

KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỒ HÌNH ĐẾN ĐỘ CHÍNH XÁC VỊ TRÍ ĐIỂM TRONG XÂY DỰNG LƯỚI GPS CẠNH NGẮN

BÙI THỊ KIÊN TRINH – Đại học Thủy Lợi
ĐOÀN VĂN CHINH – Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn

Tóm tắt: Hiện nay việc đo đạc lưới khống chế trắc địa đã và đang sử dụng công nghệ GPS ngày một nhiều do tính ưu việt về độ chính xác và khả năng ứng dụng. Theo quy phạm, quá trình thành lập lưới bằng GPS đòi hỏi phải thiết kế đồ hình lưới rất chặt chẽ, điều này phần nào hạn chế ưu điểm của công nghệ này. Bài báo chứng minh sự ảnh hưởng của đồ hình lưới đến kết quả định vị điểm khi xây dựng lưới GPS cạnh ngắn là không đáng kể.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

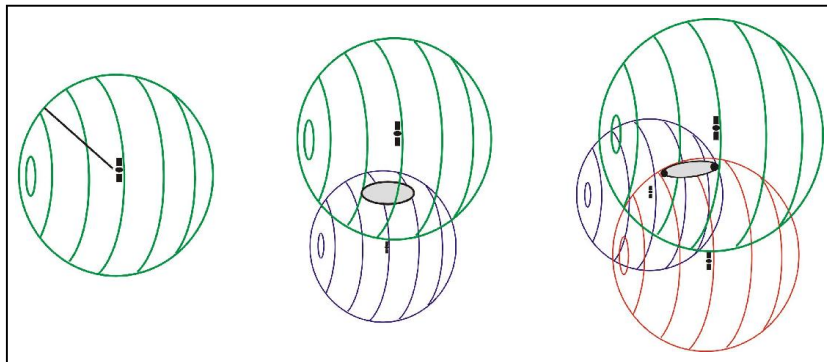
Công nghệ định vị toàn cầu - GPS đã thực sự mang lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật trong ngành đo đạc Bản đồ ở trên thế giới nói chung và ở Việt Nam nói riêng. Hiện nay đã có nhiều công trình nghiên cứu về GPS phục vụ công tác Trắc địa Bản đồ, đặc biệt là những quan điểm khác nhau về ảnh hưởng của kết cấu đồ hình lưới đến độ chính xác mạng lưới. Trong bài báo này chúng tôi khảo sát ảnh hưởng của đồ hình lưới trong xây dựng mạng lưới cạnh ngắn bằng công nghệ GPS. Nội dung bài báo trình bày cơ sở lý

thuyết và kết quả thực nghiệm trên 3 khu vực thuộc Hải Phòng, Quảng Ninh, Đắk Nông từ đó đưa ra một số kết luận và kiến nghị về mạng lưới cạnh ngắn được xây dựng bằng công nghệ GPS.

II. NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT VÀ THỰC NGHIỆM

1. Cơ sở lý thuyết

Nguyên lý của công nghệ định vị toàn cầu - GPS là xác định vị trí điểm dựa vào bài toán khoảng cách giả. Nội dung của bài toán được mô tả ở hình sau:



Hình 1: Thu tín hiệu từ 3 vệ tinh

Công thức tính cạnh đo bằng công nghệ GPS:

$$R = c \cdot (t + \Delta t) = \sqrt{(X_s - X)^2 + (Y_s - Y)^2 + (Z_s - Z)^2} + c \cdot \Delta t \quad (1)$$

trong đó:

- R: Khoảng cách giả từ vệ tinh đến máy thu
- X_s, Y_s, Z_s : Tọa độ của vệ tinh S trong hệ tọa độ địa tâm tại thời điểm t
- X, Y, Z: Tọa độ của điểm cần xác trong hệ

tọa độ địa tâm

- c: Khoảng cách giả từ vệ tinh đến máy thu
- Δt : thời gian lan truyền tín hiệu từ vệ tinh đến máy thu

Để giải bài toán với 4 ẩn số trong công thức (1) chỉ cần biết tọa độ của 4 vệ tinh. Nếu quan trắc được n vệ tinh sẽ giải bài toán theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất. Khi đó, ta có n

phương trình sai số dạng:

$$V_i = -\frac{(X_i - X^0)}{R_i} dx - \frac{(Y_i - Y^0)}{R_i} dy - \frac{(Z_i - Z^0)}{R_i} dz - C \cdot dt + l_i \quad (2)$$

trong công thức trên $i = 1 \div n$.

Nếu ký hiệu ma trận hệ số của phương trình sai số trên là A, vector số hạng tự do là L và vector ẩn số là X ta sẽ có dạng tích các ma trận như sau:

$$A \cdot X + L = 0 \quad (3)$$

Do phạm vi nghiên cứu mạng lưới GPS cạnh ngắn nên có thể coi các khoảng cách giả thu được là cùng độ chính xác, do đó ta lập được hệ phương trình chuẩn có dạng:

$$A^T \cdot A \cdot X + A^T \cdot L = 0 \quad (4)$$

Giải hệ phương trình chuẩn ta có được vector ẩn số X. Với ma trận kết quả X và ma trận L, có thể tính được ma trận V và sai số trung phương trọng số đơn vị μ . Đồng thời, để phục vụ cho đánh giá độ chính xác các ẩn số ta tính được ma trận trọng số đảo $Q_{(4 \times 4)}$ theo công thức sau:

$$Q = (A^T \cdot A)^{-1} = \begin{bmatrix} Q_{11} & Q_{12} & Q_{13} & Q_{14} \\ Q_{21} & Q_{22} & Q_{23} & Q_{24} \\ Q_{31} & Q_{32} & Q_{33} & Q_{34} \\ Q_{41} & Q_{42} & Q_{43} & Q_{44} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Từ đây có thể đánh giá được độ chính xác của các ẩn số:

$$m_x = \mu \cdot \sqrt{Q_{11}} ; m_y = \mu \cdot \sqrt{Q_{22}}$$

$$m_z = \mu \cdot \sqrt{Q_{33}} ; m_{\Delta t} = \mu \cdot \sqrt{Q_{44}} \quad (6)$$

Trong kỹ thuật đo GPS, để đánh giá độ chính xác thường sử dụng hai chỉ số:

PDOP - Position Dilution Of Precision - Độ phân tán vị trí điểm

GDOP - Geometry Dilution Of Precision - Độ phân tán hình học

Các chỉ số này không phụ thuộc vào đồ hình lưới và được tính như sau:

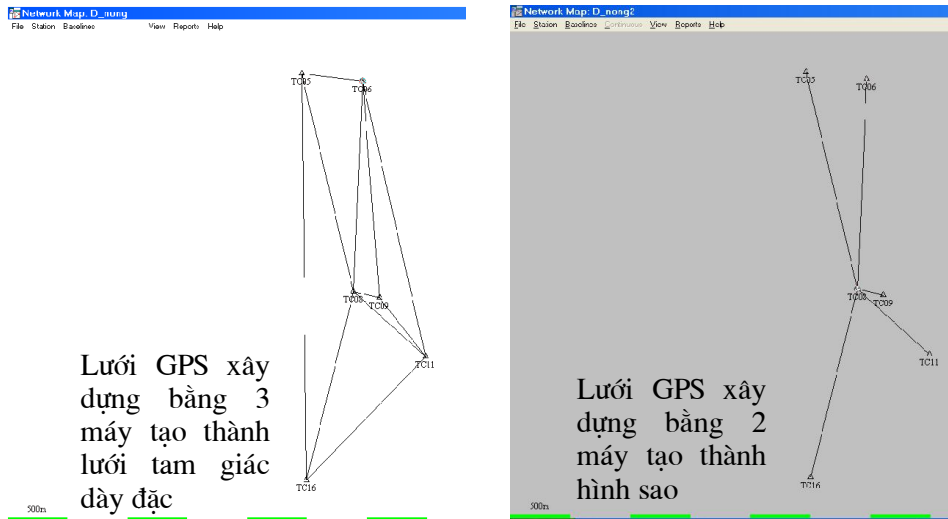
$$PDOP = \sqrt{Q_{11} + Q_{22} + Q_{33}} \quad (7)$$

$$GDOP = \sqrt{Q_{11} + Q_{22} + Q_{33} + Q_{44}}$$

2. Thực nghiệm

Để có kết quả thực nghiệm chứng minh ảnh hưởng của đồ hình đến kết quả định vị bằng công nghệ GPS, chúng tôi đã tiến hành trên 3 khu vực khác nhau về vị trí địa lý, chênh cao địa hình và thực nghiệm vào các thời điểm khác nhau. Tại mỗi khu thực nghiệm, trên cùng các điểm mốc ngoài thực địa tiến hành sử dụng 3 máy Trimble Geo XT 2005 đo độc lập 3 máy tạo thành mạng lưới các tam giác dày đặc và đo 2 máy tạo thành mạng lưới hình sao hoặc lưới đường chuyên đơn (theo hình 1, 2, 3). Sau khi đo đạc tại thực địa tiến hành bình sai sử dụng chung 1 điểm gốc bằng phần mềm GPSurvey 2.35 của hãng Trimble Navigation - Mỹ, tọa độ - độ cao của các điểm sau bình sai được thống kê trong bảng 1, 2, 3. Chênh lệch tọa độ các điểm của lưới tính từ hai dạng đồ hình đều nằm trong hạn sai cho phép.

Hình 1: Khu vực Đăk Nông

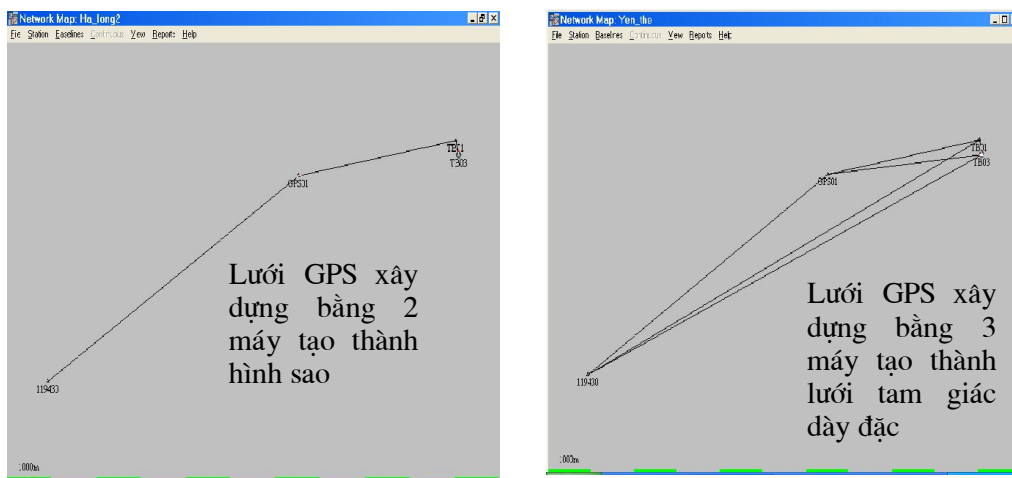


Chiều dài cạnh trung bình 1.2km

Bảng 1: Kết quả so sánh khu vực Đắk Nông
(Kiểm định mạng lưới tam giác thủy công nhà máy thủy điện Đắk R Tih – Gia Nghĩa - Đắk Nông)

TT	Name	Đồ hình lưới tam giác dày đặc			Đồ hình lưới hình sao			Sai lệch tọa độ (m)		
		X(m)	Y(m)	H(m)	X(m)	Y(m)	H(m)	X	Y	h
1	TC05	1323352.290	570950.248	583.158	1323352.289	570950.245	583.166	0.001	0.003	-0.008
2	TC06	1323294.819	571457.435	606.189	1323294.820	571457.436	606.188	-0.001	-0.001	0.001
3	TC08	1321548.997	571383.773	615.622	1321548.997	571383.773	615.622	0.000	0.000	0.000
4	TC09	1321495.675	571602.559	607.259	1321495.675	571602.559	607.259	0.000	0.000	0.000
5	TC11	1321007.917	571988.181	505.589	1321007.918	571988.181	505.590	-0.001	0.000	-0.001
6	TC16	1319982.358	570999.667	495.137	1319982.358	570999.666	495.139	0.000	0.001	-0.002
Trung bình sai lệch theo các phương X Y H								0.000	0.001	-0.002

Hình 2: Khu vực Quảng Ninh

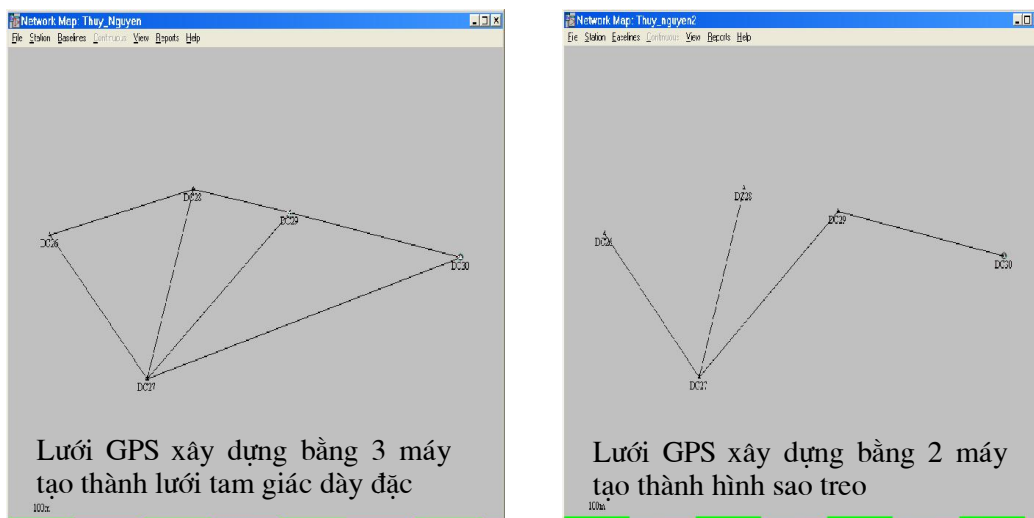


Chiều dài cạnh trung bình 2.3km

Bảng 2: Kết quả so sánh khu vực Quảng Ninh
(Dự án quy hoạch xã Hà An huyện Yên Hưng – tỉnh Quảng Ninh)

STT	Name	Đồ hình lưới tam giác dày đặc			Đồ hình lưới hình sao			Sai lệch tọa độ (m)		
		X(m)	Y(m)	H(m)	X(m)	Y(m)	H(m)	X	Y	h
1	119430	2316879.011	511253.109	23.301	2316879.011	511253.109	23.301	0.000	0.000	0.000
2	GPS01	2320299.903	516848.579	20.822	2320299.901	516848.577	20.826	0.002	0.002	-0.004
3	TB01	2320896.714	520326.852	17.064	2320896.708	520326.866	17.052	0.006	-0.014	0.012
4	TB03	2320648.966	520393.222	29.751	2320648.954	520393.237	29.708	0.012	-0.015	0.043
Trung bình sai lệch theo các phương X Y H								0.005	-0.007	0.013

Hình 3: Khu vực Hải Phòng



Chiều dài cạnh trung bình 0.4km

Bảng 3: Kết quả so sánh khu vực Hải Phòng
(Lập hồ sơ lưới GPS và lưới đường chuyên cấp II Tuyến đường trục chính khu đô thị và công nghiệp Bắc Sông Cấm)

STT	Name	Đồ hình lưới tam giác dày đặc			Đồ hình lưới hình sao			Sai lệch tọa độ (m)		
		X(m)	Y(m)	H(m)	X(m)	Y(m)	H(m)	X	Y	h
1	DC26	2312251.584	575927.522	1.507	2312251.589	575927.522	1.507	-0.005	0.000	0.000
2	DC27	2312106.690	576071.925	1.134	2312106.690	576071.925	1.134	0.000	0.000	0.000
3	DC28	2312299.269	576139.235	1.328	2312299.261	576139.235	1.328	0.008	0.000	0.000
4	DC29	2312276.874	576281.704	1.529	2312276.879	576281.709	1.529	-0.005	-0.005	0.000
5	DC30	2312232.260	576534.915	1.216	2312232.268	576534.914	1.215	-0.008	0.001	0.001
Trung bình sai lệch theo các phương X Y H								-0.002	-0.001	0.000

III. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trên cơ sở phân tích lý thuyết kết hợp với kết quả khảo sát thực nghiệm chúng tôi đề nghị khi đo đạc mạng lưới GPS cạnh ngắn xây dựng trên phạm vi nhỏ không cần thiết phải thiết kế đồ hình lưới một cách chặt chẽ như mạng lưới truyền thống. Lưới cạnh ngắn đo bằng công nghệ GPS có thể là hình sao hoặc đường chuyên đơn như vậy sẽ nâng cao hiệu quả kinh tế một cách rõ rệt đồng thời vẫn bảo

đảm độ chính xác, đặc biệt đối với các đơn vị có số lượng máy thu GPS hạn chế.

Để áp dụng kết quả khảo sát trên đây, chỉ cần lập kế hoạch đo thật chi tiết, cụ thể về thời gian đo, chỉ số PDOP, GDOP và các chỉ số khác như TDOP, VDOP, HDOP – tương tự như tiến hành ước tính độ chính xác lưới mặt bằng Nhà nước. Mặt khác, trước khi tiến hành đo đạc tại khu vực nào đó nên lấy tọa độ và lịch vệ tinh từ một đến hai ngày trước khi đo

để xác định thời gian đo và các chỉ số PDOP và GDOP bằng chương trình lập lịch vệ tinh. Tốt nhất là những giá trị này nằm trong phạm vi $4 \div 5$. Một vấn đề không kém phần quan trọng là vị trí điểm đo GPS cần đảm bảo thông

thoáng (góc ngưỡng quan sát), cách xa các cột thu phát sóng và không dùng điện thoại di động cũng như các máy bộ đàm công suất lớn trong khi đang thu tín hiệu.

Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Ngọc Hà (2006), *Bình sai tính toán lưới trắc địa và GPS*, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
2. *Quy phạm thành lập bản đồ địa chính tỷ lệ 1:500 – 1:1000 – 1:2000 – 1:5000 (2001)*, Bộ Tài nguyên & Môi trường
3. Barry F.Kavanagh (2006), *Geomatics*, Prentice Hall – Pearson Education, Saddle River – New Jersey – Ohio.
4. Alfred Leick (2004), *GPS satellite surveying*, John Wiley & Sons, Inc – Hoboken – New Jersey.

Summary:

STUDY ABOUT EFFECT OF GEOMETRY OF GROUND CONTROL POINT TO ACCURATE POSITION IN SHORT BASELINE NETWORK BY USING GPS

BUI THI KIEN TRINH

Water Resource University

DOAN VAN CHINH

Le Quy Đôn Technical University

Nowadays, it is more popular to use Global Positioning System in surveying and mapping, specially in making ground control networks. In Vietnam there are many difference ideas about the effect of geometry of ground control point to accurate position. By theory and practice, this paper show that this effect is very small. So we also strong recommend you need not care about it when using GPS to make short baseline-network.

Người phản biện: **TS. Hoàng Xuân Thành**