

ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA MÔ HÌNH GPT3 VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA NÓ VÀO ĐỊNH VỊ ĐIỂM CHÍNH XÁC CAO Ở KHU VỰC BIỂN ĐÔNG

NGUYỄN NGỌC LÂU⁽¹⁾, PHẠM ANH DŨNG⁽²⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Bách khoa TP. HCM

⁽²⁾Công ty Thiết bị Khoa học Công nghệ Tường An

Tóm tắt:

Chúng tôi trích lọc độ trễ đối lưu từ 19 ngày dữ liệu GNSS (29/10 đến 16/11/2020) nằm trong cao điểm mùa mưa bão ở khu vực biển Đông của 2 trạm GNSS thường trực tại Philippines và Việt Nam. Khi so sánh với kết quả tính độ trễ đối lưu từ mô hình GPT3, độ lệch lớn nhất lên đến hơn 1 dm. Điều này dẫn đến định vị điểm chính xác cao khi hiệu chỉnh độ trễ đối lưu dùng mô hình GPT3 và VMF3 đã làm giảm tỷ lệ thành công của việc giải tham số đa trị và gây ra sai số hệ thống lớn ở thành phần độ cao. Sai số định vị theo hướng Bắc, Đông và độ cao đạt được (0.005, 0.004, 0.136) m khi xử lý tĩnh 24h và (0.018, 0.018, 0.136) m khi xử lý động. Nếu coi độ trễ đối lưu là ẩn số để ước lượng cùng với tọa độ trạm đo, tỷ lệ giải thành công đa trị đạt 97% và sai số định vị là (0.002, 0.002, 0.010) m khi xử lý tĩnh 24h và (0.015, 0.018, 0.050) m khi xử lý động. Độ chính xác của thành phần độ cao được cải thiện từ 3-13 lần so với khi sử dụng mô hình GPT3.

1. Đặt vấn đề

Tín hiệu GNSS khi đi qua tầng đối lưu bị làm trễ khoảng 2.4m ở hướng thiên đỉnh (Tropospheric Zenith Delay - TZD). Trong đó ảnh hưởng của không khí khô chiếm đến 90% (~2.3m), còn lại 10% là do hơi nước (~0.1m). Dù độ trễ này nhỏ hơn nhiều so với ảnh hưởng của tầng điện ly nhưng nó lại khó khắc phục và mô hình hóa do sự cơ động của thành phần hơi nước. Đây được xem là một hạn chế cần khắc phục trong định vị điểm chính xác cao (Precise Point Positioning - PPP).

Các nhà khoa học đã nghiên cứu và đề xuất mô hình kinh nghiệm tính toán độ trễ đối lưu theo các tham số khí tượng bề mặt gồm nhiệt độ, áp suất và độ ẩm, ví dụ như mô hình Saastamoinen [12]. Mendes [8] đã khảo sát một số mô hình khác nhau và kết luận độ trễ do tác động của không khí khô có thể tính toán chính xác đến mm khi dùng mô hình Saastamoinen, trong khi thành phần hơi nước ước lượng kém chính xác hơn có thể đạt mức vài cm.

Các tham số khí tượng bề mặt thường không có sẵn tại các trạm đo GNSS, hơn nữa nếu đo cũng không đạt được độ chính xác yêu cầu do hiện tượng lan truyền nhiệt gần mặt đất. Một số nhà nghiên cứu đã xây dựng mô hình kinh nghiệm về các tham số khí tượng như nhiệt độ, áp suất và độ ẩm để phục vụ cho việc tính độ trễ đối lưu thiên đỉnh và hàm ánh xạ rời rạc. Ví dụ như mô hình UNB3m của Leandro và nnk [7], Global Pressure and Temperature 2 (GPT2) của Lagler và nnk [5], Global Pressure and Temperature 2 wet (GPT2w) của Böhm và nnk [3]. Gần đây nhất có mô hình Global Pressure and Temperature 3 (GPT3) của Landskron và Böhm [6]. Đây là một mô hình thực nghiệm cung cấp các tham số khí tượng trên lưới ô vuông toàn cầu $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ hay $1^{\circ} \times 1^{\circ}$. Chúng được dùng để tính độ trễ đối lưu thiên đỉnh và đặc biệt là hàm ánh xạ rời rạc VMF3.

Những tham số khí tượng mà các mô hình trên cung cấp dựa vào 1 tập hợp các giá trị trung bình cộng thêm với các biến động theo chu kỳ hàng năm và nửa năm của nhiệt độ, áp suất, áp

suất hơi nước. Do đó nó sẽ bỏ qua những ảnh hưởng thời tiết bất thường như các cơn bão. Trong bài báo này chúng tôi muốn xem xét độ chính xác của TZD tính từ mô hình GPT3 trong mùa mưa bão ở biển Đông và việc áp dụng nó vào định vị điểm chính xác cao.

2. Trích lọc TZD từ dữ liệu GNSS

Chúng tôi chọn ra 2 trạm GNSS thường trực ở khu vực biển Đông là DANA ở Đà Nẵng, Việt Nam và PIMO ở Quezon, Philippines trong thời gian từ 29/10/2020 đến 16/11/2020 nằm trong cao điểm mùa mưa bão của 2020 (tương ứng với ngày của năm từ 303 đến 321). Trong thời gian này biển Đông đã hứng chịu 3 cơn bão, đặc biệt trong đó có siêu bão Goni quét qua Philippines từ ngày 30/10 và đến Bình Định, Việt Nam ngày 6/11.

Để trích lọc TZD của 2 trạm trên, chúng tôi dùng một bộ lọc Kalman dựa trên phương pháp định vị điểm chính xác tương tự như Byun và Bar-sever [1]. Cơ sở lý thuyết của việc trích lọc TZD đã được trình bày trong bài báo [10]. Để tiện cho việc so sánh với sản phẩm TZD của IGS, chúng tôi cũng cài đặt tương tự [1] như sau: (Xem bảng 1)

Kết quả của việc trích lọc TZD của hai trạm đo PIMO và DANA được thể hiện ở hình 1 và 2 (màu xanh). Trong đó cũng thể hiện kết quả tính toán TZD dùng mô hình Saastamoinen với các tham số khí tượng từ GPT3 (màu đen). Trạm đo

PIMO nằm trong mạng lưới toàn cầu IGS nên có sẵn sản phẩm TZD của JPL (Jet Propulsion Laboratory). Sản phẩm TZD của JPL có tần suất 30s và đặc biệt là bị ảnh hưởng bởi hiệu ứng ranh giới ngày nhỏ hơn nhiều so với IGS. Độ chính xác JPL TZD cho trong file sản phẩm từ 1.5-3.0 mm tùy thuộc vào từng trạm đo. Để kiểm tra độ chính xác trích lọc TZD, chúng tôi tính độ lệch TZD với JPL rồi chuyển thành sai số trung phương có kết quả là 7.4 mm. Kết quả này tương tự với Mendez và nnk [9] khi so sánh IGS TZD với kết quả xử lý của một số dịch vụ trực tuyến. (Xem hình 1, 2)

Hình 1 và 2 cho thấy giá trị TZD biến thiên với biên độ lên đến 2 dm do lượng hơi nước tích tụ tăng đột biến vì ảnh hưởng của các cơn bão trong khoảng thời gian này. Trong khi đó đường biểu diễn của TZD tính từ Saastamoinen và GPT3 gần như là đường thẳng. Điều này làm cho độ lệch giữa 2 kết quả TZD lên đến hơn 1 dm.

3. Định vị điểm chính xác cao dùng mô hình Saastamoinen, GPT3 và VMF3

Chúng tôi dùng định vị điểm chính xác cao để xác định tọa độ của PIMO và DANA với các cài đặt tương tự như bảng 1. Có 1 số điểm khác như sau:

- Thay thế bản lịch chính xác IGS bằng bản lịch của Trung tâm Nghiên cứu Không gian Quốc gia Pháp (Centre National d'Etudes Spatiales - CNES) để phục vụ cho việc giải đa

Bảng 1: Các cài đặt cho việc trích lọc TZD

Nội dung	Giá trị
Phần mềm	PPPC
Bản lịch và đồng hồ vệ tinh	IGS
Định hướng trái đất	IGS
Mô hình anten	IGS Convention
Trị đo	Pha và mã GPS
Góc ngưỡng vệ tinh	7 ⁰
Hàm ánh xạ	GMF [2]
Giá trị ban đầu	Saastamoinen [10] và GPT3 [6]
Chiều dài dữ liệu	24h
Tốc độ dữ liệu	30s
Tham số khảo sát	vị trí máy thu (hàng số), độ trễ ướt thiên đỉnh (bước ngẫu nhiên với phương sai 3 mm/h), gradients (bước ngẫu nhiên với phương sai 0.3 mm/h), tham số đa trị

trị.

- Không khảo sát TZD mà hiệu chỉnh trị đo bằng giá trị tính được từ mô hình Saastamoinen và GPT3

- Thay thế hàm ánh xạ GMF bằng VMF3 để tương thích với GPT3.

- Xử lý theo 2 phương án: tĩnh 24h và động.

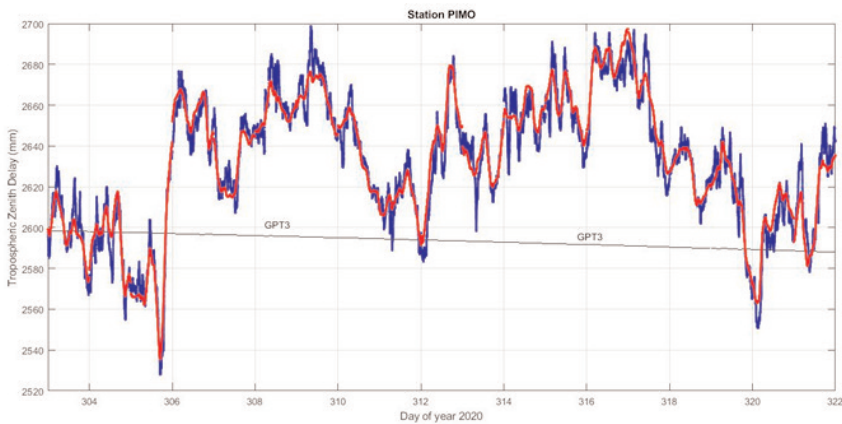
- Tọa độ nhận được từ việc xử lý được so sánh với giá trị chính xác để tính độ lệch và sai số trung phương theo các thành phần hướng Bắc, Đông và độ cao

Kết quả trình bày ở bảng 2 và 3.

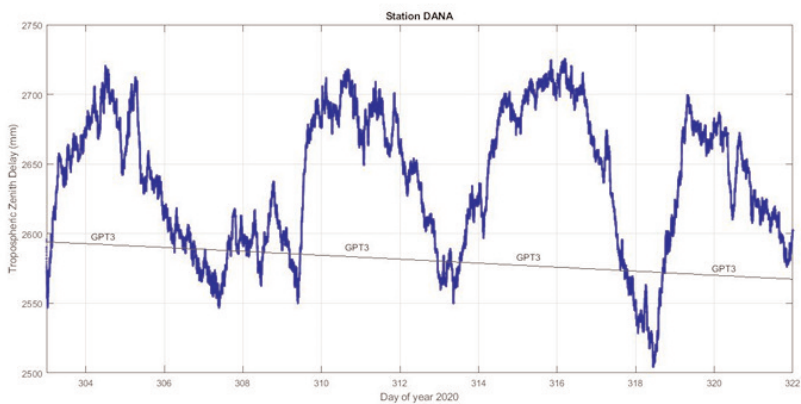
Bảng 2 và 3 cho thấy dù hai trạm PIMO và

DANA cách nhau đến 1387 km như kết quả xử lý chúng tương tự như nhau. Trung bình cho cả 2 trạm đo, sai số định vị theo hướng Bắc, Đông và độ cao đạt được (0.005, 0.004, 0.136) m khi xử lý tĩnh 24h và (0.018, 0.018, 0.136) m khi xử lý động. Theo đó thành phần độ cao chứa đựng sai số hệ thống lớn $\sim +0.13$ m. Đối chiếu với hình 1 và 2, ta thấy những ngày mô hình Saastamoinen+GPT3 có độ lệch lớn TZD cũng là những ngày có độ lệch lớn ở thành phần độ cao và tỷ lệ giải thành công tham số đa trị không cao. Ví dụ trạm đo DANA ngày 10-11/11 (315 và 316) có độ lệch TZD hơn 1dm, tương ứng với sai số độ cao $\sim 0.26-0.28$ m và tỷ lệ giải đa trị 87-93%. Hình 3 thể hiện kết quả xử lý động của

Hình 1: TZD của trạm PIMO từ bộ lọc Kalman (xanh), JPL (đỏ) và tính toán từ Saastamoinen+GPT3 (đen)



Hình 2: TZD của trạm DANA từ bộ lọc Kalman (xanh), và tính toán từ Saastamoinen+GPT3 (đen)



Bảng 2: Kết quả xử lý trạm PIMO khi dùng mô hình Saastamoinen+GPT3+VMF3

Ngày	Tỉnh 24h			Động			% giải đa trị
	$\Delta_{North}(m)$	$\Delta_{East}(m)$	$\Delta_{Up}(m)$	$m_{North}(m)$	$m_{East}(m)$	$m_{Up}(m)$	
29/10	+0.003	-0.001	+0.011	0.044	0.048	0.076	98
30/10	+0.004	-0.001	-0.001	0.012	0.012	0.043	96
31/10	+0.000	+0.001	-0.050	0.012	0.020	0.069	95
01/11	+0.008	+0.001	+0.148	0.015	0.011	0.155	99
02/11	+0.004	+0.001	+0.086	0.012	0.021	0.104	97
03/11	+0.000	+0.002	+0.141	0.022	0.024	0.149	97
04/11	+0.004	-0.002	+0.171	0.017	0.030	0.187	96
05/11	+0.007	-0.008	+0.111	0.012	0.009	0.116	97
06/11	+0.003	+0.000	+0.042	0.030	0.033	0.066	97
07/11	+0.003	+0.003	+0.090	0.016	0.037	0.105	91
08/11	+0.002	-0.000	+0.097	0.009	0.011	0.105	94
09/11	+0.007	-0.001	+0.147	0.013	0.009	0.148	96
10/11	+0.009	-0.005	+0.158	0.018	0.013	0.168	97
11/11	+0.006	-0.005	+0.201	0.030	0.014	0.238	96
12/11	+0.005	-0.006	+0.164	0.011	0.012	0.171	96
13/11	+0.002	-0.001	+0.088	0.008	0.010	0.094	99
14/11	+0.002	+0.001	+0.066	0.018	0.030	0.093	94
15/11	+0.001	+0.003	+0.021	0.032	0.022	0.073	94
16/11	+0.008	-0.003	+0.077	0.037	0.027	0.178	97
TB	0.005	0.003	0.113	0.019	0.021	0.124	96

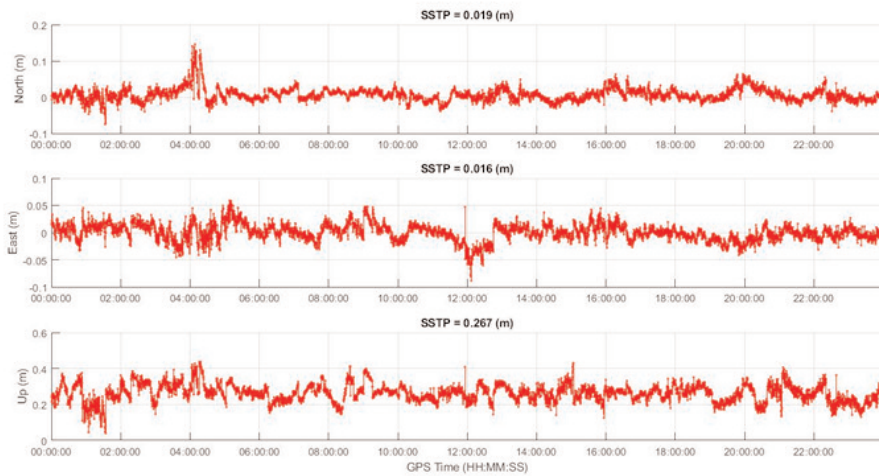
Bảng 3: Kết quả xử lý trạm DANA khi dùng mô hình Saastamoinen+GPT3+VMF3

Ngày	Tỉnh 24h			Động			% giải đa trị
	Δ_{North}	Δ_{East}	Δ_{Up}	m_{North}	m_{East}	m_{Up}	
29/10	+0.008	+0.002	+0.134	0.016	0.013	0.145	98
30/10	+0.006	-0.001	+0.183	0.016	0.015	0.191	94
31/10	+0.008	+0.003	+0.126	0.020	0.016	0.139	94
01/11	+0.005	+0.002	+0.023	0.013	0.013	0.045	99
02/11	-0.004	+0.001	-0.024	0.016	0.015	0.049	95
03/11	-0.001	+0.004	+0.009	0.013	0.014	0.039	96
04/11	+0.006	-0.016	+0.052	0.018	0.026	0.084	88
05/11	+0.005	-0.002	+0.250	0.017	0.017	0.258	91
06/11	+0.003	+0.004	+0.194	0.018	0.016	0.204	94
07/11	+0.003	+0.003	+0.091	0.016	0.012	0.103	92
08/11	+0.000	+0.006	-0.015	0.013	0.014	0.051	96
09/11	+0.001	-0.002	+0.199	0.014	0.016	0.206	94
10/11	+0.007	-0.000	+0.281	0.019	0.015	0.286	87
11/11	+0.004	+0.000	+0.258	0.019	0.016	0.267	93
12/11	+0.004	+0.005	+0.109	0.021	0.021	0.118	90
13/11	+0.004	+0.006	-0.090	0.018	0.022	0.108	94
14/11	+0.004	-0.004	+0.221	0.017	0.016	0.227	91
15/11	+0.005	+0.003	+0.176	0.016	0.015	0.185	94
16/11	+0.006	-0.002	+0.101	0.015	0.014	0.111	95
TB	0.005	0.005	0.158	0.017	0.016	0.148	93

trạm DANA vào ngày 11/11. Trong đó thành phần độ cao của tất cả các thời điểm đo bị lệch 1 cách có hệ thống một giá trị trung bình là +0.28 m. Trong khi đó thì thành phần mặt bằng chịu tác động của sai số TZD ít hơn nhiều. Vì vậy chúng tôi kết luận rằng khi dùng TZD tính từ Saastamoinen+GPT3, PPP chỉ cung cấp được độ chính xác cm ở thành phần mặt bằng.

(Xem hình 3)

Tiếp theo chúng tôi thay đổi phương án xử lý TZD trong PPP. Chúng tôi coi TZD là ẩn số với 3 thành phần: độ trễ thiên đỉnh, gradient hướng Bắc và gradient hướng Đông. Trong đó giá trị sơ bộ của TZD là giá trị tính toán từ Saastamoinen và GPT3 với sai số ± 0.1 m. Ở lần xử lý này, tỷ lệ giải thành công đa trị rất cao, trung bình đạt 97%



Hình 3: Kết quả xử lý động của trạm DANA ngày 11/11

ở cả hai trạm đo, thấp nhất là 93%. Kết quả xử lý được trình bày ở bảng 4 và 5.

Bảng 4 và 5 cho thấy độ chính xác định vị của 2 trạm PIMO và DANA tương tự như nhau, trung bình đạt (0.002, 0.002, 0.010)m khi xử lý tĩnh 24h và (0.015, 0.018, 0.050)m khi xử lý động theo các thành phần hướng Bắc, Đông và độ cao. Các độ lệch tọa độ trên bảng 4 và 5 thể hiện tính chất ngẫu nhiên, không giống như bảng 2 và 3. Độ chính xác định vị này cũng tương đương với các công bố khoa học trước đây về định vị điểm chính xác cao [11]. So sánh với kết quả ở bảng 2 và 3, độ chính xác khi xử lý tĩnh 24h tốt hơn khoảng 2 lần ở mặt bằng và hơn 10 lần ở thành phần độ cao. Mặt khác tỷ lệ giải tham số đa trị thành công cũng cao hơn (97% vs 94%).

4. Tóm tắt và kết luận

Để khắc phục ảnh hưởng của tầng đối lưu trong định vị điểm chính xác cao, chúng tôi đã nghiên cứu và áp dụng mô hình khí tượng mới nhất hiện nay - GPT3 kết hợp với Saastmoinen. Kết quả xử lý PPP khi hiệu chỉnh TZD dùng mô hình này cho thấy:

Trong điều kiện thời tiết bất thường do ảnh hưởng của các cơn bão, TZD tính từ mô hình Saastamoinen +GPT3 có sai số lên đến hơn 1dm.

Việc giải tham số đa trị trong PPP có tỷ lệ thành công đạt trung bình 94%. Tuy nhiên có những ngày tỷ lệ này chỉ đạt 87%

Độ chính xác định vị theo hướng Bắc, Đông và độ cao đạt được (0.005, 0.004, 0.136) m khi xử lý tĩnh 24h và (0.018, 0.018, 0.136) m khi xử lý động. Trong cả hai trường hợp xử lý, thành phần độ cao đều chứa sai số hệ thống lớn $\sim +0.13$ m do sai số TZD tính từ mô hình Saastamoinen+GPT3.

Nếu coi TZD tính từ mô hình Saastamoinen+GPT3 là giá trị sơ bộ để khảo sát tham số này trong PPP, tỷ lệ giải thành công tham số đa trị cao hơn, trung bình là 97% và không có trường hợp nào dưới 93%. Độ chính xác định vị là (0.002, 0.002, 0.010) m khi xử lý tĩnh 24h và (0.015, 0.018, 0.050) m khi xử lý động theo các thành phần hướng Bắc, Đông và độ cao.

Vì vậy chúng tôi kết luận rằng nếu yêu cầu độ chính xác đặt ra cho PPP ở mức cm cho thành phần mặt bằng thì có thể hiệu chỉnh TZD tính từ mô hình Saastamoinen+GPT3. Tuy nhiên nếu đòi hỏi thành phần độ cao cũng phải đạt độ chính xác ở mức cm thì chỉ nên coi giá trị TZD này là sơ bộ với sai số khoảng 0.1m và cần phải khảo sát tham số này trong xử lý PPP.○

Bảng 4: Kết quả xử lý trạm PIMO khi khảo sát TZD

Ngày	Tinh 24h			Động			% giải đa trị
	Δ_{North}	Δ_{East}	Δ_{Up}	mNorth	mEast	mUp	
29/10	+0.006	+0.000	+0.004	0.017	0.016	0.052	93
30/10	+0.003	-0.002	+0.007	0.012	0.016	0.061	95
31/10	+0.001	+0.001	+0.015	0.012	0.016	0.066	97
01/11	+0.004	+0.003	+0.021	0.012	0.013	0.048	97
02/11	+0.003	+0.000	+0.013	0.011	0.022	0.055	96
03/11	-0.001	+0.004	-0.004	0.012	0.016	0.038	97
04/11	+0.000	-0.000	+0.012	0.009	0.011	0.037	99
05/11	+0.002	-0.001	+0.011	0.007	0.010	0.029	97
06/11	-0.000	+0.001	-0.006	0.015	0.027	0.046	98
07/11	+0.000	+0.002	+0.008	0.016	0.037	0.052	98
08/11	+0.002	+0.003	+0.003	0.008	0.013	0.038	97
09/11	+0.001	+0.004	+0.007	0.014	0.020	0.046	97
10/11	+0.002	-0.004	+0.004	0.034	0.030	0.037	98
11/11	+0.002	+0.001	+0.009	0.009	0.017	0.049	97
12/11	+0.002	-0.000	+0.009	0.009	0.013	0.040	99
13/11	-0.001	-0.001	+0.016	0.008	0.011	0.034	99
14/11	+0.000	+0.003	-0.004	0.023	0.036	0.066	97
15/11	+0.004	+0.002	+0.011	0.025	0.016	0.058	96
16/11	+0.002	-0.000	0.029	0.014	0.023	0.064	98.5
TB	0.002	0.002	0.012	0.014	0.019	0.048	97

Bảng 5: Kết quả xử lý trạm DANA khi khảo sát TZD

Ngày	Tinh 24h			Động			% giải đa trị
	Δ_{North}	Δ_{East}	Δ_{Up}	mNorth	mEast	mUp	
29/10	+0.005	-0.000	+0.009	0.016	0.015	0.049	98
30/10	+0.003	-0.003	+0.000	0.014	0.019	0.050	96
31/10	+0.004	+0.001	-0.010	0.018	0.014	0.055	97
01/11	+0.003	+0.000	+0.005	0.024	0.020	0.062	98
02/11	-0.000	+0.002	+0.016	0.016	0.014	0.049	98
03/11	-0.002	+0.005	+0.014	0.012	0.013	0.042	98
04/11	+0.000	+0.000	+0.009	0.017	0.015	0.059	97
05/11	+0.003	+0.002	+0.003	0.019	0.015	0.047	97
06/11	-0.001	+0.004	-0.006	0.017	0.019	0.053	96.5
07/11	+0.000	+0.001	-0.007	0.001	0.010	0.041	98
08/11	-0.001	+0.005	+0.006	0.017	0.014	0.051	98
09/11	+0.000	+0.002	-0.011	0.019	0.014	0.047	97
10/11	+0.002	+0.000	-0.000	0.014	0.013	0.045	96
11/11	-0.002	+0.002	-0.002	0.021	0.012	0.040	94
12/11	+0.003	+0.002	+0.002	0.015	0.020	0.050	96.5
13/11	+0.003	-0.000	+0.019	0.015	0.021	0.071	95
14/11	-0.000	+0.004	-0.006	0.016	0.016	0.050	97
15/11	+0.003	-0.000	+0.007	0.015	0.016	0.060	93
16/11	+0.001	+0.000	+0.007	0.014	0.016	0.043	95
TB	0.002	0.002	0.009	0.016	0.016	0.051	97

Tài liệu tham khảo

[1]. Sung H. Byun and Yoaz E. Bar-Sever, (2009), “A new type of troposphere zenith path delay product of the international GNSS service”, Journal of Geodesy, 83: 367-373.

[2]. Böhm J., A. Niell, P. Tregoning, and H. Schuh, (2006), “Global Mapping Function

(GMF): A new empirical mapping function based on numerical weather model data”, Geophysical Research Letters, Vol. 33, L07304, doi: 10.1029/2005GL025546.

[3]. Böhm J, Möller G, Schindelegger M, Pain G, Weber R, (2015), “Development of an improved blind model for slant delays in the tro-

posphere (GPT2w)", GPS Solution, 19:433. doi:10.1007/s10291-014-0403-7.

[4]. Huỳnh Nguyễn Đình Quốc và Nguyễn Ngọc Lô, (2014), "So sánh lượng hơi nước tích tụ bằng GNSS và bằng bóng thám không tại trạm Tân Sơn Hòa TP.HCM", Tạp chí Khoa học đo đạc và Bản đồ, 19, 21-28, 2014.

[5]. Lagler K, Schindelegger M, Böhm J, Krasna H, Nilsson T, (2013), "GPT2: empirical slant delay model for radio space geodetic techniques", Geophys Res Lett 40(6):1069-1073. doi:10.1002/grl.50288.

[6]. Landskron D. and Böhm J., (2018), "VMF3/GPT3: refined discrete and empirical troposphere mapping functions", J Geod (2018) 92:349-360, <https://doi.org/10.1007/s00190-017-1066-2>.

[7]. Leandro RF, Santos MC, Langley RB, (2006), "UNB neutral atmosphere models: development and performance". In: Proceedings of ION NTM 2006, the 2006 National Technical Meeting of The Institute of Navigation, Monterey, California, 18-20 January 2006, pp 564-573.

[8]. Mendes, V. B., Langley, R. B., (1998), "Tropospheric Zenith Delay Prediction Accuracy for Airborne GPS High-Precision Positioning", Proceedings of the 54th Annual Meeting of The Institute of Navigation, Denver, CO, June 1998, pp. 337-347.

[9]. Jorge Mendez Astudillo, Lawrence Lau, Yu-Ting Tang and Terry Moore, (2018), "Analysing the Zenith Tropospheric Delay Estimates in On-line Precise Point Positioning (PPP) Services and PPP Software Packages", Sensors 2018, 18, 580; doi:10.3390/s18020580.

[10]. Nguyễn Ngọc Lô, (2012), "Xác định lượng hơi nước tích tụ (PWV) bằng phương pháp định vị điểm GPS chính xác", Tạp chí Khí tượng và Thủy văn, 614, 40-44.

[11]. Nguyễn Ngọc Lô, (2020), "Định vị điểm chính xác cao dùng vệ tinh GALILEO có giải đa trị", Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, 46, 1-10.

[12]. Saastamoinen, (1972), "Atmospheric correction for the troposphere and stratosphere in radio ranging of satellites", in the Use of Artificial Satellites for Geodesy, Geophysics Monograph, 15, AGU, Washington D.C. ○

Summary

GPT3 model accuracy and it's effects on precise point positioning in the east Vietnam sea region

Nguyen Ngoc Lau - Vietnam National University Ho Chi Minh City

Pham Anh Dung - Tuong Anh Science Technology Equipment Joint Stock Company

We extract the tropospheric zenith delay (TZD) from 19 days of GNSS data (October 29 to November 16, 2020) located in the peak of the rainy season in the East Vietnam Sea area of two GNSS permanent stations in the Philippines and Vietnam. When compared with the results of the TZD calculation from the GPT3 model, the maximum deviation is up to more than 1dm. This leads to precise point positioning (PPP) when correcting TZD using GPT3 and VMF3 models reduces the success rate of ambiguity resolution and causes large systematic errors in the height component. The positioning errors in the North, East and Up components were achieved (0.005, 0.004, 0.136) m when 24 hour static and (0.018, 0.018, 0.136) m when kinematic processing. Considering the TZD as an unknown to estimate together with the station coordinates, the PPP processing has the success rate of ambiguity resolution being 97% and the positioning error obtained as (0.002, 0.002, 0.010) m when 24h static and (0.015, 0.018, 0.050) m when kinematic processing. The Up component accuracy is improved by 3-13 times compared to using the GPT3 model. ○