

# ẢNH VIỄN THÁM VÀ MỘT SỐ KỸ THUẬT PHÂN TÍCH PHỔ BIẾN HIỆN NAY Ở VIỆT NAM



Hà Thị Hằng<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Công nghệ viễn thám đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong mọi mặt của đời sống xã hội, từ: theo dõi biến đổi khí hậu, biến đổi rừng, phát hiện và xử lý dầu loang trên biển,... cho tới theo dõi tốc độ đô thị hóa, tốc độ sa mạc hóa ở một số quốc gia,... Chính vì vậy, việc xử lý và phân tích ảnh viễn thám đóng một vai trò quan trọng tiên quyết trong công nghệ này. Hiện nay, trên thế giới có rất nhiều kỹ thuật xử lý và phân tích hình ảnh để hỗ trợ việc giải thích cũng như chiết xuất được càng nhiều thông tin càng tốt trên ảnh viễn thám. Tuy nhiên, tùy thuộc vào mục đích sử dụng mà người ta lựa chọn các kỹ thuật phân tích hoặc các thuật toán cụ thể. Trong bài báo này, giới thiệu chủ yếu một số kỹ thuật xử lý, phân tích thường dùng đối với ảnh vệ tinh quang học.

**Từ khóa:** Ảnh viễn thám quang học; các kỹ thuật phân tích phổ biến.

**Summary:** Remote sensing technology has been applied widely in all aspects of social life, from: monitor the climate change, forest change, detection and handling of oil spills at the sea,... to monitor the rate urbanization, desertification rate in some countries,... The processing and analysis of remote sensing plays an important role in this technology. Nowadays, there are a lot of technical processing and image analysis to support the interpretation and extract as much information as possible on remote sensing imagery in the world. However, depending on the purpose that they choose the technical analysis or specific algorithm. In this paper, the authors mainly consider some popular analytical techniques for optical remote sensing imagery.

**Keywords:** Optical remote sensing imagery; some popular analytical techniques.

Nhận ngày 8/7/2016, chỉnh sửa ngày 22/7/2016, chấp nhận đăng 20/8/2016



## 1. Đặt vấn đề

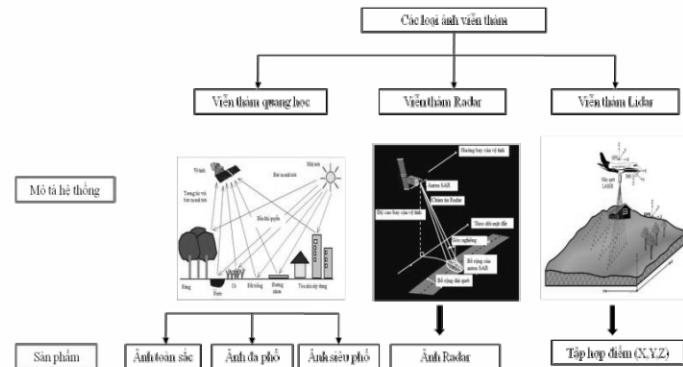
Công nghệ viễn thám thu thập dữ liệu dưới dạng ảnh chụp (ảnh hàng không) hoặc dưới dạng ảnh quét (ảnh vệ tinh) dựa trên việc ghi nhận năng lượng bức xạ (đối với ảnh hàng không và ảnh vệ tinh) hoặc ghi nhận sóng phản hồi phát ra từ vật thể khi khảo sát (đối với ảnh radar). Điều này được thực hiện bởi các bộ cảm biến (sensor) đặt trên các vật mang (platform). Như vậy, để thu nhận thông tin của các đối tượng, hiện tượng trên bề mặt đất qua ảnh viễn thám, cần sử dụng các kỹ thuật xử lý, phân tích hình ảnh để có thể chiết xuất được càng nhiều thông tin càng tốt. Tuy nhiên, với mỗi loại ảnh viễn thám khác nhau lại đòi hỏi các kỹ thuật xử lý, phân tích hình ảnh khác nhau. Hiện nay, ảnh viễn thám quang học là loại dữ liệu dễ tiếp cận, dễ tìm kiếm, các kỹ thuật phân tích cũng tương đối dễ thực hiện hơn.

Để làm rõ hơn, trong bài báo này, sẽ trình bày các loại ảnh viễn thám và một số kỹ thuật phân tích phổ biến để chiết xuất thông tin từ ảnh viễn thám quang học, thực nghiệm trên ảnh vệ tinh Spot 5 khu vực Nghĩa Đô - Quận Cầu Giấy - Hà Nội.



## 2. Các loại ảnh viễn thám

Tùy vào phương thức thu nhận dữ liệu viễn thám, người ta có thể chia viễn thám ra làm 3 loại sau (Hình 1):



Hình 1. Mô tả các loại ảnh viễn thám

<sup>1</sup>ThS, Khoa Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng. E-mail: phamtheanh1611@gmail.com.



## 2.1 Viễn thám quang học

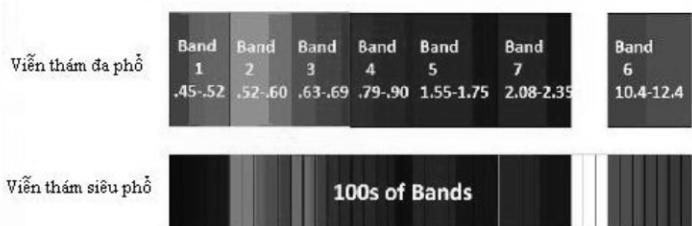
Trong viễn thám quang học, sử dụng bộ cảm biến có thể là cảm biến quang học, cảm biến hồng ngoại gần, hoặc cảm biến hồng ngoại sóng ngắn để tạo thành hình ảnh của bề mặt Trái đất thông qua việc phát hiện phản xạ hoặc tán xạ từ các mục tiêu trên mặt đất. Thông thường, bước sóng được sử dụng ở đây thường kéo dài từ 400nm (vùng ánh sáng nhìn thấy, tím), đến 2500nm (sóng ngắn hồng ngoại), do đó, vật liệu khác nhau sẽ phản ánh và hấp thụ ở các bước sóng khác nhau.

Tùy thuộc vào số lượng dải quang phổ được sử dụng trong quá trình chụp ảnh mà hệ thống viễn thám quang học được phân chia thành các loại sau:

a. Ánh toàn sắc: là ảnh chỉ chứa đựng một kênh phô. Ở đây, sử dụng bộ cảm biến như là một máy dò kênh nhạy cảm với bức xạ trong một phạm vi bước sóng rộng, chủ yếu là vùng ánh sáng nhìn thấy, từ đỏ tới tím. Kết quả cho ra hình ảnh toàn sắc tương tự như một bức ảnh đen và trắng chụp từ không gian, trong đó, độ sáng hiển thị của một điểm ảnh (pixel) sẽ tỷ lệ thuận với số lượng điểm ảnh có liên quan đến cường độ bức xạ mặt trời được phản xạ từ các mục tiêu và do đó, thông tin phản xạ của các đối tượng là thông tin chính được sử dụng trong việc phân tích ảnh.

b. Ánh đa phô: là ảnh có thể có vài kênh phô, mỗi kênh phô nhạy cảm với bức xạ trong một dải bước sóng hẹp. Ánh kết quả là một hình ảnh đa lớp, mỗi kênh phô tương đương với một hình ảnh màu xám, trong đó có chứa cả độ sáng và thông tin quang phổ (màu) của các đối tượng được quan sát.

c. Ánh siêu phô: là ảnh có nhiều kênh phô hơn, khoảng hơn 100 kênh phô liên tiếp nhau, vì thế, nó thu được nhiều hình ảnh hơn và các thông tin quang phổ



Hình 2. Sự khác biệt giữa viễn thám đa phô và viễn thám siêu phô

## 2.2 Viễn thám radar hay SAR (Synthetic Aperture Radar)

Nếu trong viễn thám quang học, hình ảnh thu được một cách thụ động thì trong viễn thám radar, hình ảnh được thu một cách chủ động, bằng cách sử dụng các thiết bị cung cấp năng lượng chiếu sáng hiện trường và thu thập các bức xạ tán xạ ngược từ các đối tượng nghiên cứu. Phổ biến nhất ở đây là bộ cảm biến radar khâu độ tổng hợp (SAR), sử dụng bước sóng của lò vi sóng, từ 1mm đến 1m, gấp khoảng 2000-2.000.000 lần bước sóng của ánh sáng màu xanh lá cây (500nm). Bộ cảm biến này có thể hoạt động mà không cần quan tâm tới sự chiếu sáng của Mặt trời, thậm chí, có thể bay được vào ban đêm. Với những ưu thế như vậy, viễn thám radar hầu như không bị ảnh hưởng bởi tầng khí quyển, điều này cho phép SAR được sử dụng rộng rãi trong mọi điều kiện thời tiết, bất kể là mây hay sương mù,...

Tuy nhiên, ảnh radar có giá thành tương đối đắt, do hình ảnh trên đó có những đặc thù riêng nên để sử dụng được ảnh radar cần có phần mềm xử lý hình ảnh riêng biệt và giá thành cũng khá cao.

## 2.3 Viễn thám Lidar

LIDAR (Laser Imaging Detecting And Ranging) là hệ thống được dùng để đo vẽ bản đồ địa hình trên không bằng tia laser. Máy bay và trực thăng là hai loại phương tiện có thể dùng LIDAR để quét một diện tích rộng. Có hai loại LIDAR: LIDAR đo địa hình (topographic LIDAR) và LIDAR đo độ sâu (bathymetric LIDAR). LIDAR đo địa hình sử dụng các chùm tia laser có màu cận hồng ngoại (900nm-1064nm) để vẽ bản đồ địa hình mặt đất, còn LIDAR đo độ sâu thì sử dụng các chùm tia laser xanh lá cây (400nm-700nm) - có khả năng xuyên qua nước - để đo tầng đáy biển cũng như lòng sông.

Về nguyên lý hoạt động của LIDAR, đây là phương pháp viễn thám chủ động: khi một chùm laser được chiếu xuống mặt đất, chùm sáng này sẽ bị phản xạ lại. Một cảm biến sẽ thu nhận thông tin của chùm sáng phản xạ này để đo khoảng cách dựa theo thời gian di chuyển của xung laser. Kết hợp với dữ liệu về vị trí và phương hướng từ hệ thống GPS cũng như bộ đo quán tính, bộ quét góc, dữ liệu sẽ được đưa ra thành một tập hợp các điểm, gọi là dữ liệu đám mây (point cloud). Mỗi dữ liệu đám mây này sẽ có tọa độ xác định trong không gian ba chiều (kinh độ, vĩ độ và cao độ) tương ứng với vị trí của nó trên bề mặt Trái Đất. Sau khi xử lý, tập hợp các điểm này sẽ được đem đi dựng thành mô hình 3D.

Nhược điểm lớn nhất của viễn thám Lidar đó là chi phí đầu tư lớn, ngoài ra, người dùng cần thiết phải lập một số thuật toán để lọc ra các tập hợp điểm mà mình quan tâm.



### 3. Một số kỹ thuật phân tích ảnh viễn thám quang học phổ biến

Xử lý và phân tích ảnh viễn thám có thể chia thành bốn bước sau:

#### 3.1 Tiền xử lý

Trước khi phân tích dữ liệu, bước xử lý ban đầu trên các dữ liệu thô thường rất quan trọng. Tùy thuộc vào yêu cầu của người dùng, các nhà khai thác trạm mặt đất có thể thực hiện một số thủ tục hiệu chỉnh hình ảnh trước khi gửi dữ liệu tới người sử dụng, thường là:

- Khôi phục lại các phần hình ảnh bị tối do quá trình quét, thu nhận và truyền hình ảnh. Mục tiêu của kỹ thuật này là nhằm khôi phục lại hình ảnh gần như hình ảnh ban đầu.

- Hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển: do khí quyển có ảnh hưởng rất lớn tới quá trình quét và truyền thông tin, làm sai lệch các thông tin thực tế. Ví dụ: bóng mây, mặt nước,... Nhiều trường hợp, khí quyển chỉ ảnh hưởng tới kênh phổ này mà không ảnh hưởng tới kênh phổ khác.

- Hiệu chỉnh hình học chính xác cho sự biến dạng hình học bởi vòng quay Trái đất và do điều kiện chụp ảnh: trong quá trình quét, truyền thông tin để ghi nhận hình ảnh, sẽ xuất hiện nhiều loại méo hình hình học, có hai hiện tượng méo chính, là: méo không hệ thống và méo hệ thống. Trong đó, méo không hệ thống là sự méo không ổn định về mặt hình học, nguyên nhân chủ yếu do tốc độ bay, độ cao, góc nhìn của thiết bị, dải quét. Còn méo có hệ thống chủ yếu do ảnh hưởng của thiết bị, trong quá trình quét, tốc độ gương bị thay đổi và đường quét bị kéo vằn xuống.

Những hình ảnh này cũng có thể được biến đổi cho phù hợp với lưới chiếu bản đồ của từng khu vực cụ thể. Trong trường hợp, cần biết chính xác vị trí địa lý của một khu vực trên ảnh, có thể sử dụng các điểm tham chiếu mặt đất (các điểm không ché GPS) để đăng ký hình ảnh.

#### 3.2 Tăng cường chất lượng ảnh

Để giúp người sử dụng nhìn hình ảnh được rõ hơn, có thể sử dụng các kỹ thuật tăng cường chất lượng ảnh viễn thám, như: kỹ thuật làm tăng độ tương phản; kỹ thuật lọc không gian; kỹ thuật phân chia theo mức.

##### a. Kỹ thuật làm tăng độ tương phản

Đây là một kỹ thuật rất phổ biến trong xử lý ảnh số, nhằm làm thay đổi sự tương phản trong toàn cảnh hoặc trong từng phần của ảnh. Kỹ thuật làm tăng độ tương phản cho phép cung cấp thêm nhiều thông tin bị bỏ sót, đặc biệt là ở những vùng có độ sáng quá thấp hoặc quá cao [4].

Kết quả của ảnh tăng cường độ tương phản là phần tối nhất được chuyển thành màu đen và phần sáng nhất chuyển thành màu trắng, các giá trị phô ở giữa sẽ có sự chênh lệch cao hơn, vì thế, nhìn được rõ hơn [1].

Một số phương pháp tăng cường độ tương phản thường gặp là: giãn tuyến tính, giãn đa tuyến tính, giãn hàm logarit, giãn Gauss, giãn biểu đồ cân bằng.

##### b. Kỹ thuật lọc không gian

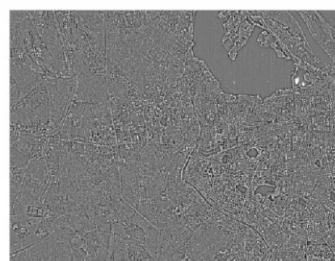
Kỹ thuật lọc không gian thường được sử dụng để khôi phục lại hình ảnh, giúp cho hình ảnh được hiển thị tốt hơn cũng như trích xuất được nhiều thông tin trên ảnh hơn. Phương pháp lọc ảnh có thể được tiến hành trên từng kênh ảnh hoặc cùng lúc với nhiều kênh ảnh tùy thuộc vào phần mềm xử lý ảnh.

Phương pháp lọc ảnh được thực hiện bằng cách dùng cửa sổ động 3x3 hoặc 5x5 hoặc 7x7 hoặc 9x9 pixel. Giá trị số của pixel trung tâm cửa sổ được tính bằng công thức liên quan đến các giá trị số của các pixel bao quanh. Việc thực hiện các phép lọc nhằm tạo ra một ảnh mới có một số tính chất mới, như: các yếu tố đường nét, làm mịn ảnh hoặc nhấn mạnh một yếu tố cấu trúc nào đó (Hình 3). Các toán tử lọc còn được gọi là Kernel hay ma trận trọng số thường được tổ chức dưới dạng một ma trận nxn phần tử, ma trận này áp dụng cho toàn ảnh theo thuật toán cửa sổ trượt.

Các thuật toán lọc ảnh phổ biến thường gặp là: phép lọc trung bình Mean, phép lọc Gauss, phép lọc Median, phép lọc hộp thích ứng, phép lọc high pass, phép lọc phát hiện cạnh,...



(a)



(b)

**Hình 3.** Ảnh viễn thám Spot 5 khu vực Nghĩa Đô - Quận Cầu Giấy - Hà Nội sau khi làm tăng độ tương phản (a) và lọc không gian (b)



### 3.3 Biến đổi hình ảnh

Kỹ thuật phân chia theo mức thường liên quan đến việc kết hợp dữ liệu từ nhiều kênh phô. Đây là kỹ thuật phân chia độ sáng (màu) của từng kênh phô hay tổ hợp kênh phô theo từng mức, từ đó, có thể làm rõ ranh giới của từng đối tượng hoặc từng nhóm đối tượng.

Mục đích của kỹ thuật này là kết hợp hai hay nhiều kênh phô để làm giảm số lượng kênh phô trong dữ liệu và nén được càng nhiều các thông tin trong các kênh phô gốc vào số lượng kênh phô ít hơn.

### 3.4 Phân loại và phân tích ảnh

Phân loại ảnh trong xử lý ảnh số là quá trình phân định từng điểm ảnh (pixel) riêng biệt trong hình ảnh (dựa trên các thông tin quang phổ) thành các lớp đại diện cho các tính năng khác nhau hoặc các nhóm đơn vị lớp phủ mặt đất cần quan tâm. Trong quá trình này, giá trị DN (Digital Number) của từng pixel là thông số duy nhất được sử dụng [1, 5].

Khi phân loại ảnh, cần chú ý tới sự khác biệt giữa các lớp thông tin và các lớp quang phổ (band), trong đó, các lớp thông tin được phân tích và xác định trong hình ảnh (các loại cây trồng, các loại rừng, các loại đá,...) còn các lớp quang phổ là nhóm các pixel gần giống nhau về giá trị độ sáng mặc dù thuộc các kênh phô khác nhau. Mục tiêu là có được các lớp quang phổ phù hợp trong các dữ liệu cho các lớp thông tin cần quan tâm. Những đặc tính này dễ phân biệt trong giải đoán nhưng tương đối phức tạp khi xử lý tự động bằng máy tính.

Nhìn chung, phân loại ảnh có 2 loại: phân loại có kiểm định và phân loại không kiểm định.

#### a. Phân loại có kiểm định

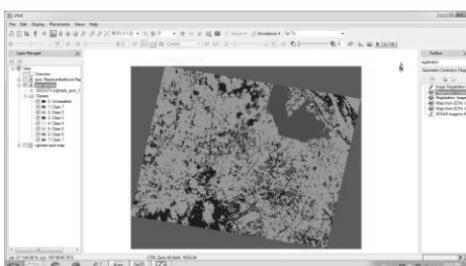
Là sự phân chia một cách có kiểm định các giá trị DN của các pixel thành từng nhóm đơn vị lớp phủ mặt đất bằng việc sử dụng máy tính và các thuật toán.

Có rất nhiều cách để đối sánh giá trị của pixel chưa biết để sắp xếp thành lớp tương ứng với các chìa khóa được giải đoán trong phân loại, như: sắp xếp theo khoảng cách gần nhất, sắp xếp theo nguyên tắc ở gần nhất, sắp xếp theo nguyên tắc hình hộp phô, sắp xếp theo nguyên tắc xác suất giống nhau,...

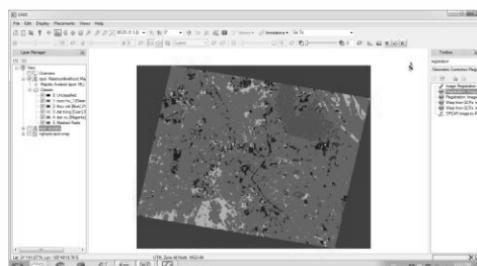
Các phương pháp phân loại phô biến nhất trong xử lý ảnh số hiện nay có thể kể đến như: theo khoảng cách tối thiểu; Phân loại hình hộp; Phân loại xác suất cực đại (Hình 4a).

#### b. Phân loại không kiểm định

Trong phân loại không kiểm định, chương trình máy tính tự động nhóm các điểm ảnh trong hình ảnh thành các nhóm phô (cluster) riêng biệt, tùy thuộc vào các tính chất phô của chúng mà không biết rõ tên hay tính chất của lớp phô đó và việc đặt tên chỉ là tương đối (Hình 4b). Khác với phân loại có kiểm định, phân loại không kiểm định không tạo ra các vùng mẫu mà chỉ việc phân lớp phô, quá trình phân lớp phô đồng thời là quá trình phân loại. Số lượng và tên các lớp phô được xác định một cách tương đối khi đối sánh với tài liệu mặt đất.



(a). Phân loại không kiểm định

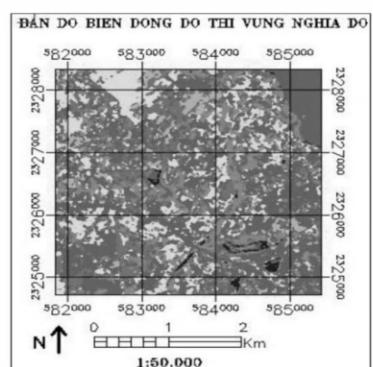


(b). Phân loại có kiểm định

**Hình 4.** Ảnh viễn thám Spot 5 khu vực Nghĩa Đô - Quận Cầu Giấy - Hà Nội sau khi áp dụng phương pháp phân loại ISODATA (a) và phương pháp phân loại Maximum Likelihood (b)

Kết quả của quá trình phân loại giúp chúng ta có được một bức tranh về các điểm ảnh, mỗi một điểm ảnh trong số đó thuộc về một chủ đề cụ thể, về cơ bản, chúng chính là bản đồ chuyên đề của hình ảnh ban đầu (Hình 5).

**Hình 5.** Bản đồ chuyên đề về biến động đất đai thị được lập từ ảnh viễn thám Spot 5 khu vực Nghĩa Đô - Quận Cầu Giấy - Hà Nội sau khi áp dụng phương pháp phân loại Maximum Likelihood





### 3.5 Đánh giá độ chính xác trong phân loại ảnh số

Như đã biết, sau khi phân loại, chúng ta sẽ được sản phẩm là bản đồ chuyên đề của hình ảnh ban đầu. Công tác đánh giá độ chính xác của bản đồ này rất quan trọng mặc dù có thể tồn kẽm và mất nhiều thời gian, song nó đóng vai trò quyết định trong việc có sử dụng được tờ bản đồ chuyên đề từ dữ liệu viễn thám hay không.

#### a. Đánh giá sai số vị trí điểm không chép

Để cho ảnh viễn thám được tham chiếu tới vị trí địa lý của nó trên bề mặt đất, cần phải xác định tọa độ của các điểm không chép. Các điểm không chép này phải thỏa mãn những yêu cầu bắt buộc, như: nhìn rõ trên ảnh và ngoài thực địa, có cấu trúc địa chất ổn định,... Để xác định tọa độ của các điểm không chép này, người ta chủ yếu sử dụng công nghệ GPS (Global Positioning System) - phương pháp phổ biến nhất hiện nay.

Độ chính xác vị trí điểm thường được đánh giá căn cứ vào Tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác thành lập bản đồ và dựa vào sai số RMSE (Root mean square error), Hình 6. Thông thường, các sai số RMSE được tính là tổng bình phương độ lệch giữa vị trí điểm trên ảnh với vị trí của chúng trên mặt đất [1, 3, 5, 6].

#### b. Đánh giá sai số của việc phân loại

Nguyên tắc đánh giá độ chính xác phân loại là so sánh giữa tài liệu thực tế và kết quả phân loại. Phương pháp phổ biến trong đánh giá là thành lập ma trận đánh giá theo phương pháp Crossing giữa kết quả phân loại và bản đồ thực tế [4]. Trong đó, ma trận sai số này được lập với số dòng và số cột bằng nhau (bằng với số lớp được phân loại), trong đó, theo cột là các giá trị của các lớp phân loại đã được biết và theo dòng là giá trị các lớp phân loại được lấy mẫu để phân loại. Giá trị đúng được nằm trên đường chéo của bảng ma trận, tất cả các giá trị khác nằm ngoài đường chéo này thể hiện độ sai số phân loại, gồm có sai số bỏ sót và sai số thừa.

Trong thực tế, bảng ma trận đánh giá sai số phân loại thực chất còn hạn hẹp vì nó chỉ xác định độ chính xác trong vùng được lấy mẫu để phân loại. Do đó, để việc đánh giá độ chính xác trong phân loại ảnh số có ý nghĩa thì cần sử dụng những dữ liệu tham khảo có tính chính xác khác để kiểm tra, mặc dù không có bộ dữ liệu tham khảo nào có thể chính xác hoàn toàn nhưng điều quan trọng là thu thập dữ liệu tham khảo phải có độ chính xác cao, để nó tạo ra được một đánh giá công bằng (Congalton, 1991).



## 4. Kết luận

Qua những vấn đề đã nêu trên, bài báo rút ra một số kết luận sau:

- Khái niệm ảnh viễn thám bao gồm cả ảnh hàng không và ảnh vệ tinh, trong đó, ảnh hàng không được xếp vào viễn thám quang học.

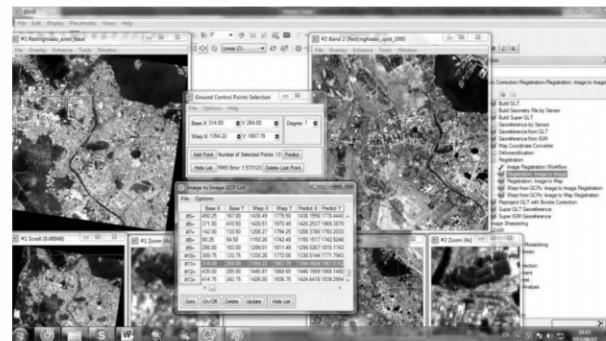
- Đối với sản phẩm của viễn thám quang học, có thể áp dụng tuần tự các kỹ thuật phân tích hình ảnh như trên, nhưng đối với viễn thám RADAR và viễn thám LIDAR đòi hỏi phải có những kỹ thuật xử lý, phân tích phức tạp, chuyên sâu hơn do hình ảnh mang tính đặc thù riêng.

- Vì ảnh viễn thám được ghi nhận trên nhiều kênh phổ khác nhau nên trong quá trình biến đổi hình ảnh, việc tổ hợp các kênh phổ nào còn tùy thuộc vào mục đích thu nhận thông tin của đối tượng nào trên ảnh của người sử dụng.

- Trong thực tế, kỹ thuật phân loại có kiểm định thường được áp dụng phổ biến vì cho kết quả phân loại tin cậy và chính xác hơn.

## Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Ngọc Thạch (2005), Cơ sở viễn thám, NXB Khoa học Kỹ thuật.
2. Trần Hùng và nnk (2015), Tài liệu hướng dẫn xử lý và phân tích dữ liệu viễn thám với phần mềm Envi.
3. Abdulrahman K. Ali (2010), Remote sensing, 1st edition, Iraq.
4. Canada centre for remote sensing (2004), What is remote sensing?.
5. Daniel Gómez et al (2002), Accuracy measures for fuzzy classification in remote sensing, Italy.
6. Russell G.Congalton (2005), Thematic and Positional Accuracy Assessment of Digital Remotely Sensed Data, USA.



**Hình 6.** Ảnh viễn thám Spot 5 khu vực Nghĩa Đô - Quận Cầu Giấy - Hà Nội sau khi được tham chiếu theo tọa độ của các điểm không chép