

Khảo sát độ chính xác nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh VNREDSat-1

Research accuracy of VNREDSat-1 satellite image correction

Nguyễn Mai Hạnh

Tóm tắt

Nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh là một khâu rất quan trọng trong một chuỗi các công việc phân tích xử lý ảnh phục vụ cho nhiều nhiệm vụ khác nhau như thành lập cơ sở dữ liệu nền địa lý, bản đồ địa hình, bản đồ chuyên đề và giải đoán các đối tượng trên bề mặt trái đất. Về bản chất nắn chỉnh hình học là quá trình xử lý nhằm đưa tấm ảnh về một hệ tọa độ tham chiếu xác định, hiệu chỉnh các sai số gây ra biến dạng hình ảnh như sai số vật lý trong quá trình thu nhận ảnh và sai số do chênh lệch địa hình. Bài báo trình bày cơ sở lý thuyết nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh VNREDSat-1 cùng với kết quả nghiên cứu thử nghiệm thành lập bình đồ ảnh vệ tinh VNREDSAT-1 tỷ lệ 1:25.000 tại khu vực phía nam Thành phố Hội An, Quảng Nam và kết luận về độ chính xác, kiến nghị về khả năng ứng dụng trong tương lai.

Từ khóa: ảnh vệ tinh VNREDSAT-1, nắn chỉnh hình học, bình đồ ảnh

Abstract

Geometry rectification of satellite imagery is a very important step in a series of image processing works to be applied to various tasks such as establishing a geographic database, topographic maps, thematic maps, and interpretation of military objectives. Geometric rectification is a process of geo-referencing images, correcting errors causing image distortions such as physical errors during image acquisition and errors due to terrain elevation. The paper presents the theoretical basis of VNREDSat-1 satellite image correction and the results of experimental research on the establishment of the VNREDSAT-1 satellite orthophoto scale at 1: 25,000 in the southern area of Hoi An City, Quang Nam province.

Key words: VNREDSat-1 satellite image; rectification; geometric correction; geo-referencing; orthophoto

ThS. Nguyễn Mai Hạnh,

Bộ môn Trắc địa

Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường đô thị

ĐT: 0983289997

Email: nguyennihamanh.td@gmail.com

Ngày nhận bài: 19/8/2019

Ngày sửa bài: 7/5/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

1. Đặt vấn đề

Cùng với sự phát triển của công nghệ tin học, công nghệ viễn thám đã có những bước phát triển mạnh mẽ mang lại hiệu quả cao về chất lượng, thời gian trong lĩnh vực hiệu chỉnh, cập nhật và thành lập các loại bản đồ chuyên ngành khác nhau. Nghiên cứu tổng thể và toàn diện việc sử dụng ảnh vệ tinh VNREDSat-1 trong công tác giám sát, quản lý tài nguyên thiên nhiên, môi trường, quản lý quy hoạch ở nước ta là một yêu cầu cấp bách. Xuất phát từ thực tiễn đó, bài báo tập trung nghiên cứu độ chính xác và khả năng sử dụng ảnh vệ tinh VNREDSat-1 trong giám sát và quản lý tài nguyên thiên nhiên, môi trường; Thành lập bình đồ ảnh vệ tinh VNREDSat-1 phục vụ công tác giám sát, quản lý hiện trạng và biến động sử dụng đất, trong công tác giám sát, quản lý, hiện trạng và điều chỉnh qui hoạch cảnh quan kiến trúc đô thị...

Nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh là một khâu rất quan trọng trong một chuỗi các công việc phân tích xử lý ảnh. Về bản chất nắn chỉnh hình học là quá trình xử lý nhằm đưa tấm ảnh về một hệ tọa độ tham chiếu xác định, hiệu chỉnh các sai số gây ra biến dạng hình ảnh như sai số vật lý trong quá trình thu nhận ảnh và sai số do chênh lệch địa hình. Theo thiết kế ban đầu, ảnh vệ tinh VNREDSat-1 chỉ có thể được nắn chỉnh hình học thông qua module Imagen duy nhất đặt tại Cục Viễn thám Quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường. Điều này hạn chế rất nhiều khả năng khai thác ứng dụng ảnh vệ tinh VNREDSat-1 để giải quyết các bài toán chuyên ngành của nhiều cơ quan, tổ chức, cá nhân hoạt động trong lĩnh vực viễn thám. Nhóm tác giả thực hiện đề tài đã tập trung nghiên cứu, kết hợp cùng với chuyên gia của hãng Harris để phát triển module Rigorous Orthorectification trong phần mềm Envi version 5.2, đưa ra giải pháp thích hợp để áp dụng nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh VNREDSat-1 đảm bảo hai yếu tố nhanh và chính xác, thông qua thực nghiệm đã rút ra các kết luận và kiến nghị nhằm đạt được hiệu quả cao nhất về kinh tế và kỹ thuật.

2. Cơ sở lý thuyết nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh quang học

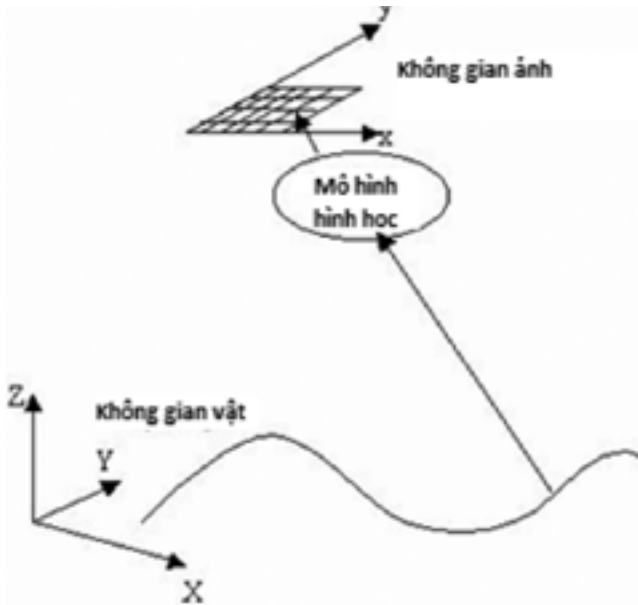
Đối với các ảnh vệ tinh quang học, các mô hình hình học được sử dụng để nắn chỉnh đều dựa trên nguyên lý điều kiện đồng phương giữa vec tơ điểm ảnh và vec tơ điểm địa vật tương ứng, xem hình 1. Hiểu một cách đơn giản rằng nắn chỉnh hình học là quá trình tính toán biến đổi ảnh thu nhận về ảnh nằm ngang bằng cách xác lập mối quan hệ chuyển đổi toán học giữa không gian ảnh và không gian vật.

Thông thường sẽ có 02 phương pháp cơ bản để nắn chỉnh hình học chính đó là [6]:

- Nắn chỉnh hình học ảnh bằng mô hình bộ cảm chính xác sensor vệ tinh (còn gọi là mô hình vật lý);
- Nắn chỉnh hình học ảnh bằng mô hình đa thức hữu tỉ RPC (Rational Polynomial Coefficients).

Ngoài ra, còn có các mô hình hình học khác cũng được sử dụng phổ biến trong hầu hết các phần mềm viễn thám thương mại (ENVI, ERDAS, Intergraph, RemoteView...). Các mô hình nắn chỉnh này là trường hợp rút gọn của mô hình đa thức hữu tỉ [5], bao gồm:

- Mô hình chuyển đổi tuyến tính trực tiếp DLT (Direct Linear Transformation);
- Mô hình Affine 3D;
- Mô hình phối cảnh song song PPM (Parallel Perspective Model);
- Mô hình Affine 2D;
- Mô hình chuyển đổi xuyên tâm;



Hình 1 Mô hình hình học ảnh vệ tinh

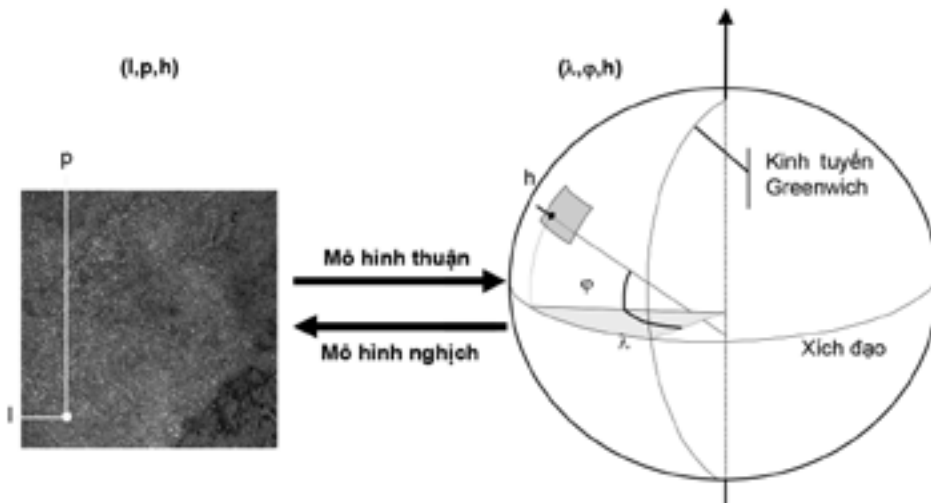
Theo nhóm các tác giả Yan Dongmei, Wang Fenfei, Kou Tianyou Chen Shirong của Viện khoa học Trung quốc đã chứng minh bằng thực nghiệm với nắn chỉnh ảnh SPOT5, phương pháp mô hình vật lý cho kết quả chính xác tốt hơn phương pháp sử dụng mô hình hình học RPC (2005).

2.1. Phương pháp nắn chỉnh sử dụng mô hình vật lý

Cơ sở lý thuyết xây dựng thuật toán cho nắn chỉnh hình ảnh vệ tinh VNREDSat-1 dựa trên mô hình hình học thuận.

Trên hình 2 mô tả mối quan hệ hình học giữa tọa độ của điểm ảnh (l, p) với tọa độ tương ứng của nó trên mặt đất (λ, ϕ, h) , trong đó giá trị độ cao h được coi như đã biết trước. Mô hình được thiết lập để tính toán ra các giá trị tọa độ mặt đất (λ, ϕ, h) từ các giá trị tọa độ pixel (l, p) được gọi là mô hình hình học thuận. Ngược lại từ các giá trị tọa độ (λ, ϕ, h) tính toán ngược ra các tọa độ (l, p) gọi là mô hình hình học nghịch. Mối quan hệ hình học giữa tọa độ ảnh và tọa độ mặt đất được biểu diễn theo công thức toán học sau [7, 8]:

$$(\lambda, \phi, h) = f(l, p, h) \Leftrightarrow \begin{cases} \lambda = f_{\lambda}(l, p, h) \\ \phi = f_{\phi}(l, p, h) \end{cases} \quad (2.1)$$



Hình 2. Mối quan hệ hình học giữa tọa độ ảnh và tọa độ mặt đất

Trong đó:

l : là số dòng quét trên ảnh VNREDSat-1 mức 1A (dòng đầu tiên là 1)

p : là số pixel trên dòng quét của ảnh VNREDSat-1 mức 1A (pixel đầu tiên là 1)

h : là độ cao của điểm trên ellipsoid ITRF

λ : là kinh độ của điểm tương ứng trong hệ tham chiếu trái đất

ϕ : là vĩ độ của điểm tương ứng trong hệ tham chiếu trái đất

Với nguyên lý chụp ảnh quét theo dải, quá trình tạo ảnh là được ghi lại bằng một hàm số của thời gian và vị trí vệ tinh trên quỹ đạo, vì vậy các thông số bổ trợ của ảnh vệ tinh là các yếu tố rất quan trọng để phục hồi quá trình chụp ảnh. Sự ổn định của vệ tinh khi bay trên quỹ đạo cho phép sử dụng số lượng điểm khống chế tối thiểu để khôi phục chính xác các thông số của mô hình vật lý trên một đoạn dài quỹ đạo vệ tinh.

Bản chất của mô hình thuận (Direct model) là việc sử dụng tọa độ ảnh (l, p) để tính toán ra tọa độ điểm tương ứng trên mặt đất (λ, ϕ, h) . Mô hình trái đất có thể ước tính bằng cách sử dụng mô hình số độ cao DEM trên bề mặt của Ellipsoid hoặc sử dụng hằng số độ cao trên bề mặt của Ellipsoid.

Đối với bộ cảm của vệ tinh VNREDSat-1, mô hình thuận được tính toán dựa trên các thông số chuyển đổi như sau:

- Ngày của mỗi dòng quét: xác lập mối quan hệ giữa một điểm ảnh bất kỳ (l, p) với thời điểm thu nhận t .
- Tham số nội suy quỹ đạo vệ tinh: xác định vị trí $P(t)$ và vận tốc vệ tinh $V(t)$ tại thời điểm thu nhận t .
- Vec tơ tia chiếu trong Hệ tọa độ tham chiếu dẫn đường.
- Vec tơ tia chiếu trong Hệ tọa độ quỹ đạo.
- Vec tơ tia chiếu trong Hệ tọa độ mặt đất ITRF.
- Tọa độ địa tâm của điểm xét: tính toán giao cắt của tia chiếu với mô hình Trái đất (ellipsoid + DEM).

2.2 Phương pháp nắn chỉnh sử dụng mô hình đa thức hữu tỉ RPC

Mô hình thường được sử dụng trong đa số các phần mềm thương mại là mô hình đa thức. Mô hình này yêu cầu đòi hỏi phải biết trước tọa độ các điểm khống chế ảnh.

Đây là phương pháp hiệu chỉnh biến dạng của ảnh liên quan đến mật độ của điểm khống chế. Tuy thuộc vào dạng đa thức mà xác định số lượng tối thiểu điểm khống chế ảnh, thông thường cần từ 10 tới 30 điểm khống chế ảnh cho mỗi cảnh ảnh. Phương pháp này hoàn toàn không phụ thuộc vào đặc tính hình học của máy chụp ảnh nên nó có thể sử dụng cho các loại bộ cảm ảnh vệ tinh khác nhau và khi không có thông số kỹ thuật về bộ cảm vệ tinh. Đây là phương pháp hay được sử dụng trong quá trình nắn chỉnh hình học, song không thể tránh khỏi những nhược điểm của nó. Chúng không hiệu chỉnh hợp lý dịch vị do độ nghiêng và

Bảng 3.1.

TT	Dữ liệu	Mô tả
1	Cặp ảnh vệ tinh VNREDSat-1: - 20130530_DaNang_4359_1A_Pan - 20130530_DaNang_4311_1A_MS	Chụp ngày 30/5/2013, WGS-84. Cục Viễn thám QG 1 kênh đen trắng Pan, Độ phân giải 2,5 m. 4 kênh phổ MS, Độ phân giải 10 m.
2	Ảnh vệ tinh QuickBird	Tải từ Google Map, WGS-84, độ phân giải 0,6 m, thời gian chụp khoảng 2013 – 2014.
3	Bản đồ địa hình 1:50.000 6640-I	Dạng raster, VN-2000, Cục Bản đồ/BTTM sản xuất 2012.
4	Bản đồ địa hình 1:25.000 6640-I-TN	Dạng raster, VN-2000, BTN&MT sản xuất trước 2005.
5	Mô hình số DTM phủ kín khu vực Đà Nẵng	Dạng GeoTiff, độ phân giải 50m do Cục Bản đồ tạo lập bằng phương pháp đo vẽ lập thể ảnh hàng không.
6	Bản đồ địa hình 1:25.000 bãi đổ bộ khu vực Đà Nẵng – Hội An (mảnh 8, 9)	Dạng raster, VN-2000, Cục Bản đồ/BTTM sản xuất năm 2014.
7	Số liệu đo đạc ngoại nghiệp các điểm KCA và tài liệu trích điểm ảnh kèm ảnh chụp phối cảnh tại thực địa	Tọa độ, độ cao của 15 điểm KCA đo bằng GPS trong hệ VN-2000 và WGS-84, kinh tuyến trực 105°, múi chiều 6°, được Xí nghiệp Trắc địa/Công ty TNHH MTV TĐBĐ thực hiện 7/2015.

cũng không quan tâm tới đặc tính hình học đặc biệt của hệ thống chụp ảnh nên độ chính xác nắn chỉnh ảnh trong một số trường hợp thường không cao.

Phương trình đa thức hữu tỉ biểu diễn mối quan hệ giữa tọa độ ảnh và tọa độ không gian vật như sau [5, 6]:

$$r = \frac{P_{i1}(X, Y, Z)_j}{P_{i2}(X, Y, Z)_j} \quad c = \frac{P_{i3}(X, Y, Z)_j}{P_{i4}(X, Y, Z)_j} \quad (2.2)$$

Trong đó: c, r là tọa độ ảnh theo cột và hàng.

X, Y, Z là tọa độ trong không gian vật.

Tử số và mẫu số của các phương trình là đa thức bậc 3 khai triển với 20 số hạng:

$$P_{i1}(X, Y, Z)_j = a_1 + a_2Y + a_3X + a_4Z + a_5YX + a_6YZ + a_7XZ + a_8Y^2 + a_9X^2 + a_{10}Z^2 + a_{11}XYZ + a_{12}Y^3 + a_{13}YX^2 + a_{14}YZ^2 + a_{15}Y^2X + a_{16}X^3 + a_{17}XZ^2 + a_{18}Y^2Z + a_{20}Z^3 \quad (2.3)$$

Trong đó: a_i là hệ số của đa thức

X, Y, Z là kinh độ, vĩ độ và độ cao trắc địa

Các hệ số a_i của mẫu số trong phương trình (2.3) có giá trị bằng 1. Như vậy để xác định các hệ số trong hệ phương trình trên (có tổng số 78 hệ số) cần ít nhất 39 điểm khống chế. Các hãng cung cấp ảnh vệ tinh như Space Imaging và DigitalGlobe thường cung cấp ảnh vệ tinh gốc ở dạng TIFF kèm theo mô hình chuyển đổi đa thức với 80 hệ số này. Một số phần mềm viễn thám cho phép đọc trực tiếp các file RPC để xây dựng mô hình hình học nắn chỉnh hình học đối với ảnh IKONOS và QuickBird.

2.3. Phương pháp nắn chỉnh sử dụng mô hình đa thức rút gọn

2.3.1. Phương pháp chuyển đổi tuyến tính trực tiếp DLT

Phương pháp này được phát triển từ năm 1971 của tác giả Y.I.Abdel-Aziz và H.M.Karara áp dụng trong các ứng dụng trắc địa ảnh cự ly gần. Phương pháp DLT là trường hợp đặc biệt của phương pháp mô hình đa thức hữu tỉ RPC với hàm đa thức bậc 1 và cùng mẫu số. Phương trình DLT được biểu diễn như sau [10]:

$$r = \frac{L_1X + L_2Y + L_3Z + L_4}{L_9X + L_{10}Y + L_{11}Z + 1}, \quad c = \frac{L_5X + L_6Y + L_7Z + L_8}{L_9X + L_{10}Y + L_{11}Z + 1} \quad (2.4)$$

Trong đó: c, r là tọa độ ảnh

X, Y, Z là tọa độ địa vật tương ứng

$L_1 \dots L_{11}$ các tham số của hàm đa thức DLT

Như vậy để xác định được 11 tham số trong mô hình DLT cần tối thiểu 6 điểm khống chế.

2.3.2. Mô hình Affine 3D

Mô hình này biểu diễn mối quan hệ giữa tọa độ điểm ảnh và điểm địa vật đối với các thiết bị quét có trường nhìn góc hẹp AFOV (Angular Field Of View) và di chuyển với tốc độ, độ cao là hằng số. Phương trình của mô hình affine được biểu diễn như sau:

$$r = L_1X + L_2Y + L_3Z + L_4$$

$$c = L_5X + L_6Y + L_7Z + L_8 \quad (2.5)$$

Hệ phương trình trên có 8 tham số: 02 tham số chuyển đổi, 3 tham số góc xoay, 3 tham số tỷ lệ không đồng nhất và biến dạng góc nghiêng trong không gian ảnh.

2.3.3. Mô hình phối cảnh song song

Từ khi xuất hiện các thiết bị thu nhận ảnh quét theo dòng, một mô hình rút gọn của mô hình DLT được sử dụng dưới dạng phương trình sau:

$$r = \frac{L_5X + L_6Y + L_7Z + L_8}{L_9X + L_{10}Y + L_{11}Z + 1}$$

$$c = L_1X + L_2Y + L_3Z + L_4 \quad (2.6)$$

Phương trình trên biểu diễn mô hình phép chiếu phối cảnh đối với các dòng quét (theo hàng) và mô hình affine theo hướng di chuyển vệ tinh (theo cột).

2.3.4. Mô hình Affine 2D

Đối với các khu vực tương đối bằng phẳng, nếu áp dụng mô hình đa thức bậc thấp thì sẽ cho ra kết quả tốt. Trong trường hợp đó, mô hình chuyển đổi affine 2D được sử dụng với giả thiết tọa độ $Z = 0$ và phương trình có dạng sau:

$$r = L_1X + L_2Y + L_3$$

$$c = L_4X + L_5Y + L_6 \quad (2.7)$$

2.3.5. Mô hình chuyển đổi chiếu xuyên tâm

Bảng 3.2.

STT	Tên điểm	Hệ tọa độ WGS84 (DGPS)			Độ lệch trên BDA VNREDSat-1	Độ lệch trên bản đồ 25K BTN&MT	Độ lệch trên bản đồ 25K Cục BĐ	Độ lệch trên BDA QuickBird
		X (m)	Y (m)	H (m)				
1	KT1	208424.096	1754195.104	4.803	1.105	12.961	12.305	7.280
2	KT2	207389.020	1752029.144	4.326	0.867			7.106
3	KT3	207847.021	1745143.370	22.393	1.393			27.415
4	KT3-2	207734.318	1744909.883	23.715	1.563			29.421
5	KT4	211416.018	1753302.361	4.446	0.904	22.140	13.876	7.463
6	KT4-2	211437.582	1753292.905	4.492	0.780	4.873	4.767	8.648
7	KT5	212415.234	1748000.193	2.942	0.657	4.585		7.077
8	KT6	211293.777	1743528.669	16.672	1.044	22.368		24.369
9	KT7	217322.247	1753583.150	4.613	1.343	4.071	8.279	9.305
10	KT8	216954.071	1750388.243	0.497	0.906	6.069		7.365
11	KT9	216743.565	1743210.519	6.766	0.974	10.932		10.015
12	KT9-2	216751.520	1743203.007	6.680	0.730	14.976		8.723
13	KT10	209421.745	1750252.004	5.179	0.892			7.961
14	KT11	218746.225	1748171.867	2.548	2.455	17.521		12.103

Bảng 3.3.

STT	Tên điểm	Hệ tọa độ WGS84 (DGPS)			Độ lệch trên BDA VNREDSat-1	Ghi chú
		X (m)	Y (m)	H (m)		
1	KT1	208424.096	1754195.104	4.803	8.896	Chích ngã 3 đường
2	KT2	207389.020	1752029.144	4.326	9.662	Góc nghĩa trang liệt sĩ
3	KT3	207847.021	1745143.370	22.393	4.980	Ngã 3 đường đất với đường nhựa
4	KT3-2	207734.318	1744909.883	23.715	4.278	Ngã 3 đường đất với đường nhựa
5	KT4	211416.018	1753302.361	4.446	8.145	Ngã ba đường bê tông
6	KT4-2	211437.582	1753292.905	4.492	7.868	Giữa cầu bê tông
7	KT5	212415.234	1748000.193	2.942	3.937	Ngã 3 đường bê tông
8	KT6	211293.777	1743528.669	16.672	2.704	Ngã 3 đường nhựa
9	KT7	217322.247	1753583.150	4.613	4.487	Ngã 3 đường đất với đường nhựa
10	KT8	216954.071	1750388.243	0.497	2.897	Mép cầu tre nửa
11	KT9	216743.565	1743210.519	6.766	2.883	Ngã 3 đường ruộng
12	KT9-2	216751.520	1743203.007	6.680	2.201	Ngã 3 đường ruộng
13	KT10	209421.745	1750252.004	5.179	5.738	Ngã 3 đường bê tông bờ ruộng
14	KT11	218746.225	1748171.867	2.548	7.040	Ngã 3 đường đê

Mô hình này được xây dựng dựa trên quan hệ phép chiếu xuyên tâm giữa hai mặt phẳng, phương trình biểu diễn như sau:

$$r = \frac{L_1 X + L_2 Y + L_3}{L_7 X + L_8 Y + 1}; c = \frac{L_4 X + L_5 Y + L_6}{L_7 X + L_8 Y + 1} \quad (2.8)$$

Mặt phẳng vật và mặt phẳng ảnh không song song với nhau. Phương pháp này thường được sử dụng trong nắn ảnh hàng không đơn.

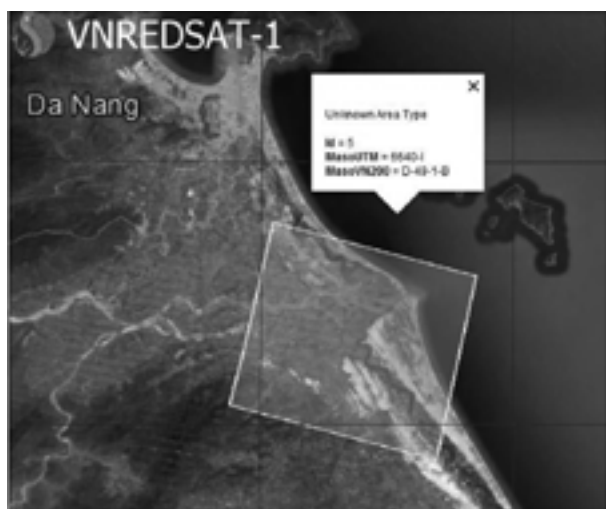
3. Kết quả thử nghiệm thành lập bình đồ ảnh vệ tinh VNREDSat-1 tỷ lệ 1:25.000

Trong nghiên cứu thử nghiệm này, chúng tôi (tác giả bài báo cùng TS. Lê Đại Ngọc, Cục Bản đồ Bộ Tổng Tham mưu) đã lựa chọn bộ phần mềm ENVI 5.2 vì chúng tôi đã có hợp tác với chuyên gia hãng Harris để bổ sung mô hình

vật lý bộ cảm vệ tinh VNREDSat-1 trong Mô-đun Rigorous Orthorectification cho phép nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh VNREDSat-1. Thuật toán được áp dụng theo công thức (2.1) để xây dựng mô hình bộ cảm chính xác, đó là mô hình biểu thị mối quan hệ toán học giữa tọa độ ảnh và tọa độ mặt đất, được thiết lập bằng cách khôi phục tia chiếu cho mỗi điểm ảnh dựa trên các tham số chính xác như độ cao, vị trí, vận tốc của vệ tinh và thời điểm thu nhận mỗi dòng quét. Các thông số về bộ cảm của VNREDSat-1 trong file metadata là dữ liệu đầu vào để tính toán mô hình bộ cảm chính xác, từ đó thực hiện nắn chỉnh ảnh vệ tinh.

3.1 Khu vực thử nghiệm và dữ liệu đầu vào

Khu vực thử nghiệm được lựa chọn nằm ở phía Nam của Thành phố Đà Nẵng, thuộc mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 có phiên hiệu 6640-1. Khu vực này có đặc trưng



Hình 3. Khu vực nghiên cứu thử nghiệm (mảnh 6640-1)

địa hình đồng bằng ven biển, tương đối bằng phẳng, độ cao thấp nhất 2 m, phía Tây Nam có đồi núi thấp, đỉnh núi cao nhất 194 m. Ở gần trung tâm vùng nghiên cứu là Thành phố Hội An được bao quanh bởi hạ lưu ngã ba sông Thu Bồn, kéo dài đến Cửa Đại. Xem hình 3.

Tất cả dữ liệu đầu vào phục vụ cho nghiên cứu thử nghiệm được tổng hợp thống kê trong bảng 3.1.

3.2 Thử nghiệm nắn chỉnh ảnh theo mô hình vật lý trên phần mềm ENVI 5.2

a) Trường hợp 1 - Điểm KCA được đo bằng GPS

Sử dụng 15 điểm KCA được đo bằng GPS để thực hiện nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh VNREDSat-1. Các điểm này được bố trí tương đối đồng đều trên toàn cảnh ảnh 20130530_DaNang_4359_1A_Pan, xem hình 4.

Thực hiện nắn chỉnh cặp cảnh ảnh 20130530_DaNang_4359_1A_Pan, 20130530_DaNang_4311_1A_MS bằng module Rigorous Orthorectification trong phần mềm ENVI 5.2

b) Trường hợp 2 - Điểm KCA được trích từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:25.000

Trên 03 mảnh bản đồ địa hình 6640-I-TN, 6640-I-ĐN, 6640-I-ĐB tỷ lệ 1:25.000, tiến hành chọn 04 điểm địa vật rõ nét vào các ngã ba đường, góc bờ ao nuôi trồng thủy hải sản..., xem hình 5.

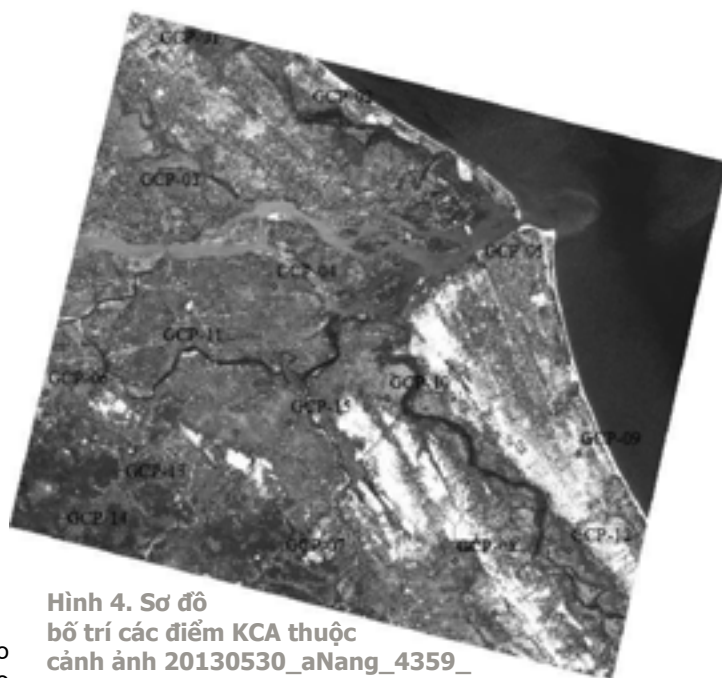
Thực hiện nắn chỉnh hình học cảnh ảnh 20130530_DaNang_4359_1A_Pan bằng phần mềm ENVI 5.2 với 04 điểm KCA trên, sai số trung phương của phép nắn đạt 6.934m.

3.3 Phân tích đánh giá kết quả

a) Trường hợp thứ nhất: Bình đồ trực ảnh VNREDSat-1 được nắn chỉnh theo mô hình vật lý với 15 điểm KCA đo bằng GPS

Sử dụng bộ số liệu đo kiểm tra bằng phương pháp DGPS với 14 điểm được bố trí rải đều trên toàn mảnh để đánh giá độ chính xác nắn chỉnh hình học bình đồ trực ảnh 1:25.000 xem hình 6.

Kết quả so sánh độ lệch vị trí mặt phẳng giữa bộ số liệu kiểm tra DGPS với bình đồ trực ảnh VNREDSat-1, bản đồ 1:25.000 của Bộ Tài nguyên và Môi trường, bản đồ 1:25.000 của Cục Bản đồ/BTTM và bình đồ ảnh QuickBird, được trình bày trong bảng 3.2.



Hình 4. Sơ đồ bố trí các điểm KCA thuộc cảnh ảnh 20130530_aNang_4359_1A_Pan

Các điểm DGPS kiểm tra trên đều không tham gia vào quá trình tính toán nắn chỉnh hình học. Sai lệch lớn nhất bằng 2.455m tại điểm kiểm tra KT11, sai lệch nhỏ nhất bằng 0.657m tại điểm KT5, sai số trung phương của phép đo kiểm tra bằng 1.202m đều nhỏ hơn rất nhiều hạn sai cho phép là 0.4mm x M (nghĩa là 10m đối với tỷ lệ 1:25.000). Như vậy bình đồ ảnh vệ tinh VNREDSat-1 đảm bảo độ chính xác theo yêu cầu để phục vụ thành lập CSDLNĐL và bản đồ địa hình ở tỷ lệ 1:25.000 [1, 2].

Ngoài ra, nhóm nghiên cứu đã tiến hành đánh giá thêm độ chính xác của mảnh bản đồ địa hình 1:25.000 có nguồn gốc từ Bộ Tài nguyên và Môi trường (BTN&MT), Cục Bản đồ Bộ Tổng Tham mưu (BTTM) và bình đồ trực ảnh vệ tinh QuickBird được tải từ trên trang mạng Google Map. Kết quả cho thấy các tư liệu này đều có độ chính xác kém hơn, nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác theo hạn sai yêu cầu của bản đồ tỷ lệ 1:25.000 là nhỏ hơn 25m.

b) Trường hợp thứ hai: Bình đồ trực ảnh VNREDSat-1 được nắn chỉnh theo mô hình vật lý với 04 điểm KCA trích từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:25.000

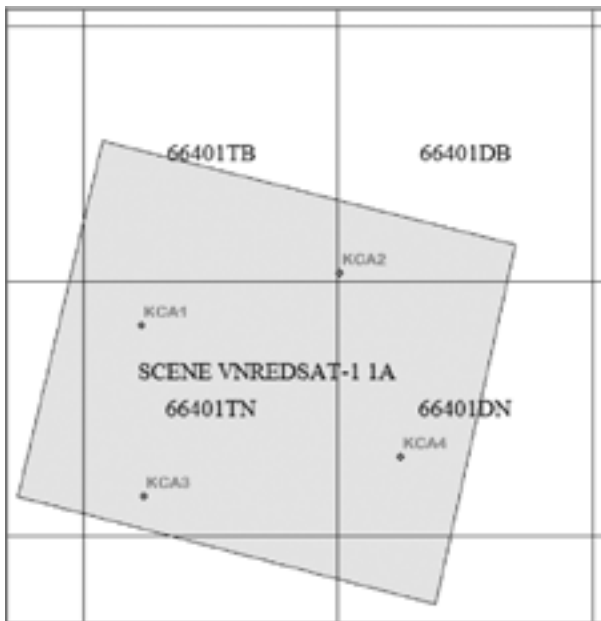
Kết quả đánh giá độ chính xác bình đồ trực ảnh VNREDSat-1 được thể hiện trong bảng 3.3.

Sai số lớn nhất là 9.962m tại điểm KT2;

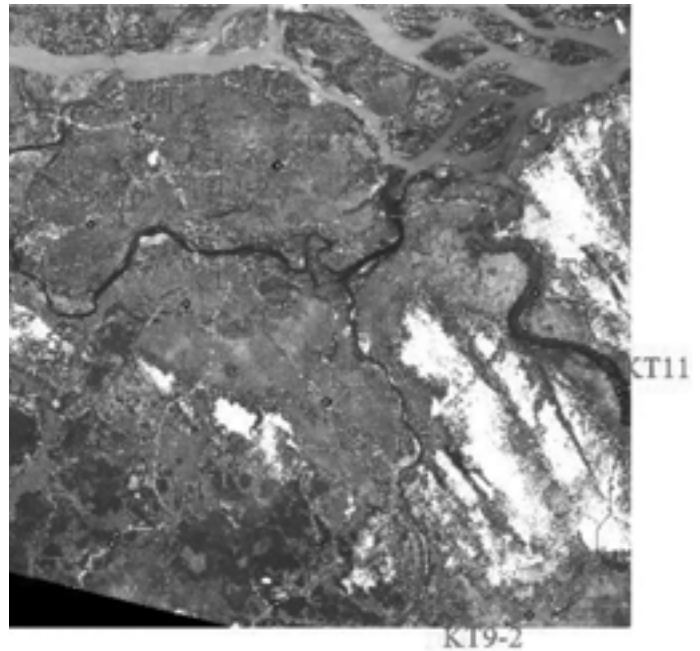
Sai số nhỏ nhất là 2.201m tại điểm KT9-2;

Sai số trung phương của cả phép đo với 14 điểm kiểm tra là 5.921m nhỏ hơn hạn sai cho phép là 10m [2].

Như vậy kết quả nắn chỉnh hình học mức 3A khu vực phía Nam Hội An có độ chính xác khá cao, đạt và vượt độ chính xác của Quy phạm. Kết quả thử nghiệm đã khẳng định, đối với khu vực đồng bằng, nếu nắn chỉnh theo mô hình vật lý chỉ cần sử dụng tối thiểu 4 điểm khống chế ảnh phân bố rải đều ở 4 góc của tờ ảnh, thậm chí có thể chọn chính các điểm KCA từ bản đồ địa hình cùng tỷ lệ. Nhưng trước khi chọn các điểm KCA trên bản đồ cần đánh giá sơ bộ về độ chính xác của bản đồ bằng nhiều nguồn tư liệu tham chiếu khác nhau, ví dụ như các bình đồ ảnh cũ, hoặc các bản đồ khác có cùng tỷ lệ...



Hình 3.3 Vị trí chích các điểm KCA từ các bản đồ 1:25.000



Hình 3.4 Vị trí các điểm kiểm tra DGPS

4. Kết luận

Trong 02 trường hợp nêu trên, trường hợp thứ nhất cho kết quả độ chính xác tốt nhất. Việc chọn chích điểm ảnh bằng phương pháp đo GPS sẽ cho kết quả nắn chỉnh hình học tốt nhất, nhưng tốn kém về chi phí. Do vậy, đối với khu vực có địa hình bằng phẳng, có thể và nên sử dụng phương pháp chọn chích các điểm KCA trên các bản đồ có sẵn ở cùng tỷ lệ để thực hiện nắn chỉnh hình học. Để đạt hiệu quả kinh tế, thực nghiệm đã chứng minh chỉ cần bố trí tối thiểu là 4 điểm KCA cho mỗi cảnh ảnh, phân bố rải đều ở 4 góc vẫn đảm bảo độ chính xác theo yêu cầu. Tuy nhiên chúng ta vẫn cần tuân thủ chặt chẽ các Quy phạm và Tiêu chuẩn hiện hành [1, 2].

Phần mềm ENVI 5.2 đã được tích hợp module nắn ảnh chính xác cao Rigorous Orthorectification có thể đọc trực tiếp các thông số chụp ảnh của vệ tinh VNREDSat-1 từ file siêu dữ liệu metadata.dim, cho phép nắn ảnh mức 3A bằng mô hình vật lý.

Nghiên cứu thành lập bình đồ ảnh vệ tinh VNREDSat-1 có ý nghĩa hết sức quan trọng đối với công tác trắc địa bản đồ và viễn thám. Nếu có được sản phẩm bình đồ trực ảnh vệ

tinh với chất lượng tốt, chúng ta dễ dàng phân tích giải đoán nhanh chóng các đối tượng địa lý phục vụ trực tiếp cho xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý, cũng như thành lập bản đồ nhằm ứng dụng cho công tác quản lý quy hoạch đô thị.

5. Kiến Nghị

Nghiên cứu tổng thể và toàn diện việc sử dụng ảnh vệ tinh VNREDSat-1 trong công tác giám sát, quản lý tài nguyên thiên nhiên, môi trường ở nước ta là một yêu cầu cấp bách nhằm đạt được hiệu quả kinh tế và kỹ thuật cao nhất. Trong thời gian tới, chúng ta cần tập trung nghiên cứu khả năng sử dụng ảnh vệ tinh VNREDSat-1 trong giám sát và quản lý tài nguyên thiên nhiên, môi trường; Thành lập bình đồ ảnh vệ tinh VNREDSat-1 phục vụ công tác giám sát, quản lý hiện trạng và biến động sử dụng đất; trong công tác giám sát, quản lý, hiện trạng và thay đổi trong quy hoạch đô thị; giám sát, quản lý hiện trạng và biến động về môi trường, ví dụ như nghiên cứu xói mòn; nghiên cứu sạt lở bờ sông và thay đổi dòng chảy; Xây dựng hệ thống thông tin về tài nguyên thiên nhiên, môi trường theo công nghệ WebGIS trợ giúp phát triển kinh tế - xã hội./.

Tài liệu tham khảo

1. Thông tư số 10/2015/TT-BTNMT ngày 25/03/2014 của Bộ Tài nguyên và Môi trường Quy định kỹ thuật về sản xuất ảnh viễn thám quang học độ phân giải cao và siêu cao để cung cấp đến người sử dụng.
2. Tiêu chuẩn TCVN/QS 1488:2011, Địa hình quân sự - Sản phẩm đo đạc bản đồ ban hành theo Thông tư số 63/2011/TT-BQP ngày 24/3/2011 của Bộ Quốc phòng.
3. C. Vincent Tao and Yong Hu (2001), Use of the rational function model for image rectification, Canadian Journal of Remote Sensing, 27(6), pp. 593602.
4. Guo Zhang, Rectification for High Resolution Remote Sensing Image Under Lack of GCP [M], Ph.D Dissertation, 2005.
5. I Boukerch, H Bounour 2006, Geometric modelling and orthorectification of SPOTs super mode images, Commission I, WGs 1/3, 1/5, 1/7.
6. K. Di, R. Ma and R. Li, (2002), Rational Functions and Potential for Rigorous Sensor Model Recovery, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Revised in April 2002.
7. YAN Qin, ZHANG Ji-xian, Analysis and Application of SPOT 5 DIMAP Metadata [J], Remote Sensing Information, 2015.
8. Spot Image (2002), Spot satellite geometry handbook, Edition 1 – Revision 0, CNES and IGN.
9. <https://www.harrisgeospatial.com/docs/Introduction.html>
10. Y.I.Abdel-Aziz and H.M Karara (1971), Direct linear transformation into object space coordinates in close-range photogrammetry, pp.1-18.
11. Tài liệu được cung cấp từ Xí nghiệp Dịch vụ Trắc địa Bản đồ - SAMCOM, Công ty TNHH MTV Trắc địa Bản đồ/ Cục Bản đồ/Bộ Tổng tham mưu.
12. Tài liệu được cung cấp từ Cục Viễn thám Quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường.