



CHƯƠNG TRÌNH BÌNH SAI TRỊ ĐỘ VÀ ƯỚC TÍNH ĐỘ CHÍNH XÁC LƯỚI TRẮC ĐỊA – “BKHCM”

Introduction to “BKHCM” software for adjustment, accuracy assessment and design surveying networks

Đào Xuân Lộc¹, Dương Tuấn Việt¹, Nguyễn Duy Vũ¹, Vũ Duy Hưng², Thái Văn Hòa², Nguyễn Khánh Hùng³

¹daoxloc@hcmut.edu.vn, ²vuduyhung@hcmut.edu.vn

¹Khoa Kỹ thuật Xây dựng; Trường Đại học Bách Khoa, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Khoa Kỹ thuật Xây dựng; Trung tâm NCUDCNXD, Trường Đại học Bách Khoa, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

³Khoa Kỹ thuật Công trình; Trường Đại học Lạc Hồng, Đồng Nai, Việt Nam

Đến tòa soạn: 31/08/2016; Chấp nhận đăng: 01/09/2016

Tóm tắt. Các phần mềm bình sai trắc địa đóng một vai trò quan trọng trong công tác sản xuất ngoài thực địa cũng như trong công tác đào tạo và giảng dạy tại bậc Đại học cho sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật Trắc địa. Xuất phát từ nhu cầu thực tế đó, trong bài báo này, chúng tôi giới thiệu chương trình “BKHCM” với mục đích tính toán bình sai kết quả đo lưới tọa độ và độ cao Nhà nước, lưới trắc địa thi công và quan trắc xê dịch công trình. Chương trình này áp dụng thuật toán bình sai lưới tự do để phân tích độ ổn định mốc cơ sở thi công hoặc mốc cơ sở đo lún và chuyển dịch công trình. Ngoài ra, chương trình còn cho phép ước tính độ chính xác lưới thiết kế cao độ và tọa độ các loại nêu trên. Tính đúng đắn của chương trình đã được kiểm nghiệm và so sánh với các phần mềm trong và ngoài nước.

Từ khoá: Phần mềm bình sai; Thuật toán bình sai lưới tự do; Đánh giá độ chính xác trong thiết kế lưới

Abstract. Adjustment software plays a crucial role in post-processing data from the surveying field works, doing research as well as in training courses for students at universities, especially for those in Geomatics Engineering. Originating from such necessarily practical demands, in this paper, we present a software package, namely “BKHCM”, with nearly full capacities and functions in adjustment and computation for both national coordinate and national elevation networks, the surveying networks for construction sites and structural monitoring. It is noticeable that this software applies a free network adjustment algorithm to analyze the stable and reliable parameters of the control points at work sites. In addition to this, the software can also be used for estimating and calculating the accuracy for both coordinate and elevation of a new surveying network design. The correctness and reasonableness of “BKHCM” have been tested and compared with other software packages including domestic and foreign ones.

Keywords: Adjustment software package; Free network adjustment algorithms; The accuracy assessment for a network design

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bình sai trị độ lưới trắc địa là một trong những nội dung chủ yếu trong xử lý toán học số liệu đo trắc địa. Lưới trắc địa gồm hệ thống lưới cao độ, tọa độ Quốc gia, lưới khu vực, lưới đo vẽ được áp dụng rộng rãi trong đo vẽ bản đồ địa chính, bản đồ địa hình, khảo sát hiện trạng, thi công và quan trắc biến dạng công trình. Ngoài ra, để nghiên cứu chuyển dịch vỏ Trái đất và mực nước biển dâng hàng năm do biến đổi khí hậu, hệ thống mốc tọa độ và cao độ Quốc gia cần phải đo lập định kỳ và xử lý tính toán, bình sai lại để có số liệu tin cậy và cập nhật kết quả nhanh nhất. Ngoài ra, trong đào tạo bậc đại học và sau đại học, bình sai lưới trắc địa là nội dung chủ yếu của các môn học liên quan như: Trắc địa đại cương, Địa hình, Lưới trắc địa, Định vị vệ tinh (GPS) và Trắc địa công trình và ứng dụng.

Hiện nay, người sử dụng tại Việt Nam đã quen với một số phần mềm thương mại để phục vụ cho việc bình sai các mạng lưới khống chế trong Trắc địa như Liscad (Listech, Australia) và DPSurvey (Việt Nam). Tuy nhiên, người sử dụng đôi khi sẽ bị sai sót và mất nhiều thời gian hơn khi sử dụng các tính năng trong các phần mềm này vì thiếu sự hỗ trợ cần thiết từ nhà cung cấp dịch vụ. Xuất phát từ ý tưởng xây dựng một phần có khả năng xử lý số liệu đo, phân tích độ ổn định mốc và ước tính độ chính xác lưới trắc địa đáp ứng cho nhu cầu thực tiễn, sản xuất, nghiên cứu và đào tạo ở bậc đại học cho sinh viên, chúng tôi đã tiến hành xây dựng phần mềm “BKHCM”.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Lý thuyết bình sai trị độ độc lập và phụ thuộc lưới trắc địa được đề cập rất nhiều trong các tài liệu về trắc địa (Đào Xuân Lộc, 2012; Hoàng Ngọc Hà, 2006). Trong “BKHCM”, chúng tôi áp dụng phương pháp bình sai tham số (gián tiếp) để bình sai một mạng lưới trắc địa (tọa độ và cao độ). Ngoài ra, thuật toán về đánh giá độ chính xác các yếu tố lưới cũng được sử dụng, khi ước tính độ chính xác, các yếu tố lưới thiết kế, dựa trên tọa độ, cao độ thiết kế từ bản đồ, chương trình tính các trị “dự tính sẽ đo” của lưới, thiết lập trọng số trị đo, tính trọng số đảo hàm trị đo (bao gồm các yếu tố trong lưới như: số gia tọa độ, cao độ, phương vị, chiều dài cạnh,...) và cuối cùng ước lượng các yếu tố lưới đạt độ chính xác bao nhiêu. Để phân tích độ ổn định mốc khi có số liệu đo lặp hai chu kỳ, phương pháp bình sai tham số kèm điều kiện với số liệu đo của chu kỳ sau (các phương trình điều kiện được thiết lập trên cơ sở phép biến đổi Helmert cho các điểm ổn định), khi đó độ dịch chuyển của một điểm sẽ được xác định trên cơ sở sai số giới hạn tọa độ, cao độ từ sai số số liệu đo hai chu kỳ.

2.1 Bình sai tham số các trị đo lưới trắc địa

Nếu trong lưới có n trị đo Y' với trọng số tương ứng P , ta lập phương trình số hiệu chỉnh:

$$V = A\delta X + l \quad (1)$$

Trong đó: A và l : là ma trận hệ số và số hạng tự do phương trình số cải chỉnh.

δX : là số hiệu chỉnh vào các tham số gần đúng X_0 để được tham số bình sai $X=X_0+\delta X$.

Để có các trị đo sau bình sai:

$$Y = Y' + V \quad (2)$$

Phải tìm V dưới điều kiện:

$$V^T P V = \min \quad (3)$$

Từ đây, đi đến lập phương trình chuẩn:

$$(A^T P A) \delta X + A^T P l = 0 \quad (4)$$

Với $N = A^T P A$: ma trận hệ số phương trình chuẩn

$L = A^T P l$: số hạng tự do phương trình chuẩn

Giải (4) ta có véc - tơ ẩn:

$$\delta X = -N^{-1} L \quad (5)$$

Từ đây, tính được V theo (1) và véc tơ trị đo sau bình sai (2). Còn để đánh giá độ chính xác, dựa vào V tính được sai số đơn vị trọng số:

$$\mu = \sqrt{\frac{[pvv]}{n-k}} \quad (6)$$

Trong đó, k : số lượng tham số vừa đủ (thường trong lưới trắc địa là cao độ, tọa độ điểm cần xác định). Có ma trận nghịch đảo $Q = N^{-1}$, lập hàm trọng số cần đánh giá độ chính xác $F(X)$, tính trọng số đảo hàm:

$$P_d^{-1} = F^T Q F \quad (7)$$

Với $F = (F_1 \ F_2 \ \dots \ F_k)^T$, còn F_i là đạo hàm riêng hàm $F(X)$ theo tham số X_i . Cuối cùng, sai số trung phương hàm tính theo công thức:

$$m_f = \mu \sqrt{P_f^{-1}} \quad (8)$$

2.2 Bình sai trị đo lưới trắc địa tự do

Lưới trắc địa tự do là lưới thiếu tất cả hoặc thiếu một số số liệu gốc tối thiểu. Vì vậy, sau khi lập (4) không thể giải vì ma trận N do bị suy biến, dẫn đến không tính được N^{-1} . Để giải được, cần thêm các điều kiện bổ sung với số lượng bằng các số liệu gốc còn thiếu $C^T \delta X = 0$. Cụ thể, kết hợp với (4) giải hệ sau:

$$\begin{pmatrix} N & C \\ C^T & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta X \\ K \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} L \\ 0 \end{pmatrix} = 0 \quad (9)$$

Đối với lưới cao độ thì $C^T = (1 \ 1 \ 1 \ \dots \ 1)^T$, đồng nghĩa với tổng các số hiệu chỉnh vào cao độ gần đúng các điểm bằng 0, hoặc nói cách khác, cao độ trung bình lưới sau bình sai bằng cao độ trung bình các cao độ gần đúng. Trong khi đó, đối với lưới mặt bằng OXY thì:

$$C^T = (B_1^T, B_2^T, \dots, B_k^T) \quad (10)$$

Với $C_i = B_i = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \bar{y}_i & \bar{x} \\ 0 & 1 & -\bar{x}_i & \bar{y}_i \end{pmatrix}$ nếu trong lưới chỉ đo

góc - tự do yếu tố tịnh tiến, phương vị và tỉ lệ. Trong trường

hợp đo góc - cạnh thì $C_i = B_i = \begin{pmatrix} 1 & 0 & y_i \\ 0 & 1 & -x_i \end{pmatrix}$ - lưới tự do

yếu tố tịnh tiến, phương vị. Nếu lưới có đo cả phương vị thì

$C_i = B_i = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ - lưới chỉ tự do yếu tố tịnh tiến được

xác định trên cơ sở phép biến đổi Helmert. Trong lưới không gian OXYZ, bỏ qua các tham số xoay và tỉ lệ thì

$$C_i = B_i = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Vì cao độ gần đúng và tọa độ gần đúng trong lưới (cao độ, tọa độ các điểm định vị) ảnh hưởng đến tọa độ, cao độ bình sai, như đã được Hoàng Ngọc Hà (2006) chứng minh nên thường chúng được lấy từ bình sai lưới tự do bậc “0”. Để đánh giá độ chính xác ta sẽ đi tính:

$$\mu = \sqrt{\frac{[pvv]}{n-k+d}} \quad (11)$$

Với d : số khuyết ma trận N hay là số phương trình điều kiện bổ sung. Cuối cùng, đánh giá độ chính xác các yếu tố lưới theo (7), (8).

2.3 Phân tích độ ổn định mốc

Khi có kết quả đo lặp trong lưới ≥ 2 lần (hai chu kỳ), có thể dùng thuật toán bình sai lưới tự do với tọa độ, cao độ các điểm định vị ở chu kỳ một, sau khi bình sai lưới tự do ở chu kỳ hai, bằng cách so sánh trị tuyệt các số cải chỉnh δX với sai số giới hạn:

$$\Delta_{gh} = t \sqrt{\mu_1^2 Q_F^{(1)} + \mu_2^2 Q_F^{(2)}} \quad (12)$$

Trong đó $t = 2 \div 2.5$ tùy vào xác suất lập khoảng tin cậy; $\mu_1, Q_F^{(1)}$; $\mu_2, Q_F^{(2)}$ - là sai số đơn vị trọng số và trọng số đảo cao độ, tọa độ bình sai hai chu kỳ, tuần tự loại trừ các mốc có δX vượt quá sai số giới hạn xác định nó, phát hiện kết luận mốc ổn định và không ổn định của lưới. Khi các điểm bị loại trừ, sẽ không dùng nó để định vị lưới. Loại trừ mốc tuần tự từ mốc có giá trị δX lớn nhất cho đến khi tất cả các mốc định vị lưới có $\delta X < \Delta_{gh}$. Quy trình chi tiết có thể tham khảo theo Trần Khánh, Lê Đức Tình, Trần Ngọc Đông (2009).

2.4 Ước tính độ chính xác lưới thiết kế

Trên cơ sở lưới thiết kế và các đặc trưng sai số đơn vị trọng số μ dự tính đo, dùng bài toán ngược tính các yếu tố đo như góc, cạnh, phương vị theo tọa độ thiết kế từ bản đồ. Tiếp theo, lập trọng số trị đo P , lập ma trận hệ số phương trình số cải chỉnh A , ma trận hệ số phương trình chuẩn N , tính N^{-1} , P^{-1} rồi đánh giá các đặc trưng lưới theo (8).

3. CÁC LOẠI LƯỚI “BKHCM” CÓ THỂ XỬ LÝ

“BKHCM” thực hiện bình sai theo nguyên tắc số bình phương nhỏ nhất $[pvv] = \min$ cho các loại lưới sau:

- Lưới độ cao phụ thuộc, có hai điểm gốc trở lên;
- Lưới độ cao tự do bậc không, chỉ có một điểm gốc tối thiểu;
- Lưới độ cao tự do, là lưới không có điểm gốc;
- Phân tích độ ổn định hệ thống mốc cao độ cơ sở khi có kết quả đo hai chu kỳ;
- Tính trọng số cao độ, chênh cao khi thiết kế các loại lưới độ cao;

Khi bình sai lưới đo cao thủy chuẩn hình học, trọng số trị đo P_i có thể tính theo các lựa chọn sau:

$$P_i = 1 / L_i \quad (13)$$

$$P_i = 1 / n_i \quad (14)$$

$$\text{Hoặc } P_i = \frac{1}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (15)$$

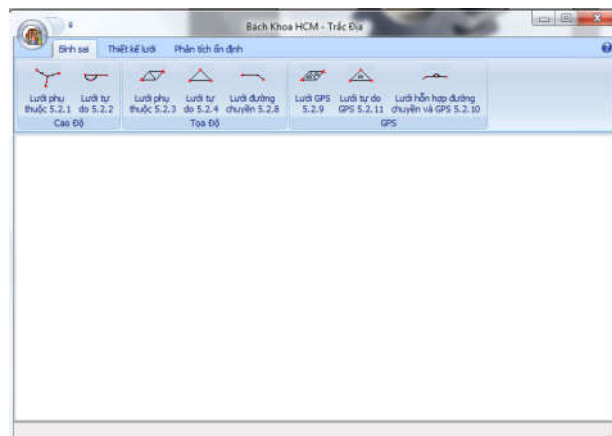
Với: L_i, n_i : tương ứng là chiều dài tuyến đo cao ở đơn vị km và số trạm đo trên tuyến.

q_k : là trọng số đảo từng trạm đo tùy theo khoảng cách từ máy tới mia xa hay gần.

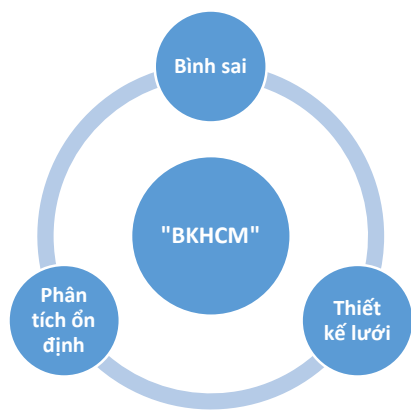
Khi đo cao lượng giác thì $P_i = \frac{1}{m_i^2}$ với m_i tính theo sai

số trung phương đo cạnh và đo góc đứng. Khi bình sai lưới độ cao nhà nước, trọng số chênh cao đo thường tính theo (13) và sai số đơn vị trọng số μ - là sai số trung phương chênh cao trên chiều dài tuyến 1 km. Trong trường hợp bình sai lưới độ cao thi công hoặc lưới đo lún công trình thì P tính theo (14), lúc đó μ - là sai số trung phương chênh cao 1 trạm đo. Ngược lại, đối với những lưới đặc thù yêu cầu độ chính xác cao thì P tính theo (15), với μ là sai số đơn vị trọng số do ta chọn (ví dụ là sai số trung phương chênh cao trạm đo có chiều dài tia ngắm 20 mét).

4. GIỚI THIỆU PHẦN MỀM “BKHCM”



(a)



(b)

Hình 1. (a) Giao diện chính của phần mềm “BKHCM”; (b) Ba chức năng chính

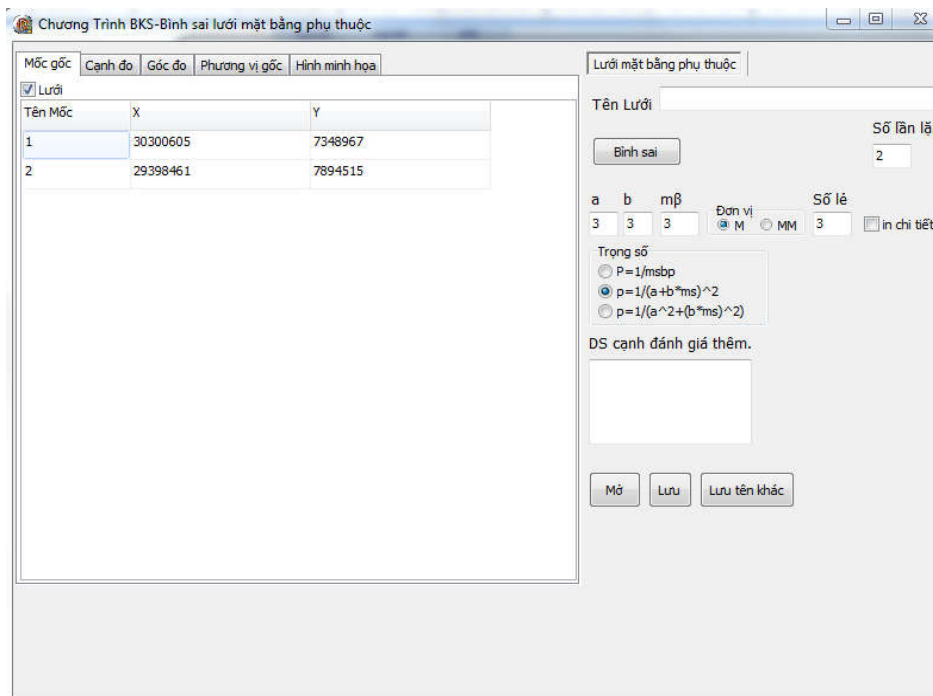
Phần mềm “BKHCM” được viết bằng ngôn ngữ Delphi (phát triển từ ngôn ngữ Pascal) và được biên dịch thành file .exe mã Win32, có thể chạy trên các máy tính cài đặt hệ điều hành Window 95 trở về sau này. Giao diện của chương trình sử dụng hệ thống trình đơn, (menu) thanh công cụ dạng Ribbon (giống như thanh công cụ trong bộ Microsoft Office 2007) và các cửa sổ màn hình để nhập liệu và hiển thị kết quả xử lý. Để tiện lợi lúc nhập dữ liệu, giao diện màn hình được thiết kế có cửa sổ riêng để hiển thị đồ hình lưới bên cạnh cùng với số liệu đo được chụp ảnh. Phần mềm có ba trình đơn chính là: “bình sai”, “thiết kế lưới” và “phân tích ổn định”. Khi khởi động “BKHCM” trên máy tính thì màn hình giao diện chính với người sử dụng sẽ được hiển thị như Hình 1.

Bảng 1. Mô tả chi tiết cấu trúc trong “BKHCM”

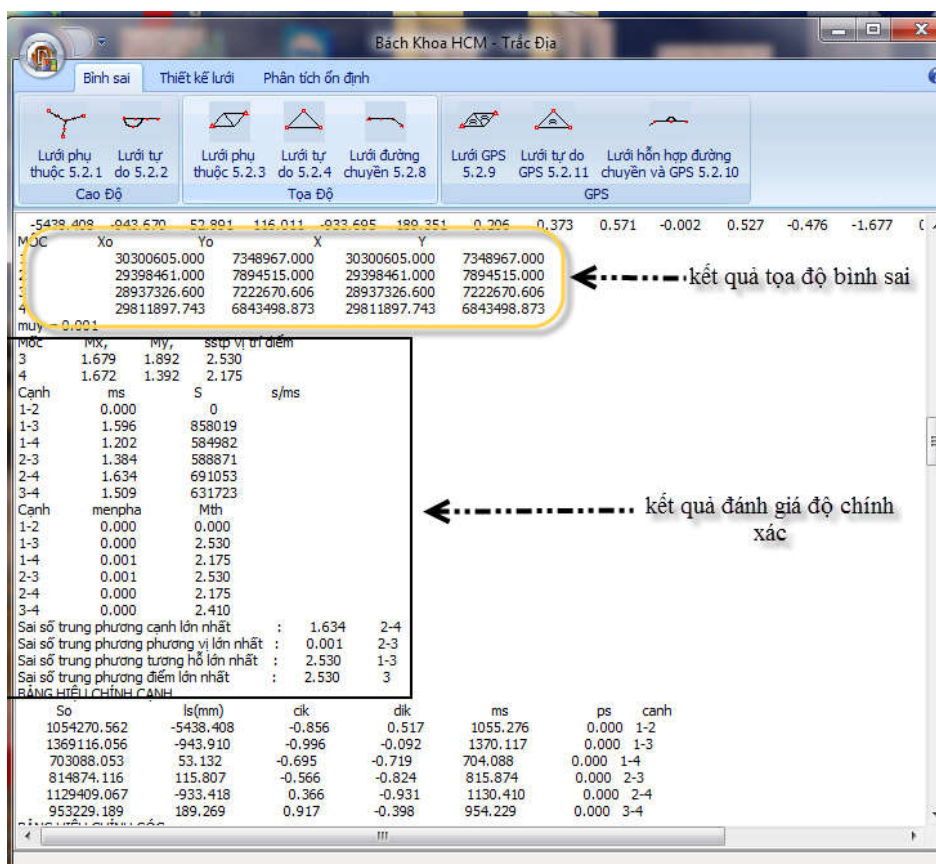
“BKHCM”			
Menu chính	Menu con cấp 1	Menu con cấp 2	Tính năng
Bình sai	Cao độ	Lưới phụ thuộc	Bình sai trị đo lưới có 2 điểm gốc trở lên với 3 phương án lựa chọn trọng số khác nhau
		Lưới tự do	Bình sai trị đo lưới tự do bậc “0” và lưới tự do với 3 tùy chọn trọng số khác nhau
	Toạ độ	Lưới tam giác đo góc, cạnh hoặc góc-cạnh hỗn hợp	Bình sai các lưới tam giác đo góc, đo cạnh hoặc đo góc cạnh hỗn hợp kể cả giao hội thuận ngược và đánh giá độ chính xác
		Lưới tự do mặt bằng	Bình sai trị đo lưới tự do mặt bằng
		Lưới đường chuyên	Bình sai trị đo các loại đường chuyên và lưới đường chuyên
	GPS	Các lưới phụ thuộc GPS	Bình sai trị đo lưới trong hệ tọa độ không gian OXYZ
		Các lưới tự do GPS	Bình sai trị đo lưới tự do trong hệ tọa độ không gian OXYZ
		Lưới hỗn hợp GPS và góc-cạnh	Bình sai trị đo hỗn hợp GPS và đo góc cạnh trong hệ tọa độ mặt bằng OXY
	Phân tích ổn định	Cao độ	Lưới cao độ
Toạ độ		Lưới tọa độ mặt bằng	Phân tích độ ổn định khi có số liệu đo lặp góc, cạnh 2 chu kỳ
GPS		Lưới GPS	Phân tích độ ổn định khi có số lặp đo GPS hai chu kỳ
Thiết kế lưới	Cao độ	Lưới cao độ	Ước tính độ chính xác các yếu tố lưới cao độ
	Toạ độ	Lưới tọa độ	Thiết kế lưới và đánh giá độ chính xác các yếu tố lưới
	GPS	Lưới GPS và lưới hỗn hợp GPS-góc-cạnh	Thiết kế lưới và đánh giá độ chính xác các yếu tố lưới

Trong Bảng 1 thể hiện chi tiết các trình đơn con kèm theo chi tiết các tính năng mà phần mềm “BKHCM” có thể giải quyết được.

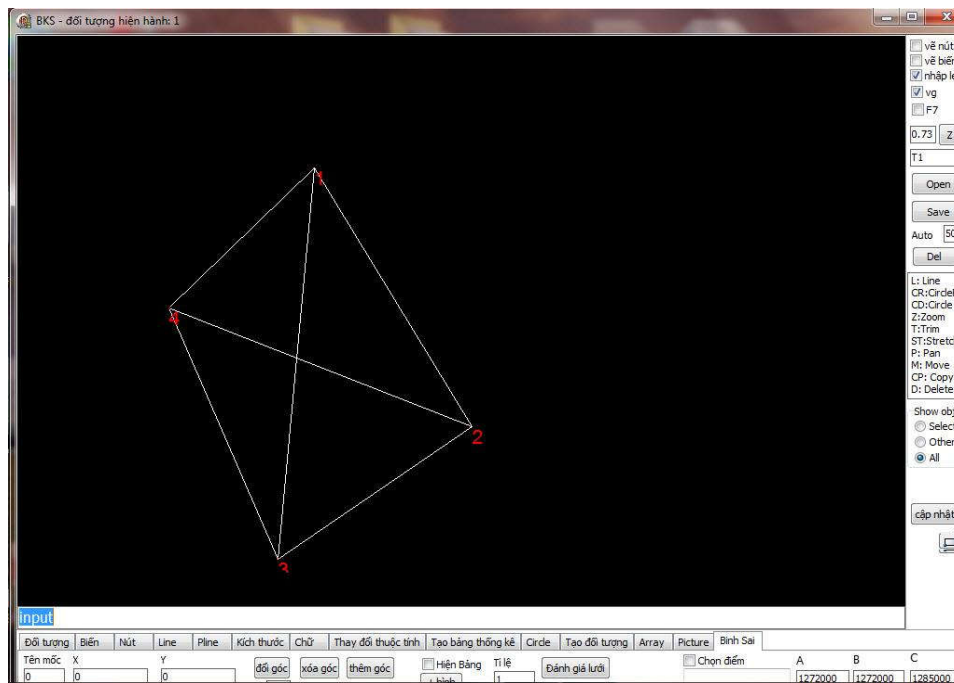
4.1 Một số giao diện từ phần mềm “BKHCM”



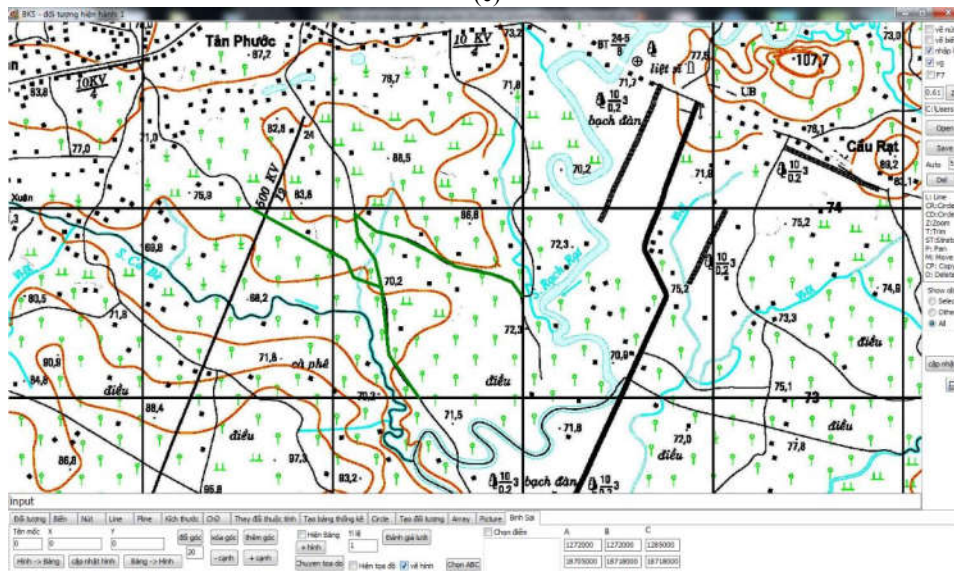
(a)



(b)



(c)



(d)

Hình 2. Một số cửa sổ giao diện trong phần mềm “BKHCM”; (a) Bình sai lưới phụ thuộc; (b) Xuất kết quả lên màn hình; (c) Thiết kế lưới trực tiếp trên màn hình BKHCM; (d) Thiết kế lưới trên file ảnh số.

4.2 Những tiện ích khi sử dụng “BKHCM”

Khi chỉ có số liệu đo vừa đủ trong lưới, chương trình sẽ cho phép tính cao độ, tọa độ và đánh giá độ chính xác của lưới theo: sai số đo, lấy từ quy trình công nghệ hoặc cấp hạng đo.

Các đặc trưng lưới bình sai ngoài dạng bảng biểu thì còn hiển thị thống kê lên sơ đồ lưới cũng như biểu thị các màu sắc khác nhau, giúp người sử dụng cảm thấy dễ dàng nhận diện những điểm chính trong kết quả xử lý dữ liệu.

Kết quả báo cáo xuất ra có thể được hiển thị tùy theo lựa chọn của người sử dụng như: ma trận số cải chính A, ma trận hệ phương trình chuẩn và nghịch đảo hoặc trọng số đảo các hàm quan tâm.

Có thể bình sai trị đo hỗn hợp giữa lưới đo bằng công nghệ GNSS với đo góc cạnh theo phương pháp truyền thống.

Có thể phân tích độ ổn định mức cao độ sau nhiều chu kỳ, khi có nhiều chu kỳ đo lặp.

Khi phân tích độ ổn định lưới mặt bằng góc - cạnh hoặc GNSS có tính đến sai số trung phương vị trí điểm của lưới tự do chu kỳ trước đó.

Đối với trình đơn “thiết kế lưới”: Điểm khác so với các phần mềm ước tính độ chính xác lưới khi thiết kế (Nguyễn Kim Lai) là các yếu tố “dự tính đo góc, cạnh, tọa độ gần đúng” của các điểm thiết kế có thể khai báo theo hai cách: nhập dữ liệu bằng bàn phím hoặc tích hợp các dữ liệu này với quá trình chọn điểm khi thiết kế trên bản đồ số hoặc file ảnh. Để thiết kế lưới tam giác đo góc - cạnh, đường chuyên, lưới đường chuyên, lưới GNSS hoặc lưới hỗn hợp GNSS - lưới đường chuyên, người sử dụng sẽ tạo một file bản đồ ảnh có phần mở rộng theo định dạng *.bmp, file này cũng có thể được xuất ra từ Autocad, từ ảnh vệ tinh trên Google Map

hoặc ảnh chụp từ sơ đồ lưới trên giấy. Phần mềm được cung cấp chức năng nén các tấm ảnh này khi người sử dụng cung cấp tối thiểu 3 điểm đã biết trước tọa độ.

4.3 Nhược điểm của “BKHCM”

Khi thiết kế lưới trên những mạng lưới rộng lớn hoặc người sử dụng nạp vào phần mềm các bản đồ nền có dung lượng quá lớn thì tốc độ xử lý dữ liệu của BKHCM sẽ tương đối chậm.

Phần mềm áp dụng thuật toán bình sai tham số nên việc tính các sai số khép vòng còn gặp khó khăn.

5. KIỂM NGHIỆM CHƯƠNG TRÌNH “BKHCM”

Để kiểm chứng tính đúng đắn của chương trình “BKHCM”, chúng tôi đã sử dụng các phần mềm: Liscad 10.0 (module SEE) của hãng LISTECH, DPSurvey 2.8 (9/2014), bscao1.for, bscao2.for, Pick net, Nivo.exe, GeoTool, GPSet để kiểm tra tính đúng đắn của các tính năng trong BKHCM.

Số liệu đầu vào bao gồm các số liệu đo cũng như các ví dụ trong nhiều tài liệu của trường Đại học Trắc địa không ảnh và Bản đồ Matxcova (Nga), Khoa Trắc địa Bản đồ - Trường Đại học mô Địa chất Hà Nội và Bộ môn Địa Tin học trường Đại học Bách khoa TP.HCM. Có những trường hợp không có số liệu đo hỗn hợp giữa trị đo bằng công nghệ GPS và trị đo mặt đất, chúng tôi phải dựa vào số liệu đo thực tế GPS rồi xây dựng thêm mô hình số liệu đo mặt đất để thực nghiệm so sánh.

Chương trình “BKHCM” đã được kiểm chứng qua các mạng lưới số liệu đo lưới phụ thuộc (Đào Xuân Lộc, 2009, tr. 129) lưới tự do, phân tích độ ổn định mốc (Đào Xuân Lộc, Chu Mạnh Hùng, 2009 và Trần Khánh, Lê Đức Tinh, Trần Ngọc Đông, 2009) cũng như 26 lưới khống chế (Đào Xuân Lộc và các tác giả, 2012, phụ lục I). Sự lệch nhau của “BKHCM” so với các phần mềm LISCAD 10.0 (module SEE) và DPSurvey Version 2.8 là rất nhỏ. Người dùng có thể kiểm chứng chương trình này với việc tải miễn phí bộ cài đặt từ website www.reactec.vn và hướng dẫn sử dụng đính kèm với phần mềm.

6. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, chúng tôi đã giới thiệu một phần mềm mới có khả năng bình sai các loại lưới trắc địa, phân tích độ ổn định các mốc gốc khi có kết quả đo lặp ít nhất hai chu kỳ, thiết kế và đánh giá các yếu tố lưới đã được thực hiện. Việc xây dựng phần mềm này là cần thiết trong bối cảnh tại Việt Nam khi người sử dụng chưa được đáp ứng tất cả các yêu cầu ngoài sản xuất một cách đầy đủ, cũng như sự hỗ trợ cần thiết từ nhà cung cấp dịch vụ phần mềm. Thêm vào đó, việc sử dụng phần mềm này phục vụ trong công tác giảng dạy cho sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật Trắc Địa là hết sức cần cấp thiết, nó giúp cho sinh viên dễ hình dung và tiếp thu các thuật toán xử lý dữ liệu đo cũng như có cơ hội để nâng cao kỹ năng lập trình khi xây dựng một phần mềm mới. Chương trình “BKHCM” là phiên bản đầu tiên nên không khỏi có những thiếu sót về sự thân thiện và các tiện ích đối với người dùng. Chúng tôi rất mong nhận được sự góp ý của bạn đọc và người sử dụng gần xa để cải tiến thêm trong thời gian sắp tới.

Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về reactec@hcmut.edu.vn.

7. KẾT LUẬN

- [1] Đào Xuân Lộc, Cơ sở lý thuyết xử lý số liệu đo đạc, NXB ĐHQG, TP.HCM, 2012.
- [2] Đào Xuân Lộc, Vũ Duy Hưng, Dương Tuấn Việt, Thái Văn Hòa, Nguyễn Duy Vũ, Báo cáo nghiệm thu đề tài: Xây dựng phần mềm đánh giá độ chính xác và bình sai lưới trắc địa “BKHCM”, Đề tài cấp C-ĐHQG TP.HCM mã số C2013-20-12.
- [3] Đào Xuân Lộc, Chu Mạnh Hùng, Khảo sát độ ổn định mốc lưới độ cao cơ sở bằng thuật toán bình sai lưới tự do, Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học lần thứ 11, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TP.HCM, Tháng 10, 2009.
- [4] Đào Xuân Lộc, Vũ Duy Hưng, Hướng dẫn sử dụng phần mềm xử lý bình sai lưới độ cao 1.0.0; website: www.reactec.vn.
- [5] Trần Khánh, Lê Đức Tinh, Trần Ngọc Đông, “Phân tích độ ổn định hệ thống mốc độ cao cơ sở trong quan trắc lún công trình”, Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học lần thứ 11, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TP.HCM, tháng 10.
- [6] Hoàng Ngọc Hà, Bình sai tính toán lưới trắc địa và GPS, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 2006.
- [7] TCXDVN 9360-2012, Quy trình kỹ thuật xác định độ lún công trình dân dụng và công nghiệp bằng phương pháp đo cao hình học, Bộ Xây dựng ban hành năm 2012.
- [8] TCVN 9401-2012, Kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong Trắc địa công trình, Bộ Xây dựng ban hành năm 2012.
- [9] LISCAD 10.0 (module SEE). Listech Company.
- [10] Nguyễn Kim Lai. DPSurvey Version 2.8.

TIỂU SỬ TÁC GIẢ

Đào Xuân Lộc

Năm sinh 1955, tại Hà Tĩnh. Hiện đang là cán bộ giảng dạy bộ môn địa tin học, trường ĐHBK-ĐHQG tp. HCM. Lĩnh vực nghiên cứu: Trắc địa cao cấp-công trình.
Email: daolocbk@gmail.com.

Dương Tuấn Việt

Sinh năm 1984. Hiện đang là cán bộ giảng dạy bộ môn địa tin học, trường ĐHBK-ĐHQG tp. HCM. Lĩnh vực nghiên cứu; trắc địa cao cấp và GNSS.
Email: duongtuanvietbk02@gmail.com

Nguyễn Duy Vũ

Năm sinh 1972, tại Đà Nẵng. Hiện là nghiên cứu viên bộ môn địa tin học, trường ĐHBK-ĐHQG tp. HCM. Lĩnh vực nghiên cứu: Trắc địa công trình.
Email: Vu.reactec@gmail.com

Vũ Duy Hưng

Sinh năm 1971. Hiện đang công tác tại trung tâm nghiên cứu ứng dụng công nghệ xây dựng trường ĐHBK- ĐHQG tp. HCM. Lĩnh vực nghiên cứu: Các vấn đề kết cấu công trình. Xây dựng, viết phần mềm xây dựng, trắc địa.
Email: hungthcompany@yahoo.com.vn.

Thái Văn Hòa

Sinh năm 1980. Hiện đang công tác tại trung tâm nghiên cứu ứng dụng công nghệ xây dựng trường ĐHBK- ĐHQG tp. HCM. Lĩnh vực nghiên cứu: Trắc địa địa chính.
Email: hoa.ende@gmail.com.

Nguyễn Khánh Hùng

Năm sinh 1979, Tiền Giang. Hiện công tác khoa Kỹ thuật Công trình, Đại học Lạc Hồng. Lĩnh vực nghiên cứu: Các vấn đề kết cấu công trình, các phần mềm ứng dụng .v.v.
Email: nguyenkhanhhung1979@gmail.com