

第 92 期，民國 111 年 5 月 11 日

發行人：孫振義 系主任

本期主編：儲豐宥

編輯：政治大學地政學系學術發展委員會

地址：臺北市 116 文山區指南路二段 64 號

電話：(02)2938-7106 傳真：(02)2939-0251

網址：<http://landeconomics.nccu.edu.tw>

專題報導

房市參與者之情緒是否會影響房市變化？

朱芳妮

(政治大學地政學系助理教授)

古典經濟學理論通常假設人是理性的，資產價格乃由市場供需機制所決定。然而，過去相關研究發現，以傳統經濟理論的理性假設來解釋不動產市場受到基本面因素影響的能力是有限的，因此近年來有學者試圖以行為經濟學理論來分析資產價格的波動無法由基本面因素所解釋的部分。行為經濟學者指出，資產價格偏離基本面的原因，包括經驗法則偏誤、框架相依，以及無效率市場等，有別於傳統理論說明理性參與者可針對當下的情境作出適當決策，人們通常無法充分地利用資訊做出最適的決策。

投資人情緒是代表市場投資人心理因素的重要變數。近幾年來有許多研究探討投資人情緒對於資產市場之影響，並有學者嘗試將相關理論應用

至不動產研究領域。學者使用不同方式來建立投資者情緒指標，以探討投資人情緒對於房市之影響，包括以問卷調查建立房市情緒指數，或以房市代理變數來編制情緒指數。個人與幾位學術夥伴編制了直接情緒指數與間接情緒指數，前者使用內政部營建署住宅需求動向調查資料來編制，後者又分成兩類，一類是包含股票市場、不動產市場與資本市場三項代理變數，一類則是參考台北市房市指標溫度計之五構面變數來作為代理變數。實證結果發現，經由問卷調查方式所編制的直接情緒指數，會比間接情緒指數更具有解釋房市變化趨勢的能力(朱芳妮、楊茜文、蘇子涵、陳明吉，2020)。

新聞媒體是社會大眾接受時事資訊的重要管道，其所傳遞的資訊內容可能影響民眾對於事情的判斷力，進而影響其決策。Shiller(2017)在其著作《敘事經濟學》中提及，隨著現代科技的進步與網際網路的發展，可使用大數據分析方法量化訊息的流行性，以反映某特定經濟事件是否受到媒體渲染而進一步擴散、傳播，亦即透過

科技與其他學術領域的整合，有助於未來經濟學的實務研究。近年來，已有相關文獻透過新聞媒體探討情緒與房市之關係，發現媒體報導情緒與房價的實際變化呈現正相關，且有助於預測未來房價變動(Walker, 2014; Soo, 2018)。因此，我們嘗試以文字探勘及網路爬蟲方式，從聯合知識庫蒐集有關台北市與新北市地區的不動產相關新聞，編制媒體情緒指數，並透過實證分析發現媒體情緒指數的提升(更為樂觀)有促使房價上漲及帶動房市交易量增加的顯著影響(朱芳妮、楊茜文、黃御維、陳明吉, 2020)。

除了新聞媒體之外，社群媒體可能是另一種影響民眾心理的訊息來源。早年在沒有網路媒體的時代，人們通常會在跟親朋好友聚會聊天的過程中，分享自身或聽聞的投資經驗，進而影響到他人的投資想法與行為。自從社群媒體如 Facebook、Twitter、Instagram 出現並於生活中普及後，不僅改變了人與人之間的互動方式，親朋好友的貼文或來自社團的討論文更能不受時空限制、迅速地在朋友圈或社團使用者之間傳遞與發酵，更能持續不斷地影響著使用者的認知和想法，進而改變他們的消費或投資決策。Bukovina (2016)認為社群媒體是一種嶄新的、可用來蒐集社會上不理性因子並將其量化的工具，並進一步建立了社群媒體與資本市場間的傳遞機制理論。亦有股市相關研究透過文字探勘方法，從社群媒體資料做文字萃

取以分析投資人關注與資產價格間之關係。例如 Yang et al. (2015)研究顯示，Twitter 上存在著由對金融市場相關議題有興趣的使用者所組成的金融網路社群，並使用情緒分析演算法來從 Twitter 訊息建構出加權情緒指標，實證結果發現此指標與主要金融市場指數的報酬有顯著相關性，且相較於一般的社會情緒指標，該指標更能有效地用以預測金融市場的變動。Siikanen et al. (2018)研究 Facebook 資料與股市中投資人決策之間的關係，發現投資人的買賣決策與 Facebook 資料有相關，特別是對於消極的家計單位與非營利組織而言。近年亦有研究探討社群媒體對房地產市場之影響。例如 Bailey et al.(2018)研究發現，Facebook 社群的互動將會影響個人對於房地產市場的行為，如租屋或購屋的選擇的改變，進而影響到房價與交易量。Tan and Guan (2021)使用 Twitter 貼文研究情緒與房價間的關聯性，實證結果顯示紐約曼哈頓價格較高的社區周遭有著較積極的公眾情緒，兩者間存在正相關。

社群媒體的力量是否可能影響台灣房市呢？痞客邦(PIXNET)於 2020 年 4 月發布的《社群藍皮書》，以台灣 16 歲以上社群平台使用者為調查對象，發現在進行消費決策前，有超過九成的使用者會先從網路上搜尋資料、爬文，進一步就有關房地產的類別而言，則有超過三成的使用者會在論壇蒐集資料、兩成六的使用者會在

Facebook 平台搜尋相關資訊，且在資料查找過程中會更偏好專家的觀點及評論，特別會看重有先經過整理再發布的重點資訊。因此，社群媒體應為民眾搜尋房地產相關資訊的其中一種網路管道。個人近期科技部專題研究計畫的研究內容之一，即是探討社群媒體對於房市之影響。我們透過 OpView 輿情分析平台，針對台灣 Facebook 與 PTT 兩種社群平台上的社群討論文章之主文，進行房地產關鍵字分析。該平台提供貼文的正面、中立及負面情緒分數，有助於建構社群情緒指標並探討其對房市之影響。初步實證結果發現，社群情緒指標對於中古屋房價及房屋交易量皆存在顯著的影響，即當社群情緒指標上升(正面情緒增加)時，房價及房屋交易量會同方向上升及增加。此外，Facebook 社群情緒指標的影響力較 PTT 顯著，可能是因為在 Facebook 上發布與房地產相關的貼文者，相較於 PTT 有更高比例是房地產學者或相關領域的專業者，對於民眾而言更具說服力而使其產生更高的認同感。未來尚有更進一步的課題值得我們繼續探索與研究。

古典經濟學理論通常假設人是理性的，資產價格乃由市場供需機制所決定。然而，過去相關研究發現，以傳統經濟理論的理性假設來解釋不動產市場受到基本面因素影響的能力是有限的，因此近年來有學者試圖以行為經濟學理論來分析資產價格的波動無法由基本面因素所解釋的部分。行

為經濟學者指出，資產價格偏離基本面的原因，包括經驗法則偏誤、框架相依，以及無效率市場等，有別於傳統理論說明理性參與者可針對當下的情境作出適當決策，人們通常無法充分地利用資訊做出最適的決策。

投資人情緒是代表市場投資人心理因素的重要變數。近幾年來有許多研究探討投資人情緒對於資產市場之影響，並有學者嘗試將相關理論應用至不動產研究領域。學者使用不同方式來建立投資者情緒指標，以探討投資人情緒對於房市之影響，包括以問卷調查建立房市情緒指數，或以房市代理變數來編制情緒指數。個人與幾位學術夥伴編制了直接情緒指數與間接情緒指數，前者使用內政部營建署住宅需求動向調查資料來編制，後者又分成兩類，一類是包含股票市場、不動產市場與資本市場三項代理變數，一類則是參考台北市房市指標溫度計之五構面變數來作為代理變數。實證結果發現，經由問卷調查方式所編制的直接情緒指數，會比間接情緒指數更具有解釋房市變化趨勢的能力(朱芳妮、楊茜文、蘇子涵、陳明吉，2020)。

新聞媒體是社會大眾接受時事資訊的重要管道，其所傳遞的資訊內容可能影響民眾對於事情的判斷力，進而影響其決策。Shiller(2017)在其著作《敘事經濟學》中提及，隨著現代科技的進步與網際網路的發展，可使用

大數據分析方法量化訊息的流行性，以反映某特定經濟事件是否受到媒體渲染而進一步擴散、傳播，亦即透過科技與其他學術領域的整合，有助於未來經濟學的實務研究。近年來，已有相關文獻透過新聞媒體探討情緒與房市之關係，發現媒體報導情緒與房價的實際變化呈現正相關，且有助於預測未來房價變動(Walker, 2014; Soo, 2018)。因此，我們嘗試以文字探勘及網路爬蟲方式，從聯合知識庫蒐集有關台北市與新北市地區的不動產相關新聞，編制媒體情緒指數，並透過實證分析發現媒體情緒指數的提升(更為樂觀)有促使房價上漲及帶動房市交易量增加的顯著影響(朱芳妮、楊茜文、黃御維、陳明吉, 2020)。

除了新聞媒體之外，社群媒體可能是另一種影響民眾心理的訊息來源。早年在沒有網路媒體的時代，人們通常會在跟親朋好友聚會聊天的過程中，分享自身或聽聞的投資經驗，進而影響到他人的投資想法與行為。自從社群媒體如 Facebook、Twitter、Instagram 出現並於生活中普及後，不僅改變了人與人之間的互動方式，親朋好友的貼文或來自社團的討論文更能不受時空限制、迅速地在朋友圈或社團使用者之間傳遞與發酵，更能持續不斷地影響著使用者的認知和想法，進而改變他們的消費或投資決策。Bukovina (2016)認為社群媒體是一種嶄新的、可用來蒐集社會上不理性因子並將其量化的工具，並進一步建

立了社群媒體與資本市場間的傳遞機制理論。亦有股市相關研究透過文字探勘方法，從社群媒體資料做文字萃取以分析投資人關注與資產價格間之關係。例如 Yang et al. (2015)研究顯示，Twitter 上存在著由對金融市場相關議題有興趣的使用者所組成的金融網路社群，並使用情緒分析演算法來從 Twitter 訊息建構出加權情緒指標，實證結果發現此指標與主要金融市場指數的報酬有顯著相關性，且相較於一般的社會情緒指標，該指標更能有效地用以預測金融市場的變動。Siikanen et al. (2018)研究 Facebook 資料與股市中投資人決策之間的關係，發現投資人的買賣決策與 Facebook 資料有相關，特別是對於消極的家計單位與非營利組織而言。近年亦有研究探討社群媒體對房地產市場之影響。例如 Bailey et al.(2018)研究發現，Facebook 社群的互動將會影響個人對於房地產市場的行為，如租屋或購屋的選擇的改變，進而影響到房價與交易量。Tan and Guan (2021)使用 Twitter 貼文研究情緒與房價間的關聯性，實證結果顯示紐約曼哈頓價格較高的社區周遭有著較積極的公眾情緒，兩者間存在正相關。

社群媒體的力量是否可能影響台灣房市呢？痞客邦(PiXNET)於 2020 年 4 月發布的《社群藍皮書》，以台灣 16 歲以上社群平台使用者為調查對象，發現在進行消費決策前，有超過九成的使用者會先從網路上搜尋資

料、爬文，進一步就有關房地產的類別而言，則有超過三成的使用者會在論壇蒐集資料、兩成六的使用者會在 Facebook 平台搜尋相關資訊，且在資料查找過程中會更偏好專家的觀點及評論，特別會看重有先經過整理再發布的重點資訊。因此，社群媒體應為民眾搜尋房地產相關資訊的其中一種網路管道。個人近期科技部專題研究計畫的研究內容之一，即是探討社群媒體對於房市之影響。我們透過 OpView 輿情分析平台，針對台灣 Facebook 與 PTT 兩種社群平台上的社群討論文章之主文，進行房地產關鍵字分析。該平台提供貼文的正面、中立及負面情緒分數，有助於建構社群情緒指標並探討其對房市之影響。初步實證結果發現，社群情緒指標對於中古屋房價及房屋交易量皆存在顯著的影響，即當社群情緒指標上升(正面情緒增加)時，房價及房屋交易量會同方向上升及增加。此外，Facebook 社群情緒指標的影響力較 PTT 顯著，可能是因為在 Facebook 上發布與房地產相關的貼文者，相較於 PTT 有更高比例是房地產學者或相關領域的專業者，對於民眾而言更具說服力而使其產生更高的認同感。未來尚有更進一步的課題值得我們繼續探索與研究。

參考文獻

Bailey, M., Cao, R., Kuchler, T., & Stroebel, J. (2018). "The Economic Effects of Social Networks: Evidence from the Housing Market," *Journal of*

Political Economy, 126: 2224-2276.

Bukovina, J. (2016), "Social Media Big Data and Capital Markets—An Overview," *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 11: 18-26.

Shiller, R. J.(2017), "Narrative Economics," *American Economic Review*, 107(4): 967-1004.

Siikanen M., K. Baltakys, J. Kannianen, R. Vatrapi, R. Mukkamala and A. Hussain (2018), "Facebook drives behavior of passive households in stock market," *Finance Research Letters*, 27: 208-213.

Soo, C. K. 2018. "Quantifying sentiment with news media across local housing markets," *The Review of Financial Studies*, 31(10): 3689-3719.

Tan, M. J., & Guan, C. H. (2021). "Are people happier in locations of high property value? Spatial temporal analytics of activity frequency, public sentiment and housing price using twitter data," *Applied Geography*, 132(2):102474.

Walker, C. B. (2014), "Housing booms and media coverage," *Applied Economics*, 46(32): 3954-3967.

Yang, S. Y., S. Y. K. Mo and A. Liu (2015), "Twitter Financial Community Sentiment and Its Predictive Relationship to Stock Market Movement", *Quantitative Finance*, 15(10): 1637-1656.

朱芳妮、楊茜文、蘇子涵、陳明吉 (2020), 情緒會影響房市嗎? 指數編制與驗證, 住宅學報, 29(2): 35-68。

朱芳妮、楊茜文、黃御維、陳明吉 (2020), 媒體傳播效應與房市變化關聯性之驗證, 管理學報, 37(3): 225-257。

2020 年 4 月社群藍皮書 PIXNET Social Survey ,
https://2020pssurvey.events.pixnet.net/?utm_campaign=2020pssurvey&utm_source=pixnet&utm_medium=banner&utm_content=pixnet_01

衛星定位對於土地開發的效益

曾子榜

(國立高雄科技大學土木工程系助理教授)

這篇短文主要是探討利用衛星定位技術來監測區域性地表的變形，進而評估土地開發的效益。本文透過衛星定位的主要參數以及長時間空間資訊點位的分析，希望提出具有地政思維的分析。

一、全球導航衛星系統 (Global Navigation Satellite System, GNSS)

近二十年，全球已開發國家不斷地發射自己國家的導航衛星，如美國 GPS，俄羅斯 Glonass，歐盟 Galileo，日本 QZSS 以及中國大陸 BeiDou 衛星。GNSS 衛星主要是被應用在定位 (Positioning)，導航 (Navigation) 與授時 (Timing)，即 PNT 的應用。目前，利

用多重星系進行導航與定位儼然已成為現今國際潮流的趨勢。而結合多重星系進行導航定位主要的關鍵在於 GNSS 衛星軌道與時鐘參數。這些參數影響著衛星定位解算的精準度 (Accuracy)。

二、衛星訊號資料處理

求解 GNSS 衛星相關參數主要是由兩部分所組成，包括：1. 「地面測站資料收集處理程序」，將 GNSS 地面觀測資料進行合併、重新取樣等處理工作。2. 「GNSS 參數處理程序」，包含求解測站坐標位置與其上空之對流層資訊，進而計算 GNSS 衛星相關參數解算，其中以超快速 GNSS 精密星曆作為先驗軌道。

GPS 和 Glonass 使用兩種不同的編碼技術 (Code Division Multiple Access, CDMA 和 Frequency Division Multiple Access, FDMA) 編碼技術來傳輸訊號。外部的 differential code bias (DCB) 資訊則必須被引入到 GPS 的資料處理，來處理與電碼相關的參數。然而，Glonass 則不需要該資訊，由於 Glonass 訊號是頻率相依的，而且必須估計 inter-frequency bias (IFB) 來吸收衛星跟接收機之間硬體延遲的影響。當一起使用 GPS 和 Glonass 訊號的時候，則需要額外的估計 inter-system bias (ISB)。在這樣的情況下，估計演算法可能消耗更多的系統資源，主要是由於同時處理多星系的資料 (如：GPS 和 Glonass)，耗費更多的系統資源。故

儘量避免同時處理多星系的資料，反而是利用平行處理方式來處理單星系的資料，來縮短計算的時間。

資料處理細節為接收 1-Hz 的地面站串流資料，這些資料在第一時間利用 TEQC 進行多路徑效應跟週波脫落的偵測。假使多路徑效應或週波脫落的影響超出所設定門檻值(如：一公尺和 50 個週波脫落事件)，該測站將被標記而且不會被納入資料處理的程序。接下來，GNSS 地面站資料從一秒的資料被重新取樣成 30 秒的資料。在實務上，吾人進行平行運算求解 GPS 和 Glonass 衛星相關參數。然而，可能會偶發性的發生網路斷線的情況。為了減低網路斷線的影響，吾人設定最小觀測時刻數量來監控並濾除網路斷線的影響。

此外，吾人主要是利用零次差分的觀測量，並將 GNSS 衛星軌道當成已知參數。在估計程序中，吾人利用無電離層線性組合來移除電離層一階項的影響，並移除仰角 5 度的觀測量，以減低高階電離層對衛星時鐘解的影響。

電碼觀測量是第一時間被使用來估計起始值和概略性的偵測相位粗差。吾人利用 Center for Orbit Determination in Europe (CODE) 的測站解當成本演算法的起始值並估計更新測站做標與上空對流層延遲量。此資料處理同時利用電碼與相位觀測量，但利用不同的權重進行分配。主要的原因為，(1)

電碼觀測量可以直接與衛星時鐘參數連結，而相位觀測量則無法，由於衛星時鐘與相位週波未定值高相關所造成。(2) 相位觀測量較電碼觀測量精準。有了上述的參數更新，GPS 衛星時鐘可以被求解，而 Glonass 衛星時鐘，則必須額外的估計 IFB 參數，由於其訊號為頻率相依所造成的。

三、長時間監測區域地表變形

利用衛星精密單點定位技術(Precise Point Positioning, PPP)進行區域地表變形監測，如山坡地開發，地層下陷等，這些案例都是可以透過衛星定位的技術進行長時間的監測地表的狀態，進而進行土地開發效益的評估。利用 PPP 技術可進行地表的位移趨勢監測。吾人利用不同的區域地表監測結果進行比較來評估土地開發的效益。目前，內政部正在推動“建置線上精密單點定位服務系統”此系統必定連結到衛星相關參數的產品上。

四、區域地表狀態影響著土地開發利用的價值

長時間監測區域地表有助於評估土地利用開發效益。若某區域容易有崩塌現象或者地層下陷，該區域的土地開發利用效益極低。則這樣的評估必須仰賴長時間高精度的衛星定位技術。

PPP-RTK 在台灣的現況：概念、 技術、發展

林諦

(成功大學測量及空間資訊碩士生)

楊名

(成功大學測量及空間資訊教授)

儲豐宥

(政治大學地政系助理教授)

一、前言

隨著近年來科技的日新月異，在衛星定位系統部分，除了傳統的 GPS 與 GLONASS 外，還有 BDS、Galileo 與 QZSS 等衛星定位系統也陸續提供服務。衛星定位技術不斷地創新與成熟，像是精密單點定位(Precise Point Positioning)與網路即時動態定位(Network Real-Time Kinematic)。PPP 可以單機作業無須仰賴基站設置，服務涵蓋全球，可獲得公分級精度。Network RTK 技術採用多個參考站組成的網型，例如連續觀測參考站(Continuous Operating Reference Station, CORS)。其服務為區域性，收斂時間極短，可獲得公分級精度。PPP-RTK 技術的出現即是為了有效縮短 PPP 的收斂時間以滿足即時定位的需求。PPP-RTK 在原理上與 PPP 相似，但是額外增加 CORS 網提供改正訊息，使得 PPP-RTK 可以有效縮短收

斂時間，也可獲得公分級精度。

二、衛星定位的校正服務

衛星訊號包含許多誤差，例如：衛星時鐘誤差、衛星硬體延遲量、接收儀硬體延遲量、衛星軌道誤差、電離層延遲量以及對流層延遲量。因此，衛星定位的校正服務可以提供改正訊息，將這些誤差及影響消除且可達到公分級的定位精度。從技術角度，校正服務可以分成觀測空間表示(Observation Space Representation, OSR)方法和狀態空間表示(State Space Representation, SSR)方法。現況 RTK、Network RTK 兩者都採用了 OSR 技術，此方法需要透過參考站以及移動站之間的雙向通訊傳輸，因為用戶需要將其近似位置傳輸到服務控制中心產生改正訊息。OSR 所要求頻寬較高，因為 OSR 需要每個時刻都傳輸所有改正訊息。另外，OSR 只能夠過無線電或網際網路傳送，因此在沒有網路的地方，特別是在山區、遠洋等地區。為了改良 OSR 技術限制，SSR 逐漸地登上校正服務的市場。此 PPP-RTK 採用 SSR 技術，不需要考慮移動站的位置，即透過單向通訊傳輸。SSR 所要求頻寬較低，根據狀態參數之變化程度，衛星硬體延遲量、衛星軌道、電離層延遲量與對流層延遲量，準確定位所需要大約 10 秒更新率，因此不必每個時刻都傳輸改正訊息(Schmitz, 2017)。SSR 除了可以用網路，還能透過衛星的 L-band 通訊頻率傳送，擴大範圍到全球。表格一所示

OSR 與 SSR 的比較：

表一、OSR 與 SSR 的比較

	SSR	OSR
Service range	Global coverage	Local / regional coverage
Communication	One-way communication	Two-way communication
Bandwidth need	Lower	Higher
Transmission method	Internet and satellite	Internet

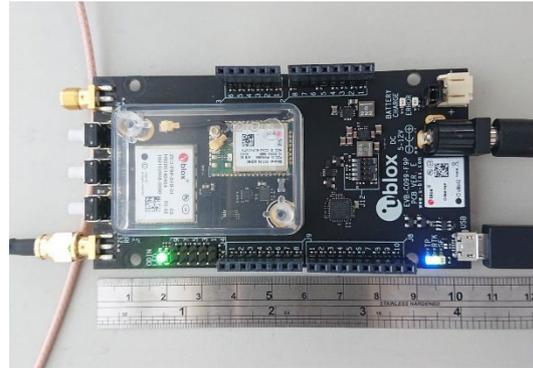
三、國際間 PPP-RTK 服務現況

PPP-RTK 服務在其他國家已經逐漸成熟，如美國、歐洲、日本、澳大利亞等。其中，德國 Geo++ 公司研發出一套軟體為 GNSMART2，可提供 OSR 以及 SSR。GNSMART2 的應用範例之一為 u-blox 公司的 PointPerfect 服務，同時也是 PPP-RTK 服務。根據 u-blox 官網說明，PointPerfect 可以接收多星系(GPS、GLONASS、BDS、Galileo、QZSS)的觀測量，服務範圍有歐洲以及美國地區。

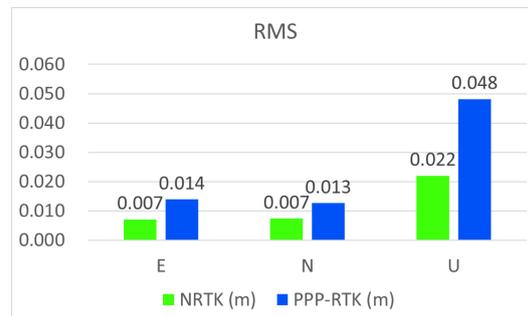
四、PPP-RTK 實測成果

本研究以實際操作 u-blox ZED-F9P 接收模組，如圖一所示，可以支援 Network RTK 與 PPP-RTK 服務。目前台灣測試 PPP-RTK 服務可支援三星系(GPS、GLONASS、Galileo)雙頻。實測地點為國立成功大學測量系館之創新衛星定位實驗室，選擇 SPSI 天線收衛星資料，同步進行 Network RTK 和 PPP-RTK 比對測試。測試時間為 3/19 到 3/25 的晚上，收每一小時一秒一筆動態資料，並且只篩選固定解。圖二所示七天總體 RMS 值，綠色長條圖為 Network RTK；藍色長條圖為 PPP-RTK。

色長條圖為 PPP-RTK。Network RTK 與 PPP-RTK 的完整固定解分別為 100%和 93.41%。Network RTK 的 ENU 方向的 RMS 值分別為 0.007m、0.007m、0.022m；PPP-RTK 的 ENU 方向的 RMS 值分別為 0.014m、0.013m、0.048m。

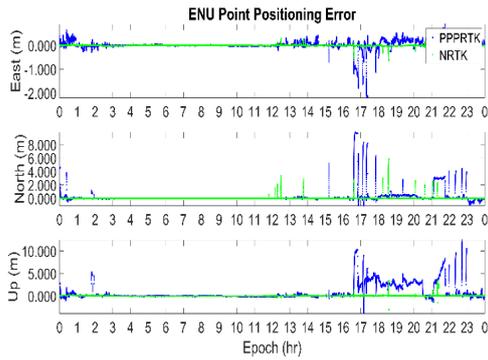


圖一、u-blox ZED-F9P 接收模組



圖二、七天總體 RMS 值

另外，測試一整天的實際成果，圖三為 4/7 一天測試 Network RTK 和 PPP-RTK 定位成果。Network RTK 與 PPP-RTK 的完整固定解分別為 99.52%和 35.16%。Network RTK 的 ENU 方向的 RMS 值分別為 0.014m、0.013m、0.076m；PPP-RTK 的 ENU 方向的 RMS 值分別為 0.220m、1.217m、1.882m。



圖三、Network RTK 和 PPP-RTK 定位成果

目前在台灣測試 PPP-RTK 的成果，在夜間的定位有達到公分級精度。

至於在一整天的測試，從中午到半夜期間，可以了解 Network RTK 與 PPP-RTK 都會受到電離層影響，造成定位精度較差，尤其 PPP-RTK 無法固定解。因此與國外的 PPP-RTK 之效能還有一段距離，未來預期 PPP-RTK 能運用在台灣各種領域，像是自動駕駛車、無人割草機等。

GNSS 半模擬觀測量:一種方法用來分析 PPP 於建物震動監測之能力

陳胤維

(政治大學地政系碩士生)

儲豐宥

(政治大學地政系助理教授)

一、前言

建物受到地震、風力、地表傳遞

震動等外力作用，將使建物結構產生震動，而建物結構的穩固與否嚴重關乎人民的生命財產安全，因此建物結構的監測一直被人們所重視。目前已有多位學者致力於發展監測建物的方法與技術，其中，由於全球導航衛星系統 (Global Navigation Satellite System, GNSS) 具有測點間無須通視、不受天氣引響、即時監測、全天監測等優勢，因此已被廣泛應用於建物監測技術上，其中包含即時動態定位 (Real Time Kinematic, RTK)、精密單點定位 (Precise Point Positioning, PPP) 等技術，其中 PPP 只需單一測站，且能提供 ITRF 下的絕對坐標，可達公分級精度等優點。

到目前為止，有許多研究專注於 PPP 定位技術能夠監測建物震動所能達到的能力。為了達到此目的往往需要架設許多昂貴實驗場以及相關設備，這將會消耗甚多的人力以及金錢上的消耗。為了節省成本來分析 PPP 技術應用於監測建物震動的能力，本研究嘗試模擬產生測站的震動行為，並將此震動行為所造成的位移量加入 GNSS 觀測量中，此修改過後的觀測量稱為半模擬觀測量。分析中，我們給予不同震動行為來證明利用半模擬觀測量的方式可用來分析 PPP 定位用於建物震動分析的能力。

二、研究方法

這裡介紹 GNSS 半模擬觀測量的產製過程。首先模擬出一個會隨時間

變化的 \sin 函數的震動行為，如(3.1)，並且將模擬出的震動位移量定義於測站地平坐標系(E、N、U)下。接下來利用公式(3.2)將測站地平坐標系下的位移量轉換至地心地固坐標系(X、Y、Z)下，同時計算出三維方向之位移量 $\Delta\rho$ 。位移量 $\Delta\rho$ 計算出來後，我們將此值分別加入原始 GNSS 相位以及電碼觀測量上。加上 $\Delta\rho$ 後之原始 GNSS 觀測量稱作半模擬觀測量。

$$\text{offset}_i = A \cdot \sin(2\pi fT) \quad (3.1)$$

$$\Delta\rho = \begin{bmatrix} -\sin\varphi \cos\lambda & -\sin\varphi \sin\lambda & \cos\varphi \\ -\sin\lambda & \cos\lambda & 0 \\ \cos\varphi \cos\lambda & \cos\varphi \sin\lambda & \sin\varphi \end{bmatrix} \cdot \frac{\mathbf{r} - \mathbf{r}_r}{\|\mathbf{r} - \mathbf{r}_r\|} \cdot \begin{bmatrix} \text{offset}_E \\ \text{offset}_N \\ \text{offset}_U \end{bmatrix}^T \quad (3.2)$$

其中，下標 i 為方向($i = E, N, U$)， A 為震動振幅(cm)， f 為震動頻率(Hz)， T 為時間(秒)， \mathbf{r} 為衛星位置(地心地固坐標系下)， \mathbf{r}_r 為測站位置(地心地固坐標系下)， φ 為測站緯度， λ 為測站經度。

三、實驗資料

本研究採用 Trimble NetR9 接收機來進行實驗資料的收集。本研究收集了 2022 年 1 月 12 日 0:00~22:55(GPS time)共 22 小時 55 分的觀測資料並利用 PPP 計算出逐一時刻之動態定位解。考量到 PPP 需要較長時間收斂，本研究使用最後 15 分鐘的期間(22:40~22:55)的定位成果進行震動分

析。觀測星系包含 GPS、Galileo、BDS、QZSS、GLONASS 五星系，為雙頻觀測，觀測間格為 0.1 秒(10 Hz)。測站參考坐標值是採用 PPP 計算出之每日解。

三、成果分析

本研究假設測站是靜止的，因此與測站參考值的不一致可視為位移量。分析分為三個部分，第一部分為使用原始資料計算出之位移量 FFT 頻譜分析。第二部分介紹使用半模擬觀測量計算出之位移量。第三部分則是震動監測成果分析。

(一) 位移量 FFT 頻譜分析

為了分析位移量的振幅與頻率，本研究使用 Matlab 的快速傅立葉轉換(Fast Fourier transform, FFT)函式分析位移量的頻譜，如圖 3-1。

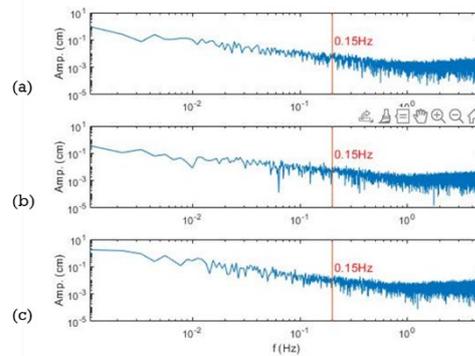


圖 3-1 位移量之 FFT 頻譜

(a)E 方向 (b)N 方向 (c)U 方向

由圖 3-1 可見低頻存在較大的位移量振幅，研究指出這部分一般是由觀測量中的多路徑效應所造成的(Moschas and Stiros, 2013)。因此本研究將專注於頻譜中頻率高於 0.15Hz 的

部分。

(二) 半模擬觀測量計算出之位移量

這裡使用公式(3.1)以及(3.2)產製頻率為 0.2 Hz，振幅為 0.25 cm 的半模擬觀測量。圖 3-2 顯示使用其半模擬觀測量計算出的位移量。圖中，紅色線代表使用原始觀測量；藍色線代表使用半模擬觀測量。

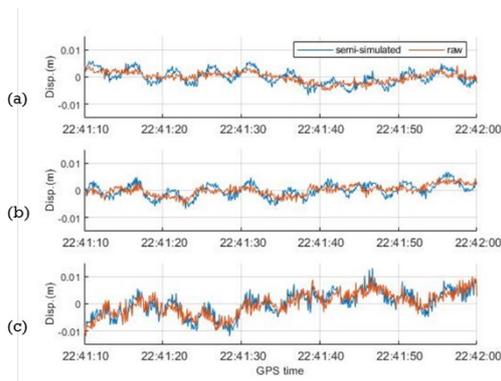


圖 3-2 使用原始以及半模擬觀測量計算出之位移量

(a) E 方向 (b) N 方向 (c) U 方向

成果顯示出，模擬出的位移量確實能夠反應於定位成果上。

(三) 震動監測成果分析

我們將半模擬觀測量計算出之位移量進行頻譜分析。成果如圖 3-3 表示。

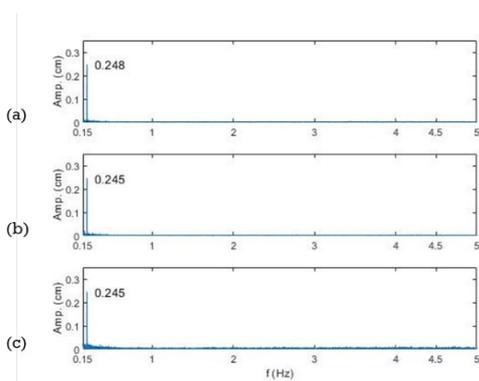


圖 3-3 使用半模擬觀測量計算出之位移量之 FFT 頻譜

(a) E 方向 (b) N 方向 (c) U 方向

在圖 3-3 中，E、N、U 方向在頻譜 0.2Hz 分別有振幅 0.248、0.245、0.245 cm。由成果可見，利用半模擬觀測量的方式可用來分析 PPP 定位用於建物震動分析的能力。

五、結論

為了分析 PPP 定位用於建物震動之能力，本研究出一種半模擬觀測量之方法。實驗分析可以歸納出以下結論：

加入半模擬觀測量的震動(位移量)確實能反映在半模擬觀測量的定位成果上。

透過 FFT，證明出加入的震動的頻率與振幅能夠反映於波譜上。

1. 利用半模擬觀測量的方式可用來分析 PPP 定位用於建物震動分析的能力。

參考文獻

Moschas, F., and Stiros, S. (2013). "Noise characteristics of high-frequency, short-duration GPS records from analysis of identical, collocated instruments." *Measurement*, 46(4), 1488–1506.

結合全球定位系統與北斗導航系統之單一時刻週波值求解之效能分析

儲豐宥

(政治大學地政系助理教授)

一、前言

全球導航衛星系統 (Global Navigation Satellite System, GNSS) 代表者各國的導航衛星系統，其中主要包含了美國的全球定位系統 (Global Positioning System, GPS)，歐盟的 Galileo，俄羅斯的 GLONASS，以及中國的北斗 (BeiDou navigation System, BDS)。在未來，GNSS 都將會提供三頻的民用訊號，並且考慮了各系統之間的相容性 (compatibility) 以及互通性 (interoperability) 來達成聯合多系統定位之期望。

美國的 GPS 正規上將由 24 顆中軌道 (Medium Earth Orbit) 衛星所組成以及利用全世界的地表控制網來監控以及控制衛星的運行。GPS 計畫由 1970 年代開始進行，並且已於 1995 年代已成為可以單獨進行 (Fully Operational Capability, FOC) 全球定位的系統。GPS 衛星的發展從提供雙頻的衛星一直發展至如今最新的三頻衛星，一共經歷了 BLOCK I、BLOCK II/IIA、BLOCK IIR/IIR-M、BLOCK IIF、BLOCK III，其中 BLOCK IIF 以及 BLOCK III 之後正式進入三頻定位的時代 (<https://www.gps.gov/>)。

中國的北斗系統的發展步驟主要有三個步驟 (中國衛星導航系統辦公室，2019)。第一個步驟是建立北斗一

號系統 (BDS-1)。1994 年，啟動 BDS-1 系統工程建設；2000 年，發射 2 顆地球靜止 (Geostationary Orbit, GEO) 軌道衛星，到 2003 年，發射 3 顆 GEO 衛星，來進一步的提供定位、授時、廣域差分 and 電子通訊服務等。第二步驟是建立北斗二號系統 (BDS-2)。於 2004 年，啟動 BDS-2 系統工程建設；於 2012 年，完成 14 顆衛星，包含了 5 顆 GEO 衛星、5 顆傾斜地球同步衛星 (Inclined Geosynchronous orbit, IGSO)、以及 4 顆軌道衛星 (Medium Orbit, MEO)。BDS-2 在兼容 BDS-1 的基礎上，繼續為亞太地區用戶提供定位、授時、廣域差分 and 電子通訊服務。第三部，建立北斗三號系統 (BDS-3)。2009 年，啟動 BDS-3 建設；2020 年中 BDS-3 將完成 30 顆正規衛星的部屬，包含 24 顆 MEO 衛星、3 顆 IGSO 衛星以及 3 顆 GEO 衛星。BDS-3 與 BDS-1 以及 BDS-2 相同地提供了用戶提供定位、授時、廣域差分 and 電子通訊服務，除此之外，BDS-3 的 GEO 衛星還提供了星基增強 (透過 B1C 訊號傳輸此信息) 以及精密單點定位服務 (透過 B2b 訊號傳輸此信息)。BDS-3 於 2020 年的 6 月 23 號 BDS-3 已經發射了最後一顆的 BDS-3 衛星。BDS-3 的部屬有效地增加了 BDS 的衛星顆數，並使得 BDS 達到具有 FOC 的定位系統。為了增加 BDS 與其他星系的相容性，BDS-3 衛星一共有五種頻率，除了包含 BDS-2 原有的 B1I、B2b、B3 之外還多了與 GPS 的 L1 及 L5 相容的訊號 B1C 以及 B2a。

基線計算時，求解整數相位週波未定值的過程稱作 (Ambiguity Resolution, AR)。目前，單一時刻 AR

求解 (Instantaneous AR, IAR)的成功與否對衛星即時動態定位一直是很重要的課題，因為它不但可以獲得公分級的定位並且能夠克服週波脫落的問題。除此之外，文獻指出結合雙或多系統可以會得更多的衛星顆數，因此在 10 公里基線內，IAR 效能也能夠明顯改善。

目前，BDS-3 代的升空，再加上原本的 BDS-2 的衛星，BDS 在台灣上空的可視衛星數目可以達到 30 顆左右，這對於台灣地區的 IAR 勢必可以有效提升。本研究嘗試探討 BDS、GPS 以及結合兩系統後對於 IAR 之效能分析。

二、研究方法

目前，GPS 系統尚未全部衛星都提供三頻觀測量，因此，在 GPS 觀測量部分，本研究主要著重在雙頻資料的使用。本研究使用一般化 DCAR (Dual-frequency Carrier Ambiguity Resolution) (Tang et al., 2014)來處理 GPS 雙頻(L1 以及 L2)以及 BDS 雙頻(B1I 以及 B2b)觀測量。

三、實驗資料

本研究採用 Trimble NetR9 接收機來進行實驗資料的收集。在觀測時所使用的天線盤型號，在參考站採用 Antcom 廠商所製造的 ACCG5ANT_3AT1，而在移動站的部分則採用 Trimble 廠商所製造的 TRM57971。

本研究分別收集一組短基線 4 公里(NCTU → N806)。所採用的點位分別為交通大學土木工程一館頂樓固定

站 NCTU 和新竹地政事務所頂樓 N806 兩個點位。

四、成果分析

本研究的探討項目分為三部分，第一部分探討在不同遮蔽情況下單系統以及雙系統對於單一時刻 AR 效能的差異。第二部分探討在不同電離層活動情況下雙系統的結合對於單一時刻 AR 效能之改善。第三部分則是定位精度的分析。

(四) 遮蔽之影響

為了評估遮蔽情況對於 IAR 效能的影響，在研究中透過不同截仰角的設定來模擬不同的遮蔽情況，分為低遮蔽情況(15°)、一般遮蔽情況 (30°) 以及高遮蔽情況(45°)，藉此來進行遮蔽影響的分析。成果如表 1。

表 1 不同遮蔽情況之解算成果

截仰角	系統	IAR 成功率
15°	GPS	74.52%
	BDS	91.07%
	GPS/BDS	100.00%
30°	GPS	71.95%
	BDS	92.66%
	GPS/BDS	100.00%
45°	GPS	0%

BDS	80.56%
GPS/BDS	100.00%

可以發現在單系統的部分，隨著遮蔽的情況越來越嚴重，單系統所能提供的成功率以及成果的可靠度都明顯下降。但藉由雙系統的結合後，可有效的解決單系統因遮蔽造成無法求解或是成果不可靠等問題，來提供更高的成功率以及更可靠度。

(五) 電離層活動之影響

由於測量作業一般是在白天進行，且臺灣地區位處於低緯地區，因此在白天時，電離層一般處於活躍的情況。因此在實驗中收集了電離層處於活躍 ($40 < TEC < 80$) 情況下的資料。成果為 GPS、BDS 以及 GPS/BDS 的 IAR 成功率分別為 0.98%、93.42% 以及 100%。顯示出 BDS 可以有較強的能力抵抗電離層的影響，可能原因是因為 BDS 具有 GEO 衛星，這種衛星的仰角一直在臺灣地區較高。當衛星仰角越高時，電離層可以對觀測量的影響較小，因為訊號傳輸路徑較短。

(六) 定位精度

定位成果如表 2 所表示。成功的單一時刻 AR 都可提供公分級的定位成果。就連續性來說，單系統並沒有辦法提供完整且連續定位服務，因為單一時刻 AR 成功率甚低，但是在雙系統的情況中，由於衛星幾何的增強，單一時刻 AR 成功率可達到 100%，因此將可以提供連續的定位成果。

表 2. 定位成果

星系	IAR 成功率	RMSE		
		E	N	U
GPS	0.98%	0.61	1.70	1.99
BDS	93.42%	0.49	1.33	1.60
GPS/BDS	100.00%	0.31	0.90	1.61

五、結論與建議

為了瞭解 GPS 與 BDS 雙系統的結合對於單一時刻 AR 所帶來的效益，本研究透過短基線 4 公里的真實觀測資料，分別利用 DCAR 演算法來處理單系統與雙系統觀測資料。透過不同實驗分析後，可以歸納出以下幾點結論及建議：

2. 相較於 GPS 與 BDS 單系統，雙系統的結合可以提供更多較強的衛星幾何，因此雙系統 IAR 能夠更可靠。
3. 雙系統能夠有效地改善單系統在高遮蔽地區所面臨到 IAR 可靠度過低的問題。同時，由於 IAR 成功率提高，因此定位精度也能夠有效提升。
4. BDS 一直能夠提供高仰角的 GEO 的衛星觀測量。成果顯示，對於時常處於活躍電離層情況的台灣地區來說，BDS 能夠有效的改善其 IAR 成功率。

參考文獻

Tang W, Deng C, Shi C, Liu J (2014) Triple-frequency carrier ambiguity resolution for Beidou navigation satellite system. GPS Solutions 18 (3):335-344.

地政活動紀實

1. 本系於 111 年 4 月 1 日 14 時 10 分至 16 時，由國立中央大學太空及遙測研究中心蔡富安教授於綜合院館六樓 270610 教室演講，講題為「多元遙測國土監測及災防應用」。
2. 本系於 111 年 4 月 1 日 14 時 10 分至 16 時，由國立臺北大學不動產與城鄉環境學系彭建文教授於綜合院館六樓 270624 教室演講，講題為「房地產市場之產官學角色與關係分析」。
3. 本系於 111 年 4 月 7 日 14 時 10 分至 16 時，邀請全國建築師公會公共關係委員會何昆芳主委於綜合院館宜樓 270101 教室演講，講題為「建築技術規則初探」。
4. 本系於 111 年 4 月 8 日 14 時 10 分至 16 時，邀請 Vpon 威朋大數據集團林柔安工程師於綜合院館六樓 270610 教室演講，講題為「空間資訊 x AI x Big Data - 測量人的職涯規劃」。
5. 本系於 111 年 4 月 8 日 14 時 10 分至 16 時，邀請冠霖都市更新事業股份有限公司林育全總經理於綜合院館六樓 270624 教室演講，講題為「都市更新 X 交易成本 ~ 以法令與推動實務課題為中心」。
6. 本系於 111 年 5 月 9 日 13 時 10 分至 16 時，由戴德梁行不動產估價師事務所所長楊長達所長於綜合院館一樓 270114 教室演講，講題為「以都市更新權利變換估價看

估價師的價值」。

* 本學訊可至地政學系網站 (<http://landeconomics.nccu.edu.tw>) 下載