

KHẢO SÁT ĐỘ CHÍNH XÁC VÀ KHẢ NĂNG CỦA PHƯƠNG PHÁP ĐO ẢNH SỐ TRONG CÔNG TÁC THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH

ESTIMATING THE ACCURACY OF DIGITAL PHOTOGRAMMETRY METHOD IN TOPOGRAPHIC MAPPING

Nguyễn Tấn Lực

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

BẢN TÓM TẮT

Trong phạm vi bài báo, tác giả tập trung đánh giá độ chính xác của phương pháp đo ảnh số trong công tác thành lập bản đồ địa hình, các nguồn sai số ảnh hưởng đến độ chính xác của phương pháp đo ảnh số và mối liên hệ giữa tỷ lệ ảnh với tỷ lệ bản đồ.

ABSTRACT

In this paper, the writer estimate the accuracy of digital photogrammetry method in topographic mapping, errors effect to the accuracy of digital photogrammetry and the relationship between the photo scale with topographic map scale.

1. GIỚI THIỆU

Những năm gần đây ở Việt Nam đã du nhập và sử dụng công nghệ đo vẽ ảnh số để thành lập bản đồ địa hình cũng như bản đồ địa chính. Hiệu quả và ưu điểm của công nghệ là rất rõ ràng. Các công nghệ chủ yếu do hãng INTERGRAPH (MỸ), LEICA – HELAVA (THỤY SỸ), và PHOTOMOD (RACURS – NGA) được thực hiện theo hướng dẫn sử dụng và chưa kiểm chứng một cách toàn diện về độ chính xác và khả năng của phương pháp đo vẽ ảnh số trong công tác thành lập bản đồ trong điều kiện thực tiễn ở nước ta.

Vì vậy, việc khảo sát nghiên cứu về độ chính xác và khả năng lựa chọn tối ưu tỷ lệ ảnh với tỷ lệ bản đồ để khai thác tối đa công nghệ là sự cấp bách và cần thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP ĐO ẢNH SỐ

2.1. Khái niệm

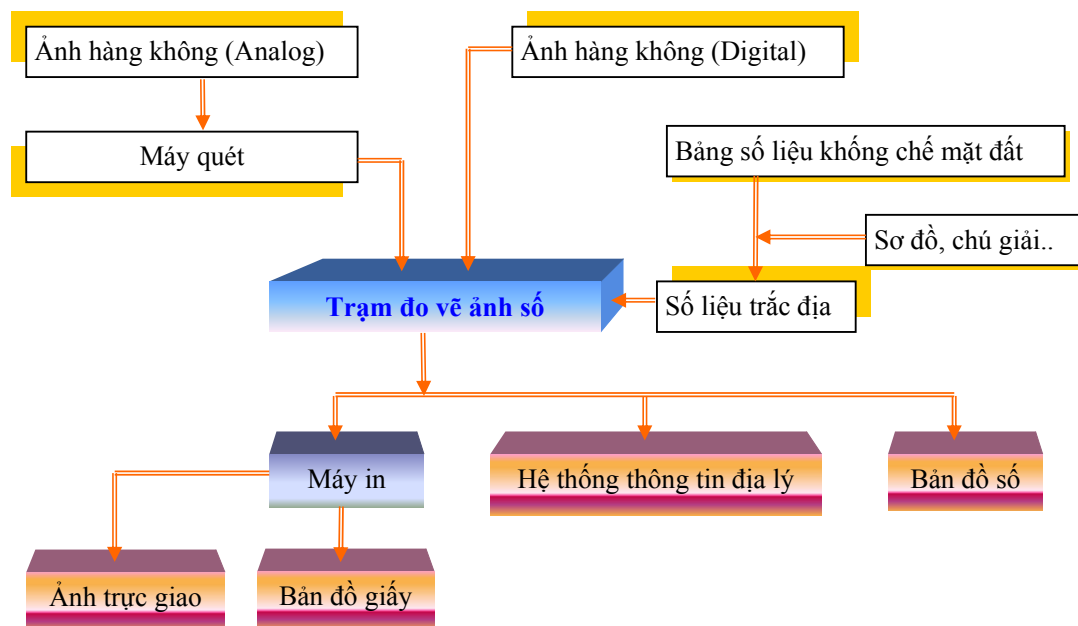
Trong phương pháp đo ảnh số, dữ liệu đầu vào phục vụ công tác đo ảnh là ảnh dạng số, đó là ảnh chụp kỹ thuật số hoặc cũng có thể là ảnh tương tự được chuyển thành dạng số bằng hệ

thống máy quét ảnh, hệ thống máy quét ghi nhận tín hiệu từ tấm ảnh thông qua hệ thống thiết bị điện tử. Các điểm ảnh được lưu trữ trong máy tính dưới dạng giá trị độ xám của điểm ảnh. Hệ thống đo vẽ ảnh số sẽ xử lý các tín hiệu điện tử của tờ ảnh để thành lập mô hình lập thể ảnh số.

Hiện nay, tồn tại 2 khái niệm về phương pháp đo ảnh số:

- **Khái niệm thứ nhất:** phương pháp đo vẽ ảnh số là phương pháp xử lý các thông tin hình học và thông tin vật lý của ảnh đo. Phương pháp dựa trên nguyên lý của phương pháp đo vẽ ảnh kết hợp lý luận và phương pháp của nhiều lĩnh vực khoa học khác như: khoa học máy tính, kỹ thuật nhận dạng, kỹ thuật xử lý tín hiệu số,... Kết quả xử lý của phương pháp tồn tại dưới dạng số, tức là số liệu đầu vào, số liệu trung gian và số liệu đầu ra đều ở dạng số.
- **Khái niệm thứ hai:** tất cả các phương pháp đo ảnh trong đó các kết quả xử lý trung gian và sản phẩm cuối cùng của nó ở dạng số thì gọi là phương pháp đo ảnh số.

2.2. Quy trình hoạt động của hệ thống đo ảnh số



3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

3.1. Phương pháp thực hiện:

Trong phạm vi bài báo, tác giả sử dụng hệ thống đo ảnh số Photomod của hãng Racurs (Nga) thực hiện quá trình xử lý cặp ảnh hàng không.

Sử dụng bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500 được đo vẽ trực tiếp bằng phương pháp toàn đạc điện tử làm cơ sở đánh giá độ chính xác đo vẽ các yếu tố địa vật và địa hình bằng công nghệ đo vẽ ảnh số trên hệ thống phần mềm Photomod.

Từ những số liệu phân tích, xác định mối quan hệ giữa tỷ lệ bản đồ địa hình với tỷ lệ ảnh bay chụp, đánh giá khả năng ứng dụng của phương pháp đo vẽ ảnh số trong công tác thành lập bản đồ địa hình và những vấn đề có liên quan.

Hệ thống thiết bị sử dụng cho quá trình đánh giá:

- Máy tính: máy tính để bàn, bộ xử lý trung tâm CPU Intel Pentium 4; 1,6Mhz.

- Card đồ họa: card màn hình hỗ trợ 3D của hãng Intergraph: Intense3D pro 2200, 16Mb.
- Màn hình: màn hình CRT của hãng IBM, tần số quét 75 Hz, độ phân giải tối đa 1248 x 1024.
- Chuột: chuột quang học.
- Kính nhìn lập thể: kính phân cực, kính xanh đỏ.

Tư liệu ảnh: cặp ảnh hàng không analog dạng trắng đen, độ phủ dọc (trái – phải) 60%. Ảnh được bay chụp năm 2000. Sử dụng 4 điểm khống chế trắc địa và 10 điểm tăng dày cho cặp ảnh lập thể.

Ảnh trái mang số hiệu: 11-510

Ảnh phải mang số hiệu: 11-511

Camera sử dụng trong quá trình bay chụp ảnh: RC30-13227, tiêu cự chụp ảnh: $f = 150,76\text{mm}$.

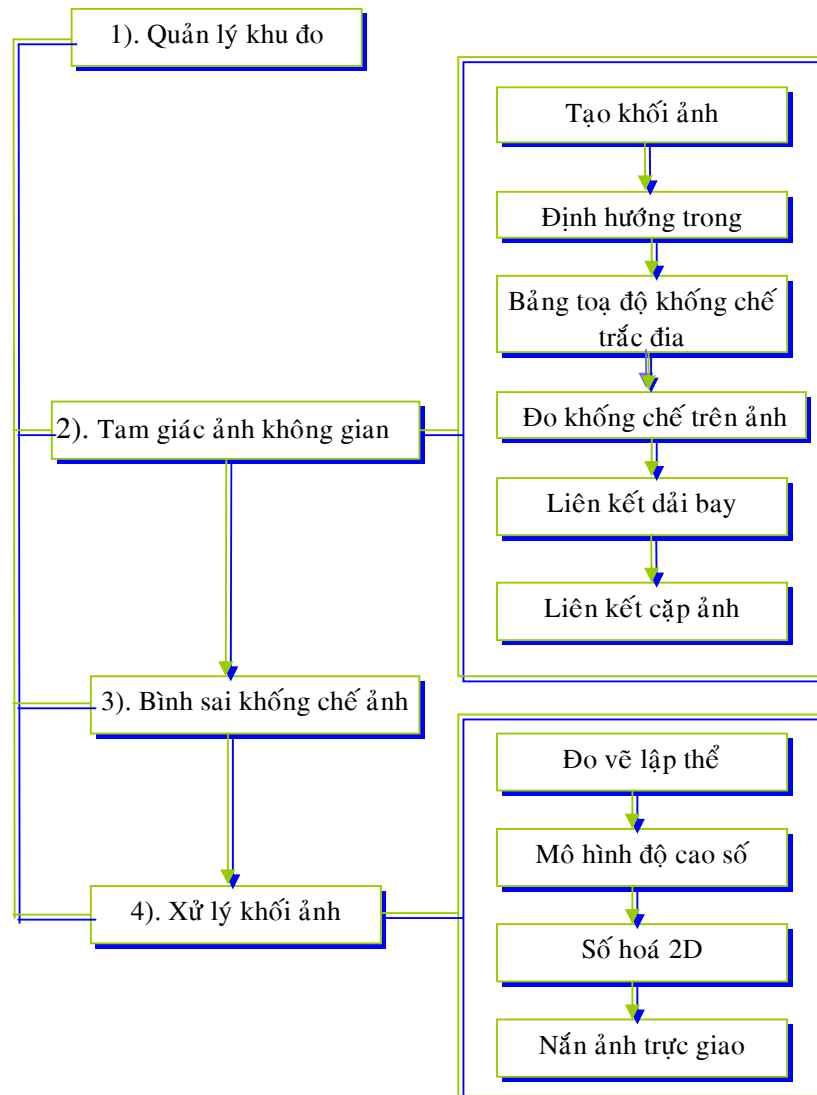
Chiều cao bay chụp ảnh: $H = 1230\text{m}$.

Tỷ lệ ảnh chụp: 1/8000.

Kính thước ảnh 23cm x 23cm.

Khu vực đo vẽ trên cặp ảnh lập thể: khuôn viên Trường Đại học Bách khoa Tp. Hồ Chí Minh.

3.2. Lưu đồ hoạt động của hệ thống Photomod



3.3. Kết quả phân tích đánh giá:

- a) Xác định tỷ lệ bản đồ địa hình thành lập dựa theo công thức kinh nghiệm của Gruber:

Theo thực nghiệm, Gruber đưa ra công thức thực nghiệm cho phép xác định sơ bộ tỷ lệ bản đồ địa hình cần thành lập dựa vào tỷ lệ ảnh chụp và hệ số kinh tế như sau:

$$M_a = C\sqrt{M_{bd}} \quad (1)$$

Trong đó:

M_a – mẫu số tỷ lệ ảnh bay chụp.

M_{bd} – mẫu số tỷ lệ bản đồ địa hình cần thành lập

C – hệ số kinh tế, $C = 150 \div 300$.

Hệ số kinh tế C thay đổi phụ thuộc vào độ chính xác các yếu tố ảnh hưởng đến công tác đo vẽ bản đồ địa hình bằng phương pháp đo ảnh như: độ chính xác phim ảnh, máy quét ảnh, camera chụp ảnh, thiết bị phần cứng hiển thị mô hình đo vẽ ảnh lập thể, ..

Đối với cặp ảnh sử dụng trong đề tài có tỷ lệ ảnh là 1/8000, ta có thể ước tính sơ bộ tỷ lệ

bản đồ có khả năng thành lập được từ cặp ảnh hàng không này là:

- Với hệ số $C = 150$: $M_{bd} = \left(\frac{M_a}{C}\right)^2 = 2844$

- Với hệ số $C = 300$: $M_{bd} = \left(\frac{M_a}{C}\right)^2 = 711$

Như vậy, tỷ lệ bản đồ ước tính có thể thành lập được từ cặp ảnh có tỷ lệ ảnh 1/8000 nằm trong khoảng 1/500 đến 1/2000 (theo hệ thống phân cấp tỷ lệ bản đồ địa hình của Việt Nam).

b) Về công tác định hướng trong của tờ ảnh:

Sai số trung phương lớn nhất của quá trình định hướng trong về phương diện mặt bằng là $\sqrt{0,001^2 + 0,001^2} = 0,0014mm$ (ảnh trái 11-510), trong khi đó kích thước của pixel là 0,02mm. Như vậy sai số của quá trình định hướng trong đảm bảo độ chính xác định hướng theo yêu cầu là khoảng 1/3 kích thước pixel.

c) Về công tác định hướng tương đối cặp ảnh lập thể:

Quá trình định hướng tương đối cặp ảnh nhằm liên kết 2 tấm ảnh trái và phải vào cùng một hệ tọa độ mô hình, trong trường hợp của đề tài, tác giả sử dụng 6 cặp điểm trùng nhau trên 2 tấm ảnh dựa vào những đối tượng rõ ràng, để nhận biết trên ảnh và phân bố tương đối đều trên toàn bộ vùng phủ. Đồng thời kết hợp 4 điểm khống chế ngoại nghiệp tham gia vào quá trình định hướng tương đối. Như vậy số lượng điểm khống chế dùng để định hướng tương đối (tie points) trên mỗi ảnh là 10 điểm, số lượng điểm như trên hoàn toàn đáp ứng khả năng về tầng dày khống chế ảnh.

Sai số trung phương của quá trình định hướng tương đối cặp ảnh lập thể tính toán được là: 0,0073mm. So với kích thước của pixel là 0,02mm (=20 μm) thì sai số trung phương của quá trình định hướng tương đối < 1/3 kích thước pixel của tờ ảnh. Như vậy độ chính xác của quá trình định hướng đảm bảo yêu cầu phục vụ đo vẽ.

d) Về công tác định hướng tuyệt đối mô hình lập thể:

Sau khi mô hình lập thể được hình thành, sử dụng các điểm khống chế mặt đất nằm trong hệ tọa độ vuông góc trắc địa để đưa từ hệ tọa độ mô hình sang hệ tọa độ trắc địa.

Trong trường hợp đề tài, có 4 điểm khống chế trắc địa tham gia vào quá trình định hướng tuyệt đối mô hình lập thể. Để thực hiện thực hiện quá trình định hướng tuyệt đối cần tối thiểu 3 điểm khống chế trắc địa, trong đề tài sử dụng 4 điểm khống chế trắc địa, như vậy hoàn toàn đảm bảo yêu cầu về mật số lượng điểm khống chế trắc địa. Về sự phân bố, 4 điểm khống chế trắc địa được phân bố tương đối đều trên toàn bộ khu vực phủ lập thể.

Sai số trung phương của quá trình định hướng tuyệt đối mô hình lập thể là:

- Sai số trung phương vị trí điểm khống chế: 0,249m.
- Sai số trung phương độ cao điểm khống chế: 0,065m.

Điểm khống chế trắc địa đưa vào ảnh đo được xem như ở cấp khống chế đo vẽ. Theo yêu cầu về độ chính xác đo vẽ bản đồ từ ảnh, sai số vị trí điểm khống chế ngoại nghiệp trên ảnh là 0,35mm x Mbd, sai số trung phương độ cao là 1/5 khoảng cao đều đường đồng mức, [Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình – 1996].

➤ Với tỷ lệ bản đồ 1/500:

- Sai số trung phương vị trí khống chế: $\pm 0,35mm \times 500 = \pm 0,175m$.
- Sai số trung phương độ cao khống chế (khoảng cao đều 0,5m):
 $1/5 \times 0,5m = \pm 0,1m$.

➤ Với bản đồ tỷ lệ 1/1000:

- Sai số trung phương vị trí khống chế: $\pm 0,35mm \times 1000 = \pm 0,350m$.
- Sai số trung phương độ cao khống chế (khoảng cao đều 1m):
 $1/5 \times 1m = \pm 0,2m$.

➤ Với bản đồ tỷ lệ 1/2000:

- Sai số trung phương vị trí khống chế: $\pm 0,35mm \times 2000 = \pm 0,700m$.
- Sai số trung phương độ cao khống chế (khoảng cao đều 1m):
 $1/5 \times 1m = \pm 0,2m$.

Như vậy, với sai số trung phương mặt bằng và độ cao của điểm khống chế trắc địa trong trường hợp nghiên cứu thì tỷ lệ bản đồ địa hình có thể đạt được lớn nhất là tỷ lệ 1/1000.

e) Về độ chính xác các yếu tố đo vẽ (địa vật, địa hình):

Dựa vào bản đồ đo vẽ bằng phương pháp đo vẽ ảnh số sử dụng hệ thống phần mềm photomod, trên cơ sở bản đồ dùng để so sánh về độ chính xác địa vật và địa hình là bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500 trên cùng khu đo được đo bằng phương pháp toàn đạc điện tử.

Cách so sánh: chồng lớp hai tờ bản đồ (đo vẽ bằng phương pháp không ảnh số và phương pháp toàn đạc điện tử) trong phần mềm đồ họa Autocad.

- Về thành phần mặt bằng các yếu tố đo vẽ:

Trên mỗi đối tượng đo vẽ xác định một giá trị độ lệch vị trí lớn nhất giữa hai phương pháp đo (không ảnh số và toàn đạc điện tử) cho đối tượng đó.

Tập hợp tất cả các giá trị độ lệch về phương diện mặt bằng của các đối tượng, sử dụng công thức Gauss để đánh giá sai số trung phương về phương diện mặt bằng:

$$m_{mb} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}} \quad (2)$$

Trong đó:

Δ_i - giá trị độ lệch vị trí do 2 phương pháp đo của đối tượng thứ i.

n - số lượng giá trị độ lệch tính được.

mmb - sai số trung phương vị trí.

Giá trị sai số trung phương về phương diện mặt bằng tính được: $mmb = \pm 0,642$ m.

Với số lượng giá trị độ lệch chọn là 127 giá trị phân bố trên toàn bộ khu đo (xem phụ lục B).

- Về thành phần độ cao địa hình:

Trong khu vực đo vẽ của Trường Đại học Bách Khoa Tp.Hồ Chí Minh, do độ chênh cao không lớn nên tác giả dựa trên những điểm độ cao rời rạc phân bố trên toàn khu đo trên bản đồ đo vẽ bằng phương pháp toàn đạc điện tử, từ đó xác định độ cao tại các vị trí đó trong phương pháp đo vẽ ảnh số để xác định các giá trị độ lệch độ cao giữa hai phương pháp đo. Sử dụng công thức Gauss để đánh giá sai số trung phương độ cao địa hình.

$$m_{dc} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}} \quad (3)$$

Trong đó:

Δ_i - giá trị độ lệch độ cao do 2 phương pháp đo.

n - số lượng giá trị độ lệch tính được.

m_{dc} - sai số trung phương độ cao.

Giá trị sai số trung phương độ cao tính được: $m_{dc} = 0,177$ m

Với số lượng điểm độ cao dùng để so sánh là 37 điểm trên toàn khu đo (Xem phụ lục C).

- Đánh giá sai số:

- Mặt bằng:

Trong trường hợp xem bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500 dùng để so sánh có sai số trung phương vị trí điểm địa vật quan trọng là 0,4mm trên bản đồ (= 0,5mm x 500 = 0,25m trên thực địa) và sai số trung phương độ cao địa hình bằng ¼ khoảng cao đều (0,5m) tức là bằng ¼ x 0,5 = 0,125m ở thực địa.

Trong trường hợp đó, các giá trị sai số trung phương tính được bằng công thức Gauss ở phần trên phải được cộng thêm vào các giá trị sai số do sử dụng bản đồ địa hình 1/500 để so sánh.

Do đó: Sai số trung phương vị trí yếu tố đo vẽ trong phương pháp đo vẽ ảnh số bằng:

$$m_{mb} = \sqrt{0,2^2 + 0,642^2} = \pm 0,689m$$

Sai số trung phương độ cao địa hình:

$$m_{dc} = \sqrt{0,125^2 + 0,177^2} = \pm 0,217m$$

Như vậy, với tiêu chuẩn sai số vị trí điểm địa vật quan trọng là 0,5mm trên bản đồ và sai số trung phương độ cao bằng ¼ khoảng cao đều. Với các giá trị sai số trong đề tài tính toán được là 0,672m về mặt bằng của các yếu tố đo vẽ và 0,217m về độ cao địa hình thì tỷ lệ bản đồ địa hình có thể đạt được là tỷ lệ 1/2000.

f) Đánh giá tổng hợp:

Từ các yếu tố sai số phân tích ở các mục trên, có hai nguồn sai số quan trọng để đánh giá độ chính xác theo tiêu chuẩn bản đồ địa hình là sai số điểm khống chế trắc địa và sai số các yếu tố đo vẽ. Trong đó:

- ❖ Sai số điểm khống chế:
 - Mặt bằng: $\pm 0,249\text{m}$.
 - Độ cao: $\pm 0,065\text{m}$.
- ❖ Sai số điểm địa vật và địa hình:
 - Mặt bằng: $\pm 0,689\text{m}$.
 - Độ cao: $\pm 0,217\text{m}$.

Từ các giá trị sai số trên ta thấy, trong khi độ chính xác các điểm khống chế trắc địa đảm bảo thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1/1000. Sai số trung phương độ cao địa hình tương đương độ chính xác yêu cầu cho bản đồ 1/1000 ($\pm 0,217\text{m} < \frac{1}{4}$ khoảng cao đều 1m). Nhưng sai số vị trí điểm địa vật không thỏa mãn độ chính xác yêu cầu cho bản đồ tỷ lệ 1/1000 ($\pm 0,689\text{m}$ so với $0,5\text{mm} \times 1000 = 0,5\text{m}$ theo quy phạm đo vẽ bản đồ 1/1000 đối với điểm địa vật quan trọng).

Yếu tố dẫn đến sự không đạt được tỷ lệ bản đồ 1/1000 ở trên có thể lý giải trong trường hợp sau:

- Do trong quá trình thực hiện đề tài, tác giả sử dụng màn hình hiển thị lập thể là loại màn hình cong CRT với tần số quét của đèn hình tối đa là 75hz, trong khi yêu cầu tiêu chuẩn trong phép đo ảnh số cần màn hình có tần số quét tối thiểu 120hz. Khi hiển thị mô hình lập thể, việc chụp ảnh lập thể trên màn hình phục vụ công tác nhìn lập thể và đo vẽ phụ thuộc nhiều vào màn hình hiển thị. Do đó với màn hình CRT tác giả sử dụng sẽ làm giảm khả năng bắt điểm của tiêu đo dẫn

đến sai số đo vẽ các yếu tố địa vật cao ($\pm 0,689\text{m}$).

Kết luận: phương pháp đo vẽ ảnh số bằng hệ thống phần mềm đo vẽ Photomod với ảnh hàng không có tỷ lệ 1/8000 hoàn toàn đáp ứng khả năng đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ từ 1/2000 hoặc nhỏ hơn. Nếu hệ thống phần cứng hỗ trợ cho quá trình đo vẽ ảnh đảm bảo tiêu chuẩn (màn hình phẳng 120hz, chuột ba chiều) thì ảnh tỷ lệ 1/8000 với hệ thống Photomod hoàn toàn có thể đáp ứng được khả năng đo vẽ phục vụ thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1/1000. Với tỷ lệ bản đồ 1/1000 thành lập từ ảnh có tỷ lệ 1/8000, hệ số kinh tế C trong công thức Gruber bằng:

$$C = \frac{M_a}{M_{bd}} = \frac{8000}{\sqrt{1000}} = 253.$$

Đây là giá trị khá tốt trong phạm vi từ 150 đến 300.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Paul R. Wolf, Bon A. Dewitt: Elements of Photogrammetry with Application in GIS, Mc Graw Hill (2000).
2. Phan Văn Lộc: Trắc địa ảnh, phần “Đo vẽ ảnh lập thể”, Hà Nội (1993).
3. Trương Anh Kiệt: Trắc địa ảnh, phần “Công tác tăng dày khống chế ảnh”, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội (2000).
4. Trương Anh Kiệt: Trắc địa ảnh, phần “Cơ sở ảnh đo”, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội (2000).
5. Tổng Cục Địa Chính: Quy phạm thành lập bản đồ địa hình, Hà Nội (1996).