

KHẢO SÁT ĐỘ CHÍNH XÁC PHƯƠNG ĐỨNG CỦA KỸ THUẬT ĐO ĐỘNG GPS MONITORING VERTICAL ACCURACIES OF GPS KINEMATIC TECHNIQUE

Đặng Văn Công Bằng

Bộ môn Địa tin học, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Đại học Bách khoa, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

BẢN TÓM TẮT

GPS đã được ứng dụng nhiều trong định vị độ chính xác cao nhưng chủ yếu là ở tọa độ mặt bằng và kỹ thuật đo tĩnh. Trong bài báo này chúng tôi tập trung ở việc khảo sát độ chính xác phương đứng của các kết quả định vị động hậu xử lý (post process kinematic) nhằm mục đích xem xét khả năng ứng dụng kỹ thuật đo động vào việc giám sát chuyển dịch theo phương đứng của các công trình chịu tải trọng động như cầu dây văng, cầu treo... Khảo sát cho thấy độ chính xác theo phương đứng của kỹ thuật đo động hậu xử lý có thể đạt được $\pm 9\text{mm}$.

ABSTRACT

GPS has been used widely in high accuracy positioning. However it is mainly in horizontal positioning and with static technique. In this paper we are concentrated in monitoring vertical accuracies of post process kinematic positioning results to consider capability using kinematic technique in monitoring in vertical structures such as cable stayed bridge or cable suspended bridge... Results of surveying shows accuracy in vertical of post process kinematic approximately $\pm 9\text{mm}$.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Từ khi hệ thống định vị vệ tinh GPS được đưa vào sử dụng cho mục đích dân sự, nó đã mở ra một cuộc cách mạng công nghệ mới trong lĩnh vực trắc địa - bản đồ theo hướng không ngừng nâng cao hiệu quả của công tác đo đạc ngoại nghiệp cho đến việc đáp ứng mọi yêu cầu về độ chính xác (độ chính xác đo đạc GPS ngày nay có thể đạt ở mức mm với khoảng cách vài ngàn km). Tuy nhiên công nghệ này chỉ được ứng dụng nhiều trong kỹ thuật đo tĩnh chính xác và chủ yếu là về phương diện mặt bằng còn về thành phần độ cao ít được quan tâm hơn, đặc biệt trong kỹ thuật đo động thì thành phần độ cao hầu như bị bỏ qua trong các ứng dụng độ chính xác cao. Thực tế của vấn đề trên là do độ chính xác phương đứng của GPS phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố trong đó chủ yếu là do cấu hình vệ tinh và ảnh hưởng của khí quyển làm cho độ chính xác của thành phần độ cao kém hơn mặt bằng từ 2 đến 3 lần [6]. Ngày nay với sự gia tăng về

số lượng vệ tinh, cấu hình vệ tinh ngày càng tốt, công nghệ chế tạo máy thu ngày càng cao và các phần mềm xử lý ngày càng tinh vi thì chắc chắn rằng độ chính xác đo tĩnh và đo động cả về phương diện mặt bằng lẫn độ cao sẽ không ngừng được cải thiện. Để có thể đánh giá được những khả năng ứng dụng mới của công nghệ GPS trong việc giám sát các công trình chịu tác dụng của tải trọng động như cầu treo, cầu dây văng, Trong bài báo này chúng tôi đã tiến hành xây dựng một quy trình từ khâu thiết kế bãi kiểm nghiệm, đo đạc thu thập số liệu, xử lý số liệu, đánh giá độ chính xác về phương đứng của thiết bị GPS ở kỹ thuật đo động.

2. THIẾT KẾ BÃI KIỂM ĐỊNH VÀ THU THẬP SỐ LIỆU THỰC ĐỊA

Để khảo sát độ chính xác theo phương đứng của phép đo động thời gian thực chúng tôi đã dùng bộ máy thu GPS LEGACY-E

(hình1). Đây là loại máy thu hai tần số chính

xác cao đo hãng TOPCON sản xuất.



Hình 1. Bộ máy thu Topcon LEGACY-E

Độ chính xác của việc đo GPS phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, trong đó có một vài nhân tố có thể loại trừ hoặc giảm thiểu được bằng cách chọn vị trí đặt máy thu thích hợp. Để có thể quan sát được tối đa số vệ tinh ta cần chọn và giảm thiểu độ nhiễu tín hiệu cần chọn vị trí đặt anten tại những nơi thông thoáng, cách xa các nhà cao tầng, đường điện cao thế,... và đường dây không được quá ngắn. Ý tưởng thực nghiệm được thực thi trong nghiên cứu này nhằm để áp dụng vào thực tế giám sát độ dao động của cầu Mỹ Thuận cho nên việc chọn

điểm phải tương tự ngoài thực tế như chiều dài, phương vị và chênh cao giữa hai điểm. Dựa vào các tiêu chí trên chúng tôi đã chọn được hai vị trí thích hợp một điểm trên nóc toà nhà C5 của trường đại học Bách Khoa và một điểm tại bãi đất trống phía sau bưu điện Phú Thọ, với chiều dài đường dây 441.552m. Trạm tĩnh (Base) được đặt tại bãi đất trống (hình 2), trạm động (Rover) đặt trên nóc cầu thang sân thượng nhà C5 (hình 3) với độ chênh lệch về độ cao khoảng 23m.



Hình 2. Trạm base



Hình 3. Trạm rover

Chân ba đặt anten tại trạm động có cấu tạo đặc biệt có thể dịch chuyển lên hoặc xuống (thông qua tay quay và các bánh răng) một

cách chính xác một giá trị định trước. Với cấu tạo như thế giúp cho việc đánh giá kết quả theo

phương đứng được khách quan và chính xác hơn.

Quá trình thu thập số liệu được thực hiện như sau: để thu được tín hiệu tốt và kết quả xử lý cho độ chính xác cao ta phải lựa chọn tốc độ và thời gian thu thích hợp. Trong nghiên cứu này, chúng tôi chọn tốc độ thu 1 giây epoch (mỗi giây ghi một số liệu) là tốc độ thu nhanh nhất mà nhiều máy thu có thể đáp ứng, thời gian thu dữ liệu tiến hành liên tục trong 9 giờ và được chia thành 3 ca mỗi ca 3 giờ. Sau mỗi ca đo chiều cao anten trạm động được hạ thấp đi 5mm. Để hạn chế ảnh hưởng của hiện tượng đa đường chúng tôi cài đặt góc cao vệ tinh là 10° [6].

3. XỬ LÝ DỮ LIỆU

Phần mềm xử lý dữ liệu là Pinnacle đây là phần mềm chuyên xử lý số liệu đo của các máy Topcon. Quá trình xử lý được tiến hành theo 2 phương án: xử lý tĩnh (Static solution) và xử lý động (Kinematic solution). Ngoài các ảnh hưởng của phần cứng, độ chính xác kết quả đo GPS còn phụ thuộc rất nhiều vào phần mềm. Trong đó chúng tôi cố gắng phân tích ảnh hưởng của bản lịch vệ tinh và các trị đo xử lý vào kết quả định vị nhằm tìm ra kết quả tốt nhất cho ứng dụng của chúng tôi. Sau đây là các cài đặt đã dùng trong Pinnacle khi xử lý.

Bảng 1: Cài đặt tham số trong Pinnacle

Trị đo	L1, L1&L2, L1L2&C
Bản lịch	Hai loại bản lịch
Tham số độ trễ đối lưu	Không khảo sát, dung mô hình Hoffield
Góc cao vệ tinh	10°

- Xử lý tĩnh:

Để chọn được kết quả tốt nhất chúng tôi đã xử lý dữ liệu ở ca đo thứ hai dùng ca đo thứ hai để xử lý theo từng trị đo L1, L1&L2,

L1L2&C. Kết quả xử lý từ phần mềm cho giá trị chênh cao (giữa trạm tĩnh và trạm động) và sai số trung phương chênh cao được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 2: Kết quả xử lý ca đo theo các trị đo khác nhau

Trị đo	Chênh cao (mm)	Sai số trung phương (mm)
L1	23.382	0.9
L1&L2	23.383	1.1
L1L2&C	23.375	1.3

Qua bảng 1 chúng tôi nhận thấy dùng trị đo L1 để xử lý cho kết quả tốt nhất. Sau đây là kết quả xử lý giữa các ca đo dùng trị đo L1 với bản lịch phát tín và bản lịch chính xác. Trong

quá trình xử lý chúng tôi đã hiệu chỉnh chiều cao anten vào từng ca đo. Kết quả xử lý với bản lịch phát tín được trình bày ở bảng 3 và bản lịch chính xác ở bảng 4

Bảng 3: Xử lý với bản lịch phát tín

Đường dây	Chênh cao (mm)	Chênh lệch (mm)
Base-rover1	23.381	
Base-rover2	23.382	1
Base-rover3	23.378	4

Bảng 4: Xử lý với bản lịch chính xác IGS

Đường đáy	Chênh cao (mm)	Chênh lệch (mm)
Base-rover1	23.382	
Base-rover2	23.382	0
Base-rover3	23.380	2

So sánh giữa bảng 3 và bảng 4 chúng tôi nhận thấy kết quả xử lý từ bản lịch chính xác cho kết quả tốt hơn. Điều này rất phù hợp với thực tế và đã được chứng minh qua [1], cải thiện được 50% độ chính xác phương đứng. Như vậy một ca đo tĩnh 3 giờ hoàn toàn có thể phát hiện độ dịch chuyển theo phương đứng 5mm với sai số 2mm.

- Xử lý động:

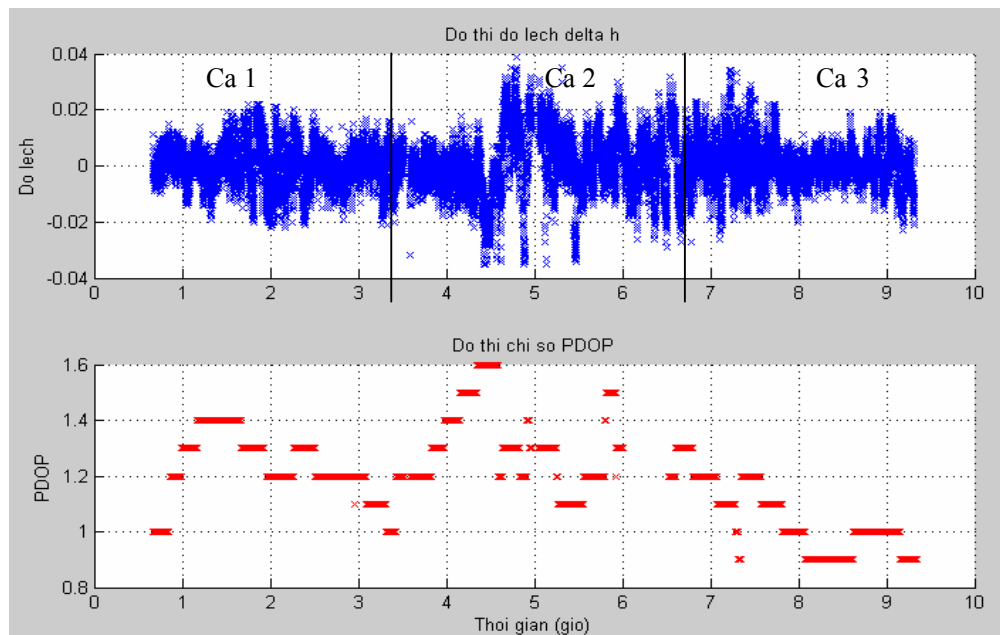
Theo phân tích ở phần xử lý tĩnh thì khi xử lý số liệu dùng trị đo L1 và bản lịch vệ tinh chính xác sẽ cho kết quả tốt nhất nên trong phần này chúng tôi chỉ xử lý với phương án đã chọn ở trên. Các kết quả xử lý từng epoch được xuất ra dưới định dạng tọa độ trắc địa (B, L, H) và kèm theo chỉ số PDOP. Để đánh giá độ chính xác theo phương đứng ta lấy chênh cao trung bình của 3 ca đo giữa trạm tĩnh và trạm động (Δh) từ kết quả xử lý tĩnh

làm giá trị xác xuất nhất. Theo Bessel ta có công thức đánh giá sai số trung phương một lần đo là:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n-1}} \quad (1)$$

$$\Delta = \Delta h' - \Delta h \quad (2)$$

Trong đó m là sai số trung phương một lần đo, Δh là chênh cao giữa trạm tĩnh và trạm động từ kết quả xử lý tĩnh, $\Delta h'$ là chênh cao giữa trạm tĩnh và trạm động của từng epoch, n là số epoch. Việc tính toán các độ lệch Δ từng epoch được thực hiện trên các bảng tính EXCEL, kết quả được thể hiện qua hình 4 với sai số trung phương một lần đo bằng $\pm 9\text{mm}$.



Hình 4. Kết quả xử lý bằng bản lịch chính xác với trị đo L1

Kết quả thể hiện ở hình 3.1 cho thấy ca đo một và ca ba cho kết quả ổn định hơn ca hai. Ca đo thứ nhất bắt đầu từ 8g00 đến 11g00, ca hai từ 11g00 đến 14g00, ca ba từ 14g00 đến 17g00. Thời gian thu tín hiệu của ca hai đúng vào thời điểm nắng gắt nhất trong ngày, vào lúc này thì ảnh hưởng của các hiện tượng khúc xạ tầng điện ly là lớn nhất. Ngoài ra, dựa vào chỉ số PDOP chúng tôi nhận thấy ở ca hai chỉ số PDOP rất lớn nghĩa là cấu hình vệ tinh rất xấu. Chính những nguyên nhân đó dẫn đến độ chính xác phương đứng giảm đi rất nhiều.

4. KẾT LUẬN

Việc ứng dụng GPS ở kỹ thuật đo động hiện nay chưa được sử dụng nhiều do những nghi ngờ về độ chính xác. Kết quả thực nghiệm đạt được trong bài báo này sai số trung phương phương đứng gần bằng $\pm 9\text{mm}$, với độ tin cậy 2σ thì có thể áp dụng vào thực tế để giám sát độ chuyển dịch theo phương đứng của các công trình chịu tải trọng động có độ dịch chuyển lớn hơn 18mm. Còn đối với các công trình có độ chuyển dịch nhỏ hơn 18mm thì thiết bị sẽ không phát hiện được, đây là giới hạn của phương pháp. Tuy nhiên, với tốc độ

phát triển công nghệ GPS như hiện nay thì độ chính xác ngày càng được cải thiện, sẽ mở ra những khả năng mới của công nghệ này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Ngọc Lô. Cải thiện phương pháp tính tọa độ vệ tinh GPS từ bản lịch phát tín. Bài báo đăng trong hội nghị khoa học lần thứ 8.
2. Nguyễn Ngọc Lô - Nguyễn Đăng Thiện. Đánh giá độ chính xác các thông tin trong bản lịch phát dữ liệu sau khi SA tắt. Bài báo đăng trong tạp chí Trắc - Địa Bản Đồ số 1 năm 2001.
3. Nguyễn Ngọc Lô. Định vị vệ tinh. Bài giảng cao học.
4. Christopher Stephen Watson. The Batman bridge structural monitoring using GPS. Luận văn thạc sĩ.
5. Đinh Viết Chung. Khảo sát độ chính xác đo động máy một tần số Topcon Legacy-E. Luận văn tốt nghiệp đại học năm 2003.
6. Nghiên cứu cơ sở khoa học của việc xây dựng các mạng lưới GPS các cấp hạng trong hệ tọa độ động học.