經開始應用 e-GPS 系統辦理各項測繪作業。

另外為推廣高程現代化，目前本中心 e-GPS 系統測量出橢球高，若能結合精化大地水準面成果，經大地起伏計算程式可得出正高，提供了用戶增值服務，這對我們發展高程現代化有著更進一步的進程。另外如能協調氣象、地質部門合作共同建站，以整合資源，降低各自建置的成本，更能擴大數據應用效益。

未來可以加強對相關主管機關宣導推廣，充分應用 e-GPS 即時動態定位系統於各項國土資訊資料調查測繪工作，讓主管部門和使用者都能了解應用本中心 e-GPS 即時動態定位系統可以達到的定位精度及效益。另外也應積極朝向研究 e-GPS 系統與國家大地基準 TWD97 之整合，研究建立由 e-GPS 系統維護國家動態三維大地基準之可行性。

#### 五、擴展測繪科技發展方向，提升測繪技術之應用

本次研討會研討主題多著重於應用方面，如 UAV、監測、高程現代化及 CORS 系統，本中心可藉由這些相關測繪技術應用、測繪儀器設備與衛星測量技術發展現狀，進而推展及規劃未來的測繪科技發展計畫，以合乎目前測繪科技發展方向與潮流。未來應該在既有基礎及考量臺灣現有環境下，積極蒐集其他先進國家測繪技術發展趨勢，結合國內測繪學界與業界，共同研擬出具臺灣特色之測繪科技發展方向，並持續規劃具體執行計畫，以提升測繪技術與研發能量。

#### 六、將GPS浮標系統監測海嘯之應用提供相關機關辦理之參考

日本以 GPS 浮標系統應用於海嘯監測的發展已超過 14 年，這系統提供海嘯測量精度在幾公分內。日本國土交通省建立這樣一個國家級沿日本外海的 GPS 浮標，當 2011 年 3 月 11 日發生日本東北關東大震災時，此 GPS 浮標的海嘯監測系統即時地將 GPS 浮標所觀測的海嘯數據傳送到陸地基站的警報系統。日本氣象廳利用這些警報系統，在海嘯尚未抵達陸地時，即時的發布海嘯警報，大幅地降低可能造成的損害。

而臺灣地處環太平洋地震帶上，也是全球最容易發生地震的區域之一，當地震發生於海洋時，海底地層破裂所引發的海嘯，可能衝擊臺灣沿海地區，在臺灣歷史上曾記載過受到海嘯侵襲的紀錄。日本的經驗可提供主管機關參考，或許在未來可考慮在曾受過海嘯侵襲的地區之外海，建立 GPS 浮標系統，一旦有海嘯形成，主管機關可即時發布海嘯警報，可避免造成更大的傷亡。

## 附錄一、研討會相關照片



開幕式



論文現場發表



廠商攤位展示（一）



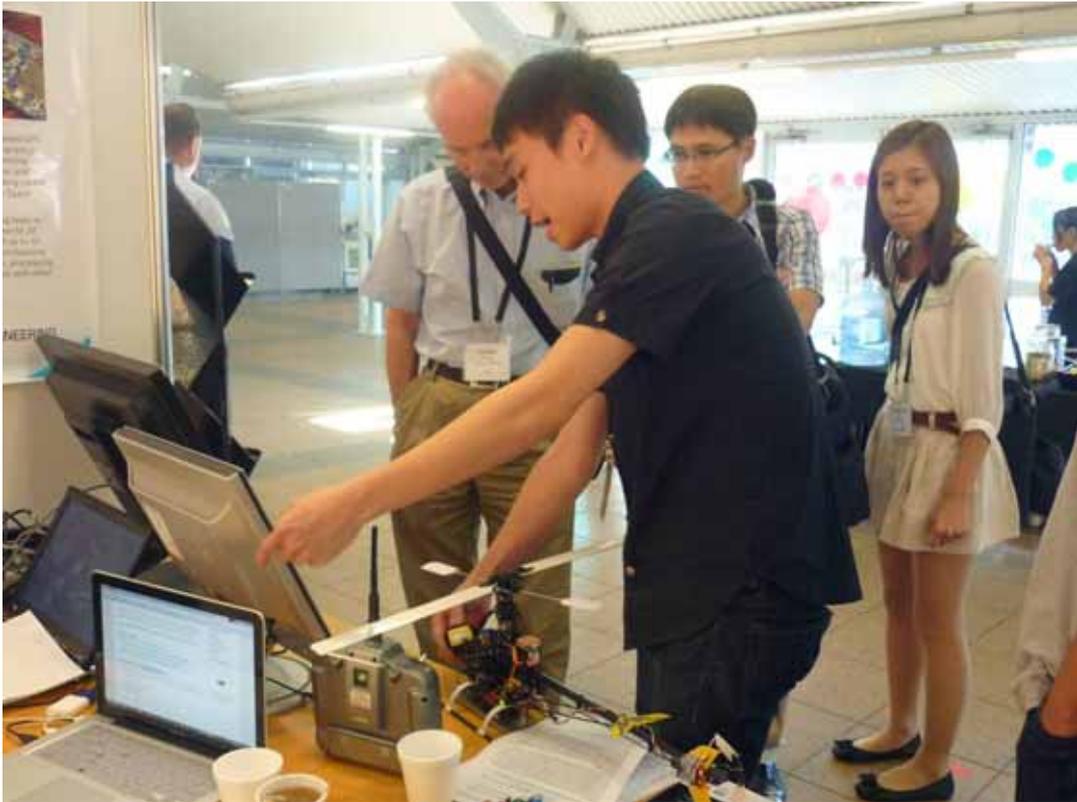
廠商攤位展示（二）



交誼時間（一）



交誼時間（二）



展示UAV之研究



參訪新南威爾斯大學測量及空間資訊學系



新南威爾斯大學測量及空間資訊學系合影



新南威爾斯大學測量及空間資訊學系教職成員



澳洲與大陸技術交流合作



新南威爾斯大學校園合影

## 附錄二、研討會收錄論文題目及作者

A new velocity field from a dense GPS array in south eastern Taiwan

*Hong-Yue Chen, Shin Tung, Shui-Beih Yu*

Institute of Earth sciences Academia Sinica, Taipei, Taiwan

(中央研究院地球科學研究所)

Evaluation of NRTK Heighting in Victoria: Impact of a Temporary Reference Station

*Jarryd Poyner*

The University of Melbourne, Melbourne, Australia

A Regularized Robust Filter for Satellite Attitude Determination System with Relative Installation Error of Sensor Tracker

*Jiongqi Wang*

Department of Mathematics and System Science, National University of Defense Technology, China

A Cooperative Positioning Method for VANETs using DSRC Carrier Frequency Offset

*Nima Alam*

University of New South Wales, Sydney, Australia

Performance Boundaries for Cooperative Positioning in VANETs

*Nima Alam*

University of New South Wales, Sydney, Australia

A combination of ellipsoidal height from satellite method and orthometric height for geoid modelling

*K. F. Aleem*

Department of Geomatics Engineering Technology, Yanbu Industrial College, Yanbu Industrial City, Saudi Arabia Surveying and Geoinformatics Programme, Abubakar Tafawa Balewa University, Bauchi Nigeria

Development of A Tsunami Monitoring System using GPS Buoy

*Yukihiro Terada*

Kochi National College of Technology, Japan

GPS Bistatic Radar for Target Detection and Estimation using Antenna Arrays

*Chow Yii Pui*

School of Electrical & Electronic Engineering, University of Adelaide

Research on BEIDOU and Modernized GNSS Multi-constellation Integrated Navigation

*ZENG Qinghua*

Navigation Research Centre, Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Nanjing  
210016, China

Performance Improvement of RTK By Using Variable-Mask Strategy

*Hideki Yamada*

Electronic Navigation Research Institute, Japan

A Gain/Phase and Mutual Coupling Calibration Algorithm for GPS Antenna Array in the  
Presence of Multipath

*Zili XU*

School of Electrical and Electronic Engineering, The University of Adelaide, Adelaide, SA  
5005, Australia

Precise Point Positioning - Where are we now?

*Thomas Grinter*

Survey Infrastructure and Geodesy, Land and Property Information NSW Department of  
Finance & Services, Bathurst NSW 2795, Australia

Real-time Indoor Positioning with a Single IMES Transmitter and a Rotation-type Doppler  
Measurement Unit

*Yoshihiro Sakamoto*

Dept. of Modern Mechanical Engineering, Waseda University, Japan

Assessment of Network RTK Performance using CORSnet-NSW

*Volker Janssen*

Survey Infrastructure and Geodesy, Land and Property Information  
NSW Department of Finance & Services, Bathurst NSW 2795, Australia

Preliminary Study on Multi-Station GPS RTK Positioning to Support Emergency Service  
Operations in Indoor Areas

*Li Binghao*

School of Surveying and Spatial Information Systems, University of New South Wales,  
Australia

The many paths to a common ground: A comparison of transformations between GDA94 and  
ITRF

*Joel Haasdyk*

Survey Infrastructure and Geodesy, Land and Property Information  
NSW Department of Finance & Services, Bathurst NSW 2795, Australia

An Efficient Signal Quality Test of RTK-GNSS Based on Carrier to Noise Ratio

*Nobuaki Kubo*

Tokyo University of Marine Science and Technology

Simulation Platform for Relative Navigation Using GPS Carrier Phase Measurements for  
Satellite Formation Flying Missions

*Rui Li*

School of Information and Electronics, Beijing Institute of Technology, China

School of Surveying & Spatial Information Systems, The University of New South Wales,  
Australia

Experimental Evaluation of Fast Beidou Orientation Ambiguity Resolution using the  
Lengthening Baseline Method

*Liangqing Lu*

College of Mechatronics & Automation, National University of Defence Technology, China

Evaluation of a Cooperative Positioning Algorithm by Tight GPS/DSRC Integration for  
Vehicular Networks

*Mahmoud Efatmaneshnik*

School of Surveying & SIS, UNSW, Sydney

An accurate single point positioning method with prediction mode for LEO satellites

*Yuanyuan Jiao*

1. Dept. of Mathematics and Systems Science, National University of Defense Technology,  
China

2. School of Surveying & Spatial Information Systems, The University of New South Wales,  
Australia

Proposing a Multi-GNSS Assisted GNSS (Global Navigation Satellite System), Concept and  
Performance

*Ali Sarwar*

School of Surveying and Spatial information Systems, University of New South Wales,  
Australia

Proposing a Multi-GNSS Assisted GNSS: Concept and Performance

*Ali Sarwar*

School of Surveying and Spatial information Systems, University of New South Wales,  
Australia

Design and Analysis of Satellite Orbits for the Garada Mission

*Li Qiao*

School of Surveying and Spatial Information Systems, University of New South Wales,  
Australia

High Performance GNSS Augmented Pedestrian Navigation in Signal Degraded Environments

*Jared B. Bancroft*

University of Calgary, AB, Canada

Dynamic Modelling for MEMS-IMU/Magnetometer Integrated Attitude and Heading Reference  
System

*Wei Li*

1. School of Electronics and Information, Northwestern Polytechnical University, China
2. School of Surveying and Spatial Information Systems, University of New South Wales,  
Australia

A Comparative Analysis of Displacement Detection Methods Using Locata

*Mazher Choudhury*

School of Surveying and Spatial Information Systems, University of New South Wales,  
Australia

Space Weather Effects on the GPS Scintillation Levels Received From Radio Occultations

*B. A. Carter*

SPACE Research Centre, RMIT University, Australia

Visual-Odometry Integrated Inertial-SLAM

*Usman Qayyum*

School of Engineering, Australian National University, Canberra, ACT 0200, Australia

Indoor Positioning Based on FM Signals and Wi-Fi Signals

*Vahideh Moghtadaiee*

PhD student, School of Surveying and Spatial Information Systems, University of New South  
Wales, Sydney, Australia

Correlation of Land Surface Temperature and Vegetation Density Classified from Satellite  
Images

*Nang Mya Mya New*

Tokyo University of Marine Science and Technology, Tokyo, Japan

AllDayRTK - A National CORS Network for Australia

*Gavin Docherty*

UNSW, Position Partners, Australia

Performance Evaluation of Single Frequency based Ionosphere Field Monitor for GBAS

*Seigo Fujita*

Electronic Navigation Research Institute 7-42-23 Jindaijihigashi-machi, Chofu, Tokyo  
182-0012, Japan

A Low Cost Namuru V3 receiver for Spacecraft Operation

*K J Parkinson*

School of Surveying and Spatial Information Systems, University of New South Wales, Sydney,  
2052, Australia

Interference Localisation within the GNSS Environmental Monitoring System (GEMS)

*Ediz Cetin*

University of New South Wales, Australia

Studies of Effects of Wireless Communication on GNSS Positioning Performance in  
High-mobility Vehicle Environment.

*Ming Qu*

Queensland University of Technology, Brisbane, Australia

Detection and Jammer-to-Noise Ratio Estimation of Interferers Using the Automatic Gain  
Control

*Ryan J. R. Thompson*

University of New South Wales, Australia

Influence of GPS Satellites Cross-Correlation on the TDOA Measurements within the GNSS  
Environmental Monitoring System (GEMS)

*Ryan J. R. Thompson*

University of New South Wales, Australia

Hybrid of Collective Detection with Conventional Detection for Weak Signal Acquisition

*Joon Wayn Cheong*

School of Surveying and Spatial Information at the University of New South Wales, Australia

Efficient Implementation of Collective Detection

*Joon Wayn Cheong*

School of Surveying and Spatial Information Systems, University of New South Wales,  
Australia

Radio Occultation Study Using 3-D Numerical Ray Tracing

*R. Normanl*

Satellite Positioning for Atmosphere, Climate and Environment (SPACE) Research Centre,  
RMIT University, Melbourne, Australia

Investigation of Atmospheric Parameters in the Australian Region Using GPS Radio  
Occultation Technology.

*C.S. Wang*

SPACE Research Centre and School of Mathematical and Geospatial Sciences, RMIT,  
University, Australia

Effect of L1-SAIF Augmentation in GPS Positioning

*Xing BO*

Tokyo University of Marine Science and Technology, Tokyo, Japan

A Novel Design for the Ultra-tightly Coupled GPS/INS Navigation Systems

*Dah-Jing Jwo*

Department of Communications, Navigation and Control Engineering

National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan

(國立海洋大學)

AHD Coordination of CORS Sites Using GNSS

*Simon Fuller*

ThinkSpatial

Use of Radio Occultation Observations for Climate Monitoring and Numerical Weather  
Prediction in the Australian Region

*John Le Marshall*

Centre for Australian Weather and Climate Research - a partnership between CSIRO and the  
Bureau of Meteorology, Docklands, Australia

How good is Assisted GPS?

*Binghao Li*

University of New South Wales, Sydney, Australia

A Study on Long-Term Predicted Ephemeris for GPS Satellite

*Cen XIAO*

Graduate School of Marine Science and Technology ,  
Tokyo University of Marine Science and Technology

Network-based RTK Positioning Using Integrated GPS and GLONASS Observations

*Shaocheng Zhang*

SPACE Research Centre, RMIT University, Australia

The Principle of Determining the Geopotential Difference Between Two Points on Ground  
Using GNSS Signals

*WenBin Shen*

Department of Geophysics, Key Lab. of Geospace Environment and Geodesy, School of  
Geodesy and Geomatics, Wuhan University, Wuhan, China

Use of GPS/INS Observations for Efficient Matching of UAV Images

*Juan Shi*

School of Geodesy and Geomatics, Wuhan University, Wuhan, China

Analysis of Outlier Separability in Integrated GPS/INS Systems

*Ali Almagbile*

The University of New South Wales, Sydney, Australia

Comparing the Mathematical Models for GPS&GLONASS Integration

*Tao Li*

The University of New South Wales, Sydney, Australia

Reliability Analysis of Robust Estimation for Use GNSS Positioning

*Ling Yang*

School of Surveying and Spatial Information Systems  
University of New South Wales, Sydney, NSW 2052, Australia

Outlier Detection Performance in Precise Point Positioning

*Changhui Xu*

School of Surveying and Spatial Information Systems, University of New South Wales,  
Australia

School of Environment and Spatial Information, China University of Mining and Technology,  
China

Image-Based Positioning with the Use of Geo-Referenced SIFT features

*Xun Li*

School of Surveying and Spatial Information Systems

University of New South Wales, Sydney, NSW 2052, Australia

A-RAIM vs. R-RAIM: A Comparative Study

*Yiping Jiang*

The University of New South Wales, Australia

Preciser Positioning and Timing with the Measured Time Offset

*Nathan L. Knight*

School of Surveying and Spatial Information Systems

University of New South Wales, Sydney, NSW 2052, Australia

Sea Surface Roughness Estimation Using Signals from Multiple GPS Satellites

*Kegen Yu*

School of Surveying and Spatial Information Systems, University of New South Wales,  
Australia

Design and Implement of a MEMS-based Attitude Reference System and its Integration with  
GPS

*LI Rongbing*

Navigation Research Centre, Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Nanjing  
210016, China

The Australian Space Research Program Project - Platform Technologies for Space Atmosphere  
and Climate

*Kefei Zhang*

SPACE Research Centre, School of Mathematical and Geospatial Sciences, RMIT University,  
GPO Box 2476, Melbourne 3001, Australia

Global Tropopause Derived from COSMIC for Climate Study

*Y. Li,*

SPACE Research Centre, RMIT University, Australia

Analysis of Zenith Path Delay in Dynamically Changing Environment

*Mukesh R. Vyas*

School of Surveying and Spatial Information Systems,

The University of New South Wales.

An Infrastructure Approach to Determining the 'Fitness for use' of GNSS Measurements for Land-Based Applications

*Steve Coleman*

The University of Melbourne, Melbourne, Australia

Multi-Sensor Data Fusion for Small Unmanned Aircraft Systems

*Claus-Sebastian Wilkens*

Technische Universität Braunschweig, Institute of Aerospace Systems, Germany

A Filtering Method for Improving the Precision of Cooperative Positioning in VANETs

*Nima Alam*

University of New South Wales, Sydney, Australia

United Nations Programme on Global Navigation Satellite Systems

*Sharafat Gadimova*

United Nation Office at Vienna, Austria

Enhanced RTK-GPS with IMU and Vehicle Sensors in Urban Environment

*Dihan Chen*

Tokyo University of Marine Science and Technology, Japan

Positional Stability Study of Continuously Operating Reference Stations: Case Study of Tianjin CORS

*Xu Ying*

College of Environmental & Resource Sciences, Fujian Agriculture & Forestry University, 350002, China; Research Center of GNSS, Wuhan University, 430079, China

Carrier Phase Integer Ambiguity Resolution for GNSS-based Attitude Determination

*Chen-Yin Wang*

Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taiwan  
(國立中央大學太空及遙測中心)

CORSnet-NSW: Deploying a CORS Network in a Corporate IT Environment

*Thomas S. Yan*

Survey Infrastructure and Geodesy, Land and Property Information NSW Department of Finance & Services 1 Prince Albert Road, Sydney NSW 2000, Australia

The Airborne Science Initiative LiDAR Beach Survey; Development and Results

*P. J. Mumford*

University of New South Wales

GNSS Carrier Phase Ambiguity Resolution Aided by Float Transformation

*Yang-Zen Chen*

Department of Civil Engineering, National Central University, Taiwan

(國立中央大學土木工程學系)

Acquisition Complexity Reduction by Multi-stage Partial Cross-Correlation Technique for GPS Receiver

*Jae-kil Kim*

Department of Electrical and Computer Engineering, Chungnam National University, South Korea

Study on Precise Positioning for Maritime Transportation Safety

*Deuk-Jae Cho*

Korea Ocean Research & Development Institute, KOREA

Development of an Unmanned Aerial Vehicle Platform for Testing Positioning Technology

*Jiawei Xie*

University of New South Wales, Australia

Development of MF-TDMA Based Satellite Network System Simulation Model

*Sung-Hyung Lee*

Department of Electronics Engineering, Ajou University, Korea

An Overview on RTK Network of Turkish Republic (TUSAGA-Aktif)

*Cetin Mekik*

Karaelmas University, Engineering Faculty, Dept. of Geodesy and Photogrammetry Eng., Zonguldak

Development of a GNSS Software Receiver Platform

*Jinghui Wu*

School of Surveying & Spatial Information Systems, University of New South Wales, Australia

An Enhanced Ranging Scheme Using Adaptive Log Model Based on IEEE 802.11 RSSI Measurements

*A Sol Kim*

School of Electronics Engineering Kyungpook National University Daegu, Korea

Aquarius Firmware for UNSW Namuru GPS Receivers

*Eamonn P. Glennon*

School of Surveying and SIS, UNSW, Australia

Sensitivity Analysis of Assisted-Galileo Receiver with E1 OS Signal

*Jeong-Min Lim*

Department of Information and Communication Engineering

Chungnam National University, Korea

Performance Analysis of Carrier Smoothed DGPS for Swarm Robots

*Hyun Ja Im*

Robot, Cognitive System Research Department Intelligent Robot Control Research Team

Electronics and Telecommunications Research Institute, Korea

Bit Error Rate Performance of SFH-Modulation Scheme System under Jamming

*Kwang-Chun Go*

School of Electrical and Computer Engineering, Ajou University, South Korea

Carrier Phase Based Positioning Algorithms Applied by Gaussian Sum Filters

*Yukihiro Kubo*

Department of Electrical and Electronic Engineering, Ritsumeikan University, Japan

Validation of Interacting Multiple Model Estimator Implementation for Radar Tracking System

*Yu-Chun Kao*

Department of Aeronautics and Astronautics, National Cheng Kung University, Tainan 70101,  
Taiwan

(國立成功大學航空太空學系)

FPGA Implementation of a GBAS Prototype Receiver for Integrity Monitoring Test-bed

*Chien-Ho Chen*

Department of Aeronautics and Astronautics, National Cheng Kung University, Tainan 701,  
Taiwan

(國立成功大學航空太空學系)

A Compressive Sampling Approach to Narrowband Interference Elimination for GNSS

*Chung-Liang Chang*

Department of Biomechatronics Engineering, National Pingtung University of Science and  
Technology, Pingtung County, Taiwan

(國立屏東科技大學生物機電工程系)

Determination of Sudden Crustal Deformation by Earthquakes

*Su-Kyung Kim*

Department of Geoinformation Engineering, Sejong University, South Korea

Assessment of Multipath Mitigation with Vector Tracking Loop

*Li-Ta Hsu*

National Cheng Kung University, Tainan 70101, Taiwan

(國立成功大學)

Performance of Mobile WiMAX Geo-location Using Simplified Multipath Mitigation Method in Dense Multipath Environment

*Ji-Won Park*

Department of Information and Communication Engineering

Chungnam National University, Korea

Evaluation of Positioning Accuracy of GNSS with QZSS Augmentation

*Yong Li*

University of New South Wales, Australia

The Witch Navigator - A Software GNSS Receiver for Education and Research

*Pavel Kovář*

Czech Technical University in Prague, Czech Republic

Optimising CORS Heights for Machine Control Using Network RTK

*Gavin Docherty*

UNSW, Position Partners, Australia

Evaluation of APNT using ADS-B Radio

*Hou-Jen Chen*

Institute of Civil Aviation, National Cheng Kung University, Tainan 70101, Taiwan

(國立成功大學民航研究所)

INS Aided Integrated Ambiguity Resolution for Robust Precise Positioning under the Weak signal Environment

*Sul Gee Park*

Marine Safety & Pollution Response Research Dept., Korea Ocean R&D Institute, South Korea

Effects of Different Reference Receiver Setups on IMT Performance

*Hui-Chieh Hsu*

Department of Aeronautics and Astronautics, National Cheng Kung University, Tainan 70101, Taiwan

(國立成功大學航空太空學系)

An Ionospheric Delay Model for Pedestrian Navigation in East Asia Pacific Islands

*An-Lin Tao*

Department of Aeronautics and Astronautics, National Cheng Kung University, Tainan 70101, Taiwan

(國立成功大學航空太空學系)

GNSS Ambiguity Resolution: Which Subset to Fix?

*Sandra Verhagen*

Delft University of Technology, The Netherlands

Baseband Hardware Design for Space-grade Multi-GNSS Receivers

*Nagaraj C Shivaramaiah*

University of New South Wales, Australia

Analysis of the Multipath Effect on Carrier Smoothed Code Measurements

*Heon Ho Choi*

Department of Electronics Engineering, Chungnam National University, Korea

Design of a GPS L1 C/A Signal Generator using a Multi-core Processor

*SungLyong Cho*

Department of Electronics Engineering, Chungnam National University, Korea

A Relative Navigation Scheme Using the AIS Datalink

*Young Hoon Han*

Department of Electronics Engineering, Chungnam National University, Korea

Design of an Integrated Navigation Algorithm for eLoran/GNSS Receiver

*Se Phil Song*

Department of Electronics Engineering, Chungnam National University, Korea

Design of a Correlator using GPU for Real-time GNSS SDRs

*Sang Wook Hwang*

Department of Electronics Engineering, Chungnam National University, Korea

GPS/MEMS IMU Integration System design for Car Black box

*Moon Suk Koo*

Department of Electronics Engineering, Chungnam National University, Korea

Performance evaluation of Array Antenna Processing with PM Algorithm for GNSS Receivers

*Yun Sub, Choi*

Department of Electronics Engineering, Chungnam National University, Korea

Feasibility Study of Seamless Positioning System Using QZSS IMES

*Yutaka Yamada*

Graduate School of Marine Science and Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology, Japan

A Particle Filter Based State Estimation of Semitrailer Vehicle for Jackknifing Prevention

*Hee Won Kang*

Satellite Navigation Team, Korea Aerospace Research Institute, Korea

A Lock Detector for Signal Blockage Detection in GPS Receivers

*Mi Hyun Jin*

Department of Electronics Engineering, Chungnam National University, Korea

Constellation Design and Antenna Array Processing for GNSS Radio Occultation Mission

*Jyh-Ching Juang*

Department of Electrical Engineering, National Cheng Kung University, Taiwan

(國立成功大學電機工程學系)

Establishing a Horizontal Velocity Model of Taiwan Using GPS Observations and the Least-Squares Collocation Technique

*Ching-Jung Hung*

Department of Geomatics, National Cheng Kung University, Tainan 70101, Taiwan

(國立成功大學測量及空間資訊學系)

Design of a Time-efficient Software-based GNSS Signal Simulator

*Soon Lim*

Space Science Research Center, Korea Astronomy Space Science Institute, Republic of Korea

Interference Angle of Arrival Estimation within the GNSS Environmental Monitoring System (GEMS) using Antenna Arrays

*Zili XU*

School of Electrical and Electronic Engineering

The University of Adelaide, Adelaide, SA 5005, Australia

Optimization-based In-flight SINS Alignment: Preliminary Results

*Yuanxin Wu*

National University of Defense Technology, P. R. China

ITRF Transformations in Deforming Zones to Support CORS-NRTK Applications

*Richard Stanaway*

School of Surveying and Spatial Information Systems, University of New South Wales, Sydney, Australia

GAJT™ – The First “Off The Shelf” Single Unit GPS Anti-Jam Antenna

*Rod MacLeod*

NovAtel Inc/Australia

Implementation of GPS RTK/MEMS IMU Integrated System using Embedded Platform for Vehicle Navigation

*Jong-Hwa Song*

Department of Electronics Engineering, Konkuk University, South Korea

High-Precision GPU (Graphic Processing Unit)-Based Software-Defined Real-time GNSS Signal Monitoring Receiver

*Sung-Hyuck Im*

A Department of Electronics Engineering, Konkuk University, Korea

QZSS Research at UNSW

*Eamonn P. Glennon*

School of Surveying and SIS, UNSW, Australia

Study on the Availability of Vector Tracking Loop in Outdoor Field for GPS and Pseudolite System

*Sanghoon Jeon*

Mechanical and Aerospace Engineering, and the Institute of Advanced Aerospace Technology, Seoul National University, South Korea

A Low-cost Pedestrian Navigation System in a Signal Degraded Environment

*Younsil Kim*

Mechanical and Aerospace Engineering/Seoul National University, South Korea

Cycle Slip Detection Algorithm by Integrating Vehicle and Inertial Sensors for Land Vehicle Users

*Junesol Song*

Mechanical and Aerospace Engineering, and the Institute of Advanced Aerospace Technology, Seoul National University, South Korea

GLONASS evolution

*Alexander Bochkarev*

Deputy Head of the International department, Roscosmos, Russia

Influence of Maneuvers on the Observability of INS/GPS Initial Alignment

*Xiaosu Xu*

Key Laboratory of Micro-inertial Instrument and Advanced Navigation Technology, Ministry of Education, Southeast University, China