

TỔNG QUAN VỀ ỨNG DỤNG VIỄN THÁM TRONG QUY HOẠCH ĐÔ THỊ

OVERVIEW OF REMOTE SENSING APPLICATIONS IN URBAN PLANNING

ThS. Đỗ Trọng Nghĩa

Khoa Xây Dựng – Trường ĐHXD Miền Tây

Email: dotrongnghia@mtu.edu.vn

Điện thoại: 090 770 3968

TS. Đỗ Thị Mỹ Dung

Khoa Xây Dựng – Trường ĐHXD Miền Tây

Email: dothimydung@mtu.edu.vn

Điện thoại: 0982 191 146

Ngày nhận bài: 01/06/2023

Ngày gửi phản biện: 06/06/2023

Ngày chấp nhận đăng: 16/06/2023

Tóm tắt:

Viễn thám đã phát triển để trở thành một công cụ chính cho các lĩnh vực phân tích môi trường khác nhau, đặc biệt trong quy hoạch và quản lý đô thị. Với vai trò là một trong những nguồn dữ liệu không gian, các bộ dữ liệu viễn thám chứa nhiều thông tin về bề mặt trái đất hơn so với các bản đồ đô thị thông thường, đã được sử dụng trong quy hoạch và quản lý đô thị. Với sự phát triển của công nghệ viễn thám như cảm biến có độ phân giải không gian cao, quét laser 3D, khai thác dữ liệu và công nghệ xử lý hình ảnh tiên tiến, viễn thám có thể được sử dụng rộng rãi trong toàn bộ quy trình quy hoạch đô thị. Trong bài báo này, trước tiên chúng tôi xem xét các ứng dụng viễn thám đô thị trong nghiên cứu và quy hoạch đô thị bằng cách đưa ra các ví dụ. Sau đó, chúng tôi xác định các ứng dụng viễn thám trong các giai đoạn quy hoạch đô thị khác nhau bao gồm quy hoạch tổng thể, quy hoạch phân khu, quy hoạch chi tiết và triển khai quy hoạch cũng như trong nghiên cứu đô thị. Bằng cách đó, dữ liệu viễn thám có thể trở thành một công cụ quan trọng đóng góp tích cực cho các chính sách, sự tham gia của người dân và các biện pháp lập kế hoạch cụ thể bằng cách cung cấp các phân tích độc lập và hiệu quả về chi phí.

Từ khóa: viễn thám, quy hoạch đô thị, quản lý đô thị, bản đồ đô thị.

Abstract:

Remote sensing has become a major tool for various fields of environmental analysis, particularly in urban planning and management. As one of the spatial data sources, remote sensing datasets, which contain more information about the earth's surface than conventional urban maps, have been applied in urban planning and management. With the development of remote sensing technology such as high spatial resolution sensors, 3D laser scanning, data usage, and advanced image processing technology, remote sensing can be widely used in the whole urban planning process. In this paper, we first consider applications of urban remote sensing in urban planning and research by giving examples. We then identify remote sensing applications in various urban planning stages including master planning, district planning, detailed planning, and planning implementation as well as in urban research. In that way, remote sensing data has been an important tool that contributes positively to specific policies, citizen participation, and planning measures by providing independent analysis and cost effectiveness.

Keywords: *remote sensing, urban planning, urban management, urban map.*

1. Giới thiệu

Hiện nay có rất nhiều đô thị đang phát triển, do đó, nhu cầu cập nhật bản đồ địa hình và sử dụng đất cũng như các sản phẩm dữ liệu không gian khác ngày càng tăng. Những bản đồ này rất cần thiết cho việc phát triển quy hoạch đô thị, bởi vì quy hoạch đô thị sẽ giải quyết được các nhiệm vụ phức tạp trong môi trường đa lĩnh vực và nhiều bên liên quan. Cụ thể là liên quan đến quy định về sử dụng đất, môi trường xây dựng, sự phát triển của các khu vực đô thị bao gồm nhà ở, cơ sở hạ tầng và dịch vụ đô thị. Quy hoạch đô thị cũng cân bằng lợi ích cạnh tranh giữa phát triển kinh tế, điều kiện môi trường đô thị và nhu cầu xã hội và thiết kế các chiến lược phát triển ngắn hạn và dài hạn. Do đó, việc quy hoạch đô thị có ý nghĩa hết sức quan trọng trong giai đoạn hiện nay,

và để thực hiện quy hoạch đô thị thuận lợi hơn cần sử dụng các công nghệ hiện đại, trong đó có công nghệ viễn thám. Trong vài thập kỷ qua, dữ liệu viễn thám đã trở nên sẵn có và dễ tiếp cận hơn và có thể được coi là nền tảng trong các lĩnh vực phân tích và giám sát môi trường khác nhau [1], đặc biệt là trong nông nghiệp [2], lâm nghiệp [3] và giám sát tăng trưởng đô thị [4,5].

Viễn thám không chỉ cung cấp thông tin 2D mà cả thông tin 3D cho phép phân tích các điều kiện thẳng đứng. Hơn nữa, dữ liệu viễn thám còn bao gồm các khoảng thời gian lịch sử để phân tích động lực học thời gian và do đó hỗ trợ mô phỏng và xây dựng kịch bản cho quy hoạch đô thị.

2. Quy hoạch đô thị**2.1. Khái niệm về quy hoạch đô thị**

Về lý thuyết, quy hoạch đô thị là một quá trình xây dựng các giải pháp nhằm cải thiện hoặc đánh giá lại chất lượng của một khu vực đô thị hiện có, cũng như tạo ra một quá trình đô thị hóa mới trong một khu vực nhất định. Với vai trò là nguyên tắc và phương pháp, quy hoạch đô thị giải quyết các quá trình sản xuất, cấu trúc và phân bố không gian đô thị. Cụ thể là mục tiêu chính của nó là chỉ ra những biện pháp cần được thực hiện để cải thiện chất lượng cuộc sống của người dân, bao gồm các vấn đề như giao thông, an ninh, cơ hội tiếp cận và thậm chí là tương tác với môi trường tự nhiên. Do đó, trong quá trình quy hoạch đô thị, các vấn đề phát sinh từ quá trình đô thị hóa được xử lý, chẳng hạn như ô nhiễm, kẹt xe, đất trống đô thị, tác động sinh thái, khiến nó trở nên cần thiết trong bối cảnh hiện tại. Trong đó, tương lai và triển vọng của các đô thị, tính bền vững và tính di động của nó như một cách để chống biến đổi khí hậu được quan tâm hàng đầu [6].

Quy hoạch đô thị về cơ bản là một hoạt động đa ngành, có thể dựa vào các nhà xã hội học, nhà sử học, nhà kinh tế, nhà địa lý và các nhà quy hoạch đô thị. Trong quá trình này, chính quyền địa phương cũng được tham gia, dù là từ chính phủ, công ty tư nhân hay tổ chức quốc tế. Khi liên quan đến chính phủ, quy hoạch đô thị có thể tạo ra một tài liệu chứa tất cả các cơ sở và quy tắc cho sự phát triển của một khu vực nhất định được gọi là quy hoạch tổng thể.



Hình 1. Quy hoạch đô thị ở Barcelona, Spain [6]

2.2. Tầm quan trọng của quy hoạch đô thị

Khi các đô thị tiếp tục phát triển dẫn đến nhiều thách thức và phức tạp. Quy hoạch đô thị đưa ra một giải pháp toàn diện cho những thách thức đó. Các đô thị dựa vào quy hoạch đô thị để duy trì chức năng, tăng dân số và thu hút doanh nghiệp. Mọi khía cạnh quan trọng của môi trường đô thị đều chịu ảnh hưởng của quá trình quy hoạch. Điều này bao gồm cơ sở hạ tầng quan trọng, giao thông vận tải, bố trí và mật độ khu vực thành phố. Một vài lý do chính giải thích tại sao quy hoạch đô thị lại quan trọng [7]:

- Giúp cải thiện sức khỏe và chất lượng cuộc sống, cung cấp cho cư dân quyền tiếp cận tất cả các dịch vụ, điểm tham quan và tiện nghi thiết yếu.

- Làm giảm tác động đến môi trường vì nó cho phép xử lý chất thải hợp lý, mức độ kiểm soát phát thải khí nhà kính và sử dụng và phân phối tài nguyên hợp lý hơn. Trồng cây, sử dụng giao thông công cộng để giảm tiêu thụ nhiên liệu và nâng cao

nhận thức cộng đồng về tác động môi trường là các biện pháp có thể làm chậm và giảm tác hại sinh thái mà các đô thị chắc chắn gây ra.

- Quy hoạch đô thị có thể đảm bảo tạo ra nhiều việc làm hơn trong khi chi phí sinh hoạt giảm. Điều này có thể xảy ra thông qua việc mở rộng các khu vực nông thôn lân cận vào môi trường đô thị và phân bổ hoạt động kinh tế một cách đồng bộ.

- Các khu đô thị luôn là trung tâm của sự phát triển và tăng trưởng, thường là đầu tàu của cả nước trong quá trình phát triển. Tình trạng đó vẫn không thay đổi cho đến ngày nay và vai trò quan trọng của các thành phố đối với sự phát triển quốc gia có thể sẽ càng trở nên rõ ràng hơn.

- Quy hoạch đô thị có thể cho phép dự đoán và phản ứng tốt hơn với thiên tai. Với các chiến lược hợp lý được củng cố bằng việc bố trí cơ sở hạ tầng hợp lý, các thành phố có thể ngăn chặn hầu hết các thiên tai hoặc ít nhất là giảm tác hại của chúng.

3. Tổng quan về công nghệ viễn thám

3.1. Khái niệm viễn thám

Viễn thám là tập hợp thông tin về một đối tượng hoặc hiện tượng mà không cần tiếp xúc vật lý với đối tượng. Theo cách sử dụng hiện đại, thuật ngữ này thường đề cập đến việc sử dụng các công nghệ cảm biến trên không để phát hiện và phân loại các vật thể trên Trái đất (cả trên bề mặt, trong khí quyển và đại dương) bằng các tín hiệu lan truyền (ví dụ: bức xạ điện từ phát ra từ máy bay hoặc vệ tinh).

3.2. Phân loại

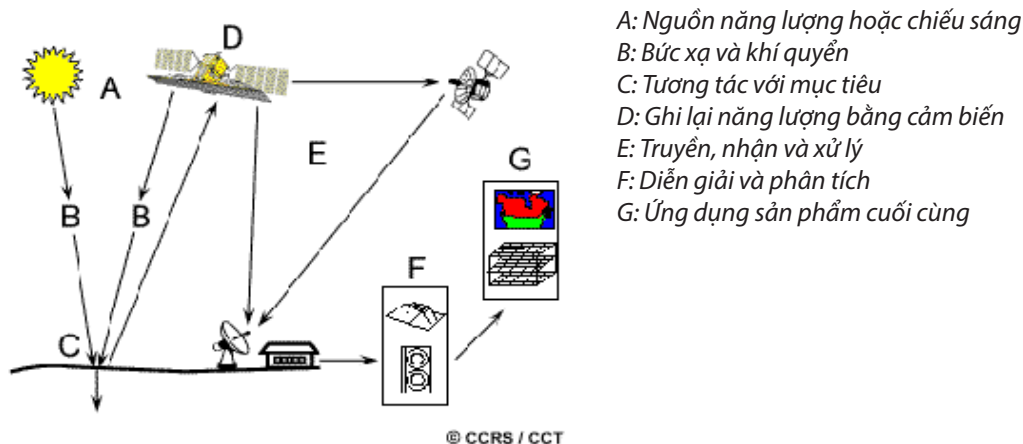
Có hai loại viễn thám chính:

- *Viễn thám thụ động*: Viễn thám thụ động có nghĩa là năng lượng được thu thập bởi các cảm biến đang được cung cấp bởi môi trường. Ánh sáng mặt trời phản xạ là nguồn bức xạ phổ biến nhất được đo bằng cảm biến thụ động. Ví dụ về cảm biến từ xa thụ động bao gồm chụp ảnh phim, tia hồng ngoại, thiết bị tích điện và máy đo phóng xạ.

- *Viễn thám chủ động*: Mặt khác, viễn thám chủ động liên quan đến việc truyền năng lượng, cho phép năng lượng đó phản xạ ra môi trường xung quanh, sau đó thu lại năng lượng đó bằng cảm biến. RADAR và LiDAR là những ví dụ về viễn thám chủ động trong đó thời gian trễ giữa phát xạ và phản hồi được đo, thiết lập vị trí, tốc độ và hướng của một vật thể.

3.3. Đặc điểm của viễn thám

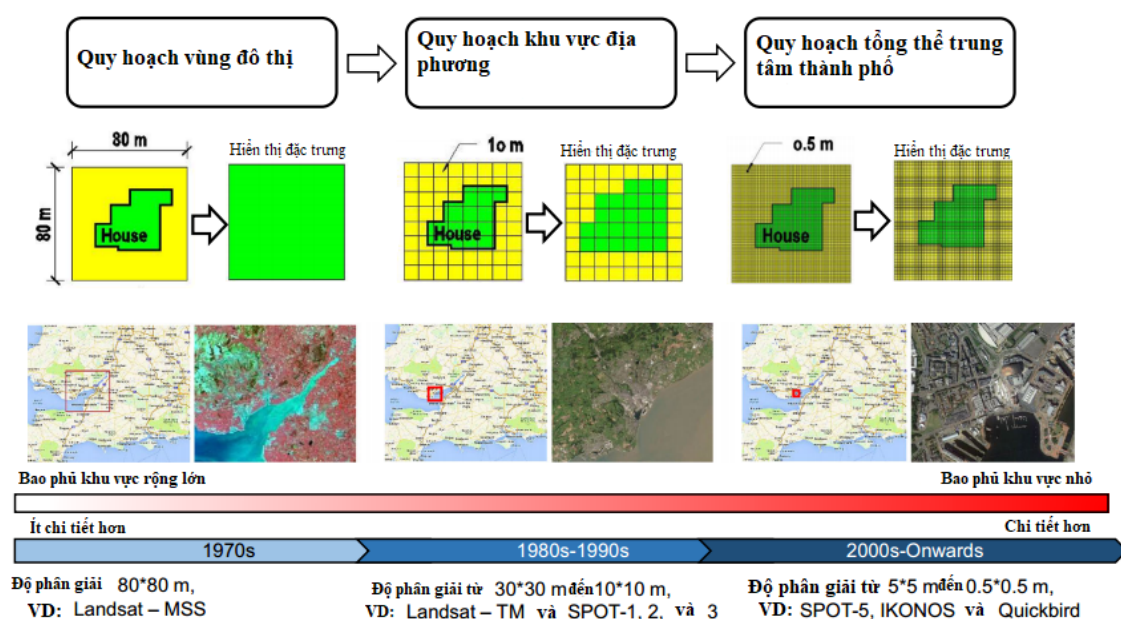
Viễn thám cho phép thu thập dữ liệu về các khu vực nguy hiểm hoặc không thể tiếp cận. Sử dụng viễn thám nhằm các mục đích như quản lý tài nguyên thiên nhiên, các lĩnh vực nông nghiệp như sử dụng và bảo tồn đất, an ninh quốc gia và thu gom trên không, trên mặt đất và ngoài khơi ở các khu vực biên giới. Bằng hình ảnh vệ tinh, máy bay, tàu vũ trụ, phao, tàu và máy bay trực thăng, dữ liệu được tạo ra để phân tích và so sánh những thứ như tỷ lệ thảm thực vật, xói mòn, ô nhiễm, lâm nghiệp, thời tiết và sử dụng đất. Những thứ này có thể được lập bản đồ, chụp ảnh, theo dõi và quan sát. Quá trình viễn thám cũng hữu ích cho quy hoạch thành phố, điều tra khảo cổ học, quan sát quân sự và khảo sát địa mạo.

**Hình 2. Nguyên lý hoạt động của viễn thám [8]****Bảng 1. Các vùng chính của phổ điện từ [8]**

Tên vùng	Bước sóng	Nội dung
Tia Gamma Tia X	< 0,03nm 0,03÷30nm	Bị hấp thụ hoàn toàn bởi bầu khí quyển của Trái đất và không có sẵn cho viễn thám Bị hấp thụ hoàn toàn bởi bầu khí quyển của Trái đất và không có sẵn cho viễn thám.
Tia cực tím Chụp ảnh tia cực tím	0,03÷0,4μm 0,3÷0,4μm	Bước sóng từ 0,03÷0,4μm được hấp thụ bởi ozone trong bầu khí quyển của Trái đất. Có sẵn cho viễn thám trái đất. Có thể được chụp bằng phim chụp ảnh.
Vùng có thể nhìn thấy	0,4÷0,7μm	Có sẵn cho viễn thám trái đất. Có thể được chụp bằng phim chụp ảnh.
Hồng ngoại Phản xạ hồng ngoại	0,7÷100μm 0,7÷3μm	Có sẵn cho viễn thám trái đất. Có thể được chụp bằng phim chụp ảnh. Có sẵn cho viễn thám Trái đất. Gắn hồng ngoại 0,7 đến 0,9 micromet. Có thể được chụp bằng phim ảnh
Hồng ngoại nhiệt	3÷14μm	Có sẵn cho viễn thám Trái đất. Bước sóng này không thể chụp được bằng phim ảnh. Thay vào đó, các cảm biến cơ học được sử dụng để ghi lại dải bước sóng này.
Vi sóng hoặc Radar Radio	0,1÷100μm >100cm	Các bước sóng dài hơn của dải này có thể xuyên qua các đám mây, sương mù và mưa. Hình ảnh sử dụng băng tần này có thể được tạo bằng các cảm biến chủ động phát ra vi sóng. Thường không được sử dụng để viễn thám Trái đất.

Ba giai đoạn phát triển riêng biệt của thiết bị viễn thám (RS) tương ứng với các cấp độ quy hoạch được minh họa trong Hình 3. Thiết bị RS thế hệ đầu tiên có độ phân giải không gian thấp, 1 km→100 m (quy hoạch vùng đô thị), tăng lên 30→10 m ở thế hệ thứ hai (quy hoạch khu vực địa phương). Các thiết bị thế hệ thứ ba có nhiều khả năng

hơn trong việc quan sát bề mặt Trái đất với độ phân giải không gian rất cao, 5→0,5 m trở xuống (quy hoạch tổng thể trung tâm thành phố), cho phép thu được các chi tiết không gian khác dẫn đến nhận dạng tính năng chính xác hơn [9].



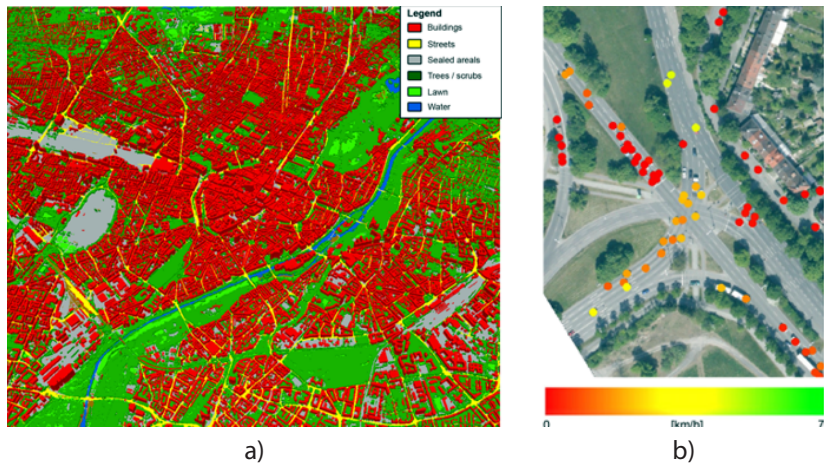
Hình 3. So sánh các thể hệ vệ tinh về mặt chi tiết, nhận dạng tính năng và các cấp độ quy hoạch. Hình vuông màu đỏ biểu thị độ phân giải không gian của hình ảnh viễn thám liên kế [9]

4. Tổng quan một số ứng dụng của viễn thám trong quy hoạch đô thị

4.1. Ứng dụng viễn thám lập bản đồ quy hoạch thành phố Munich, Đức

Để xác định và định lượng nguồn gốc tòa nhà, phần thảm thực vật, cơ sở hạ tầng hoặc các khu vực chưa phát triển, nghiên cứu đã sử dụng ảnh viễn thám bằng cách xử lý dữ liệu đa giác quan có độ phân giải cao kết hợp với mô hình bề mặt kỹ thuật số trên không có độ phân giải cao cho phép tạo ra mô

hình thành phố 3D (Hình 4a). Việc kết hợp giữa mô hình thành phố 3D với dữ liệu viễn thám siêu phổ cho phép truy xuất thông tin về vật liệu của các bề mặt [10]. Do đó, vật liệu mái, loại nhựa đường, loại và tình trạng thảm thực vật, v.v. có thể được xác định và định lượng. Các ứng dụng điển hình bao gồm phát hiện và định lượng các tấm pin mặt trời hiện có, mái nhà xanh hoặc xác định mái nhà phù hợp cho việc sử dụng này.



Hình 4. (a) Mô hình Thành phố 3D của trung tâm Munich từ góc nhìn về phía đông nam và (b) phát hiện các loại xe ô tô và vận tốc của chúng [11]

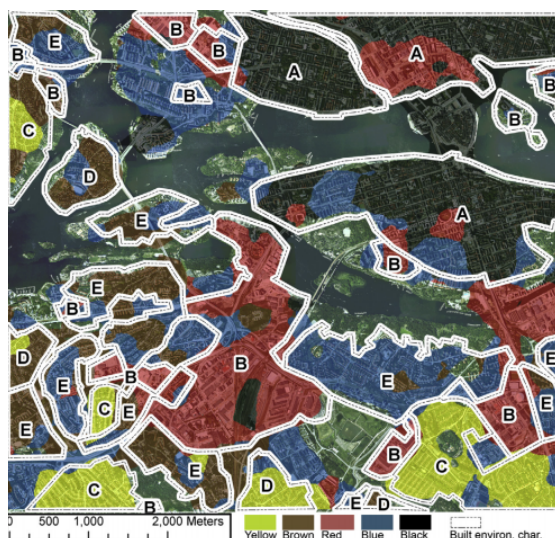
Một thành phố không chỉ là một tập hợp các tòa nhà và đường phố. Những người sống ở đó, tính di động của họ biến khung cảnh đô thị tự nhiên thành một hệ thống sống động. Ngoài việc lập bản đồ diện mạo vật lý của một thành phố, viễn thám còn cho phép nắm bắt tính di động. Đặc biệt là các hệ thống viễn thám trên không cho phép các khoảng thời gian ngắn cần thiết để thu thập dữ liệu nhằm giám sát các luồng giao thông.

Do đó, có thể phát hiện các tình huống giao thông hoặc giám sát các khu vực ã xe trong thời gian gần như thực (Hình 4b). Sử dụng các thuật toán này, thậm chí có thể phát hiện người hoặc đám đông cũng như quỹ đạo và chuyển động của họ, đây là một ứng dụng quan trọng trong lĩnh vực quản lý rủi ro và điều phối khẩn cấp.

4.2. Ứng dụng viễn thám trong quy hoạch đô thị ở Stockholm

Trong nghiên cứu viễn thám cho quy hoạch và quản lý đô thị, Michael (2015) đã sử dụng hình ảnh vệ tinh SPOT5 không có mây được chụp vào ngày 4 tháng 6 năm 2008 với độ phân giải 10x10 m của trung tâm Stockholm kết hợp sử dụng phương pháp phân đoạn ngưỡng cảnh độc lập (WICS) với cửa sổ trích xuất các đặc điểm đô thị tương ứng với quy mô chiến lược của quy hoạch và quản lý đô thị cho việc lập kế hoạch và giám sát việc sử dụng đất như các loại khu dân cư, khu công nghiệp và thương mại [12].

Hình 5 hiển thị kết quả WICS (các vùng được tô màu) dọc theo các đặc điểm môi trường xây dựng (các khu vực bên trong đường viền màu trắng; các đặc điểm môi trường xây dựng được biểu thị bằng các chữ cái A– E) được phủ lên trên ảnh hiệu chỉnh có độ phân giải 1mx1m.



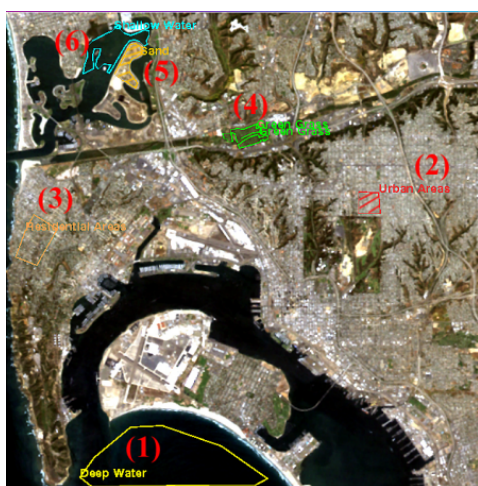
Hình 5. Kết quả phân tích ảnh vệ tinh SPOT5 bằng WICS [12]

Kết quả chỉ ra rằng lớp WICS ‘Đen’ hiển thị khu vực ‘Nội thành’ (A). Lớp ‘Đỏ’ của WICS hầu hết được tìm thấy ở khu vực ‘Công nghiệp’ (B). Lớp ‘Vàng’ của WICS hầu như chỉ xảy ra trong các khu vực ‘Nhà ở cho một gia đình’ (C) và ‘Nhà ở cho một gia đình (ít cấu trúc hơn)’ (D).

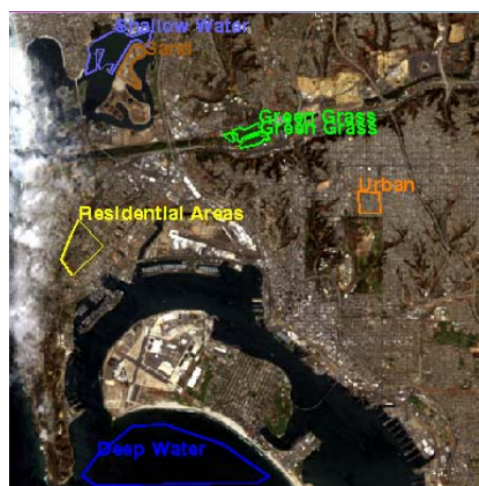
Các lớp WICS ‘Xanh lam’ và ‘Nâu’ nổi bật nhất trong khu vực ‘Nhà ở Khối hẹp’ (E), nhưng một phần lớn các lớp ‘Xanh lam’ cũng xuất hiện bên ngoài môi trường xây dựng. Dựa vào kết quả nghiên cứu có thể thấy các chức năng và sử dụng đất đô thị khác nhau bao gồm khu dân cư, khu công nghiệp và thương mại, có thể được giám sát bằng viễn thám ở quy mô khu vực đô thị.

4.3. Ứng dụng viễn thám trong quy hoạch đô thị ở San Diego

Trong nghiên cứu đã sử dụng ảnh vệ tinh Landsat của khu vực San Diego từ ER Mapper năm 1985 và 1990 (Hình 6 và Hình 7) với độ phân giải ảnh 30mx30m. Mục đích của nghiên cứu là để điều tra thông tin chung như sử dụng đất trong khu vực, phân tích sinh thái, đất, nước, thảm thực vật và khu vực xây dựng... theo yêu cầu của quy hoạch vùng và quản lý tài nguyên.



Hình 6. Ảnh Landsat khu vực San Diego năm 1985 [13]

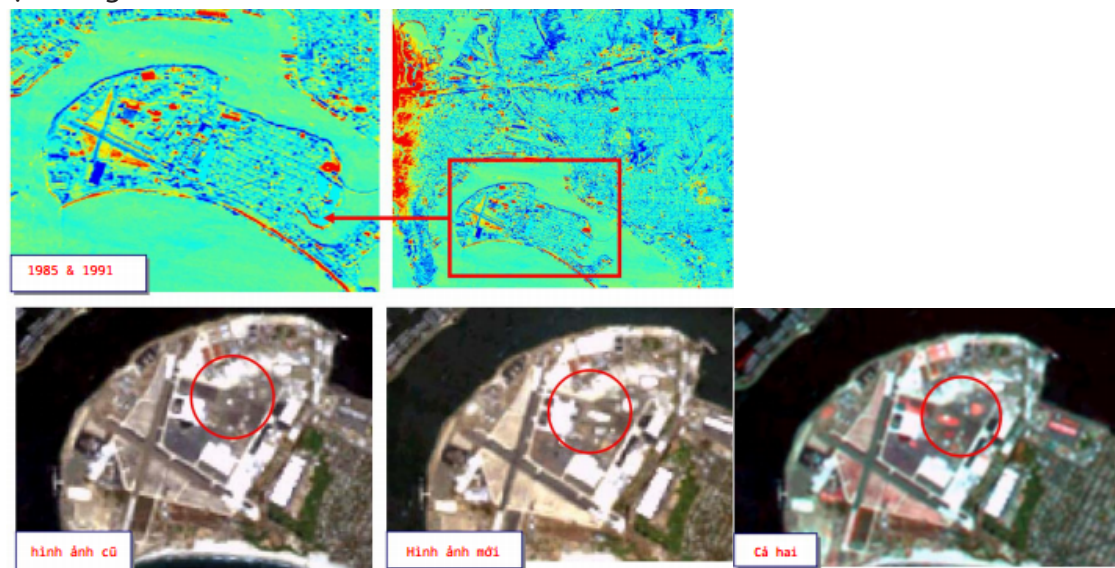


Hình 7. Ảnh Landsat khu vực San Diego năm 1990 [13]

Ghi chú:
(1) Khu vực nước sâu;
(2) Khu vực đô thị; (3) Khu vực dân cư; (4) Thảm thực vật (cỏ);
(5) Cát; (6) Khu vực nước nông

Khi chọn khu vực San Diego, nghiên cứu tiến hành phân loại có giám sát bằng công cụ ER Mapper RS, kết quả như Hình 8. Từ kết quả này thu được nhiều thông tin chưa

đạt được trước đó, được trình bày trong Bảng 2, diện tích tính bằng ha cho từng khu vực trong mỗi dải.



Hình 8. So sánh giữa hai ảnh vệ tinh phân loại có giám sát và ảnh màu thật (True color) ở San Diego vào năm 1985 và 1990 [13]

Bảng 2. Thống kê dữ liệu về diện tích (hecta) cho từng khu vực ở San Diego theo dải (Band) năm 1985 và 1990 [13]

Lựa chọn khu vực	Diện tích khu vực San Diego năm 1985 (ha)	Diện tích khu vực San Diego năm 1990 (ha)
	Band 1 tới Band 7	Band 1 tới Band 7
Khu vực dân cư	8445,87	9467,82
Khu vực đô thị	5191,47	4885,74
Cát	2981,61	3062,34
Thảm thực vật (cỏ)	696,6	392,85
Khu vực nước sâu	2095,74	1762,29
Khu vực nước nông	3088,71	2928,87

Từ kết quả phân tích giải đoán ảnh Hình 8 và Bảng 2 cho thấy có sự thay đổi diện tích khu vực San Diego năm 1985 và 1990, khu vực đô thị, thảm thực vật (cỏ), khu vực nước sâu và nước nông có sự giảm diện tích đáng kể, trong khi khu vực dân cư và cát có sự gia tăng diện tích. Nguyên nhân một phần là do sự gia tăng

dân số và nhu cầu nhà ở gia tăng.

5. Kết luận

Tính khả dụng và khả năng tiếp cận ngày càng tăng của các công nghệ viễn thám hiện đại mang đến cơ hội mới cho nhiều ứng dụng đô thị như lập bản đồ và giám sát môi trường đô thị (độ che phủ đất, sử dụng đất, hình thái, loại cấu trúc

đô thị), ước tính kinh tế xã hội (dân số, mật độ, chất lượng cuộc sống, đặc điểm khí hậu đô thị (vi khí hậu, điều kiện sức khỏe con người), phân tích các tác động khu vực và toàn cầu (mô hình khí hậu, đảo nhiệt đô thị) hoặc an ninh đô thị và chuẩn bị khẩn cấp (tính bền vững, tính dễ bị tổn thương). Do đó, tiềm năng cao của dữ liệu, phương pháp và các ảnh vệ tinh quan sát trái đất để hỗ trợ quy hoạch đô thị và khu vực là rất lớn.

Tuy nhiên, một hạn chế lớn hiện nay đối với việc ứng dụng viễn thám là chi phí: chi phí dữ liệu thường quá cao đối với chính quyền địa phương. Mặc dù dữ liệu vệ tinh có giá tương đối thấp, nhưng một số ứng dụng cần tốc độ lặp lại theo thời gian cao, trong đó cần có viễn thám trên không và do đó tốn nhiều chi phí. Hơn nữa, đầu tư vào xử lý vẫn còn tương đối cao do hầu hết các quy trình phân loại chưa được tự động hóa hoàn toàn.

Trong quá trình xử lý, các điều chỉnh là cần thiết do các điều kiện khí quyển khác nhau, các loại lớp phủ đất hoặc các yêu cầu khác nhau của người dùng hoặc các thuật toán vẫn đang trong trạng thái thử nghiệm. Thiếu tiêu chuẩn dữ liệu hoặc khả năng tương thích của phần mềm thêm vào nó.

Một hạn chế khác là sự khác biệt giữa các yêu cầu và khả năng liên quan đến độ chính xác của sản phẩm: tổng quan khái quát về viễn thám trong chương trước cho thấy việc trích xuất thông tin chi tiết về không gian và toàn khu vực, nhưng không đạt được độ chính xác của các bộ dữ liệu địa chính. Một mặt, độ chính xác 80-90% và đôi khi còn cao hơn cung cấp cơ sở khách quan cho các quyết định. Mặt khác, các sản phẩm quan sát trái đất này không được thiết lập trên cơ sở pháp lý hiện hành và hiện cần phải được chấp nhận về mặt pháp lý.

Tài liệu tham khảo

- [1] Dong J., Metternicht G., Hostert P., Fensholt R., Chowdhury R.R., Remote sensing and geospatial technologies in support of a normative land system science: Status and prospects, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 38 (2019), pp. 44-52
- [2] Lesiv M., Schepaschenko D., Moltchanova E., Bun R., Dürauer M., Prishchepov A.V., Schierhorn F., Estel S., Kuemmerle T., Alcántara C., et al., Spatial distribution of arable and abandoned land across former, *Soviet Union countries Scientific Data*, 5 (1), 2018.
- [3] Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., et al., High-resolution global maps of 21st-century forest cover change, *Science*, 342 (6160) (2013), pp. 850-853
- [4] Melchiorri, M., Florczyk, A. J., Freire, S., Schiavina, M., Pesaresi, M., & Kemper, T. (2018). Unveiling 25 years of planetary urbanization with remote sensing: Perspectives from the global human settlement layer, *Remote Sensing*, 10(5), 768.
- [5] Z. Zhu, Y. Zhou, K.C. Seto, E.C. Stokes, C. Deng, S.T.A. Pickett, H. Taubenböck Understanding an urbanizing planet: Strategic directions for remote sensing, *Remote*

Sensing of Environment, 228 (2019), pp. 164-182,

[6] Camilla Ghisleni, 'Camilla Ghisleni' [Trực tuyến]. Xem tại: <<https://www.archdaily.com/984049/what-is-urban-planning>> [Truy cập 12/04/2023]

[7] Archistar, 'The Importance of Urban Planning – The Seven Key Reasons' [Trực tuyến] 2020. Địa chỉ: < <https://www.archistar.ai/blog/the-importance-of-urban-planning-the-seven-key-reasons/>> [Truy cập 07/04/2023]

[8] Mahesh Jhawar, Nitin Tyagi, Vivek Dasgupta, Urban planning using remote sensing, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 1, Issue 1, pp.42-57, 2012.

[9] Nada Kadhim, Monjur Mourshed, Michaela Bray, Advances in remote sensing applications for urban sustainability, *Euro-Mediterr J Environ Integr* (2016), pp.1-7.

[10] Heiden, U. & Heldens, W., Automatische Erkennung von Oberflächenmaterialien städtischer Objekte, 2016.

[11] H. Taubenböck & S. Dech, 'Remote Sensing and Urban Planning – A Common Future?' [Trực tuyến]. Xem tại: < <https://sensorsandsystems.com/remote-sensing-and-urban-planning-a-common-future/>> [Truy cập 12/04/2023]

[12] Michael Meinild Nielsen, Remote sensing for urban planning and management: The use of window-independent context segmentation to extract urban features in Stockholm, *Computers, Environment and Urban Systems*, 52 (2015), pp. 1-9.

[13] Bahaa Eddin I. Al Haddad, The application of remote sensing and gis in urban planning, *Journal of Remote Sensing & GIS*, Vol 47, pp.13-20, 2017