

Ứng dụng, nghiên cứu phát triển phương pháp xử lý ảnh số, theo dõi biến động tài nguyên thiên nhiên mặt đất vùng trung - hạ lưu sông Đà :Luận án TS Địa lý: / Lại Anh Khôi

1. Tính cấp thiết của đề tài

Trong lĩnh vực viễn thám (VT), kỹ thuật xử lý ảnh số (XLAS) đã xâm nhập vào Việt Nam (VN) từ khá sớm. Đầu tư của Nhà nước về trang thiết bị XLAS cho các cơ sở VT trên cả nước là rất lớn nhưng chưa thực sự phát huy được hiệu quả. Nguyên nhân chủ yếu là do độ tin cậy của kết quả phân loại chưa đáp ứng được yêu cầu của người sử dụng.

Đề tài được lựa chọn nhằm giải quyết một phần bất cập kể trên. Mặt khác, khu vực thử nghiệm cho nghiên cứu là một địa bàn quan trọng về kinh tế, xã hội và quốc phòng của đất nước. Việc xây dựng các công trình lớn như thủy điện Hoà Bình (TĐHB), thủy điện Sơn La (TĐSL) và việc cơ cấu lại tổ chức kinh tế-xã hội (KTXH) Tây Bắc (TB) làm cho khu vực đã và đang có nhiều biến động lớn. Bởi vậy, việc nghiên cứu, đánh giá biến động phục vụ cho tổ chức không gian lãnh thổ khu vực (KV) là hết sức cấp thiết.

2. Mục tiêu và nhiệm vụ nghiên cứu

Mục tiêu của luận án là đề xuất các giải pháp nâng cao độ tin cậy của phương pháp phân loại (PPPL) ảnh số và vận dụng để nghiên cứu đánh giá biến động tài nguyên mặt đất (TNMĐ) vùng Trung-Hạ

lưu sông Đà. Để đạt được mục tiêu kể trên, luận án sẽ giải quyết các nhiệm vụ cụ thể sau:

- 1) Tìm hiểu bản chất, đặc điểm, phân tích điểm mạnh, yếu của các PPPL ảnh số trong VT;
- 2) Đề xuất các giải pháp nâng cao độ tin cậy của kết quả phân loại (PL) ảnh số và các kỹ thuật sau PL nhằm cải thiện chất lượng ảnh PL;
- 3) Ứng dụng để xây dựng các bản đồ (BĐ) hiện trạng làm căn cứ xác định biến động TNMĐ vùng Trung-Hạ lưu sông Đà.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận án là các PPPL ảnh VT, các giải pháp nâng cao độ tin cậy của kết quả PL, các kỹ thuật sau PL.

Khu vực nghiên cứu (KVNC) ứng dụng là vùng lưu vực sông Đà đoạn từ sau đập TĐSL đến cuối lưu vực. Nội dung nghiên cứu giới hạn trong việc nghiên cứu hiện trạng và biến động lớp phủ bề mặt với các đối tượng được xác định là tài nguyên (TN) rừng, nước mặt và thực trạng khai thác sử dụng TN đất.

4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài nghiên cứu

Ý nghĩa khoa học: Kết quả của luận án góp phần nâng cao vị thế của kỹ thuật XLAS trong VT, nâng cao độ tin cậy của phương pháp VT trong nghiên cứu các đối tượng mặt đất, khắc phục được tình trạng lãng phí về trang thiết bị kỹ thuật hiện nay.

Ý nghĩa thực tiễn: Kiểm kê và đánh giá mức độ biến động TN rừng, nước mặt và thực trạng khai thác sử dụng TN đất với sự phát triển kinh tế của TB cùng sự hình thành của hai công trình thủy điện lớn nhất Đông Nam Á: TĐHB và TĐSL.

5. Cơ sở tài liệu, trang thiết bị và phần mềm

- Tài liệu thuộc nhiều lĩnh vực như địa lý, VT, XLAS, nhận dạng, xác suất thống kê, kỹ thuật mạng nơ ron v.v.

- Các báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước, cấp bộ mà NCS đã trực tiếp tham gia hoặc chủ trì, các kết quả nghiên cứu của NCS đã đăng trên các tạp chí chuyên ngành.

- Kết quả nghiên cứu của các đề tài, luận án có liên quan của nhiều tác giả khác.

- Ảnh VT và các tài liệu về ĐKTN, KTXH khu vực nghiên cứu.
Phần mềm xử lý ảnh sử dụng là ENVI.

6. Phương pháp nghiên cứu

- *Nghiên cứu tài liệu*: nhằm tổng hợp, kế thừa các nghiên cứu liên quan cả trong và ngoài nước, tìm hiểu các PPPL ảnh số nói riêng, kỹ thuật XLAS nói chung và cơ sở của chúng là các lý thuyết nhận dạng, xác suất thống kê, mạng nơ ron v.v.

- *Toán, nhận dạng, xác suất thống kê*: phân tích đánh giá các PPPL ảnh số, đề xuất các nguyên tắc và giải pháp nhằm nâng cao độ tin cậy của kết quả phân loại, xây dựng quy trình phân tích ảnh VT cho mục tiêu thành lập bản đồ chuyên đề.

- *Bản đồ, viễn thám, xử lý ảnh số, điều tra thực địa*: kiểm chứng qua thực nghiệm các nguyên tắc và giải pháp đã đề xuất, vận dụng trong xử lý, phân tích ảnh, thành lập bản đồ hiện trạng lớp phủ các thời kỳ khu vực Trung-Hạ lưu sông Đà.

- *Công nghệ hệ thông tin địa lý*: sử dụng các bản đồ vừa xây dựng, kiểm kê, xác định biến động tài nguyên rừng, nước mặt và thực trạng khai thác sử dụng tài nguyên đất trong khu vực.

7. Luận điểm bảo vệ

- *Luận điểm 1*: Hệ thống phân loại (HTPL) được thiết kế hợp lý dựa trên các lớp phổ, số liệu mẫu đủ đại diện, tận dụng chiều của không gian phổ, tích hợp các thông tin bổ trợ trong quá trình PL, sử dụng giá trị ngưỡng để kiểm soát là những tiêu chí mang tính nguyên

tắc. Quy trình phân tích ảnh kết hợp chặt chẽ các PPPL không giám sát (KGS), có giám sát (CGS) và giải đoán bằng mắt là một giải pháp hữu hiệu nhằm nâng cao độ tin cậy của kết quả phân tích ảnh.

• **Luận điểm 2:** Ảnh VT đa thời gian độ phân giải cao cho phép kiểm soát hiệu quả TN rừng, nước mặt và những biến động trong khai thác sử dụng TN đất. Trong hơn một thập kỷ qua, diện tích đất chưa sử dụng (CSD) ở KV Trung-Hạ lưu sông Đà được thu hẹp đáng kể với sự gia tăng ở những mức độ khác nhau của đất thổ cư, đất canh tác nông nghiệp (NN), mặt nước và đặc biệt là diện tích đất có rừng cho thấy TN đất trong KV đang được khai thác sử dụng tích cực hơn, môi trường tự nhiên của KV cũng được cải thiện rõ rệt.

8. Đóng góp mới

a) Đã phân tích, đánh giá về các PPPL ảnh số, từ đó đưa ra 5 nguyên tắc nhằm nâng cao độ tin cậy của kết quả PL ảnh VT;

b) Đã đề xuất các giải pháp và quy trình phân tích ảnh VT sử dụng kết hợp các PPPL KGS, CGS và giải đoán bằng mắt cho phép nâng cao độ tin cậy của kết quả nhờ các đặc trưng cơ bản sau:

- Tạo khả năng cho người sử dụng can thiệp tích cực hơn vào toàn bộ quá trình phân tích;

- HTPL được điều chỉnh trên cơ sở dung hoà giữa yêu cầu của nhiệm vụ và khả năng của tư liệu;

- Cho phép xác định và sử dụng trong PL các đặc trưng thống kê tiêu biểu hơn cho các lớp.

c) Đã vận dụng thành công các nguyên tắc và giải pháp kể trên trong theo dõi biến động TN thiên nhiên vùng Trung-Hạ lưu sông Đà.

9. Bố cục của luận án

- *Phần mở đầu*
- *Chương 1: Viễn thám và xử lý ảnh số trong viễn thám*
- *Chương 2: Đánh giá các phương pháp phân loại ảnh số*

- *Chương 3: Nâng cao độ tin cậy của kết quả phân tích ảnh*
- *Chương 4: Ứng dụng kỹ thuật xử lý ảnh số trong nghiên cứu biến động tài nguyên vùng Trung và Hạ lưu sông Đà*
- *Kết luận và kiến nghị*

Chương 1: VIỄN THÁM VÀ XỬ LÝ ẢNH SỐ TRONG VIỄN THÁM

1.1 Viễn thám

VT, theo nghĩa rộng, được hiểu là hoạt động thu nhận thông tin về đối tượng mà không tiếp xúc trực tiếp với chúng. Các thông tin thu được là nhờ phát hiện và đo đạc những thay đổi gây nên bởi đối tượng trong môi trường bao quanh. Tuy nhiên, thuật ngữ VT thường được dùng với nghĩa hẹp hơn là hoạt động thu nhận thông tin bằng các kỹ thuật điện tử.

Cùng với sự xuất hiện của vệ tinh và những tiến bộ về công nghệ, VT đã bước sang một giai đoạn phát triển hoàn toàn mới.

1.2 Xử lý ảnh số trong viễn thám

Được định nghĩa như các kỹ thuật xử lý tín hiệu hình ảnh bằng công cụ toán học, XLAS có các chức năng cơ bản sau: hiệu chỉnh ảnh, điều chế ảnh, hiển thị thông tin, triết suất thông tin từ ảnh, mã hoá ảnh và mô hình hoá các hệ thống thu ảnh.

Tính riêng trong lĩnh vực VT, XLAS hiện đang đóng một vai trò không thể thay thế. VT đã không thể đạt tới trình độ phát triển như ngày nay nếu thiếu những công cụ cho phép thu thập, xử lý, chuyển tải nhanh và lưu giữ một khối lượng thông tin khổng lồ mà các vệ tinh hiện đang cung cấp.

Từ góc độ ứng dụng trong xử lý, phân tích ảnh VT, không thể phủ nhận những ưu thế nổi trội của kỹ thuật XLAS trong việc điều chế, cải thiện chất lượng hình ảnh. Tuy nhiên các PPPL ảnh vẫn chưa thực sự đáp ứng được kỳ vọng của người sử dụng.

1.3 Tình hình nghiên cứu, ứng dụng viễn thám và xử lý ảnh số trong viễn thám ở Việt Nam

Trong gần ba thập kỷ qua, VT ở VN đã phát triển rất rộng và đã có được nhiều kết quả rất đáng trân trọng. Tuy nhiên, nếu so với trình độ phát triển của VT trên thế giới thì VN đang bị tụt hậu khá xa biểu hiện trong phạm vi ứng dụng và khả năng tiếp cận đối với những kỹ thuật cũng như tư liệu VT mới, đặc biệt là các tư liệu không phải ở dạng hình ảnh.

1.4 Kết luận chương 1

Sự xuất hiện của các vệ tinh và những tiến bộ của KHCN đã mang lại cho VT những bước tiến nhảy vọt về kỹ thuật thu thập thông tin với sự ra đời của hàng loạt các loại máy đo đa dạng và thiết bị thu ảnh thế hệ mới.

Khối lượng thông tin khổng lồ mà các vệ tinh VT đang hàng ngày cung cấp cũng đồng thời nâng cao vị thế của kỹ thuật XLAS trong VT và là động lực thúc đẩy sự phát triển của kỹ thuật này. Từ góc độ của người sử dụng, không thể phủ nhận những ưu thế của kỹ thuật số trong việc hiệu chỉnh và điều chế thông tin ảnh, nhưng độ tin cậy của các PPPL vẫn đang là vấn đề cần quan tâm nghiên cứu.

Chương 2: ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN LOẠI ẢNH SỐ

2.1 Bài toán phân loại

Là bài toán nhận dạng mẫu, trong đó mẫu là những điểm ảnh và nhiệm vụ đặt ra là phải nhận biết nó thuộc về lớp nào trong số những lớp cần xác định. Trong bài toán PL các điểm ảnh được biểu diễn như các điểm (các véc tơ) trong không gian phổ.

Lưu ý: - Các điểm ảnh mặc dù biểu diễn cùng một đối tượng thực tế, nhưng không phải hoàn toàn trùng nhau mà thường có xu thế tập trung co cụm thành từng nhóm trong không gian phổ.

- Trong thực tế rất thường gặp trường hợp các điểm ảnh biểu diễn cùng một đối tượng nhưng lại co cụm thành những khối riêng trong không gian phổ. Các cụm con như vậy được gọi là các lớp phổ để phân biệt với các lớp thông tin đại diện cho mỗi lớp đối tượng thực tế.

- Các lớp thông tin không phải bao giờ cũng có thể tách biệt thành các miền riêng trong không gian phổ. Đây là nguyên nhân dẫn tới những sai số khó tránh trong quá trình PL.

Các PPPL được chia thành hai nhóm: CGS và KGS.

2.2 Các phương pháp phân loại có giám sát

Hoạt động trên nguyên tắc sử dụng số liệu mẫu, đại diện cho mỗi lớp để xác định tham số của hàm phân tách dùng phân chia không gian phổ cho mỗi lớp rồi PL tất cả các điểm ảnh rơi vào mỗi miền về lớp tương ứng.

2.2. Phương pháp phân loại hợp lý tối đa (maximum likelihood)

Ở dạng cơ bản, phương pháp còn được gọi là hợp lý tối đa không điều kiện và hoạt động theo nguyên tắc: sau khi xác định được hàm mật độ phân bố xác suất của mỗi lớp, đối với mỗi điểm ảnh, tính xác suất mà nó có thể thuộc về từng lớp và PL về lớp có xác suất cao nhất.

Nếu coi sai số PL nhằm một điểm ảnh thuộc lớp này sang lớp khác có mức độ nghiêm trọng khác nhau, cần lập một ma trận gồm các phần tử xác định mức độ nghiêm trọng của việc PL nhầm giữa mỗi cặp lớp. Chúng có thể hiểu là mức thiệt hại hay mức phạt. Trong trường hợp này hàm phân tách được xây dựng dựa trên giá trị kỳ vọng của mức thiệt hại mà ta sẽ phải đón nhận khi PL điểm ảnh về mỗi lớp và điểm ảnh sẽ được PL về lớp tương ứng với mức thiệt hại nhỏ nhất. Ở dạng này thuật toán được gọi là thuật toán Bayes tối ưu.

Trong cả hai trường hợp, có thể kiểm soát quá trình PL bằng việc đưa vào một giá trị ngưỡng và sẽ chỉ tiến hành PL đối với các điểm ảnh có xác suất để nó thuộc về lớp dự kiến PL cao hơn (hay mức thiệt hại nhỏ hơn) giá trị ngưỡng này.

Nhận xét: Hoạt động trên những nguyên tắc chặt chẽ nên cho kết quả đáng tin cậy với điều kiện HTPL phải thích hợp (mỗi lớp đều phải có phân bố chuẩn) và số liệu mẫu phải thực sự đại diện, cho phép xác định đúng hàm mật độ xác suất của mỗi lớp.

2.2.2 Phương pháp khoảng cách tối thiểu

Dựa vào việc so sánh khoảng cách từ điểm ảnh tới tâm của các lớp trong không gian phổ rồi PL về lớp có tâm gần với nó nhất.

Tương tự như trong phương pháp hợp lý tối đa, cũng có thể sử dụng với các giá trị ngưỡng nhằm tránh không PL những điểm ảnh nằm quá xa tâm của tất cả các lớp.

Nhận xét: Đây thực tế là trường hợp riêng của phương pháp hợp lý tối đa nên vẫn ngầm giả định các lớp phải có phân bố chuẩn, nhưng không đòi hỏi quá khắt khe về số liệu mẫu; Thời gian tính toán nhanh.

2.2.3 Phương pháp phân loại Mahalanobis

Là PPPL dựa theo khoảng cách đã được điều chỉnh giữa các hướng (giữa các kênh ảnh) bằng cách lấy trọng số tùy thuộc vào phân bố rộng hẹp của giá trị xám độ trên mỗi kênh.

Nhận xét: Là giải pháp trung gian giữa các phương pháp hợp lý tối đa và khoảng cách tối thiểu và nên sử dụng thay thế phương pháp khoảng cách tối thiểu khi giữa các kênh ảnh có sự khác biệt rõ rệt về khoảng giá trị độ xám.

2.2.4 Phương pháp phân loại hình hộp

Dựa trên số liệu mẫu để xác định khoảng phân bố của mỗi lớp trên từng kênh. Từ đó xác định miền phân bố của chúng trong không

gian phổ dưới dạng các hình hộp. Các điểm ảnh rơi vào miền phân bố của lớp nào sẽ được phân về lớp đó, ngược lại sẽ không được PL.

Nhận xét: tốc độ xử lý nhanh, những điểm ảnh được PL đều có độ tin cậy cao nhưng số lượng các điểm ảnh không được PL lớn.

2.2.5 Phương pháp phân loại sử dụng mạng nơ ron

Phép PL ảnh được coi là một ánh xạ chiếu từ các phần tử trong không gian phổ sang không gian các lớp phổ và được biểu diễn bằng một hàm nên có thể được thực hiện nhờ một mạng nơ ron, hoạt động như một bộ điều chế với hàm truyền được điều chỉnh thông qua quá trình luyện mạng để có thể biểu diễn xấp xỉ một hàm bất kỳ.

Nhận xét: có mức tin cậy được xác định ngay khi luyện mạng nhưng thời gian tính toán lớn và rất dễ gặp trường hợp quá trình luyện mạng không hội tụ.

2.2.6 Phân loại theo bối cảnh (contextual classification)

Thuật ngữ PL theo bối cảnh được dùng để nói chung về các giải pháp sử dụng các thông tin bối cảnh trong bài toán PL ảnh. PL dựa trên các ảnh phân tích cấu trúc là một ví dụ. Ngoài ra, cũng đã xuất hiện nhiều đề xuất về các giải pháp PL theo bối cảnh khác nhau như:

1. *Tạo ảnh bối cảnh từ kết quả PL ảnh gốc rồi tiến hành PL trên ảnh bối cảnh;*

2. *Sử dụng giá trị tất cả các điểm ảnh trong miền lân cận để PL;*

3. *Kết hợp hai phương án trên trong một quy trình lặp:* Trong mỗi bước lặp điểm ảnh được phân về lớp ω_i nếu:

$$P(\omega_i | \xi, \eta) > P(\omega_j | \xi, \eta) \text{ với mọi } j \neq i$$

Trong đó η là vectơ bối cảnh được tạo từ kết quả phân loại ở bước lặp trước.

Nhận xét: để phân loại một điểm ảnh, các phương án PL theo bối cảnh đều bằng cách này hay cách khác sử dụng giá trị của tất cả các điểm

ảnh trong miền lân cận của nó. Do vậy, kết quả PL ở khu vực ranh giới giữa các đối tượng là không đủ tin cậy.

2.3 Các phương pháp phân loại không giám sát

Không sử dụng số liệu mẫu mà căn cứ vào đặc điểm phân bố của các điểm ảnh trong không gian phổ để nhóm gộp chúng thành các lớp.

2.3.1 Thuật toán K giá trị trung bình

Chọn ra K tâm ban đầu của các lớp, rồi tiến hành PL các điểm ảnh theo nguyên tắc khoảng cách tối thiểu. Sau đó, xác định vị trí trung bình của tất cả các điểm ảnh thuộc mỗi lớp để nhận làm tâm mới rồi tiến hành PL lại. Quá trình này được lặp lại cho tới khi tâm của các lớp giữa 2 lần lặp không còn thay đổi thì kết thúc.

Nhận xét: cho kết quả đáng tin cậy nhưng đòi hỏi người sử dụng phải xác định đúng số lớp cần phân loại.

2.3.2 Thuật toán ISODATA

Là một cải biên của phương pháp K giá trị trung bình nhằm khắc phục nhược điểm đã nêu bằng cách sau mỗi lần lặp tiến hành kiểm tra để nhóm gộp, loại bỏ hay tách lớp khi cần.

Nhận xét: có khả năng tự điều chỉnh được số lớp trong kết quả phân loại nhưng thời gian tính toán lớn.

2.4 Kết luận chương 2

– Các PPPL chỉ hoạt động hiệu quả trên các lớp phổ chứ không phải các lớp thông tin. HTPL do vậy, cần được hợp thành từ các lớp phổ trên ảnh.

– Các PPPL KGS mặc dù khác nhau về cách thức phát hiện các lớp phổ trên ảnh nhưng sau khi xác định được vị trí tâm của các lớp trong không gian phổ, đều sử dụng phương pháp khoảng cách tối thiểu để PL các điểm ảnh. Do vậy, nếu sử dụng các PPPL KGS cho mục

đích phát hiện các lớp phổ để thiết kế HTPL trước khi áp dụng các PPPL chặt chẽ hơn, sẽ nâng cao được độ tin cậy của kết quả.

– Ngoại trừ các phương án phân loại theo bối cảnh, các PPPL ảnh số đều PL các điểm ảnh một cách riêng rẽ, dựa vào véc tơ giá trị của điểm ảnh, nên không có khả năng sử dụng các dấu hiệu như hình dáng, kích thước, vị trí hay cấu trúc vân ảnh v.v.

Chương 3: NÂNG CAO ĐỘ TIN CẬY CỦA KẾT QUẢ PHÂN TÍCH ẢNH

3.1 Những nguyên tắc cơ bản

3.1.1 Hệ thống phân loại phải phù hợp

Các lớp trong HTPL phải là các lớp phổ và phải được xác định trên cơ sở phân tích bản chất tự nhiên của đối tượng và đặc điểm của tư liệu ảnh sử dụng.

3.1.2 Số liệu mẫu phải thực sự đại diện cho mỗi lớp

Số liệu mẫu cần chọn sao cho thực sự đặc trưng cho mỗi lớp và cho phép xác định đúng véc tơ trung bình và ma trận hiệp biến của chúng.

3.1.3 Tận dụng chiều của không gian phổ

Mọi hình thức lựa chọn, cắt giảm số kênh ảnh đã được chứng minh là sẽ không giúp gì trong việc tăng cường khả năng tách biệt giữa 2 lớp và do vậy, cũng không có khả năng cải thiện được kết quả PL. Ngược lại, mở rộng số kênh ảnh có thể coi là một trong những giải pháp có khả năng nâng cao độ tin cậy của kết quả này.

3.1.4 Tích hợp các thông tin bổ trợ trong quá trình phân loại

Căn cứ vào đặc điểm phân bố của các đối tượng, sử dụng các tư liệu về ĐKTN của khu vực, phân chia ảnh thành những vùng khác nhau và tiến hành PL riêng từng vùng với những HTPL riêng cho phép vừa giảm thiểu được số lớp trong mỗi lần PL vừa đưa thêm được

dấu hiệu về vị trí và tính thích nghi của đối tượng vào trong quá trình phân tích ảnh.

3.1.5 Sử dụng các giá trị ngưỡng để kiểm soát quá trình phân loại

Sử dụng các giá trị ngưỡng để đảm bảo các điểm ảnh được PL với một độ tin cậy nhất định.

3.2 Giải pháp và quy trình thực hiện

Kết hợp giữa các PPPL ảnh số và giải đoán bằng mắt, nhằm tận dụng những ưu thế của mỗi phương pháp và khắc phục những hạn chế của chúng được coi là giải pháp hữu hiệu nhằm nâng cao độ tin cậy của kết quả phân tích ảnh và có thể được thực hiện nhờ quy trình sau:

- Ước lượng số lượng các lớp phổ trên ảnh;
- PL KGS ảnh;
- Xác định các đặc trưng thống kê của các lớp phổ;
- Lựa chọn HTPL dùng trong PL CGS;
- Lựa chọn bổ sung các vùng mẫu;
- PL CGS ảnh;
- Nhóm gộp, đặt tên cho các lớp;
- Xử lý sau PL, chỉnh sửa ảnh kết quả.

3.2.1 Ước lượng số lớp phổ trên ảnh

Trên cơ sở phân tích bằng mắt, ước lượng số lượng các lớp phổ trên ảnh để sử dụng khi PL ảnh bằng phương pháp KGS.

3.2.2 Phân loại ảnh bằng phương pháp không giám sát

Tiến hành PL ảnh bằng phương pháp ISODATA, nhận số lượng các lớp phổ đã xác định như số lượng tối thiểu các lớp cần PL. Sử dụng giá trị ngưỡng giới hạn ở mức 1,5 lần độ lệch chuẩn của mỗi lớp.

3.2.3 Tính toán đặc trưng thống kê của các lớp phổ

Tính các đặc trưng thống kê cho tất cả các lớp phổ vừa xác định. Trước mắt, giúp nhận dạng các lớp phổ, phân tích mức độ giao cắt trong phân bố giữa các lớp khi lựa chọn HTPL.

3.2.4 Lựa chọn hệ thống phân loại dùng trong phân loại có giám sát

Nhận dạng các lớp phổ. Tiến hành xây dựng HTPL sẽ sử dụng khi PL lại ảnh bằng các phương pháp CGS, bằng cách thực hiện các thao tác sau:

- Gộp chung các lớp phổ thuộc cùng 1 lớp thông tin nếu có phân bố gần nhau và sau khi gộp chung không làm tăng khả năng giao cắt với các lớp khác.
- Loại bỏ những lớp phổ biểu diễn lẫn nhiều lớp thông tin.
- Giữ nguyên các lớp phổ còn lại đưa vào HTPL.

3.2.5 Lựa chọn bổ sung các vùng mẫu

Có 2 lý do phải lựa chọn bổ sung các vùng mẫu: a) với việc sử dụng giá trị ngưỡng, trên ảnh sẽ có nhiều điểm chưa được PL, rất có khả năng là sẽ có những lớp thông tin hoàn toàn bị bỏ sót cần được bổ sung vào HTPL; b) do đã loại bỏ ra khỏi HTPL những lớp phổ thể hiện lẫn nhiều lớp thông tin, nên nếu các lớp thông tin này chưa được gắn với bất kỳ lớp phổ nào khác thì cũng cần được bổ sung vào HTPL.

3.2.6 Phân loại ảnh có giám sát

Tiến hành PL lại ảnh bằng phương pháp hợp lý tối đa.

3.2.7 Gộp nhóm, đặt tên cho các lớp

Nhóm gộp các lớp phổ thuộc chung một lớp thông tin và đặt tên theo chú giải của bản đồ. Trước khi gộp lớp cần kiểm tra đánh giá độ tin cậy. Đối với những lớp vẫn bị lẫn nhiều, nên tách riêng để tìm cách xử lý ở bước sau.

3.2.8 Xử lý sau phân loại, chỉnh sửa ảnh kết quả

Trong những trường hợp có sự giao cắt giữa phân bố của các lớp thì những sai sót trong PL là không thể tránh khỏi. Mặt khác, do các điểm ảnh được PL riêng rẽ từng điểm, nên kết quả thường quá chi tiết, đường biên giữa các lớp thường dích dắc, phức tạp. Những hạn chế như vậy cần tìm cách khắc phục nhờ sử dụng một số lọc hay chỉnh sửa bằng các công cụ đặc biệt.

3.2.9 Tóm lược quy trình phân tích ảnh

Quy trình cho phép kết hợp các PPPL KGS, CGS và giải đoán bằng mắt. Trong đó PPPL KGS được dùng để phát hiện sự phân lớp tự nhiên trong số liệu ảnh, giúp xây dựng một HTPL phù hợp. Toàn bộ các điểm ảnh được PL bằng PPPL KGS được sử dụng như những số liệu mẫu cho phép xác định các đặc trưng thống kê phản ánh chân thực phân bố của các lớp. PPPL hợp lý tối đa mặc dù được coi là chặt chẽ nhưng lại phụ thuộc rất nhiều vào HTPL sử dụng và tính chân thực của các hàm phân bố xác suất của mỗi lớp mà ta xác định được. Vì vậy nó chỉ được áp dụng để PL lại ảnh sau khi đã có đủ các điều kiện kể trên. Trong khi đó, phương pháp giải đoán bằng mắt được sử dụng xuyên suốt trong toàn bộ quy trình: từ ước lượng số lớp phổ trên ảnh, nhận dạng các lớp trong kết quả PL KGS, phát hiện các lớp thông tin bị bỏ sót, chọn lựa bổ sung các vùng mẫu rồi đánh giá độ tin cậy của mỗi lớp trong kết quả PL và cuối cùng là chỉnh sửa kết quả.

Thực nghiệm kiểm chứng

Các nguyên tắc và quy trình phân tích ảnh vừa trình bày ở trên, một mặt được xây dựng trên cơ sở lý thuyết, mặt khác cũng đã được kiểm chứng qua thí nghiệm sau :

- Để thuận tiện cho việc đánh giá kết quả, khu vực thử nghiệm được chọn là một vùng ảnh tương đối đơn giản, trên đó chỉ bao gồm

năm loại hình lớp phủ là đất thổ cư, đất lúa, đất màu, mặt nước và các bãi bồi, có thể nhận biết khá dễ dàng trên ảnh.

- Trước tiên, ảnh được xử lý theo quy trình đã đề xuất, ta thu được một ảnh PL gồm 15 lớp phổ. Các lớp phổ, sau khi được nhóm gộp thành 5 lớp thông tin tương ứng với 5 loại đất kể trên, được lần lượt chồng ghép lên trên ảnh gốc. Kết quả cho thấy, do khu vực tương đối đơn giản nên ảnh PL trong trường hợp này đạt độ tin cậy rất cao.

- Để đánh giá về tác động của HTPL, các lớp thông tin vừa thu được ở trên, đã được sử dụng như các vùng mẫu để tiến hành PL lại ảnh. Bằng cách như vậy, sai số của việc lựa chọn số liệu mẫu được loại trừ, do toàn bộ các điểm ảnh thuộc mỗi lớp đã được sử dụng làm số liệu mẫu.

- Ngược lại, để đánh giá ảnh hưởng của việc lựa chọn số liệu mẫu, đối với mỗi loại hình lớp phủ, ta chọn ra một vài lớp phổ có diện tích lớn nhất để sử dụng làm số liệu mẫu. Đây có thể coi là tình huống rất điển hình cho trường hợp khi số liệu mẫu được lựa chọn thủ công, bởi để thuận tiện cho việc khoanh vẽ, các vùng mẫu thường được chọn trên những khu vực đối tượng có diện tích tương đối lớn.

- Cuối cùng, để đánh giá tác động của việc cắt giảm số kênh ảnh sử dụng, các lớp phổ thu được trong trường hợp 1, được dùng làm số liệu mẫu để PL lại ảnh nhưng chỉ với 4 kênh đầu của ảnh. Bằng cách như vậy, HTPL được giữ không đổi và toàn bộ các điểm ảnh thuộc mỗi lớp đã được sử dụng làm số liệu mẫu nên loại bỏ được hoàn toàn ảnh hưởng của hai nhân tố này.

Đối sánh các kết quả cho thấy rõ trong cả 3 trường hợp, độ tin cậy của ảnh PL đều bị suy giảm ở mức độ khác nhau.

3.4 Cải thiện, hiệu chỉnh kết quả phân loại

3.4.1 Lọc ảnh phân loại

3.4.1.1 Phân loại các phép lọc

Các phép lọc được phân loại theo 3 cách:

1) Theo phạm vi hoạt động, các lọc được chia thành 2 loại: lọc trong phạm vi không gian và lọc trong phạm vi tần số.

2) Theo mục đích sử dụng, lọc được chia thành 3 loại: lọc thông tần thấp, lọc thông tần cao và lọc thích ứng.

3) Theo phương pháp tính, lọc được chia thành các lọc nhân chập, lọc sắp thứ tự và lọc hình thái.

3.4.1.2 Lựa chọn lọc cho ảnh phân loại

Để loại bỏ những chi tiết vụn vặt, đồng thời làm trơn các đường biên trên ảnh, thông thường có thể sử dụng một lọc thông tần thấp. Tuy nhiên, do đặc điểm của ảnh PL, chỉ các lọc thuộc loại sắp thứ tự và lọc hình thái mới có thể sử dụng được. Để hoạt động trên các ảnh PL, các lọc này thường được cải tiến để có thể thao tác riêng rẽ trên những lớp nhất định do người sử dụng lựa chọn. Theo NCS, sử dụng lọc sieve trên lần lượt từng lớp kết hợp với lọc đa số, chọn thao tác riêng trên lớp 0 (để loại bỏ các điểm đen do lọc trên tạo ra), là giải pháp hiệu quả hơn cả để loại bỏ các điểm ảnh riêng lẻ mà không làm biến dạng quá nhiều đường biên giữa các đối tượng.

3.4.2 Biên tập, chỉnh sửa ảnh phân loại

Để hoàn thiện kết quả PL, các phần mềm XLA thường được trang bị các công cụ cho phép chỉnh sửa bán thủ công ảnh PL. Ví dụ, trong Envi có hai công cụ đáng chú ý sau: 1) chuyển tất cả các điểm ảnh thuộc lớp đã chọn nằm trong khoanh vi do người sử dụng tự vẽ sang 1 lớp khác và 2) chuyển toàn bộ các điểm ảnh nằm trong khoanh vi kẻ trên sang lớp đã chọn. Với hai chức năng này, người sử dụng có thể dễ dàng vận dụng những kinh nghiệm giải đoán bằng mắt của mình để can thiệp vào kết quả PL.

3.5 Kết luận chương 3

Hệ thống phân loại được thiết kế hợp lý dựa trên các lớp phổ, số liệu mẫu đủ đại diện, tận dụng chiều của không gian phổ, tích hợp các thông tin bổ trợ trong quá trình phân loại, sử dụng giá trị ngưỡng để kiểm soát là những tiêu chí mang tính nguyên tắc nhằm nâng cao độ tin cậy của kết quả PL. Quy trình phân tích ảnh, kết hợp các PPPL KGS, CGS và giải đoán ảnh bằng mắt, cho phép nâng cao độ tin cậy của kết quả trên cơ sở dung hoà giữa yêu cầu của nhiệm vụ với khả năng thực tế của tư liệu và tận dụng triệt để ưu thế của mỗi phương pháp.

Chương 4: ỨNG DỤNG KỸ THUẬT XỬ LÝ ẢNH SỐ TRONG NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG TÀI NGUYÊN VÙNG TRUNG-HẠ LƯU SÔNG ĐÀ

4.1 Khu vực nghiên cứu

Có diện tích tự nhiên 368.191 ha, thuộc địa phận hai tỉnh Sơn La và Hoà Bình, giới hạn từ kinh tuyến 104°32' Đ đến 105°25' Đ và từ vĩ tuyến 20°36' B đến 21°25' B.

4.1.1 Đặc điểm địa chất, địa mạo

KVNC nằm trong đai Tân kiến tạo Hymalaia, trên cấu trúc khối trôi trượt Đông Dương, trong khu núi trung bình TB, gần như trùng với ranh giới giữa tiểu khu núi Hoàng Liên Sơn và tiểu khu núi-cao nguyên Phong Thổ-Thanh Hoá.

Tiểu khu Hoàng Liên Sơn nằm kẹp giữa sông Chảy và sông Đà, có độ cao địa hình cao nhất VN, sườn núi dốc đứng và không đối xứng (phía sông Đà rất dốc, còn phía sông Hồng thấp dần thành bậc). Trong cấu trúc địa hình, phát triển các bề mặt dạng bán bình nguyên nằm ở các mức cao khác nhau.

Tiểu khu Phong Thổ-Thanh Hóa kéo dài từ biên giới Việt Trung đến bờ biển, được đặc trưng bởi sự phát triển rộng rãi các cao nguyên Karst.

4.1.2 Khí hậu

Mang tính chất của khí hậu miền TB&BTB, so với nơi có cùng độ cao ở Việt Bắc hay ĐB mùa đông thường ấm hơn 2-3°C nhưng biên độ nhiệt ngày đêm lớn. Trong mùa hạ, hiện tượng phơn với gió tây nam khô nóng là nét điển hình trong khí hậu của miền.

4.1.3 Thủy văn

Sông Đà là phụ lưu phải của sông Hồng, bắt nguồn từ cao nguyên Vân Nam dài 910km, chảy trong địa phận Việt Nam 530km. Dòng chảy chính theo phương tây bắc - đông nam, nhưng ở hạ lưu dòng sông từ từ chuyển qua phương á vĩ tuyến và sau đó chảy ngược về phía bắc trước khi hội lưu với sông Hồng. Chế độ nước có hai mùa lũ và cạn rõ rệt. Hàm lượng phù sa trong mùa lũ thường rất lớn.

4.1.4 Thổ nhưỡng - sinh vật

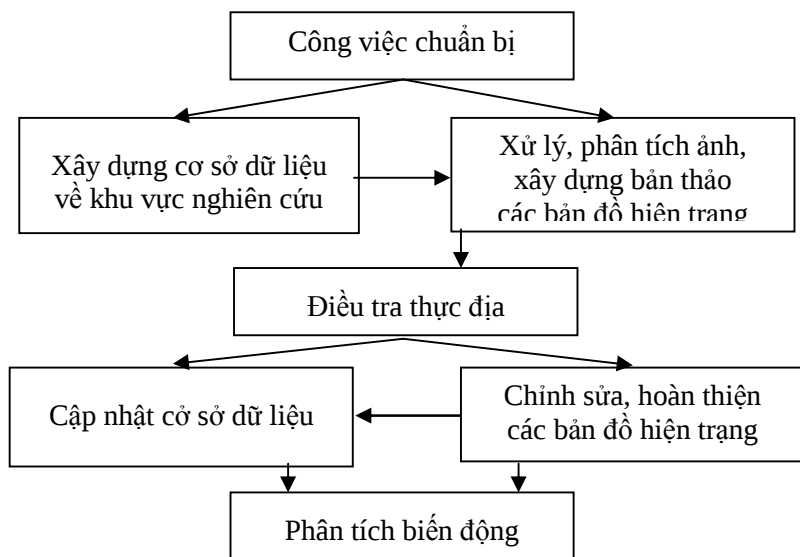
Thể hiện rõ sự phân hoá theo đai cao: dưới độ cao 600m là đai rừng chí tuyến chân núi, từ 600-2600m là đai rừng á nhiệt đới trên núi và trên 2600m là đai rừng ôn đới trên núi.

Thổ nhưỡng dưới rừng nhiệt đới là đất feralit đỏ vàng điển hình, chua, nghèo phì liệu. Chiếm vị trí đặc biệt phải kể đến các loại đất tích tụ phù sa tại các thung lũng ngòi, suối và nhất là tại đồng bằng Bắc bộ.

4.2 Tư liệu sử dụng

Tư liệu VT sử dụng là các ảnh TM chụp ngày 27/12/1993 và ETM+ chụp ngày 4/11/2000. Các tư liệu bổ trợ gồm: bản đồ địa hình, Atlas quốc gia, các báo cáo của chương trình điều tra tổng hợp vùng TB và đánh giá tác động môi trường công trình TĐHB, SL và quy hoạch tổng thể phát triển KTXH TB đến năm 2010.

4.3 Phương pháp và quy trình thực hiện



Hình 4.4 : Quy trình đánh giá biến động lớp phủ KVNC

Để xác định biến động lựa chọn cách tiếp cận theo hướng phân loại riêng rẽ ảnh chụp vào mỗi thời kỳ sau đó chồng xếp kết quả để phân tích. Toàn bộ quy trình được khái quát hoá trong sơ đồ trên hình 4.4.

Ở khâu chuẩn bị, tiến hành thu thập các tài liệu, bản đồ hiện có về KV, lựa chọn các ảnh theo yêu cầu. Làm quen với KV qua các tài liệu, BĐ và ảnh. Số hoá các BĐ, xây dựng cơ sở dữ liệu số về KV, vừa để hỗ trợ cho quá trình xử lý, phân tích ảnh, đồng thời phục vụ cho việc đánh giá biến động ở công đoạn cuối.

Công đoạn xử lý, phân tích ảnh được bắt đầu bằng việc hiệu chỉnh hình học, ghép nối ảnh và trích tách riêng KVNC. Quá trình phân tích ảnh sau đó được thực hiện theo quy trình đã mô tả trong chương 3. Tiếp đó, một đợt khảo sát thực địa đã được thực hiện nhằm

xác minh những KV còn nghi vấn, kiểm tra đánh giá độ tin cậy của kết quả PL. Sau chuyến đi, một mặt tiến hành cập nhật cơ sở dữ liệu, bổ sung các tư liệu vừa thu thập được, mặt khác tiến hành chỉnh sửa ảnh kết quả PL để hoàn thiện các BĐ hiện trạng ở mỗi thời điểm trước khi phân tích đánh giá biến động.

4.4 Bản đồ hiện trạng lớp phủ các năm 1993 và 2000

Được xây dựng theo quy trình đã mô tả.

Do một số KV trên ảnh năm 2000 bị che phủ bởi mây, để tránh những biến động vô nghĩa, kết quả PL trên ảnh năm 1993 đã được sao để thay thế cho các điểm mây trên ảnh PL năm 2000.

Kết quả, trong KVNC đã phát hiện và PL được các loại lớp phủ sau: đất chuyên lúa, đất lúa màu, đất màu, đất trồng cây lâu năm, rừng kín, rừng thưa, đất đô thị, thổ cư nông thôn, cây bụi, trảng cỏ, đồi núi trọc, đất bãi bồi và mặt nước các loại.

Qua phân tích chéo giữa hai BĐ, số lượng các điểm ảnh có biến đổi bất thường chiếm tỷ lệ rất nhỏ, cho thấy các BĐ đều có độ tin cậy rất cao.

4.5 Biến động lớp phủ khu vực nghiên cứu giai đoạn 1993-2000

Để phục vụ cho việc đánh giá biến động, các BĐ lớp phủ, còn được tổng hợp thành BĐ phân loại sử dụng đất, trên đó, các loại hình lớp phủ trong KV được nhóm gộp theo 5 nhóm gồm: đất NN, đất có rừng, đất thổ cư, đất CSD và mặt nước các loại. Phân bố chi tiết của mỗi nhóm cũng được tách thành các BĐ riêng.

Bên cạnh các bảng biểu thể hiện sự biến đổi qua lại giữa từng loại hình lớp phủ và các loại hình sử dụng đất thu được từ kết quả phân tích chéo giữa các BĐ, biến đổi qua lại giữa các loại hình sử dụng đất còn được thể hiện dưới dạng các BĐ phân bố các KV bị mất

và KV gia tăng của từng loại. Trong đó, lấy ví dụ, trên BĐ phân bố các KV đất NN bị mất, chỉ thể hiện các KV bị chuyển từ nhóm đất NN sang thành các nhóm khác, bằng màu sắc ký hiệu cho nhóm mà chúng chuyển thành. Tương tự, trên BĐ phân bố các KV đất NN gia tăng chỉ thể hiện các KV mới được chuyển thành đất NN, bằng màu sắc ký hiệu cho nhóm trước khi chuyển đổi.

Các BĐ như vậy, một mặt, giúp ta xác định được vị trí các KV xảy ra biến động và loại hình biến động cụ thể ở từng KV, mặt khác, từ góc độ phân tích ảnh, cũng có ý nghĩa quan trọng, giúp ta phát hiện các KV có biến động bất thường, như một dấu hiệu cho thấy cần kiểm tra lại độ tin cậy của kết quả PL ở những KV này và tiến hành chỉnh sửa nếu cần.

Số liệu thống kê về diễn biến diện tích các loại hình sử dụng đất cho thấy: diện tích đất CSD trong KV được thu hẹp đáng kể từ 120.746 ha xuống còn 92.796 ha (giảm 27.950 ha), trong khi diện tích của tất cả các nhóm còn lại đều tăng. Trong đó đáng kể nhất phải kể đến diện tích đất có rừng tăng từ 155.911 ha lên 180.199 ha (tăng 24.288 ha). Kế đến lần lượt là đất nông nghiệp tăng 1.534 ha từ 71.882 ha lên thành 73.416 ha, mặt nước tăng 1.517 ha từ 17.550 ha lên 19.067 ha, và cuối cùng là đất thổ cư tăng 612 ha từ 2.101 ha lên 2.713 ha. Như vậy nhìn vào toàn cảnh có thể nói, TN đất trong KV đang được khai thác sử dụng tích cực hơn, những cố gắng khôi phục lại diện tích rừng đã mang lại hiệu quả rõ rệt, cải thiện được đáng kể môi trường tự nhiên của KV.

Về cơ cấu sử dụng đất hiện đất NN chiếm 20% diện tích, đất có rừng chiếm 49%, đất thổ cư chiếm 1%, mặt nước chiếm 5%, còn lại 25% là đất CSD.

Đi vào chi tiết số liệu diễn biến diện tích của từng loại hình lớp phủ có thể thấy:

- Về đất NN, diện tích cây ngắn ngày giảm 1.291 ha nhưng bù lại diện tích cây trồng lâu năm tăng 2.826 ha, nâng tổng diện tích cây trồng lâu năm lên xấp xỉ 3,5 lần so với diện tích ban đầu;

- Về đất rừng, tuy tổng diện tích như trên đã nói tăng mạnh (24.288 ha), nhưng diện tích rừng kín lại giảm 4.201 ha, cho thấy bên cạnh những cố gắng khôi phục rừng thì hiện tượng chặt phá rừng vẫn còn;

- Đất thổ cư tăng 611 ha, phân đều cho hai loại thổ cư nông thôn và đất đô thị, nâng tổng diện tích đất đô thị trong khu vực tăng gần gấp đôi;

- Đất CSD giảm mạnh, nhưng diện tích đất cỏ lại tăng 2.172 ha, phù hợp với tình hình phát triển chăn nuôi trâu, bò sữa trong KV.

Phân tích kỹ hơn về biến đổi qua lại giữa các loại hình lớp phủ và loại hình sử dụng đất cho thấy:

- Đất NN có sự chuyển đổi phức tạp, trong đó diện tích được bổ sung từ đất CSD chỉ xấp xỉ bằng diện tích bị mất do bỏ hoang chuyển ngược thành đất CSD (trên dưới 1.300 ha), 239 ha được chuyển thành đất thổ cư và 1.000 ha chuyển thành mặt nước. Đáng chú ý là trong khi có 2.600 ha đất NN chuyển thành đất có rừng, thì ngược lại, lại có tới 5.284 ha đất rừng chuyển thành đất NN;

- Đất có rừng được mở rộng đáng kể chủ yếu từ đất CSD, tuy cũng có một phần được bổ sung từ đất NN nhưng chỉ bằng 1/2 phần diện tích bị mất do chuyển đổi ngược lại;

- Diện tích gia tăng của đất thổ cư chỉ có một nửa là từ đất CSD, nửa còn lại là từ đất NN và đất có rừng;

– Mặt nước cũng có biến động phức tạp, trong số diện tích được bổ sung mới, chỉ có 1/4 là từ đất CSD phần còn lại là từ đất NN và đất có rừng.

Như vậy có thể thấy hiện tượng du canh du cư vẫn khá phổ biến trong khu vực và hiện tượng chặt phá rừng vẫn chưa được ngăn chặn hiệu quả.

Kết quả phân tích chéo giữa BĐ phân bố các loại hình sử dụng đất năm 2000 với BĐ độ dốc của KV cho thấy: 94% đất thổ cư có độ dốc dưới 15°; 85% diện tích đất NN nằm ở các KV dốc dưới 25°; đất rừng có trên 75% diện tích có độ dốc trên 15°; riêng đất CSD có diện tích chia theo tỷ lệ 6/4 cho các KV có độ dốc trên và dưới 15°.

Như vậy, về cơ bản, sự phân bố của các loại hình sử dụng đất trong KV theo địa hình đã được thiết lập khá hợp lý. Đáng chú ý là hiện vẫn còn một diện tích khá lớn đất ở độ dốc tương đối thấp chưa được sử dụng.

4.6 Kết luận chương 4

Các BĐ lớp phủ KVNC hai năm 1993 và 2000 được thành lập trên cơ sở vận dụng quy trình phân tích ảnh được đề xuất và giới thiệu trong chương 3. Kết quả phân tích chéo giữa chúng cho thấy các BĐ đều có độ tin cậy rất cao.

Sử dụng các BĐ thu được để đánh giá biến động lớp phủ trong KV, đã đưa đến kết luận: TN đất trong KV đang được khai thác sử dụng tích cực hơn, những cố gắng khôi phục lại TN rừng đã mang lại hiệu quả rõ rệt, diện tích mặt nước được mở rộng đáng kể; môi trường tự nhiên của KV do vậy được cải thiện. Song, các KV canh tác NN vẫn chưa thật ổn định, cho thấy hiện tượng du canh du cư vẫn còn; Nhiều dấu hiệu cho thấy hiện tượng chặt phá rừng vẫn chưa được ngăn chặn hiệu quả.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1) Các PPPL, dù là CGS hay KGS, về bản chất đều chỉ hoạt động hiệu quả trên các lớp phổ chứ không phải các lớp thông tin. HTPL do vậy, cần được hợp thành từ các lớp phổ trên ảnh.

2) Sử dụng các PPPL KGS cho mục đích phát hiện các lớp phổ để thiết kế HTPL trước khi áp dụng các PPPL chặt chẽ hơn, sẽ nâng cao được đáng kể độ tin cậy của kết quả.

3) Khi vận dụng các PPPL CGS cần lưu ý đảm bảo các nguyên tắc:

- HTPL phải thích hợp;
- Số liệu mẫu phải thực sự đại diện cho mỗi lớp;
- Tận dụng chiều của không gian phổ;
- Tích hợp các thông tin bổ trợ trong quá trình PL;
- Sử dụng ngưỡng kiểm soát quá trình PL.

4) So với phương pháp giải đoán bằng mắt, PPPL ảnh số, bên cạnh những ưu thế nổi trội như có khả năng phân tích được đồng thời một số lượng không hạn chế các kênh ảnh, tận dụng được hết độ chi tiết trong giá trị xám độ của điểm ảnh và cho kết quả phân tích chi tiết đến từng điểm ảnh, lại có những hạn chế rất cơ bản là không có khả năng sử dụng các dấu hiệu không gian như hình dáng, kích thước, vị trí của đối tượng hay cấu trúc vân ảnh v.v. Do vậy, kết hợp một cách hợp lý hai phương pháp này có thể coi là giải pháp triệt để hơn cả để nâng cao độ tin cậy của kết quả phân tích ảnh.

5) Quy trình phân tích ảnh được đề xuất, do đã kết hợp một cách hợp lý các PPPL KGS, CGS và giải đoán ảnh bằng mắt, cho phép nâng cao độ tin cậy của kết quả phân tích ảnh trên cơ sở cân bằng giữa yêu cầu của nhiệm vụ với khả năng thực tế của tư liệu VT và tận dụng triệt để ưu thế của mỗi phương pháp.

6) Những nguyên tắc và quy trình kể trên được xây dựng dựa trên những cơ sở lý thuyết tin cậy và có thể được vận dụng trong phân tích ảnh với những mục tiêu khác nhau. Tuy nhiên, trong từng trường hợp cụ thể những vấn đề như mở rộng không gian phủ, tích hợp các thông tin bổ trợ, hay sử dụng kiến thức chuyên gia trong quy trình phân tích là những vấn đề cần được nghiên cứu cụ thể hoá.

7) Theo dõi biến động lớp phủ trong KVNC giai đoạn 1993-2000 cho thấy TN đất trong khu vực đang được khai thác sử dụng tích cực hơn, thể hiện qua sự thu hẹp đáng kể diện tích đất CSD và sự gia tăng ở những mức độ khác nhau của các nhóm đất thổ cư, đất canh tác NN và đặc biệt là diện tích đất có rừng. Diện tích mặt nước cũng được gia tăng đáng kể. Môi trường tự nhiên của khu vực, do vậy, được cải thiện rõ rệt.

8) Các khu vực canh tác NN vẫn chưa thật ổn định cho thấy hiện tượng du canh du cư vẫn còn. Nhiều dấu hiệu cho thấy hiện tượng chặt phá rừng vẫn chưa được ngăn chặn hiệu quả.