

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

BÁO CÁO HỌC THUẬT

ĐỀ TÀI:

**Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến hiện tượng đảo nhiệt
đô thị bằng phương pháp viễn thám**

PGS.TS. Nguyễn Văn Trung
Bộ môn Đo ảnh và Viễn thám

Hà Nội, 12/2020

MỤC LỤC

1	MỤC TIÊU VÀ NỘI DUNG	4
1.1	Mục tiêu, nội dung phương pháp xác định đảo nhiệt đô thị bằng ảnh vệ tinh	4
1.1.1	Mục tiêu.....	4
1.1.2	Nội dung	4
2	KHÁI NIỆM VIỄN THÁM HỒNG NGOẠI NHIỆT.....	6
2.1	Khái niệm viễn thám hồng ngoại.....	6
2.2	Bộ cảm thu ảnh viễn thám hồng ngoại	7
2.3	Hệ thống vệ tinh thu ảnh viễn thám hồng ngoại.....	9
3	THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐẢO NHIỆT ĐÔ THỊ TỪ SENTINEL-3 VÀ MỐI QUAN HỆ VỚI MẬT ĐỘ DÂN SỐ Ở CÁC QUẬN, HUYỆN THUỘC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH	14
3.1	Thuật toán xác định nhiệt độ bề mặt.....	14
3.1.1	Thuật toán theo hồi qui.....	14
3.2	Dữ liệu nhiệt độ bề mặt tính từ thuật toán	20
3.3	Xử lý dữ liệu mức 2 về nhiệt độ bề mặt của Sentinel-3 SLSTR	22
3.3.1	Mở ảnh.....	22
3.3.2	Cắt ảnh.....	23
3.3.3	Đổi hệ qui chiếu.....	24
3.4	Xác định đảo nhiệt đô thị theo ranh giới thành phố Hồ Chí Minh	25
3.4.1	Cắt ảnh nhiệt độ bề mặt theo ranh giới thành phố Hồ Chí Minh	25
3.4.2	Chuyển về bản đồ đảo nhiệt đô thị.....	26
3.5	Xác định mật độ dân số theo quận, huyện theo ranh giới thành phố HCM	26
4	KẾT LUẬN	28
5	TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	29

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1. Nguyên lý hoạt động của viễn thám hồng ngoại.....	7
Hình 2. Cấu tạo của hệ thống thu nhận ảnh hồng ngoại	8
Hình 3. Ảnh hồng ngoại thu nhận vào ban ngày (trên) và ban đêm (dưới)..	9
Hình 4. Mở ảnh nhiệt độ bề mặt Sentinel-3 ở mức 2.....	22
Hình 5. Kết quả ảnh nhiệt độ bề mặt Sentinel-3 ở mức 2.....	22
Hình 6. Cắt các kênh ảnh cần thiết.....	23
Hình 7. Cắt ảnh theo khu vực nghiên cứu.....	23
Hình 8. Kết quả ảnh cắt theo khu vực nghiên cứu	24
Hình 9. Chuyển đổi hệ qui chiếu.....	24
Hình 10. Kết quả ảnh đã Chuyển đổi hệ qui chiếu	25
Hình 11. Bản đồ nhiệt độ bề mặt theo ranh giới thành phố Hồ Chí Minh.....	25
Hình 12. Bản đồ đảo nhiệt đô thị các quận, huyện ở thành phố Hồ Chí Minh.....	26
Hình 13. Bản đồ mật độ dân số và đảo nhiệt đô thị các quận, huyện ở thành phố Hồ Chí Minh.....	27

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1. Đặc điểm bộ cảm biến TM	10
Bảng 2. Đặc điểm bộ cảm biến ETM+.....	10
Bảng 3. Đặc điểm các kênh phổ ảnh LANDSAT 8 OLI	10
Bảng 4. Các kênh phổ ảnh vệ tinh ASTER.....	11
Bảng 5. Các kênh phổ ảnh vệ tinh Sentinel-3 SLSTR.....	13
Bảng 6. SLSTR LST Thành phần vật lý sản phẩm Mức 2	20

1 MỤC TIÊU VÀ NỘI DUNG

1.1 Mục tiêu, nội dung phương pháp xác định đảo nhiệt đô thị bằng ảnh vệ tinh

1.1.1 Mục tiêu

- Đưa ra phương pháp xác định đảo nhiệt đô thị bằng dữ liệu ảnh vệ tinh
- Đưa ra yếu tố ảnh hưởng chính đến sự đảo nhiệt đô thị.

1.1.2 Nội dung

Để đạt được các mục tiêu đã nêu nghiên cứu này cần phải thực hiện các nội dung sau:

a. Nghiên cứu phương pháp xác định đảo nhiệt đô thị bằng dữ liệu ảnh vệ tinh và đưa ra yếu tố ảnh hưởng chính đến sự đảo nhiệt đô thị bao gồm:

- Tìm hiểu các thuật toán của phương pháp xác định đảo nhiệt đô thị sử dụng viễn thám;
- Đưa ra yếu tố ảnh hưởng chính đến sự đảo nhiệt đô thị.

b. Thực nghiệm xác định đảo nhiệt đô thị bằng dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-3 cho và sự ảnh hưởng của mật độ dân số đến quá trình đảo nhiệt đô thị.

Hiện nay, ảnh vệ tinh hồng ngoại nhiệt có độ phân giải thời gian cao là dữ liệu sử dụng rất tốt cho xác định đảo nhiệt đô thị và mối quan hệ các yếu tố ảnh hưởng đối với khu vực đô thị hóa cao. Tuy nhiên, nhiệt độ nhận được từ các dữ liệu viễn thám thường chưa cao vì vậy việc sử dụng các thuật toán mới trong xác định đảo nhiệt đô thị được áp dụng nhằm nâng cao độ chính xác đối với các khu đô thị lớn có quá trình đô thị hóa nhanh. Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng ảnh Sentinel-3 với 2 kênh phổ có bước sóng 11 và 12 để xác định đảo nhiệt đô thị khu vực khu các quận, huyện thuộc thành

phố Hồ Chí Minh để thấy rõ khả năng của thuật toán sử dụng trong xác định nhiệt độ và các ảnh hưởng tới quá trình đảo nhiệt này.

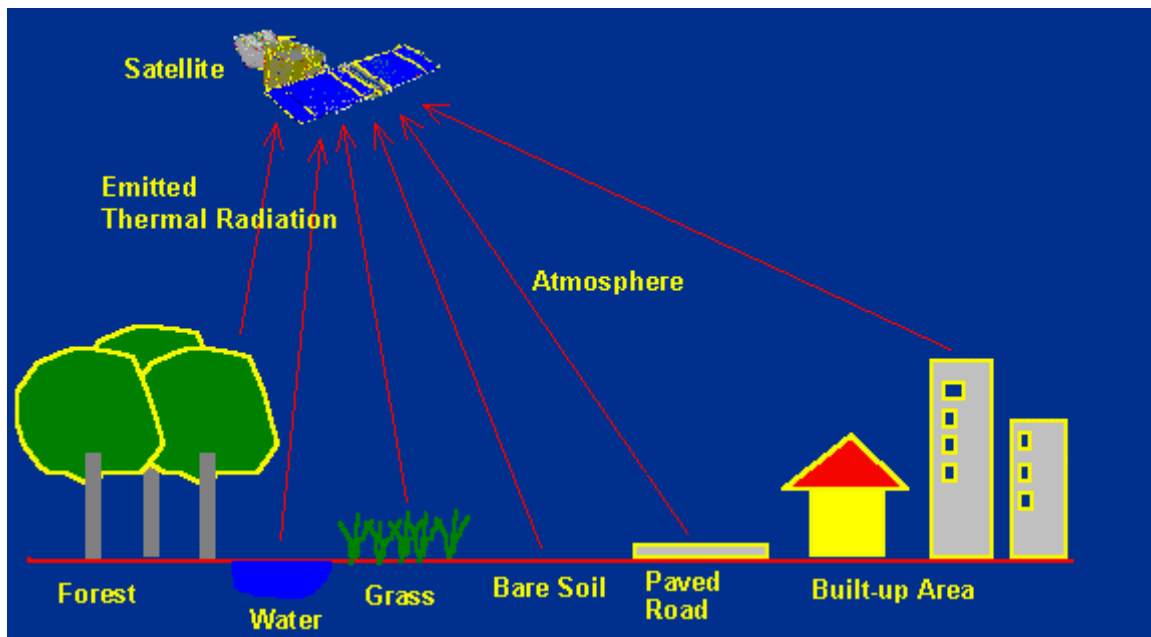
2 KHÁI NIỆM VIỄN THÁM HỒNG NGOẠI NHIỆT

2.1 Khái niệm viễn thám hồng ngoại nhiệt

Viễn thám hồng ngoại nhiệt là một trong ba loại cơ bản của kỹ thuật viễn thám bao gồm viễn thám trong dải phổ quang và hồng ngoại, viễn thám radar, viễn thám hồng ngoại nhiệt. Viễn thám hồng ngoại nhiệt sử dụng các bức xạ điện từ có bước sóng trong khoảng $3 - 20 \mu m$. Tuy nhiên, trong phần lớn các ứng dụng của ảnh hồng ngoại nhiệt thường sử dụng dãy sóng với bước sóng $8 - 13 \mu m$.

Nguyên lý cơ bản của viễn thám hồng ngoại nhiệt là ghi nhận thông tin về nhiệt độ bức xạ của vật thể trong dải sóng hồng ngoại nhiệt bằng phương pháp quét (hình 2.4). Bức xạ nhiệt có cường độ yếu, lại bị hấp thụ mạnh bởi khí quyển nên để thu các tín hiệu phải có thiết bị quét nhiệt với độ nhạy cao. Các bộ cảm biến nhiệt thường được trang bị các bộ khuếch đại để ghi nhận tín hiệu về nhiệt độ bức xạ của vật chất được tốt hơn.

Tính chất bức xạ nhiệt các đối tượng tự nhiên dựa vào nguyên lý bức xạ nhiệt của vật đen tuyệt đối. Vật đen tuyệt đối hấp thụ toàn bộ năng lượng của dải sóng điện từ và mặt trời. Tuy nhiên, trong thực tế hiếm khi có sự tồn tại của vật đen tuyệt đối mà chỉ có một số vật gần giống vật đen tuyệt đối như bồ hóng.



Hình 1. Nguyên lý hoạt động của viễn thám hồng ngoại nhiệt

Ảnh hồng ngoại nhiệt rất hay bị méo hình do tín hiệu nhiệt yếu và ảnh hưởng của khí quyển. Bên cạnh đó, ảnh hồng ngoại nhiệt cũng phụ thuộc vào quán tính nhiệt của vật chất [1].

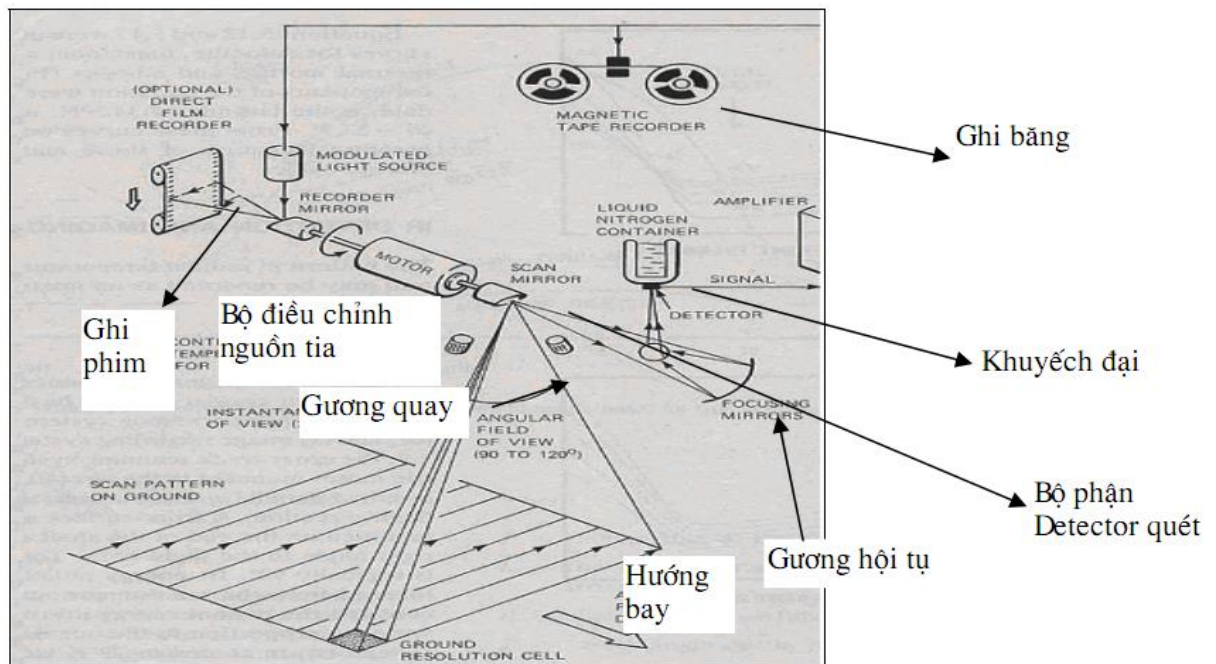
2.2 Bộ cảm thu ảnh viễn thám hồng ngoại nhiệt

Đặc điểm hình học của bộ cảm hồng ngoại nhiệt

Phương pháp thu ảnh hồng ngoại nhiệt. Do các tín hiệu thấp và chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố môi trường nên phương pháp thu ảnh hồng ngoại nhiệt được áp dụng phổ biến là phương pháp quét với các bộ cảm biến nhiệt, có trường nhìn tức thời lớn. Cấu tạo của hệ thống tạo ảnh hồng ngoại nhiệt bao gồm các thành phần chính sau:

- Cảm biến nhiệt: hệ thống cảm biến nhiệt có trường nhìn tức thời rộng. Các tín hiệu do cảm biến nhiệt thu nhận thường phải được khuếch đại lên nhiều lần trước khi ghi lại thành hình ảnh.
- Hệ thống quét quang học.
- Hệ thống tạo ảnh nhằm ghi lại hình ảnh từ những tín hiệu do cảm biến nhiệt ghi lại. Ảnh hồng ngoại nhiệt thường được thu nhận ở cấu trúc 8 bit.

Cấu tạo của một hệ thống thu nhận ảnh hồng ngoại được mô tả trên hình 1.15 dưới đây.



Hình 2. Cấu tạo của hệ thống thu nhận ảnh hồng ngoại nhiệt

Đặc điểm hình học của ảnh hồng ngoại nhiệt

Do đặc điểm của phương pháp thu nhận ảnh, ảnh hồng ngoại nhiệt rất hay bị méo do ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết, môi trường như gió, mưa, mây, thực vật, ... Bên cạnh đó, ảnh hồng ngoại nhiệt thu nhận ban ngày và ban đêm có sự khác biệt rất lớn do phụ thuộc vào mô hình nhiệt của các vật chất khác nhau (hình 1.16, khu vực có nhiệt độ cao có màu trắng sáng).

Nhiệt độ cực đại, tốc độ nóng lên hay lạnh đi của một vật thể phụ thuộc vào thành phần vật chất và trạng thái của vật thể đó. Ví dụ, nước có giá trị nhiệt độ cực đại và cực tiểu nhỏ hơn cũng như thời điểm xuất hiện giá trị cực đại, cực tiểu cũng chậm hơn 1 – 2 giờ so với các đối tượng khác. Do vậy, nhiệt độ của địa hình thường cao hơn vào ban ngày nhưng thấp hơn vào ban đêm so với nhiệt độ của nước. Sự chênh lệch nhiệt độ vật chất giữa ngày và đêm còn gọi là quán tính nhiệt của vật chất (hình 1.14) [1, 3].



Hình 3. Ảnh hồng ngoại nhiệt thu nhận vào ban ngày (trên) và ban đêm (dưới)

2.3 Hệ thống vệ tinh thu ảnh viễn thám hồng ngoại nhiệt

Một số hệ thống thu nhận ảnh hồng ngoại nhiệt

Ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT. Ngoài các kênh ảnh ở dải sóng nhìn thấy và hồng ngoại, trên vệ tinh LANDSAT (TM, ETM+, OLI) còn được trang bị bộ cảm biến nhiệt để ghi lại tín hiệu nhiệt của các đối tượng trên trái đất. Ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT TM có độ phân giải không gian 120m (Bảng 1.1), trong khi ở bộ cảm biến ETM+ độ phân giải không gian là 60m (Bảng 1.2). Trên vệ tinh LANDSAT 8 vừa được phóng thành công lên quỹ đạo đầu năm 2013, ngoài bộ cảm biến quang học OLI còn trang bị bộ cảm biến nhiệt TIRS với 2 kênh hồng ngoại nhiệt (kênh 10, 11) có độ phân giải không gian 100m (Bảng 1.3). Với độ phân giải không gian trung bình, đặc biệt được cung cấp miễn phí với chu kỳ 16 ngày, ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT thích hợp trong các nghiên cứu ở quy mô cấp vùng.

Bảng 1. Đặc điểm bộ cảm biến TM

Kênh	Bước sóng (μm)	Tên gọi	Độ phân giải không gian (m)
1	0,45 – 0,52	Lam	30
2	0,52 – 0,60	Lục	30
3	0,63 – 0,69	Đỏ	30
4	0,76 – 0,90	Cận hồng ngoại	30
5	1,55 – 1,75	Giữa hồng ngoại	30
6	10,40 – 12,50	Hồng ngoại nhiệt	120
7	2,08 – 2,35	Giữa hồng ngoại	30

Bảng 2. Đặc điểm bộ cảm biến ETM+

Kênh	Bước sóng (μm)	Tên gọi	Độ phân giải không gian (m)
1	0,45 – 0,52	Lam	30
2	0,52 – 0,60	Lục	30
3	0,63 – 0,69	Đỏ	30
4	0,76 – 0,90	Cận hồng ngoại	30
5	1,55 – 1,75	Giữa hồng ngoại	30
6	10,40 – 12,50	Hồng ngoại nhiệt	60
7	2,08 – 2,35	Giữa hồng ngoại	30
8	0,50 – 0,90	Toàn sắc	15

Bảng 3. Đặc điểm các kênh phổ ảnh LANDSAT 8 OLI

Kênh	Tên gọi	Bước sóng	Độ phân giải
1	Bờ biển/Sol khí	0,433 –	30 m
2	Xanh lam	0,450 –	30 m

3	Xanh lục	0,525 –	30 m
4	Đỏ	0,630 –	30 m
5	Cận hồng ngoại	0,845 –	30 m
6	Hồng ngoại sóng	1,560 –	30 m
7	Hồng ngoại sóng	2,100 –	30 m
8	Toàn sắc	0,500 –	15 m
9	Mây/quyển khí	1,360 –	30 m
10	Hồng ngoại nhiệt	10,30 –	100 m
11	Hồng ngoại nhiệt	11,50 –	100 m

Ảnh hồng ngoại nhiệt ASTER. Ảnh đa phổ ASTER được thu từ bộ cảm ASTER đặt trên vệ tinh Terra với độ phủ ảnh là 60 x 60 km. Bộ cảm ASTER được cấu thành từ 3 phụ hệ riêng rẽ, hoạt động trên từng hệ quang riêng biệt. Các hệ phụ này là nhìn thấy và hồng ngoại gần bao gồm các kênh phổ 1-3, hồng ngoại sóng ngắn gồm các kênh phổ 4-9 và hồng ngoại nhiệt bao gồm các kênh phổ 10-14. Như vậy, khác với ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT, ảnh hồng ngoại nhiệt ASTER bao gồm 5 kênh phổ trong dải sóng 8.125 – 11.65 μm với độ phân giải không gian 60m.

Với số lượng kênh phổ nhiều: 14 kênh, trong đó có 3 kênh trong dải sóng nhìn thấy với độ phân giải 15m, 6 kênh trong dải sóng hồng ngoại với độ phân giải 30m và 5 kênh trong dải sóng hồng ngoại nhiệt với độ phân giải 60m, ảnh vệ tinh ASTER có khả năng cung cấp thông tin nhiều hơn các loại tư liệu vệ tinh khác. Ảnh hồng ngoại nhiệt ASTER đã được sử dụng phổ biến trên thế giới trong nghiên cứu nhiệt độ bề mặt và độ ẩm đất [1].

Bảng 4. Các kênh phổ ảnh vệ tinh ASTER

Kênh phổ	Bước sóng (μm)	Độ phân giải không gian (m)	Lưu trữ (bit)
1	0.52 – 0.6	15	8

Kênh phổ	Bước sóng (μm)	Độ phân giải không gian (m)	Lưu trữ (bit)
2	0.63 – 0.69	15	8
3	0.76 – 0.86 (nhìn trực tâm)	15	8
3	0.76 – 0.86 (nhìn sau)	15	8
4	1.60 – 1.70	30	8
5	2.145 – 2.185	30	8
6	2.185 – 2.225	30	8
7	2.235 – 2.285	30	8
8	2.295 – 2.365	30	8
9	2.36 – 2.43	30	8
10	8.125 – 8.475	60	12
11	8.475 – 8.825	60	12
12	8.925 – 9.275	60	12
13	10.25 – 10.95	60	12

Ảnh hồng ngoại nhiệt MODIS. Ảnh MODIS được thu nhận từ hai hệ thống vệ tinh chính, bao gồm: MODIS Terra và MODIS Aqua. Với tầm quan sát lên đến hơn 2.330 km, vệ tinh này có thể quan trắc gần như toàn bộ Trái Đất. Ảnh MODIS có 36 kênh phổ, với 3 độ phân giải: 250, 500 và 1000 mét. Mặc dù độ phân giải không cao, nhưng với tầm phủ rộng, thời gian quan trắc liên tục và đặc biệt là miễn phí, ảnh MODIS là nguồn tư liệu giá trị cao trong nghiên cứu tài nguyên, môi trường. Số lượng kênh phổ lớn giúp ảnh MODIS được ứng dụng ngày càng nhiều trong hầu hết lĩnh vực hiện nay. Ảnh hồng ngoại nhiệt MODIS có độ phân giải không gian 1km đã được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu nhiệt độ nước biển, nhiệt độ và độ ẩm mặt đất.

Ảnh hồng ngoại nhiệt Sentinel-3. Ảnh Sentinel-3 SLSTR (Sea and Land Surface Temperature Radiometer) được thu nhận từ hai hệ thống vệ tinh chính, bao gồm: Sentinel-3A và Sentinel-3B. Ảnh Sentinel-3 SLSTR có 11 kênh phổ, với 2 độ phân giải không gian: 500 và 1000 mét. Mặc dù độ phân giải không cao, nhưng với tầm phủ rộng, thời gian quan trắc liên tục và đặc biệt là miễn phí, ảnh Sentinel-3 SLSTR là nguồn tư liệu giá trị cao trong nghiên cứu tài nguyên, môi trường. Ảnh Sentinel-3 SLSTR được ứng dụng ngày càng nhiều trong hầu hết lĩnh vực hiện nay. Ảnh hồng ngoại nhiệt SLSTR có độ phân giải không gian 1km đã được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu nhiệt độ nước biển, nhiệt độ và hoạt động cháy.

Bảng 5. Các kênh phổ ảnh vệ tinh Sentinel-3 SLSTR

Band	Central Wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Function	Comments		Resolution (metres)
S1	554.27	19.26	Cloud screening, vegetation monitoring, aerosol	VNIR	Solar Reflectance Bands	500
S2	659.47	19.25	NDVI, vegetation monitoring, aerosol			
S3	868.00	20.60	NDVI, cloud flagging, Pixel co-registration			
S4	1374.80	20.80	Cirrus detection over land	SWIR		
S5	1613.40	60.68	Cloud clearing, ice, snow, vegetation monitoring			
S6	2255.70	50.15	Vegetation state and cloud clearing			
S7	3742.00	398.00	SST, LST, Active fire	Thermal IR Ambient bands (200 K -320 K)		1000
S8	10854.00	776.00	SST, LST, Active fire			
S9	12022.50	905.00	SST, LST			
F1	3742.00	398.00	Active fire	Thermal IR fire emission bands		
F2	10854.00	776.00	Active fire			

3 THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐẢO NHIỆT ĐÔ THỊ TỪ SENTINEL-3 VÀ MỐI QUAN HỆ VỚI MẬT ĐỘ DÂN SỐ Ở CÁC QUẬN, HUYỆN THUỘC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

3.1 Thuật toán xác định nhiệt độ bề mặt

3.1.1 Thuật toán theo hồi qui

Công thức cơ bản của thuật toán đối với khí quyển không có mây như sau (Prata, 1993, 1994a, b):

$$LST = a_0 + b_0 T_{11} + c_0 T_{12} \quad (25)$$

- a_0 , b_0 , và c_0 là các hệ số phụ thuộc vào kiểu lớp phủ bề mặt, tỷ lệ thực phủ, mùa, thời điểm chụp ngày hoặc đêm, lượng mưa và góc chụp của vệ tinh.
- T_{11} và T_{12} đơn vị đo nhiệt độ độ sáng (brightness temperatures (top-of-the atmosphere)) trong kênh phổ SLSTR 11 μm và 12 μm ; đơn vị độ Kelvin.
- θ là góc chụp của vệ tinh.

Nhận ra rằng các phép gần đúng thiết yếu dẫn đến một dạng tuyến tính cho sự phụ thuộc của nhiệt độ bề mặt vào nhiệt độ độ sáng của tầng khí quyển, chúng tôi đưa ra một số tính phi tuyến tính yếu bằng cách cho phép chênh lệch nhiệt độ thay đổi theo công suất. Sau đó, chúng tôi viết thuật toán dưới dạng,

$$LST = a_{f,i,pw} + b_{f,i}(T_{11} - T_{12})^n + (b_{f,i} + c_{f,i})T_{12}, \quad (26)$$

- $n = \frac{1}{\cos(\theta/m)}$,
- m là thông số điều khiển biến phụ thuộc vào góc chụp,
- f tương ứng với tỷ lệ thực phủ.
- i tương ứng với kiểu thực phủ (biome),
- pw tương ứng với lượng mưa (đơn vị cm).

Thuật toán đã được phát triển với tất cả nhiệt độ theo đơn vị độ Kelvin và thuật toán trả về nhiệt độ bề mặt đất theo đơn vị độ Kelvin. Nó đã được áp dụng hoạt động trong quá trình xử lý AATSR sau đó mặc dù với các trường dữ liệu phụ trợ hạn chế, đặc biệt là về phân loại quần xã sinh vật và bề mặt. Các yêu cầu đối với SLSTR về dữ liệu phụ trợ được quy định trong các phần sau.

Tham số n có thể được đặt bằng thống nhất $m \rightarrow \infty$) và thuật toán chuyển sang dạng được dẫn xuất trước đó. Mục đích của việc giới thiệu tham số ở đây là cho phép một số điều chỉnh thuật toán dựa trên việc phân tích dữ liệu kiểm định.

Đối với trường hợp $T_{11} - T_{12} \leq 0$, tham số n phải được đặt bằng thống nhất. Những trường hợp như vậy xảy ra trong thực tế và đã được xác định trước đây đối với các vùng sa mạc, đặc biệt vào ban đêm và buổi sáng ngay sau khi mặt trời mọc. Ràng buộc này cũng có thể đạt được bằng cách chỉ định tham số m cho trường hợp này. Trong trường hợp có các bản cập nhật thuật toán khác, sẽ là khôn ngoan nhất nếu kết hợp (có / không) làm đầu vào để xác định xem có nên sử dụng quy trình này hay không. Lựa chọn có thể được kết hợp vào tệp phụ với d và m như một cột bổ sung cho mảng hai chiều (xem bên dưới).

Trong quan hệ hồi quy được đề xuất, độ phát xạ không xuất hiện rõ ràng. Vì suy ra dựa trên công thức toán học đã cho ở trên, về nguyên tắc, sẽ có thể xác định các đại lượng ϵ_v từ (9). Tuy nhiên, hiện tại không có ý định xác định các chất phát xạ là một phần của sản phẩm LST, cũng như là một sản phẩm riêng biệt.

Tất nhiên các hệ số phát xạ phải có mặt ngầm và điều này trở nên rõ ràng khi chúng ta viết ra các công thức cho các lớp của hệ số hồi quy trong thuật toán LST. Ba loại hệ số là:

- $a_{f,i,pw} = d[\sec\theta - 1]pw + fa_{v,i} + (1-f)a_{s,i}$,
- $b_{f,i} = fb_{v,i} + (1-f)b_{s,i}$,
- $c_{f,i} = fc_{v,i} + (1-f)c_{s,i}$,

$$(0 \leq f \leq 1)$$

Do đó, có một tập hợp các hệ số được áp dụng cho từng loại pixel tùy thuộc vào quần xã sinh vật i , độ phủ thực vật phân đoạn f và pw nhưng cũng phụ thuộc vào các giá trị ở 100% thảm thực vật (v) và đất trống (s). Các thông số $Av, i, as, i, bv, i, bs, i$ và cv, i, cs, i được định nghĩa là các hệ số truy xuất cơ sở trong ATBD này. Tham số d , là một biến kiểm soát sự phụ thuộc của hơi nước vào góc nhìn và độc lập với các thông số bề mặt và khí quyển có thể thay đổi.

Giá trị cho các hệ số sẽ được xác định bằng cách sử dụng tập dữ liệu mô phỏng trong đó các BT đã được tính toán cho một loạt các LST, các điều kiện bề mặt và khí quyển thích hợp (phần 3.4). Các tham số d và m sẽ được xác định theo kinh nghiệm bằng cách sử dụng các mô phỏng truyền bức xạ cho các vùng, rất có thể là nơi có sẵn một số dữ liệu xác nhận. Về nguyên tắc, các tham số d và m có thể phụ thuộc vào quần xã sinh vật. Do đó, d và m phải được cung cấp trong các tệp hỗ trợ dưới dạng mảng 2-d với kích thước tối đa được đặt thành số lượng quần xã sinh vật và giá trị lớn nhất cho cả ngày và đêm cho mỗi quần xã sinh vật. Ngoài ra, có thể cần một cột cho cờ tiện ích; tệp tổng thể chứa d , m và cờ tiện ích phải là 2 chiều.

Các hệ số hồi quy riêng biệt sẽ được cung cấp cho các bề mặt trống và thực vật cho mỗi lớp che phủ i . Các hệ số cũng sẽ được cung cấp riêng biệt cho ban ngày và ban đêm. Nên có một tùy chọn để nội suy các hệ số giữa các tháng sẽ được thực hiện trong trường hợp đầu tiên. Sẽ không có

nội suy giữa hệ số ngày và đêm. Thay vào đó, các hệ số nên được chuyển đổi theo ngưỡng góc thiên đỉnh mặt trời có thể xác định.

Lưu ý rằng tuyến hệ số cho thuật toán cho phép và yêu cầu dữ liệu phụ trợ có thể được cập nhật ở bất kỳ giai đoạn nào mà không làm thay đổi thuật toán xử lý cơ bản. Thật vậy đối với f , và có thể là pw , điều này là cần thiết.

Hiệu chỉnh khí quyển

Sự kết hợp của phương trình cửa sổ phân tách (split-window) ở trên và việc tính toán hệ số thông qua các phép tính truyền bức xạ về bản chất cung cấp một hiệu chỉnh khí quyển hiệu quả trong điều kiện bầu trời quang đãng. Sự phụ thuộc hơi nước là rõ ràng trong thuật ngữ pw trên toàn dải nhưng mặt khác được mong đợi sẽ được bao hàm đầy đủ thông qua sự phù hợp hồi quy thống kê của các hệ số truy xuất cơ sở. Điều quan trọng nhất là quá trình mô phỏng BT được mô tả trong Phần 3.4, và cụ thể là mô hình truyền bức xạ, có khả năng tính toán chính xác quá trình truyền trong khí quyển. Vì bầu không khí cũng có thể thay đổi đáng kể từ tháng này sang tháng khác, nên các hệ số được thực hiện hàng tháng.

Sự phụ thuộc của các kênh hồng ngoại nhiệt vào hơi nước trong khí quyển là sự phụ thuộc quan trọng nhất của bầu trời quang đãng trong khí quyển. Về nguyên tắc, thông tin hơi nước từ bất kỳ cảm biến vệ tinh thích hợp nào sẽ hữu ích. Tuy nhiên, các hàm độ nhạy phụ thuộc vào độ cao (hoặc các hàm trọng số như chúng đã biết) phải được khớp với nhau để hiệu chỉnh tốt nhất và trên thực tế, thông tin khí quyển đầu vào phải có độ nhạy dọc tốt. Do đó, các thiết bị hồng ngoại nhiệt có xu hướng là nguồn tốt nhất nếu chúng cung cấp độ phân giải dọc và độ nhạy tầng đối lưu thấp hơn phù hợp với các kênh cửa sổ như đối với SLSTR.

Tóm tắt thuật toán LST:

- Thuật toán LST dựa trên ba lớp hệ số được áp dụng cho các khung nhìn nadir của các kênh 11 và 12 μm (phương pháp tiếp cận cửa sổ phân tách).
- Đối với mỗi quần xã sinh vật, phải cung cấp sáu hệ số truy xuất cơ sở (hai hệ số cho mỗi loại hệ số). Hệ số truy xuất sẽ được cung cấp cho cả ngày và đêm (tổng cộng là 12 hệ số truy xuất). Một tập hợp đầy đủ các hệ số truy xuất cơ sở sẽ được cung cấp cho mỗi máy dò do các đáp ứng phổ khác nhau của các máy dò.
- Hệ số cơ sở nên được cung cấp hàng tháng với tùy chọn (được kích hoạt trong trường hợp đầu tiên) để nội suy LST thu được từ hai tập hợp hệ số cơ sở hàng tháng gần nhất. Các hệ số truy xuất cơ sở sẽ được cung cấp trong một tệp có dấu thời gian chung cho các bộ dữ liệu hàng tháng khác (trung tâm của tháng trong trường hợp đầu tiên). Nếu hệ số hàng năm là mong muốn, thì các tập dữ liệu hàng tháng sẽ đơn giản được lặp lại với các hệ số giống nhau. Hệ số trung bình hàng năm là mức tối thiểu.
- Có hai tham số không đổi, d và m , các giá trị của chúng sẽ được cung cấp làm tham số phụ giống nhau cho cả hai phần tử máy dò.
- Đối với thuật toán, góc nhìn của cảm biến (từ nadir) tại bề mặt là bắt buộc. Đối với đặc điểm kỹ thuật ngày / đêm (ví dụ: chuyển đổi các hệ số), xác minh và xác định đặc tính lỗi, góc thiên đỉnh là bắt buộc.
- Nếu không có phép nội suy nào được thực hiện hàng tháng, thì tất cả các hệ số cơ sở sẽ được thay đổi ở ranh giới ngày hàng tháng.
- Sẽ không có nội suy giữa hệ số ngày và đêm.
- Điểm chuyển đổi góc thiên đỉnh mặt trời phải được chỉ định trong

một tệp nhưng phải được đặt thành 90 ° trong trường hợp đầu tiên.

- Về nguyên tắc (cách tiếp cận đầu tiên), các hệ số cơ sở phải được nội suy trước rồi sau đó là LST được suy ra bằng cách sử dụng các hệ số cơ sở nội suy và dữ liệu phụ trợ được nội suy. Điều này sẽ đảm bảo rằng dữ liệu phụ trợ chính xác cũng được ghi vào tệp đầu ra; dữ liệu phụ trên mỗi pixel trong tệp đầu ra phải phù hợp với LST đầu ra cuối cùng trên mỗi pixel. Cách tiếp cận thứ hai là tính toán hai LST và sau đó nội suy các LST, tuy nhiên trong trường hợp này cũng phải hết sức thận trọng với các dữ liệu phụ trợ để đảm bảo tính nhất quán. Do đó, cách tiếp cận đầu tiên được khuyến khích.
- Dữ liệu phụ trợ phải được cung cấp sẽ chỉ rõ, cho một vị trí không gian nhất định: quần xã sinh vật, thảm thực vật phân đoạn và nước có thể kết tủa. Số lượng quần xã sinh vật hiện tại là của Globcover, tức là 22, nhưng để linh hoạt trong các bản cập nhật bộ xử lý, nên được giả định là tối đa 50. Tất cả các tệp sẽ được lấp đầy (không có giá trị bị thiếu).
- Dữ liệu bổ trợ và các tệp phụ trợ không nhất thiết phải tĩnh và quá trình xử lý phải linh hoạt để kết hợp thông tin cập nhật trong tương lai. Do đó, thông tin bổ trợ cho mỗi tham số đầu vào sẽ được lưu trữ trong tệp riêng biệt, nhưng tất cả thông tin về tham số đầu vào được lưu trữ cùng nhau trong một tệp. Các dạng tệp được xếp và đóng gói được chấp nhận.

3.2 Dữ liệu nhiệt độ bề mặt tính từ thuật toán

Sản phẩm mức xử lý 2: **SL_2_LST___**

Sản phẩm này chứa các thông số Land Surface.

Sản phẩm “**SL_2_LST___**” Mức 2 bao gồm một tệp dữ liệu đo lường. Trong các phần sau, nội dung của tệp này được thống kê.

Bảng 6. SLSTR LST Thành phần vật lý sản phẩm Mức 2

Product Package Type SL_2_LST___	<i>Description</i> Land Surface Parameters			
Product Level	Diss. Timeliness	Product Category	Application Domain	Spatial Resolution
2	NRT NTC	Available to the user	LND	1Km
Product Dissemination Unit Stripe	Number of Package components	Number of Measurement Data Files	Number of Annotation Data Files	Number of Representation Information Files
131	1	10	0	
Product Package Structure				
Manifest file (see [AD-8] and section 7.1.1.2 and 8 for more details)				
File name	Composition			
xfdumanifest.xml	XML fields			
Measurement Data files (see section 7.1.1.4 for more details)				
File name	Composition	N.O.		
LST_in.nc	LST, LST_uncertainty, LST_orphan, LST_uncertainty_orphan, exception, exception_orphan			
Annotation Data files (see [AD-8] and section 7.1.1.5 for more details)				
File name	Composition	N.O.		
LST_ancillary_ds.nc	NDVI, NDVI_orphan, biome, biome_orphan, fraction, fraction_orphan, TCWV,			

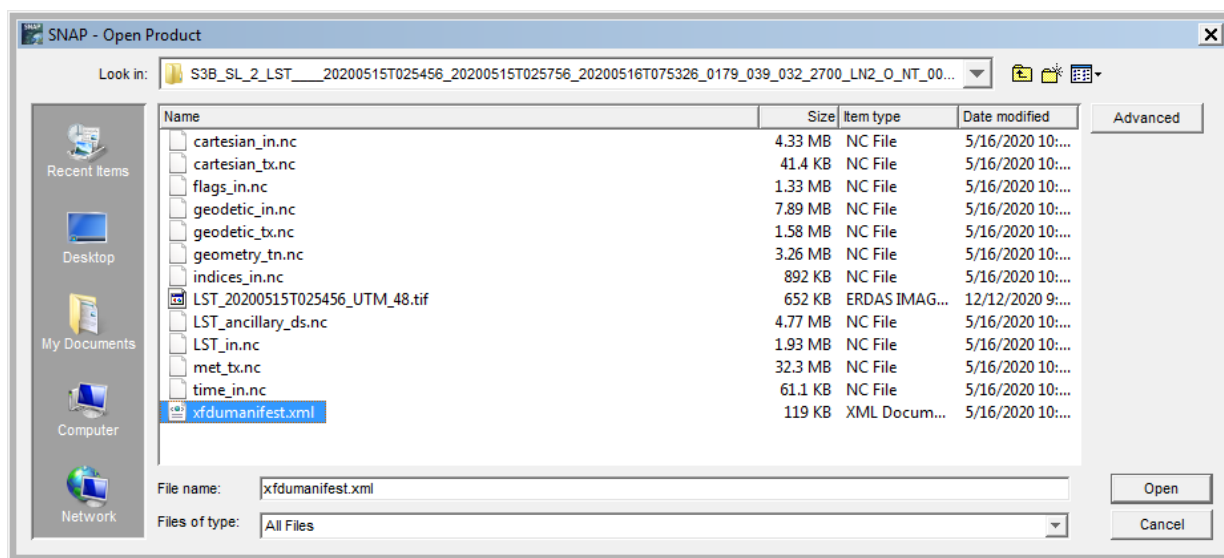
	validation			
flags_in.nc	cloud_in, bayes_in, pointing_in, confidence_in, cloud_orphan_in, bayes_orphan_in, pointing_orphan_in, confidence_orphan_in			
indices_in.nc	scan_in, pixel_in, detector_in, scan_orphan_in, pixel_orphan_in, detector_orphan_in			
time_in.nc	time_stamp_i, first_scan_in, first_scan_io, [...]			
geodetic_in.nc	latitude_in, longitude_in, elevation_in, latitude_orphan_in, longitude_orphan_in, elevation_orphan_in			
cartesian_in.nc	x_in, y_in, x_orphan_in, y_orphan_in			
geometry_tn.nc	solar_zenith_tn, solar_azimuth_tn, solar_path_tn, sat_zenith_tn, sat_azimuth_tn, sat_path_tn			
geodetic_tx.nc	latitude_tx, longitude_tx			
cartesian_tx.nc	x_tx, y_tx			
met_tx.nc	t_forecast, t_single, t_series, t_bound, z_wind, z_atmos, z_soil, z_bound, p_atmos, SST, sea_ice_fraction			
Representation Information Files				
File name	Composition			
none				

3.3 Xử lý dữ liệu mức 2 về nhiệt độ bề mặt của Sentinel-3 SLSTR

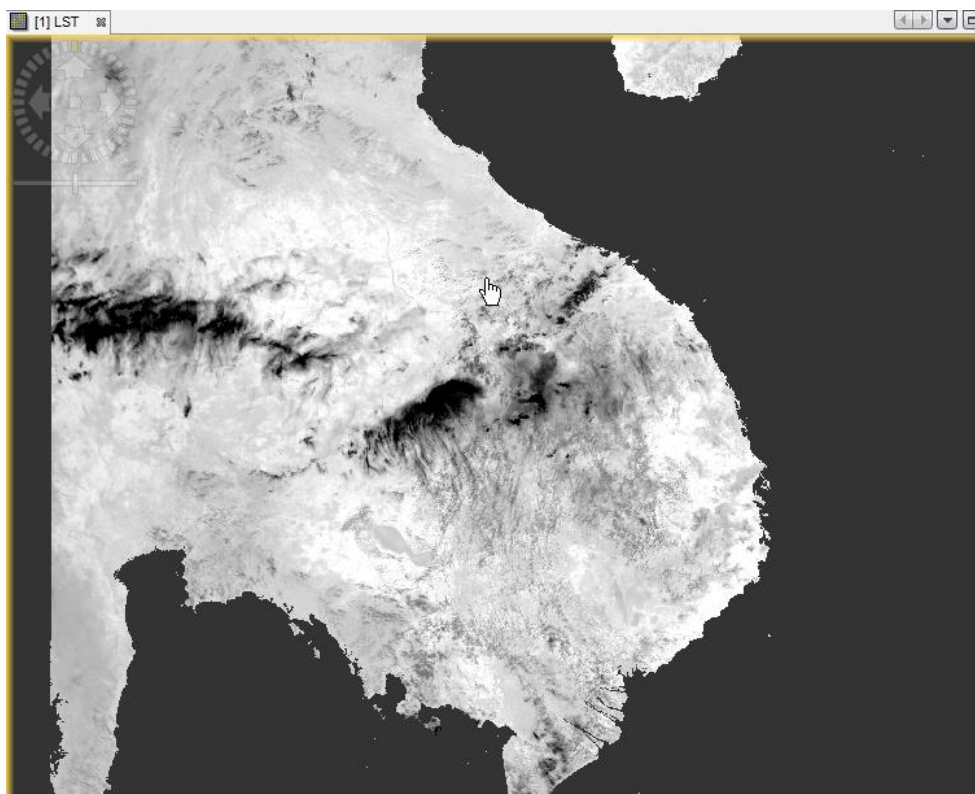
Chúng tôi sử dụng phần mềm SNAP để cắt các dữ liệu cần thiết ở khu vực nghiên cứu và chuyển đổi về hệ qui chiếu bản đồ.

3.3.1 Mở ảnh

File -> Open Product -> tên file.xml



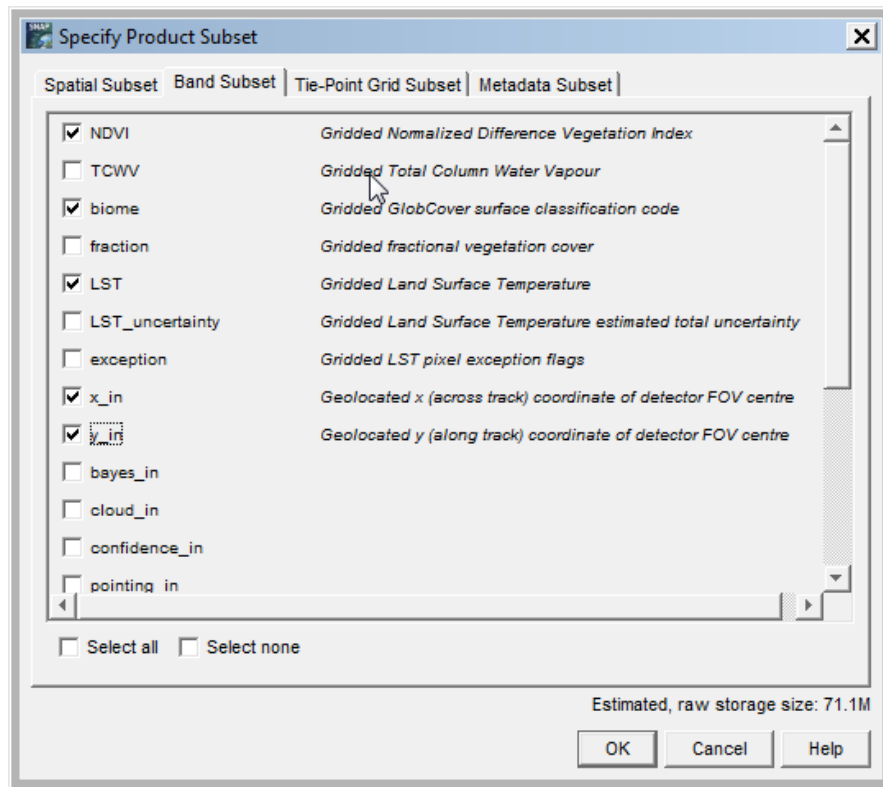
Hình 4. Mở ảnh nhiệt độ bề mặt Sentinel-3 ở mức 2



Hình 5. Kết quả ảnh nhiệt độ bề mặt Sentinel-3 ở mức 2

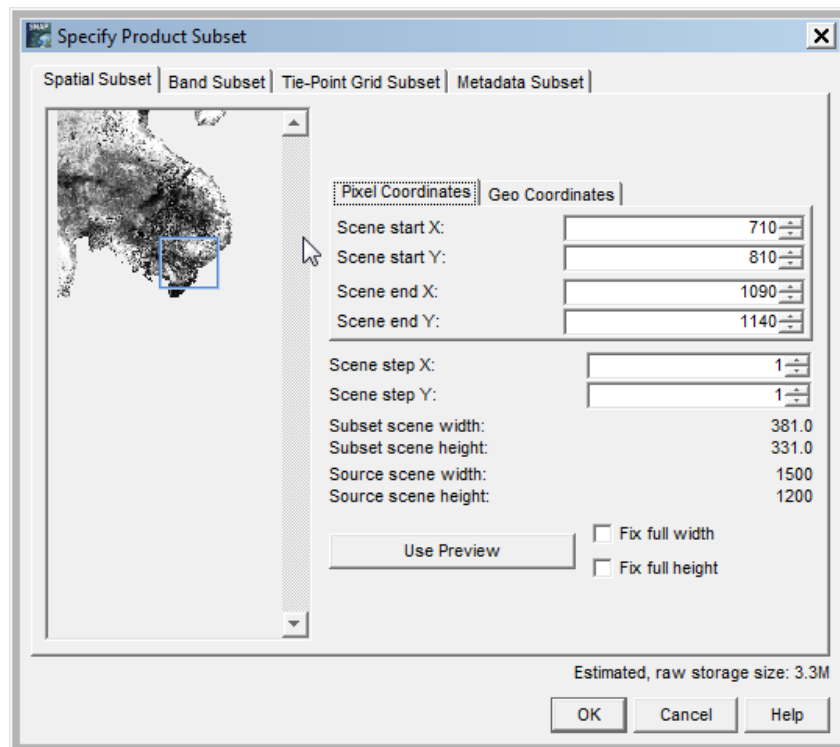
3.3.2 Cắt ảnh

Raster -> Subset -> Band Subset

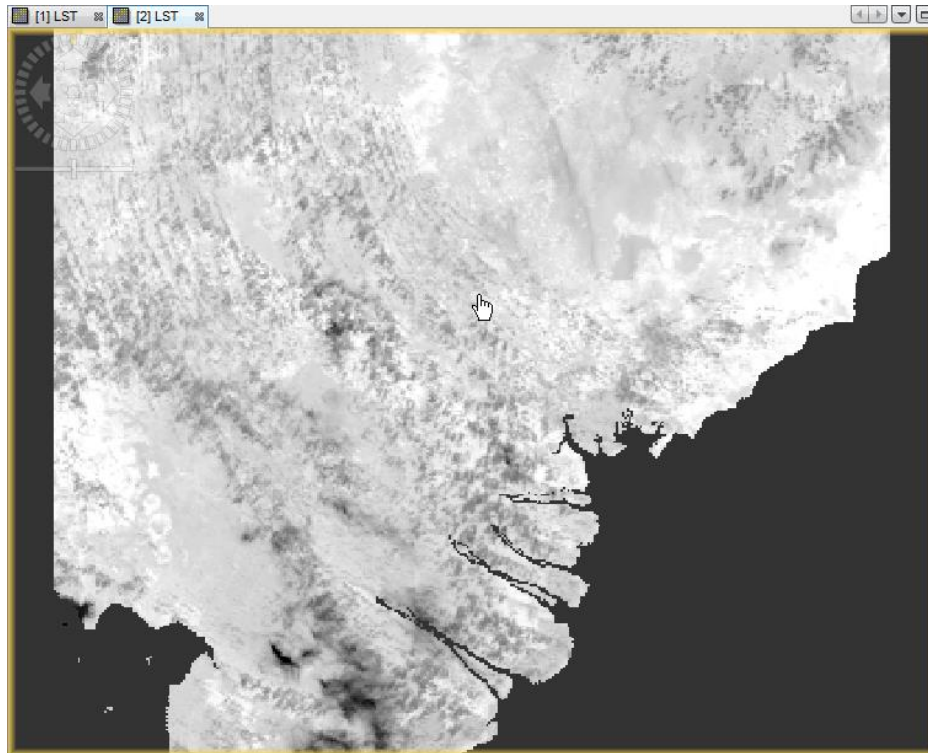


Hình 6. Cắt các kênh ảnh cần thiết

Raster -> Subset -> Spatial Subset



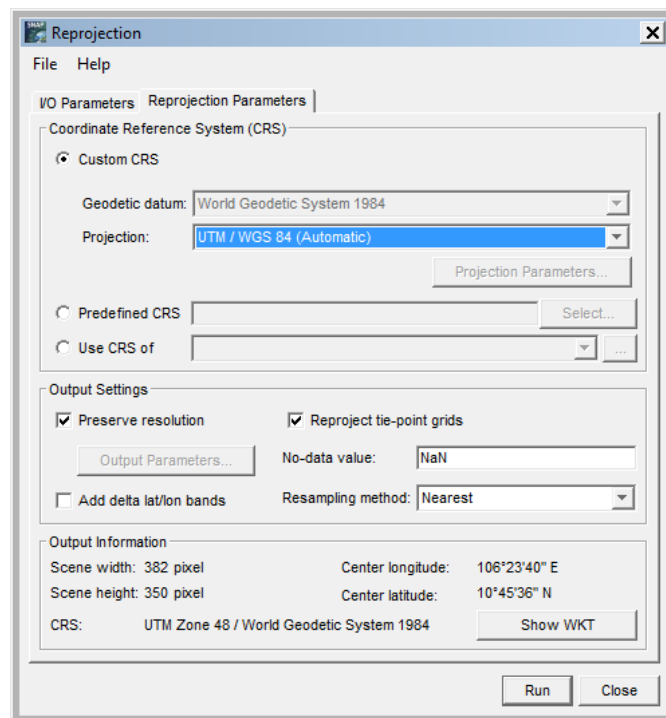
Hình 7. Cắt ảnh theo khu vực nghiên cứu



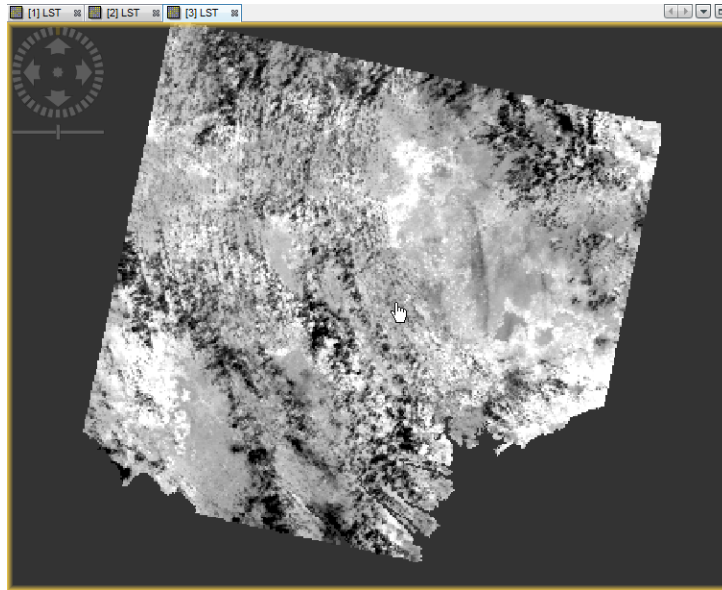
Hình 8. Kết quả ảnh cắt theo khu vực nghiên cứu

3.3.3 Đổi hệ qui chiếu

Raster -> Geometric -> Reproject



Hình 9. Chuyển đổi hệ qui chiếu

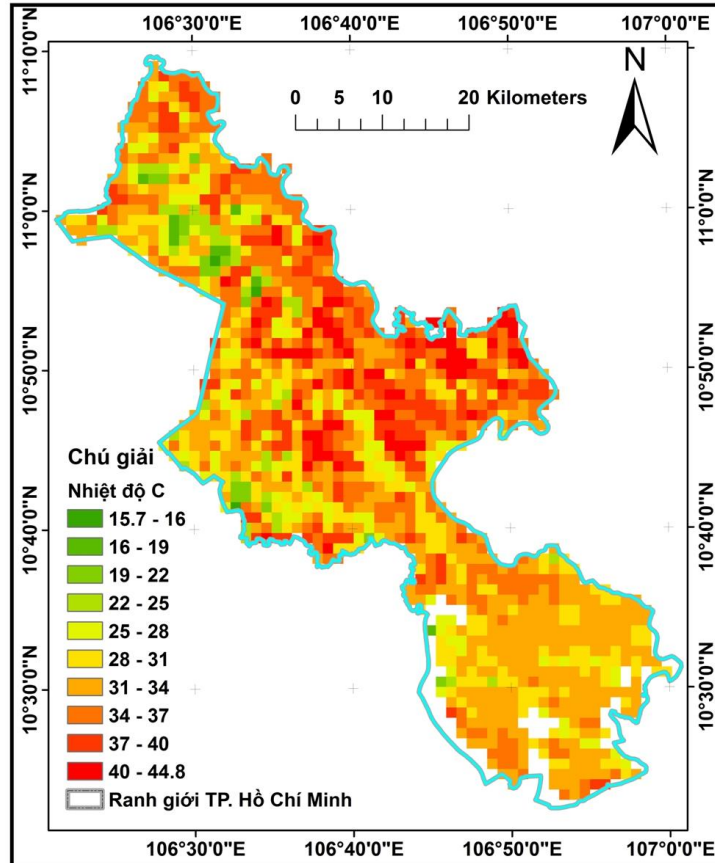


Hình 10. Kết quả ảnh đã Chuyển đổi hệ qui chiếu

3.4 Xác định đảo nhiệt đô thị theo ranh giới thành phố Hồ Chí Minh

3.4.1 Cắt ảnh nhiệt độ bề mặt theo ranh giới thành phố Hồ Chí Minh

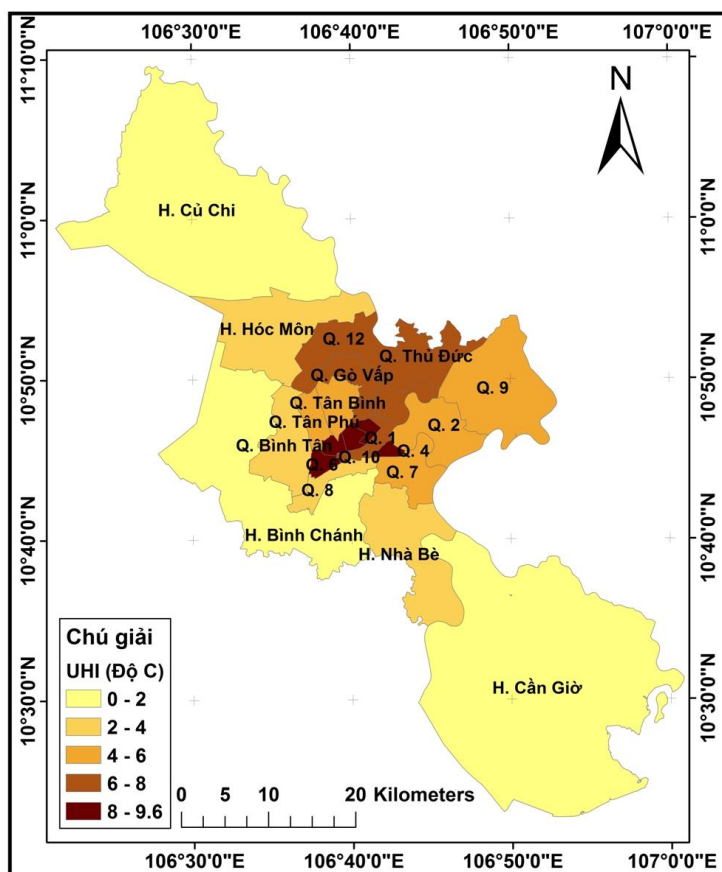
Từ kết quả ảnh nhiệt độ bề mặt theo độ Kelvin sau khi chuyển về hệ qui chiếu, tính chuyển về độ C như hình dưới đây.



Hình 11. Bản đồ nhiệt độ bề mặt theo ranh giới thành phố Hồ Chí Minh

3.4.2 Chuyển về bản đồ đảo nhiệt đô thị

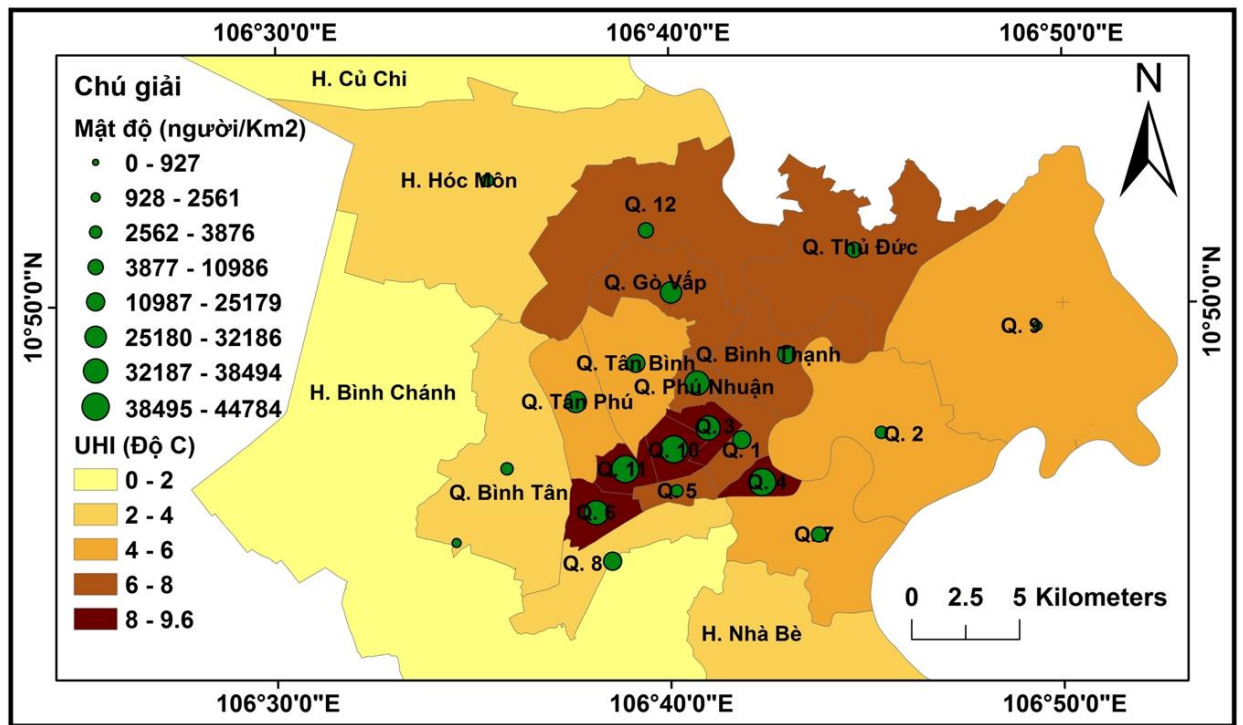
Sau khi tính được nhiệt độ bề mặt trung bình của các quận, huyện, thực hiện xác định nhiệt độ thấp nhất của thành phố và trừ tất cả nhiệt độ ở các quận cho nhiệt độ thấp nhất để nhận được độ chênh nhiệt độ ở các quận, huyện so với nhiệt độ thấp nhất để nhận được bản đồ đảo nhiệt đô thị ở TP. Hồ Chí Minh như hình dưới đây.



Hình 12. Bản đồ đảo nhiệt đô thị các quận, huyện ở thành phố Hồ Chí Minh

3.5 Xác định mật độ dân số theo quận, huyện theo ranh giới thành phố Hồ Chí Minh

Mật độ dân số theo từng quận, huyện (người/km²) được thể hiện dưới dạng tỷ lệ hình tròn to, nhỏ tương ứng và hiển thị lên theo đơn vị hành chính các quận, huyện ở trung tâm thành phố như hình dưới đây.



Hình 13. Bản đồ mật độ dân số và đảo nhiệt đô thị các quận, huyện ở thành phố Hồ Chí Minh

Sau khi đưa kết quả mật độ dân số các quận, huyện ở thành phố Hồ Chí Minh lên nền bản đồ đảo nhiệt đô thị, nhận thấy hiện tượng đảo nhiệt đô thị xảy ra ở mức độ cao đối với các quận có mật độ dân số cao do các hoạt động kinh tế - xã hội ở các quận này mạnh mẽ hơn (mức độ đô thị hóa cao hơn) các quận, huyện khác. Kết quả bước đầu cho thấy ảnh hưởng của đô thị hóa nhanh do mật độ dân số cao ở thành phố Hồ Chí Minh.

4 KẾT LUẬN

Nội dung nghiên cứu đã trình bày bao gồm các vấn đề sau đây:

1. Đã trình bày chi tiết phương pháp xác định nhiệt độ bề mặt theo các thuật toán đối với dữ liệu Sentinel-3 SLSTR;
2. Đã trình bày cụ thể các bước thực nghiệm thành lập bản đồ đảo nhiệt đô thị cho các quận, huyện ở thành phố Hồ Chí Minh;
3. Đã trình bày kết quả mật độ dân số trên nền bản đồ đảo nhiệt đô thị cho các quận, huyện ở thành phố Hồ Chí Minh.

5 TÀI LIỆU THAM KHẢO

A. Tiếng Việt

Trần Xuân Trường và Nguyễn Văn Trung, (2019). *Viễn thám hồng ngoại nhiệt*.
Giáo trình dành cho Cao học, Đại học Mở - Địa chất.

B. Tiếng Anh

Claudia Kuenzer, Stefan Dech. Thermal Infrared Remote Sensing: Sensors, Methods, Applications (Remote Sensing and Digital Image Processing). 2013

2Charles Elachi, Jakob Van Zyi, (2005). Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing, Pasadena, California, USA.

Abrams, M., (2000). The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER): Data products for the high spatial resolution imager on NASA's Terra platform. International Journal of Remote Sensing, 21, 847-859.

Christensen, P. R., et al., (2004). The Thermal Emission Imaging System (THEMIS) for the Mars 2001 Odyssey Mission. Space Science Reviews, 110, 85-130.

W. G. REES, (2001). Physical principles of Remote sensing, Scott Polar Research Institute, University of Cambridge.

Dale A. Quattrochi and Jeffrey C. Luvall, (2005). Thermal Remote Sensing in Land Surface Processes. Boca Raton London New York Washington, D.C.

Anupma PRAKASH, (2000). Thermal Remote Sensing: Concepts, Issues and Applications. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B1. Amsterdam.

Z. (Bob) Su, (2009). Introduction to thermal infrared remote sensing - Surface Energy Balance System Basics.

D. Anandababu, B. M. Purushothaman, B. S. Suresh, (2018). Estimation of Land Surface Temperature using LANDSAT 8 Data. International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology, 4 (2), 177-186.

University of Leicester / NILU (2012). SLSTR ATBD land surface temperature, Sentinel-3 optical products and algorithm definition, 55 pages.