

Ứng dụng phần mềm GNSS-Pro xử lý các mạng lưới GNSS cạnh ngắn tại Việt Nam

- Nguyễn Ngọc Lâu ¹
- Nguyễn Thị Thanh Hương ²
- Hà Minh Hòa ²

¹ Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

² Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

(Bản thảo nhận ngày 28 tháng 06 năm 2016, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 12 tháng 08 năm 2016)

TÓM TẮT

Trong khuôn khổ đề tài cấp Bộ TN-MT do Viện KH Đo đạc và Bản đồ chủ trì, chúng tôi đã thành lập phần mềm GNSS-Pro để xử lý các mạng lưới GNSS cạnh ngắn. Phần mềm có thể xử lý trị đo cho máy thu một hay hai tần số cho hai hệ thống vệ tinh GPS và GLONASS đồng thời. Bài báo này trình bày kết quả xử lý minh họa mạng lưới ĐCCS GNSS tại tỉnh Hải Dương bằng GNSS-Pro và so sánh với các phần mềm

thông dụng khác như Leica Geo Office (LGO) và Trimble Business Center (TBC). Kết quả so sánh cho thấy mặc dù dữ liệu GNSS thu thập trong điều kiện không thuận lợi (số lượng vệ tinh không dồi dào, phân bố xấu, dữ liệu chịu ảnh hưởng đa đường mạnh), nhưng GNSS-Pro vẫn cung cấp nghiệm fixed cho tất cả các đường đáy với độ chính xác cm.

Từ khóa: Phần mềm xử lý GNSS, GNSS Pro, TBC, LGO, LAMBDA

1. GIỚI THIỆU

Tiếp theo việc xây dựng phần mềm GUST ver. 2.0 để xử lý đồng thời các dữ liệu GPS/GLONASS trong ITRF trên các cạnh dài (xem tài liệu [9]), việc nghiên cứu phương pháp xử lý các dữ liệu đo GNSS (Global Navigation Satellite Systems) cạnh ngắn (nhỏ hơn 20 km) có ý nghĩa quan trọng đối với ngành Đo đạc và Bản đồ trong việc phát triển các mạng lưới GNSS phục vụ công tác xây dựng cơ sở không chế đo vẽ. Những cạnh ngắn rất thích hợp cho việc khai thác các máy thu GNSS một tần số. Giá bán của loại máy này thấp hơn nhiều so với loại 2 tần số, nên nó rất được ưa chuộng ở các

công ty nhà nước hay tư nhân do chi phí đầu tư thấp và nhanh hoàn vốn.

Hiện nay ngoài Hệ thống GPS (Mỹ), Hệ thống GLONASS của Liên bang Nga cũng đã có cấu hình đầy đủ và đang cung cấp dịch vụ định vị vệ tinh. Các máy thu tín hiệu vệ tinh GPS/GLONASS đang sử dụng rộng rãi trong ngành như Trimble R4, R5, R6, R7 và R8 cho phép thu đồng thời các tín hiệu từ cả hai hệ thống vệ tinh GPS và GLONASS. Thậm chí một số máy thu một tần số cũng có chức năng này [10]. Với 28 vệ tinh GLONASS trên quỹ đạo

(tính đến 6/2015), việc sử dụng các dịch vụ vệ tinh GLONASS để định vị sẽ cho phép thay thế hệ thống GPS trong trường hợp hệ thống này gặp sự cố. Do đó việc nghiên cứu xử lý các dữ liệu đo GLONASS được quan tâm đặc biệt [1, 2, 3].

Cho đến thời điểm hiện nay tất cả các phần mềm xử lý dữ liệu đo GNSS cạnh tranh được sử dụng rộng rãi tại Việt Nam đều nhập từ nước ngoài như GPSurvey, Trimble Geomatic Office và Trimble Business Center của hãng Trimble (Mỹ) [6], Leica Geo Office của hãng Leica (Thụy Sĩ) [7], Topcon Tools của Topcon (Nhật). Việc sử dụng các phần mềm này đòi hỏi phải có bản quyền và hoàn toàn phụ thuộc vào dịch vụ của chính hãng.

Trong khuôn khổ đề tài cấp Bộ TN-MT do Viện KH Đo đạc và Bản đồ chủ trì, chúng tôi đã thành lập phần mềm GNSS-Pro. Đây có thể được xem là phần mềm xử lý GNSS đầu tiên do Việt Nam sản xuất ra. Trong bài báo này chúng tôi sẽ giới thiệu một số đặc điểm chính của phần mềm và ứng dụng của nó vào việc xử lý mạng lưới địa chính cơ sở tỉnh Hải Dương. Để chứng minh tính đúng đắn và hiệu quả của phần mềm, chúng tôi có so sánh kết quả xử lý với một số phần mềm khác thông dụng hiện nay

2. CÁC ĐẶC ĐIỂM CHÍNH CỦA PHẦN MỀM GNSS-PRO

Phần mềm GNSS-Pro có giao diện bằng tiếng Anh, gồm 6 mô đun chính như sau:

- Mô đun nhập dữ liệu
- Mô đun cài đặt các tham số
- Mô đun xử lý đường dây đơn
- Mô đun hiển thị và kết nối
- Mô đun bình sai mạng lưới GNSS
- Mô đun xuất báo cáo

Trong đó vai trò trung tâm của mô đun hiển thị và kết nối thể hiện ở hình 1. Đường đứt nét

màu đỏ là thứ tự thực hiện của các mô đun chính.

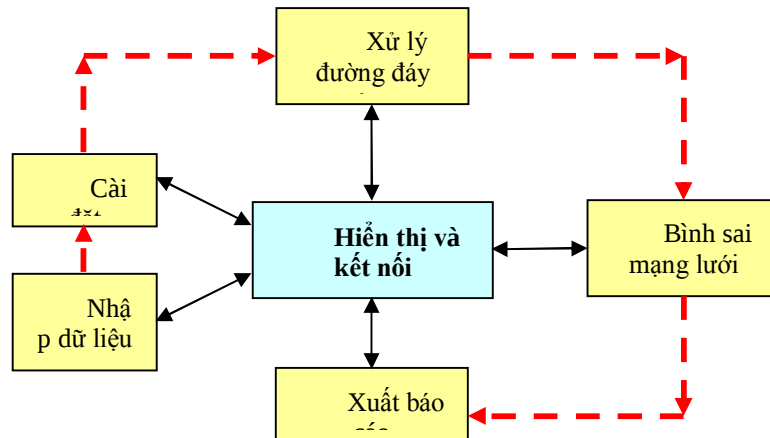
Mô đun hiển thị và kết nối được viết bằng ngôn ngữ lập trình VB.NET và có các chức năng chính gồm liên kết với các chương trình thực thi, hiển thị sơ đồ lưới GNSS, và hiển thị dữ liệu và kết quả.

Mô đun quan trọng nhất của phần mềm là mô đun xử lý đường dây đơn. Nó cho phép xử lý tích hợp trị đo pha trên một hay hai tần số của GPS và GLONASS. Hoạt động của mô đun này như sau:

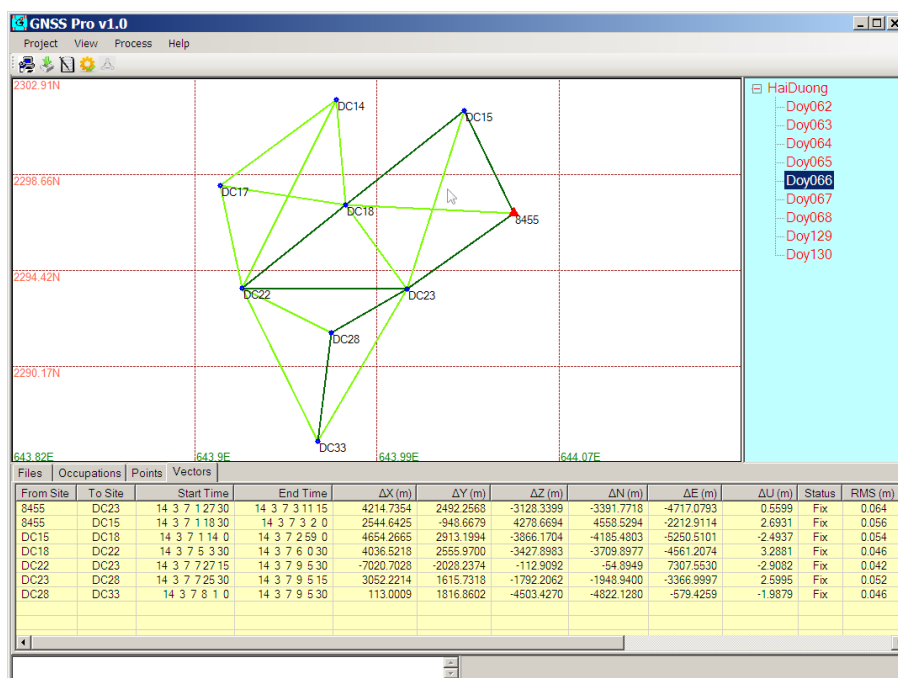
- Xử lý đường dây dùng trị đo pha dạng hiệu ba. Mục đích là nhận được giá trị tốt nhất của đường dây để phục vụ cho việc sửa chữa trượt chu kỳ và giải đa trị kế tiếp.
- Sửa chữa trượt chu kỳ cho đường dây đơn.
- Xử lý đường dây dùng trị đo pha hiệu đôi để nhận được giá trị của các tham số đa trị.
- Giải tham số đa trị để nhận các giá trị nguyên.
- Xử lý lại đường dây sau khi đã hiệu chỉnh các tham số đa trị vào trị đo pha hiệu đôi.

Kinh nghiệm xử lý dữ liệu của chúng tôi cho thấy, việc sửa chữa trượt chu kỳ cho đường dây đơn không thể khắc phục 100% các độ trượt nhỏ chỉ 1-2 chu kỳ trên dữ liệu một tần số, đặc biệt xảy ra khi vệ tinh ở góc thấp và chịu ảnh hưởng đa đường. Xử lý dữ liệu pha còn chứa trượt chu kỳ thường không cho nghiệm fixed. Để khắc phục khó khăn này, chúng tôi đã đề xuất phương pháp xử lý phân đoạn [5] có thể tóm tắt như sau:

- Chia dữ liệu của một ca đo thành các phân đoạn con.
- Xử lý các phân đoạn riêng biệt một cách độc lập.
- Liên kết nghiệm của các phân đoạn để được nghiệm sau cùng.



Hình 1. Kết nối của các mô đun trong phần mềm



Hình 2. Giao diện của phần mềm GNSS-Pro

Phương pháp xử lý phân đoạn so với phương pháp xử lý toàn ca đo có ưu điểm là:

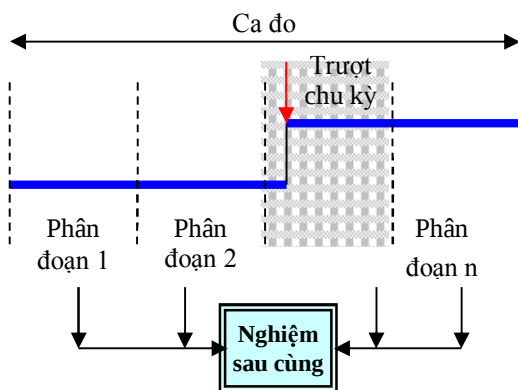
- Trượt chu kỳ pha nếu có chỉ ảnh hưởng trong một phân đoạn, không ảnh hưởng các phân đoạn còn lại.
- Độ trễ điện ly và đa đường có thể ảnh hưởng mạnh trong 1, 2 phân đoạn, nhưng giảm đi các phân đoạn còn lại.

• Có thể khai thác thế mạnh của phương pháp LAMBDA [8], và số lượng vệ tinh dư thừa (do tích hợp vệ tinh GPS và GLONASS) vào việc giải đa trị ở mỗi phân đoạn để nâng cao độ tin cậy.

• Nghiệm sau cùng là tích hợp nghiệm của các phân đoạn sẽ cho trạng thái chất lượng nghiệm thực tế hơn.

Mô đun bình sai mạng lưới GNSS có khả năng bình sai mạng lưới lên đến hàng trăm điểm và có thể cung cấp kết quả trên 3 hệ thống tọa độ:

- WGS84 (mặc định)
- VN2000
- Hệ tọa độ địa phương do người sử dụng tự định nghĩa bằng cách nhập vào giá trị 7 tham số chuyển đổi.



Hình 3. Minh họa về phương pháp xử lý phân đoạn

Mô đun này cũng bao gồm phần tính toán tự động sai số khép của các vòng khép trong lưới với số cạnh tối đa là 8 cạnh.

3. TẬP DỮ LIỆU THỬ NGHIỆM

Tập dữ liệu GNSS dùng để kiểm nghiệm phần mềm GNSS-Pro là mạng lưới địa chính ở Tỉnh Hải Dương bao gồm 67 đường đáy đo từ ngày 09/03/2014-10/05/2014 (xem hình 4). Các đường đáy được thiết kế có chiều dài từ 2.2 km đến 11.3 km theo đúng yêu cầu giới hạn của các đường đáy ngắn.

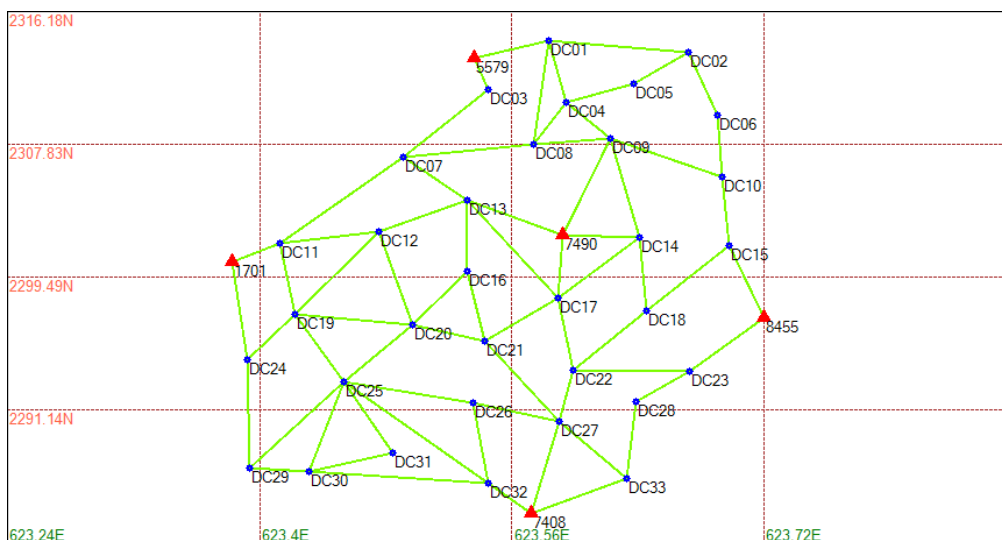
Để đo các đường đáy độc lập trong lưới, chúng tôi đã dùng bốn máy thu Trimble R8. Đây là loại máy thu hai tần số chính xác cao, có khả năng thu tín hiệu đồng thời từ hai hệ thống vệ tinh GPS và GLONASS (xem hình 5).

Các đường đáy độc lập trong mạng lưới được đo bằng 30 ca đo (xem bảng 1). Chiều dài của mỗi ca đo xấp xỉ 1.5 giờ và tốc độ thu dữ liệu được cài đặt đồng nhất là 15 giây. Vị trí một số trạm đo trong khu vực nội thị không được thông thoáng nên dữ liệu đo bị ảnh hưởng mạnh bởi hiện tượng đa đường. Ngoài ra có một số ca đo bố trí xung quanh thời điểm 14 giờ địa phương nên có thể sẽ bị ảnh hưởng điện ly khi xử lý dùng trị đo pha L1. Dữ liệu sau khi đo được chuyển sang định dạng RINEX để phục vụ cho việc xử lý bằng các phần mềm khác nhau.

Bảng 1. Lịch đo các đường đáy độc lập trong mạng lưới Hải Dương

Ngày đo	Ca đo	Đường đáy độc lập
03/03/2014	1	11701-DC24, 11701-DC11, DC11-DC19
	2	DC19-DC24, DC19-DC25
	3	DC25-DC29
	4	DC25-DC30, DC29-DC30, DC30-DC31
04/03/2014	1	DC25-DC26, DC25-DC31
	2	117408-DC32, DC26-DC32
	3	DC20-DC21, DC26-DC27
	4	DC12-DC19, DC16-DC20, DC12-DC20
05/03/2014	1	DC07-DC11, DC11-DC12, DC12-DC13
	2	DC07-DC08, DC07-DC13
	3	DC04-DC08, DC04-DC09
06/03/2014	1	105579-DC01, 105579-DC03, DC03-DC07

Ngày đo	Cao đo	Đường đáy độc lập
07/03/2014	2	DC01-DC02, DC01-DC04, DC04-DC05
	3	DC02-DC05, DC02-DC06, DC06-DC10
	1	118455-DC23, 118455-DC15, DC15-DC18
08/03/2014	2	DC18-DC22
	3	DC22-DC23, DC23-DC28, DC28-DC33
	1	117408-DC33, DC27-DC33
09/03/2014	2	DC17-DC21, DC17-DC22, DC22-DC27
	3	DC13-DC16, DC13-DC17, DC16-DC21
	1	DC01-DC08, DC08-DC09
09/05/2014	2	117490-DC14, 117490-DC17
	3	DC19-DC20, DC20-DC25
	1	DC09-DC10, DC10-DC15
10/05/2014	2	117490-DC09, DC09-DC14
	3	117490-DC13
	4	DC14-DC17, DC14-DC18
10/05/2014	1	117408-DC27, DC21-DC27
	2	DC25-DC32, DC30-DC32
	3	DC24-DC29



Hình 4. Lưới địa chính Hải Dương

**Hình 5.** Máy thu GNSS Trimble R8**Bảng 3.** Kiểm tra sai số khép hình

Vòng khép	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔS	$\Delta S/S$ (ppm)
DC09-DC14-DC18-DC22-DC23-8455-DC15-DC10	+0.0007	+0.0329	+0.0993	0.1046	2.2
DC09-DC14-DC17-DC22-DC23-8455-DC15-DC10	-0.0121	+0.0318	+0.0611	0.0699	1.5
7490-DC17-DC22-DC23-8455-DC15-DC10-DC09	-0.0461	+0.0577	+0.0331	0.0809	1.8
DC09-DC14-DC18-DC15-DC10	+0.0081	+0.0256	+0.0679	0.0730	2.5
7490-DC13-DC17-DC14-DC18-DC15-DC10-DC09	+0.0046	-0.0695	-0.0598	0.0918	1.8
7490-DC17-DC14-DC18-DC15-DC10-DC09	-0.0259	+0.0515	+0.0399	0.0701	1.7
7490-DC14-DC18-DC15-DC10-DC09	+0.0022	+0.0334	+0.0507	0.0608	1.7
DC09-DC14-DC17-DC22-DC18-DC15-DC10	-0.0047	+0.0245	+0.0297	0.0388	0.9
7490-DC14-DC17-DC22-DC18-DC15-DC10-DC09	-0.0106	+0.0323	+0.0125	0.0362	0.8
7490-DC13-DC17-DC22-DC18-DC15-DC10-DC09	-0.0082	-0.0706	-0.0980	0.1211	2.4
7490-DC17-DC22-DC18-DC15-DC10-DC09	-0.0387	+0.0504	+0.0017	0.0636	1.6
7490-DC17-DC22-DC18-DC15-DC10-DC09-DC14	-0.0328	+0.0426	+0.0189	0.0570	1.3
DC04-DC01-DC02-DC06-DC10-DC09-DC08	+0.0761	-0.0427	+0.0895	0.1250	3.4
DC04-DC01-DC02-DC06-DC10-DC09	+0.0300	-0.0894	+0.1014	0.1385	4.3

Bảng 4. Chênh lệch kết quả của GNSS-Pro và TBS so với GAMIT L1

Phần mềm	Đường đáy	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔN	ΔE	ΔU
GNSS Pro - GAMIT	DC13-DC16	+0.019	-0.043	-0.040	-0.021	-0.006	-0.058
	DC13-DC17	0.020	-0.063	-0.055	-0.028	-0.001	-0.081
	DC12-DC20	0.036	0.080	-0.020	-0.043	-0.057	0.055
TBC - GAMIT	DC13-DC16	-0.316	+0.001	+0.013	-0.018	0.303	0.088
	DC13-DC17	-0.348	+0.012	+0.002	-0.035	0.331	0.103
	DC12-DC20	-0.082	+0.028	-0.014	-0.030	0.071	0.042

4. XỬ LÝ DỮ LIỆU BẰNG GNSS-Pro

Để việc so sánh hợp lệ, chúng tôi cài đặt các tham số xử lý giống nhau cho tất cả các phần mềm theo bảng 2. Kết quả xử lý tất cả các đường đáy đơn của GNSS-Pro đều cho nghiệm fix với độ chính xác ở mức cm. Dùng kết quả này chúng tôi tính sai số khép. Một số vòng khép được minh họa ở bảng 3. Trong đó tất cả các sai số khép tương đối (cột 6) đều nhỏ hơn $10\text{ppm} = 1/100000$.

Bảng 2. Các tham số cài đặt trong xử lý

Nội dung	Giá trị
Trị đo dùng trong xử lý	Trị đo pha L1
Góc ngưỡng vệ tinh	10°
Hệ thống vệ tinh	GPS+GLONASS
Khảo sát độ trễ khí quyển	Không áp dụng
Bản lịch vệ tinh	Bản lịch truyền thông

5. SO SÁNH VỚI CÁC PHẦN MỀM GNSS THƯƠNG MẠI KHÁC

Chúng tôi dùng hai phần mềm thương mại phổ biến ở Việt Nam để xử lý lưới trên là Trimble Business Center (TBC) của Công Ty Trimble [6] và Leica Geo Office (LGO) của Leica [7]. Kết quả như sau:

- Xử lý bằng TBC: Tất cả các đường đáy đều nhận nghiệm fixed. Tuy nhiên có 03 đường đáy lệch vài dm khi so sánh với GNSS-Pro. Do đó để biết kết quả nào là đúng/sai, chúng tôi tiếp tục so sánh với phần mềm khoa học GAMIT [4] theo bảng 4. Bảng 4 cho thấy kết quả xử lý của GNSS-Pro rất phù hợp với GAMIT và có độ lệch lớn với TBC ở những đường đáy so sánh. Vì vậy chúng tôi kết luận rằng 3 đường đáy có độ lệch lớn ở trên là do TBC xử lý không chính xác với nghiệm fixed.

- Xử lý bằng LGO: LGO không cho toàn bộ nghiệm fixed như TBC. Tổng cộng có 6 đường đáy nhận nghiệm float. Những đường đáy này khi so với kết quả GNSS-Pro có độ lệch lên đến vài dm. Tuy nhiên những đường đáy có nghiệm fixed cho độ lệch với GNSS-Pro đều nằm trong hạn sai cho phép.

6. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã giới thiệu phần mềm GNSS-Pro xử lý dữ liệu GNSS cạnh ngắn, ra đời trong khuôn khổ đề tài cấp Bộ TN-MT do Viện KH Đo đạc và Bản đồ chủ trì. Phần mềm có những đặc điểm tương đương với các phần mềm thương mại ở nước ngoài như TBC, LGO, vv.

Qua việc so sánh kết quả xử lý của phần mềm GNSS Pro với các phần mềm TBC và LGO trên cùng một tập dữ liệu đo mạng lưới địa chính ở Hải Dương, chúng tôi kết luận như sau:

- Phần mềm GNSS Pro cho kết quả xử lý tất cả các đường đáy đều là nghiệm fix với độ chính xác vài cm.
- Phần mềm TBC cho kết quả của tất cả các đường đáy đều là nghiệm fix với $\text{RATIO} > 2$. Tuy nhiên tồn tại 3 đường đáy có độ lệch lớn hơn 1dm (dạng tuyệt đối) và 10ppm (tương đối). Qua so sánh với kết quả xử lý của phần mềm khoa học GAMIT trên các đường đáy này, GNSS-Pro chỉ lệch ở mức cm.
- Phần mềm LGO không cho toàn bộ nghiệm fixed như TBC (có 6 đường đáy nhận nghiệm float). Tuy nhiên những đường đáy có nghiệm fixed cho độ lệch với GNSS-Pro đều nằm trong hạn sai cho phép.
- Đối với tập dữ liệu kiểm tra, GNSS-Pro cho thấy có nhiều ưu điểm hơn so với các phần mềm thương mại về độ chính xác, độ tin cậy của nghiệm và sự phong phú ở khả năng kiểm tra tự động sai số khép trên nhiều đồ hình khác nhau.

Applications of GNSS-Pro software for processing GNSS short baseline networks in Vietnam

- **Nguyen Ngoc Lau**¹
- **Nguyen Thi Thanh Huong**²
- **Ha Minh Hoa**²

¹ Ho Chi Minh city University of Technology, VNU-HCM, Vietnam

² Institute of Geodesy and Cartography, Vietnam

ABSTRACT

In the framework of a Natural Resources and Environment Ministry level project, chaired by the Vietnam Institute of Geodesy and Cartography, we have established GNSS-Pro software for processing GNSS short baseline networks. The software can process carrier phase measurements from single or dual frequency receivers for the two satellite systems GPS and GLONASS simultaneously. This paper presents the results of treatment an illustrated

cadastral GNSS network in Hai Duong province by GNSS-Pro and compared with other commonly used software packages such as Leica Geo Office (LGO) and Trimble Business Center (TBC). Result comparisons showed that although GNSS data collected in the unfavorable conditions, GNSS-Pro still offers fixed solution for all baselines with centimeter level accuracy.

Keywords: GNSS Processing software, GNSS-Pro, TBC, LGO, LAMBDA

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Mike Stewart and M. Tsakiri, *GLONASS broadcast orbit computation*, GPS Solution, Vol. 2, No. 2, 1999, 16-27.
- [2]. A. E. Zinoviev, *Using GLONASS in combined GNSS receives: current status*, ION GNSS 18th International Technical Meeting of the Satellite Division, 9-2005, Long Beach, CA, 1046-1057.
- [3]. P.N. Misra, R.I. Abbot, E.M. Gaposchkin, *Transformation between PZ-90 and WGS 84*, ION GNSS 1996, Kansas City, Missouri, 307-314.
- [4]. T. A. Herring, R. W. King, S. C. McClusky, *Introduction to GAMIT/GLOBK Release 10.4*, Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2010.
- [5]. Nguyễn Ngọc Lâu, Nguyễn Thị Thanh Hương, Dương Tuấn Việt, *Các nguyên tắc thiết kế phần mềm GNSS-Pro xử lý dữ liệu GNSS*, HN KH&CN Trắc địa và Bản đồ vì hội nhập quốc tế, Hà Nội 7-2014, 37-45.

- [6]. Trimble, *Trimble Business Center software technical notes*, Technical Report, 2006.
- [7]. Leica, *Leica Geo Office software Datasheet*, Technical Report, 2010.
- [8]. De Jonge PJ, Tiberius C, *The LAMBDA method for integer ambiguity estimation: implementation aspects*, LGR-Series, No 12. Technical report, Delft University of Technology, 1996.
- [9]. Hà Minh Hòa, Nguyễn Ngọc Lâu, *Nghiên cứu phương pháp xử lý đồng thời các dữ liệu đo GPS/GLONASS để đồng bộ dữ liệu thường độ cao vệ tinh – thủy chuẩn và dữ liệu thường độ cao trọng lực trong bài toán xác định mặt Geoid*, Báo cáo khoa học đề tài cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường, Viện Khoa học Đo đạc và bản đồ, Hà Nội, 2011.
- [10]. Nguyễn Ngọc Lâu, Dương Tuấn Việt, Bùi Văn Huỳnh, *Đánh giá độ chính xác của máy thu GNSS một tần số rẻ tiền, lắp ráp tại Việt Nam*, HN KH&CN Trắc địa và Bản đồ vì hội nhập quốc tế, Hà nội 7-2014, 54-60.