

KHẢO SÁT THUẬT TOÁN BLEWITT TRONG PHÁT HIỆN TRƯỢT CHU KỲ TRÊN TRỊ ĐO PHA GPS VÀ GLONASS

PGS. TS. NGUYỄN NGỌC LÂU¹, KS. NGUYỄN VĂN TUẤN²

¹Trường ĐH Bách khoa TP. Hồ Chí Minh

²Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

Tóm tắt:

Chúng tôi đã tiến hành khảo sát khả năng của thuật toán Blewitt trong việc phát hiện trượt chu kỳ trên trị đo pha GLONASS và GPS, nhằm phục vụ cho việc xử lý tích hợp hai hệ thống. Kết quả cho thấy dùng đa thức bậc nhất với số điểm dữ liệu trung bình 6 có thể phát hiện những độ trượt nhỏ nhất trên tổ hợp điện ly L_4 với độ tin cậy cao cho cả GPS và GLONASS. Tuy nhiên do ảnh hưởng của trị đo mã, khả năng phát hiện trượt nhỏ nhất trên tổ hợp Wide-lane là ± 2 chu kỳ cho GPS và ± 3 chu kỳ cho GLONASS.

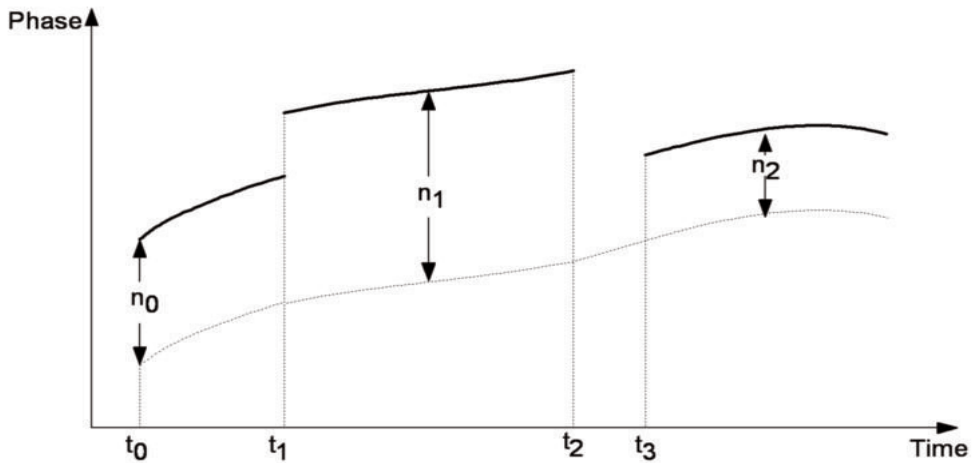
1. Giới thiệu

Cùng với sự phát triển của hệ thống định vị toàn cầu GPS của Mỹ, hiện nay với một cấu hình vệ tinh hoàn chỉnh, hệ thống GLONASS của Nga ngày càng thu hút được nhiều sự quan tâm của cộng đồng dân sự. Sử dụng GLONASS sẽ cung cấp thêm một kết quả định vị khách quan và tránh sự phụ thuộc quá lớn vào GPS. Mặt khác khi xử lý tích hợp hai hệ thống trên có thể làm tăng độ chính xác định vị $\sqrt{2}$ lần.

Để đạt được độ chính xác định vị cao nhất, chúng ta phải xử lý trị đo pha (carrier phase measurement) và tham số đa trị (ambiguity) phải được giải thành công. Tuy nhiên, do hiện tượng mất khóa trong vòng lặp dò tìm pha của máy thu có thể làm cho tham số đa trị ban đầu thay đổi một giá trị ngẫu nhiên bất kỳ. Hiện tượng này được gọi là trượt chu kỳ pha (cycle slip). Trượt chu kỳ có thể xảy ra cho tất cả trị đo pha trên cả hai tần số f_1 , f_2 với độ trượt có thể là một chu kỳ hoặc đến hàng triệu chu kỳ. Với độ trượt một chu kỳ sẽ gây ra sai số gần 20cm trên trị đo L_1 . (Xem hình 1)

Như vậy, muốn xử lý trị đo pha thì nhất thiết trượt chu kỳ phải được sửa chữa triệt để. Hiện nay, có nhiều nghiên cứu về việc sửa chữa trượt chu kỳ, nhưng chủ yếu được thực hiện trên các trị đo dạng hiệu đôi và cho trị đo pha GPS. Trong khi đó, các nghiên cứu tương tự cho trường hợp chỉ sử dụng dữ liệu đo từ một máy thu vẫn còn hạn chế và rất hiếm cho trị đo pha GLONASS. Đối với dữ liệu GPS hai tần số, Blewitt được xem là người đầu tiên đã đưa ra một phương pháp hiệu quả cho việc phát hiện và sửa chữa trượt chu kỳ [1]. Ưu điểm của phương pháp này là có thể sửa chữa cho một file dữ liệu đơn và có thể ứng dụng cho thời gian thực. Do đó, nhiều nghiên cứu thời gian thực và định vị điểm đơn đã dựa trên phương pháp của Blewitt [2, 4, 5, 6].

Trong bài báo này, chúng tôi tiến hành khảo sát về khả năng phát hiện trượt chu kỳ trên hai tổ hợp tuyến tính mà Blewitt đã sử dụng trong thuật toán của mình cho cả trường hợp của GPS và GLONASS, bao gồm: tổ hợp Wide-lane (Wide-lane combination) và tổ hợp điện ly (Ionospheric combination). Để từ đó tiến tới viết chương trình sửa chữa trượt chu kỳ chung cho trị đo pha GLONASS và GPS.



Hình 1: Mô tả hiện tượng trượt chu kỳ

2. Phương pháp khảo sát

2.1. Trị đo và các tổ hợp tuyến tính

* Mô hình các trị đo pha và mã

Phương trình các trị đo pha và mã giữa máy thu và vệ tinh nhận được từ GPS và GLONASS (tương ứng cho cặp máy thu và vệ tinh) như sau [1]:

$$L_1 = \lambda_1 \Phi_1 = \rho - I \cdot f_1^2 / (f_1^2 - f_2^2) + \lambda_1 N_1 \quad (1a)$$

$$L_2 = \lambda_2 \Phi_2 = \rho - I \cdot f_1^2 / (f_1^2 - f_2^2) + \lambda_2 N_2 \quad (1b)$$

$$P_1 = \rho + I \cdot f_2^2 / (f_1^2 - f_2^2) \quad (1c)$$

$$P_2 = \rho + I \cdot f_1^2 / (f_1^2 - f_2^2) \quad (1d)$$

Trong đó, Φ_1, Φ_2 là pha sóng mang, đơn vị chu kỳ; L_1, L_2 là trị đo pha, đơn vị khoảng cách; P_1, P_2 là trị đo mã trên hai tần số phát f_1, f_2 (giá trị tần số khác nhau cho mỗi vệ tinh GLONASS [3]); I là độ trễ điện ly; N là tham số đa trị giữa máy thu và vệ tinh; và λ_i là bước sóng tương ứng với tần số f_i . Thành phần ρ bao gồm khoảng cách hình học giữa vệ tinh và máy thu, độ trễ đối lưu, sai số đồng hồ và các nguồn sai số khác tác động vào trị đo.

* Tổ hợp Wide-lane

- Tổ hợp Wide-lane cho trị đo pha:

$$\begin{aligned} L_5 &= (f_1 L_1 - f_2 L_2) / (f_1 - f_2) \\ &= \rho - I \cdot \frac{f_1 f_2}{f_1^2 - f_2^2} + \lambda_5 b_5 \end{aligned} \quad (2a)$$

Với $\lambda_5 = c / (f_1 - f_2) \cong 86cm$ là bước sóng Wide-lane và $b_5 = N_1 - N_2$ là tham số đa trị Wide-lane

- Tổ hợp Wide-lane cho trị đo mã:

$$\begin{aligned} P_5 &= (f_1 P_1 + f_2 P_2) / (f_1 + f_2) \\ &= \rho + I \cdot \frac{f_1 f_2}{f_1^2 - f_2^2} \end{aligned} \quad (2b)$$

Từ (2a) và (2b) ta viết lại như sau:

$$b_5 = \frac{1}{\lambda_5} (L_5 - P_5) \quad (2c)$$

* Tổ hợp điện ly L_4

Tổ hợp điện ly L_4 trên trị đo pha được thành lập như sau:

$$\begin{aligned}
 L_4 &= L_1 - L_2 = I + \lambda_1 N_1 - \lambda_2 N_2 \\
 &= I + \lambda_1 (N_1 - N_2) + (\lambda_1 - \lambda_2) N_2 \\
 &= I + \lambda_1 b_5 - \lambda_4 N_2 \\
 &= I + b_4 \tag{3}
 \end{aligned}$$

Với $\lambda_4 = \lambda_2 - \lambda_1 \cong 5.4cm$ là bước sóng tổ hợp điện ly.

2.2. Khả năng phát hiện trượt chu kỳ trên tổ hợp Wide-lane

Theo Blewitt [1], giá trị b_5 được tính truy hồi tại mỗi epoch theo công thức sau:

$$\begin{aligned}
 \langle b_5 \rangle_i &= \langle b_5 \rangle_{i-1} + \frac{1}{i} (b_{5i} - \langle b_5 \rangle_{i-1}) \\
 \sigma_i^2 &= \sigma_{i-1}^2 + \frac{1}{i} \left\{ (b_{5i} - \langle b_5 \rangle_{i-1})^2 - \sigma_{i-1}^2 \right\} \tag{4}
 \end{aligned}$$

Trong công thức trên, chỉ số i là số epoch tại thời điểm tính trong đoạn dữ liệu, b_{5i} là giá trị b_5 tại epoch thứ i . Giá trị trung bình của b_5 được tính một cách chính xác, để đơn giản, σ chỉ được tính đến khai triển bậc 1, bậc cao hơn có thể bỏ qua. Giá trị mặc định cho sai số trung phương tại epoch đầu tiên được chọn là 0.5 chu kỳ (giá trị này chọn theo kinh nghiệm và được xem là giá trị tốt cho mọi trường hợp).

Nếu $(b_5)_i$ nằm trong giới hạn 4 lần độ lệch chuẩn (RMS) thì được xem như không có trượt chu kỳ. Để đảm bảo tính chặt chẽ về mặt thống kê, chúng tôi tiến hành viết một chương trình nhỏ trên ngôn ngữ lập trình Matlab để cập nhật giá trị trung bình của b_5 tại epoch thứ i , $(b_5)_i$ và phương sai của nó σ_i^2 dựa vào tất cả các epoch trước đó đến epoch thứ i .

Để chỉ ra độ tin cậy của thuật toán trong việc phát hiện trượt chu kỳ. Cụ thể là, bao nhiêu epoch tham gia tính toán là đủ khả năng phát hiện trượt chu kỳ và có thể xác định được các độ trượt nhỏ nhất là bao

hiều (ví dụ như một chu kỳ). Chúng ta sẽ thống kê giá trị sai số trung phương (σ) tại mỗi trạm đo cho từng trường hợp của GLONASS và GPS. Cần lưu ý rằng, độ nhiễu của trị đo mã sẽ tác động đến độ tin cậy của tổ hợp Wide-lane.

Tổ hợp Wide-lane được biết là rất hiệu quả trong việc phát hiện trượt chu kỳ. Tuy nhiên, tổ hợp này cũng có giới hạn riêng của nó. Cụ thể, khi hiện tượng trượt chu kỳ xảy ra đồng thời trên cả hai tần số, cùng độ lớn và cùng dấu thì sẽ không quan sát được trên tổ hợp Wide-lane. Hơn nữa, nếu chỉ dùng một tổ hợp tuyến tính thì khi xảy ra trượt sẽ không biết là trượt trên trị đo nào và độ lớn là bao nhiêu. Do đó, nhất thiết phải cần đến một tổ hợp thứ hai.

2.3. Khả năng bậc và số epoch dùng xấp xỉ đa thức trên tổ hợp điện ly

Để ước lượng độ trượt chu kỳ trên L_4 , Blewitt dựa vào tính chất thay đổi từ từ của độ trễ điện ly I (hoạt động của tầng điện ly trong điều kiện trung bình) bằng cách dùng một đa thức (thường chọn là bậc 2) để xấp xỉ cho ít nhất 20 epoch trước và sau thời điểm xảy ra trượt.

Để kiểm tra thuật toán, chúng tôi dùng hàm *polyfit* sẵn có trong Matlab với số bậc đa thức và số epoch tham gia xấp xỉ thay đổi, nhằm kiểm tra độ lệch giữa giá trị ngoại suy từ mô hình (L_4') với giá trị thực tế (L_4) tại từng epoch. Bằng kỹ thuật thống kê, chúng ta sẽ đánh giá được độ tin cậy của thuật toán thông qua các sai số trung phương (RMS) xác định giá trị dự báo của L_4 cho mỗi vệ tinh GLONASS, GPS và cho cả trạm đo. Cụ thể:

$$\begin{aligned}
 v_i &= L_{4,i}' - L_{4,i}, \quad i=1, n \\
 RMS &= \pm \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n}} \tag{5}
 \end{aligned}$$

Trong đó n là số điểm dữ liệu.

3. Xử lý dữ liệu và phân tích kết quả

3.1. Dữ liệu mẫu khảo sát

Để khảo sát chúng tôi tiến hành thu thập dữ liệu đo từ nhiều nguồn khác nhau, bao gồm:

- Dữ liệu từ các trạm IGS. Tại các trạm này đều được trang bị các máy thu hai tần số chất lượng cao với bộ dao động ngoài theo chuẩn nguyên tử và anten chuyên dụng để giảm ảnh hưởng đa đường.

- Dữ liệu từ các máy thu hai tần số thông thường ở Việt Nam.

Các dữ liệu trên là hai tần số cho cả GPS và GLONASS, có thời gian thu liên tục tại trạm máy dài 24 giờ. Vì là đo tĩnh nên tốc độ thu cài đặt 15s hay 30s. Các dữ liệu này đã

được sửa chữa để đảm bảo là không có trượt chu kỳ trên trị đo pha. Ngoài ra, để tăng tính khách quan chúng được thu thập từ nhiều loại máy thu khác nhau như: Trimble, Leica và Topcon. Thông tin về tập dữ liệu khảo sát được mô tả ở bảng 1.

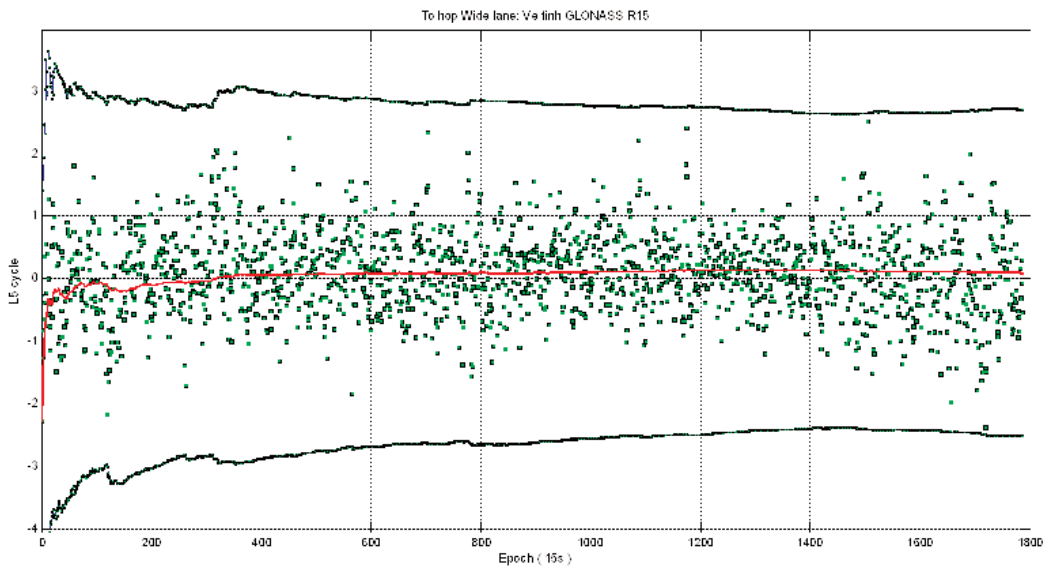
3.2. Kết quả xử lý trên tổ hợp Wide-lane

Trong hình 2 minh họa một trường hợp cho vệ tinh GLONASS R15, các điểm chấm thể hiện giá trị b_5 tại từng epoch, đường nét liền ở giữa là giá trị trung bình của b_5 và hai đường biên thể hiện độ tin cậy của tổ hợp Wide-lane (bằng 4 lần độ lệch chuẩn). Kết quả khảo sát được trình bày chi tiết ở bảng 2.

Kết quả từ bảng 2 cho thấy, giá trị RMS

Bảng 1: Thông tin về các trạm đo trong khảo sát

STT	Trạm đo	Tốc độ thu (s)	Loại máy thu	Ghi chú
1	YONS	30	Trimble R9	IGS
2	WUHN	30	Trimble R8	
3	PTAG	30	Leica GRX1200	
4	DARW	30	Leica GRX1200	
5	NTUS	30	Leica GRX1200	
6	URUM	30	Topcon G3	
7	LHAZ	30	Topcon EGGD	
8	CHI1	15	Trimble R4	Máy thu thông thường
9	PLO1	15	Trimble R4	
10	CSN1	15	Trimble R7	
11	LUY1	15	Trimble R7	
12	GD06	15	Leica GS10	
13	GD11	15	Leica GS10	



Hình 2: Tổ hợp Wide-lane cho trạm LUY1

Bảng 2: Thống kê kết quả khảo sát trên tổ hợp Wide-lane

	Trạm đo	RMS trung bình (L5 cycle)		Tỷ số RMS GLN/GPS
		GPS	GLONASS	
1	YONS	0.43	0.58	1.4
2	WUHN	0.37	0.48	1.3
3	PTAG	0.19	0.19	1.0
4	DARW	0.26	0.23	0.9
5	NTUS	0.22	0.24	1.1
6	URUM	0.43	0.50	1.2
7	LHAZ	0.39	0.40	1.0
8	CHI1	0.36	0.58	1.6
9	PLO1	0.36	0.66	1.8
10	CSN1	0.36	0.71	2.0
11	LUY1	0.56	0.78	1.4
12	GD06	0.13	0.13	1.0
13	GD11	0.10	0.12	1.2

đối với GPS là từ 0.1 đến 0.6 chu kỳ và 0.1 đến 0.8 chu kỳ cho trường hợp của GLONASS. Nhìn chung, kết quả từ GPS luôn tốt hơn GLONASS, ngoại trừ trường hợp của máy thu Leica thì cho kết quả gần như nhau. Tương tự, nếu chọn độ tin cậy bằng 4 lần sai số trung phương thì tổ hợp Wide-lane chỉ có khả năng phát hiện được các độ trượt nhỏ nhất từ ± 2 chu kỳ trở lên đối với GPS và ± 3 chu kỳ trở lên cho trường hợp GLONASS.

Tổ hợp Wide-lane luôn chịu tác động bởi độ nhiễu của trị đo mã và hiện tượng đa đường truyền. Các trạm IGS đều được trang bị máy thu và ăng ten chất lượng cao nên có thể giảm thiểu ảnh hưởng của các tác động trên. Tuy nhiên, với góc cao vệ tinh được cài đặt thấp hơn 15° thì hiện tượng đa đường vẫn là một trở ngại khi đề cập đến độ tin cậy của tổ hợp Wide-lane trong phát hiện và sửa chữa trượt chu kỳ pha.

3.3. Xử lý dữ liệu trên tổ hợp điện ly

Bậc đa thức và số điểm dữ liệu xấp xỉ (epoch) được cài đặt theo bảng 3

Bảng 3: Bậc và số epoch tham gia xấp xỉ đa thức

Bậc đa thức	Số epoch tham gia xấp xỉ đa thức	
	Tối thiểu	Tối đa
Bậc 1	3	10
Bậc 2	4	20
Bậc 3	5	30

Chúng tôi tiến hành xử lý với các cài đặt như trên cho bộ dữ liệu dùng trong khảo sát. Kết quả khảo sát được minh họa ở bảng 4 và hình 3 cho trạm LUY1. Bảng 5 tóm tắt cho toàn bộ dữ liệu.

Theo kết quả thống kê từ bảng 5, cho thấy trường hợp đa thức bậc 1 luôn cho kết quả RMS nhỏ nhất và tương ứng với số epoch trung bình có thể chọn là từ 4 đến 9 epoch. Cần lưu ý rằng, tại các trạm IGS có tốc độ thu là 30s/epoch và các trạm còn lại là 15s/epoch. Rõ ràng số epoch có thể tăng khi tốc độ thu càng cao (trường hợp máy thu thông thường). Tuy nhiên, càng nhiều epoch tham gia xấp xỉ đa thức thì chưa hẳn là tốt, vì sự thay đổi của tầng điện ly không mang tính quy luật. Điều này cũng giải thích lý do tại sao chúng tôi chọn số epoch giới hạn như ở bảng 3.

Cũng theo bảng trên, các chỉ số thống kê của GPS thường tốt hơn GLONASS nhưng không thực sự vượt trội. Khi dùng đa thức bậc 1, giá trị RMS lớn nhất là 0.031 chu kỳ cho GPS và 0.037 cho GLONASS. Độ trượt nhỏ nhất trên L_4 xấp xỉ 0.143 chu kỳ cho GLONASS và 0.133 chu kỳ cho GPS. Nếu độ tin cậy được chọn là 4 lần sai số trung phương thì:

$$\text{GPS: } 4 \times 0.031 = 0.124 < 0.133 \text{ (chu kỳ)}$$

$$\text{GLONASS: } 4 \times 0.037 = 0.138 < 0.143 \text{ (chu kỳ)}$$

Như vậy có thể kết luận rằng dùng đa thức bậc nhất với số epoch trung bình là 6 có thể phát hiện được các độ trượt nhỏ nhất trên L_4 với độ tin cậy cao cho cả GPS và GLONASS.

4. Kết luận

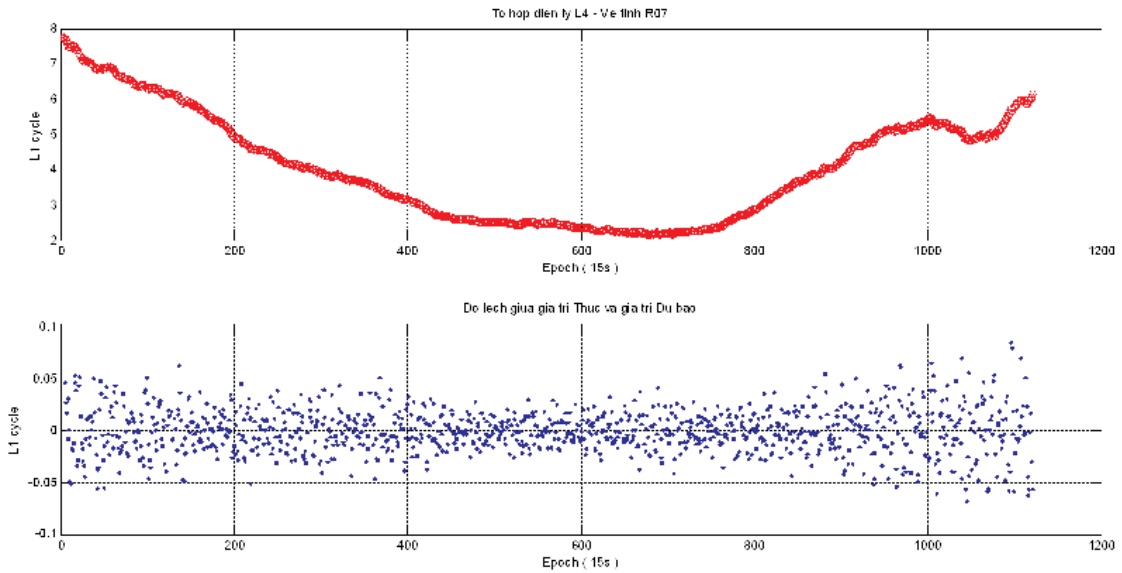
Qua một số kết quả nhận được từ việc khảo sát thuật toán Blewitt trong phát hiện trượt chu kỳ pha GLONASS và GPS bằng cách sử dụng đồng thời hai tổ hợp tuyến tính như ở trên, chúng tôi có một số kết luận sau:

- Đối với tổ hợp điện ly nên chọn đa thức bậc nhất để xấp xỉ và số epoch tham gia tính toán nên từ 4 đến 9 epoch là đủ. Trường hợp dữ liệu được thu ở tốc độ cao thì số epoch có thể tăng lên nhưng không nên

Bảng 4: Kết quả khảo sát L_4 tại trạm LUY1 khi dùng đa thức bậc 1

Vệ tinh GPS	Số epoch TB	RMS (L1 cycle)	Vệ tinh GLN	Số epoch TB	RMS (L1 cycle)
G02	4	0.03	R01	5	0.03
G03	6	0.02	R02	6	0.03
G04	4	0.03	R03	7	0.03
G05	3	0.04	R04	7	0.03
G06	6	0.02	R05	7	0.04
G07	5	0.02	R07	6	0.02
G08	4	0.04	R08	4	0.03
G09	5	0.02	R10	5	0.04
G10	4	0.02	R11	5	0.04
G11	6	0.02	R13	6	0.02
G12	5	0.03	R14	6	0.03
G13	7	0.03	R15	7	0.03
G14	6	0.03	R17	7	0.03
G15	5	0.02	R18	7	0.03
G16	6	0.02	R19	7	0.03
G17	6	0.03	R20	7	0.04
G18	4	0.03	R21	7	0.04
G19	6	0.02	R22	7	0.03
G20	7	0.03	R23	5	0.03
G21	4	0.02	R24	7	0.03
G22	6	0.02			
G23	6	0.02			
G24	6	0.03			
G26	5	0.02			
G27	5	0.03			
G28	7	0.03			
G29	5	0.03			
G30	5	0.03			
G31	6	0.03			
G32	7	0.03			

Vệ tinh R07 - Trạm LUY1



Hình 3: Tổ hợp điện ly (trên) và độ lệch (dưới) khi dùng đa thức bậc 1 với 6 epoch

Bảng 5: Thống kê kết quả khảo sát trên L_4

	Trạm đo	Chỉ tiêu	GPS			GLONASS			Tỷ số RMS Glonass/Gps
			Bậc 1	Bậc 2	Bậc 3	Bậc 1	Bậc 2	Bậc 3	
1	YONS	Số epoch RMS	6 0.024	13 0.025	20 0.027	5 0.028	12 0.029	19 0.031	1.2
2	WUHN	Số epoch RMS	6 0.028	14 0.028	22 0.030	5 0.037	12 0.036	19 0.038	1.3
3	PTAG	Số epoch RMS	6 0.025	14 0.026	22 0.027	5 0.025	13 0.027	20 0.029	1.0
4	DARW	Số epoch RMS	5 0.030	12 0.030	19 0.033	5 0.020	11 0.019	18 0.021	0.7
5	NTUS	Số epoch RMS	7 0.015	15 0.016	23 0.018	6 0.015	13 0.016	21 0.018	1.0
6	URUM	Số epoch RMS	5 0.014	12 0.015	19 0.016	5 0.019	11 0.019	17 0.021	1.4
7	LHAZ	Số epoch RMS	4 0.023	9 0.024	15 0.027	4 0.024	9 0.024	14 0.028	1.0
8	CHI1	Số epoch RMS	7 0.025	14 0.028	24 0.031	7 0.031	13 0.035	22 0.039	1.2
9	PLO1	Số epoch RMS	8 0.024	16 0.027	26 0.029	9 0.031	18 0.033	28 0.035	1.3
10	CSN1	Số epoch RMS	7 0.025	15 0.028	25 0.030	6 0.030	15 0.034	24 0.037	1.2
11	LUY1	Số epoch RMS	6 0.028	11 0.033	18 0.038	5 0.033	11 0.040	19 0.045	1.2
12	GD06	Số epoch RMS	6 0.029	12 0.033	20 0.037	5 0.027	11 0.032	17 0.037	0.9
13	GD11	Số epoch RMS	6 0.031	13 0.035	21 0.038	6 0.030	12 0.033	19 0.038	1.0

vượt quá 20 epoch (tốc độ thu là 1s). Ngoài ra, chúng ta cần quan tâm nhiều hơn nữa trong những trường hợp có sự biến đổi bất thường của tầng điện ly. Khi đó các đa thức bậc cao hơn (ví dụ bậc 2) có thể được xem xét đến.

- Tổ hợp Wide-lane bị tác động bởi độ nhiễu trị đo mã và hiện tượng đa đường nên chỉ có thể đảm bảo độ tin cậy cho khả năng phát hiện các độ trượt nhỏ nhất từ ± 2 chu kỳ trở lên cho GPS và ± 3 chu kỳ trở lên cho GLONASS. Ngoài ra, chúng tôi đề xuất nên xem xét đến trọng số tính theo góc cao vệ tinh để cải thiện hiệu quả của tổ hợp Wide-lane trong việc phát hiện và sửa chữa trượt chu kỳ.

- Kết quả cho thấy, phần lớn GPS đều cho giá trị RMS tốt hơn GLONASS, nhưng không thực sự vượt trội. Riêng trường hợp các máy thu Leica thì cho kết quả gần như nhau.

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (VNU-HCM) trong đề tài mã số B2012-20-33.○

Tài liệu tham khảo

[1]. Blewitt, G. (1990), "An automatic editing algorithm for GPS data", *Geophys*

Research Letters, Vol. 17, No. 3, p.199–202.

[2]. Liu, Z., (2011), "A new automated cycle slip detection and repair method for a single dual-frequency GPS receiver", *Journal of Geodesy*, Vol. 85, p.171–183.

[3]. ICD, (2008), "GLONASS Interface Control Document", Coordinational Scientific Information Center of Russian Space Forces, Moscow, Russia.

[4]. Maria Clara de Lacy, Mirko Reguzzoni, Fernando Sansò, (2011), "Real-time cycle slip detection in triple-frequency GNSS", *Journal of GPS Solution*, Vol. 16, Issue 3, pp 353-362.

[5]. Sunil B. Bisnath, (2000), "Efficient, Automated Cycle-Slip Correction Of Dual-Frequency Kinematic GPS Data", *Proceedings of the 13th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GPS 2000)*, Salt Lake City, UT, pp. 145 - 154

[6]. Zhang Xiaohong, Li Xingxing, (2011), "Instantaneous re-initialization in real-time kinematic PPP with cycle slip fixing", *Journal of GPS Solution*, Vol. 16, Issue 3, pp 315-327.○

Summary

Estimation of Blewitt's algorithm in detection of cycle slip on GPS and GLONASS carrier phase measurements

Assoc. Pro. Dr. Nguyen Ngoc Lau, *Hochiminh City University of Technology*

Eng. Nguyen Van Tuan, *Hochiminh City University of Natural Resources and Environment*

We estimated the capability of Blewitt's algorithm in detection of cycle slip on GLONASS and GPS carrier phase measurements, for integrating the two systems. The result shows that using the first order polynomial with 6 data points can detect the smallest slips on L4 combinations for both GPS and GLONASS. However, due to noise of pseudo-range, the detection of slip on Wide-lane combinations is possible with slips larger than ± 2 cycles for GPS and ± 3 cycles for GLONASS.○

Ngày nhận bài: 10/12/2012.