

# PHÂN VÙNG ẢNH VIỄN THÁM KÍCH THƯỚC LỚN DỰA TRÊN PHÂN CỤM MỜ

Nguyễn Tu Trung\*, Vũ Văn Thỏ<sup>+</sup>, Đặng Văn Đức\*

\* Viện Công Nghệ Thông Tin, Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam

<sup>+</sup> Học Viện Công Nghệ Bưu Chính Viễn Thông

**Tóm tắt:** Phân vùng ảnh viễn thám là vấn đề được các nhà nghiên cứu viễn thám quan tâm. Ảnh viễn thám có thể có nhiều kênh, độ phân giải rất cao. Có nhiều kỹ thuật phân vùng khác nhau như K-Means, C-Means, Watershed, ... Trong đó, Fuzzy C-Means (FCM) được đánh giá rất cao về khả năng phân vùng bằng việc sử dụng logic mờ. Tuy nhiên, phương pháp này gặp vấn đề khi phân vùng ảnh có kích thước lớn như ảnh viễn thám. Ngoài ra, kết quả phân cụm phụ thuộc rất nhiều vào sự tương phản của ảnh. Bài báo này trình bày một kỹ thuật cải tiến thuật toán FCM để có thể thực hiện với ảnh viễn thám kích thước lớn.

**Từ khóa:** Phân vùng ảnh, Phân cụm mờ, Ảnh viễn thám.

## I. GIỚI THIỆU

Xử lý ảnh viễn thám nói chung và phân vùng ảnh (hay phân cụm) viễn thám nói riêng là vấn đề được nghiên cứu từ rất lâu và hiện tại vẫn đang được quan tâm. Phân cụm là một quy trình dùng để trích chọn những nét chính của các đối tượng nền bởi việc định nghĩa các vùng tương ứng. Nhiệm vụ của chức năng phân vùng ảnh là từ ảnh đa band đầu, tiến hành xử lý và phân chia thành các vùng, các cụm khác nhau. Hiện nay, có nhiều phương pháp phân vùng khác nhau như: Các phương pháp hình thái, Các phương pháp họ K-means, Mô hình pha trộn Gaussian có giới hạn

(FGMM), Tách và hợp, Các mô hình Markov, ... Hầu hết các phương pháp chỉ sử dụng cường độ của mỗi điểm ảnh để định nghĩa các vùng, nhưng đưa ra các phân đoạn rất hỗn tạp, cụ thể với các ảnh đa phổ có độ phân giải cao. Hiện nay, một số thuật toán bao gồm thông tin ngữ cảnh trong quy trình để giảm bớt tính hỗn tạp của các phân đoạn. Trong đó một số thông tin ngữ cảnh của các phân đoạn này được trích chọn từ ảnh cũng được sử dụng. Trong [1, 2], các tác giả đã đề xuất kỹ thuật phân cụm kết hợp thuật toán Watershed và biến đổi Wavelet để phân vùng ảnh. Trong [3], Balaji và cộng sự trình bày một phân đoạn ảnh mới dựa trên đặc trưng màu từ ảnh với việc chuyển đổi ảnh từ không gian RGB sang không gian  $L^*a^*b^*$  và phân cụm trên không gian này. Trong [7], các tác giả trình bày thuật toán 2D-KMeans. Trong [9], Chang và cộng sự trình bày một thuật toán phân cụm k-means mờ sử dụng khoảng cách tâm cụm giữa các tiến trình xử lý lặp nối tiếp để giảm độ phức tạp tính toán của thuật toán phân cụm k-means mờ thông thường.

Fuzzy C-Means (FCM) được đánh giá rất cao về khả năng phân vùng bằng việc sử dụng logic mờ. Trong [4], các tác giả cũng kết hợp giữa thuật toán phân cụm mờ và các biểu thức điều chỉnh mức xám khác để tăng cường độ ảnh y tế. Trong [8], đề xuất một thuật toán C-Mean mờ song song (FCM) cho phân đoạn ảnh bằng việc phân chia tính toán giữa các bộ xử lý. Trong [10], các tác giả đã thực hiện một nghiên cứu so sánh giữa thuật toán phân cụm mờ và phân cụm mờ giữa trên entropy. Các tập dữ liệu được sử dụng bao gồm IRIS, WINES, OLITOS và andpsychosis.

Tác giả liên hệ: Nguyễn Tu Trung,  
email: nttrung@ioit.ac.vn.

Đến tòa soạn: 12/2/2016, chỉnh sửa: 12/4/2016,  
chấp nhận đăng: 30/05/2016.

Tuy nhiên, thuật toán FCM gặp vấn đề khi phân vùng ảnh có kích thước lớn như ảnh viễn thám. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất một quy trình phân vùng ảnh viễn thám nhằm khắc phục hạn chế này.

Các phần còn lại của bài báo này được trình bày như sau. Phần 2 trình bày thuật toán phân cụm mờ gốc. Thuật toán phân cụm mờ cải tiến được trình bày trong phần 3. Một số thử nghiệm được trình bày trong phần 4. Phần 5 là kết luận bài báo.

## II. THUẬT TOÁN PHÂN CỤM MỜ

### A. Thuật toán phân cụm mờ

Phân cụm c-Means mờ [5] là thuật toán được dùng rộng rãi của phân lớp mờ. Trong khi xem xét logic tập mờ, thuật toán được phát triển dựa trên phân cụm k-Means. Trong thuật toán này, mỗi điểm ảnh không về duy nhất cụm nào và được biểu diễn bởi nhiều thành viên của mỗi cụm.

Bài toán phân cụm mờ phát biểu như sau. Cho tập dữ liệu  $X$  gồm  $n$  đối tượng tổ chức thành  $c$  cụm thể hiện qua hàm liên thuộc mô tả mức độ đối tượng dữ liệu thuộc về cụm  $i$  với mọi :

$$0 \leq \mu_{ij} \leq 1, (1 \leq j \leq n, 1 \leq i \leq c) \quad (1a)$$

$$\sum_i^c \mu_{ij} = 1, (1 \leq j \leq n) \quad (1b)$$

Thuật toán phân cụm FCM [5] được thực hiện lặp nhằm tối ưu (cực tiểu hóa) hàm mục tiêu ( $J_m$ ) sau:

$$J_m = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n (\mu_{ij})^2 d^2(x_j, V_i) \quad (2)$$

Trong đó:

$c$  - số cụm;

$n$  - số pixel của ảnh;

$\mu_{ij}$  - giá trị thành viên của pixel thứ  $j$  và trung tâm cụm thứ  $i$ ;

$m$  - trọng số mũ, tham số mờ;

$x_j$  - vector thứ  $j$ ;

$V_i$  - vector trung tâm của cụm thứ  $i$ ;

$d_2(x_j, V_i)$  - khoảng cách giữa  $x_j$  và  $V_i$ .

Để tối ưu hóa hàm mục tiêu trong công thức (2), các trung tâm cụm  $V_j$  và  $\mu_{ij}$  giá trị có thể được tính theo công thức sau:

$$V_i = \frac{\sum_j^n (\mu_{ij})^m x_j}{\sum_j^n (\mu_{ij})^m}, \quad (1 \leq i \leq c) \quad (3)$$

$$\mu_{ij} = \left[ \sum_{k=1}^c \left( \frac{d(x_j, V_k)}{d(x_j, V_i)} \right)^{\frac{2}{m-1}} \right]^{-1}, \quad (1 \leq j \leq n, 1 \leq i \leq c) \quad (4)$$

Thuật toán FCM như sau:

**Đầu vào:** Số cụm  $c$ , tham số mờ, tiêu chuẩn dừng.

**Đầu ra:**  $c$  cụm dữ liệu sao cho hàm mục tiêu (2) đạt giá trị tối thiểu.

### Bắt đầu

1: Nhập giá trị cho 2 tham số  $c$  ( $1 \leq i \leq c$ ),  $m \in (1; \infty)$ ;  $k = 0$ ; khởi tạo ma trận phân hoạch  $U^{(0)} = \{\mu_{ij}\}$  thỏa mãn (1a), (1b), (1c), điều kiện dừng  $\varepsilon$ .

2: Tại bước  $k$ :

2.1: Tính các tâm cụm  $V_i$  ( $1 \leq i \leq c$ ) theo công thức (3).

2.2: Tính ma trận thành viên cập nhật  $U^{(k+1)}$  theo công thức (4).

2.3: So sánh  $U^{(k)}$  và  $U^{(k+1)}$ . Nếu  $\|U^{(k)} - U^{(k+1)}\| < \varepsilon$  thì dừng. Ngược lại, tăng  $k$ , quay lại 2.1.

### Kết thúc.

### B. Nhược điểm của FCM với ảnh viễn thám kích thước lớn

Thuật toán phân cụm mờ [5] nảy sinh vấn đề khi gặp ảnh có kích thước rất lớn mà cụ thể ở đây là ảnh viễn thám độ phân giải cao. Vấn đề nảy sinh từ ma trận độ thuộc  $\mu$ . Theo công thức (4), kích thước của  $\mu$  được tính như sau:

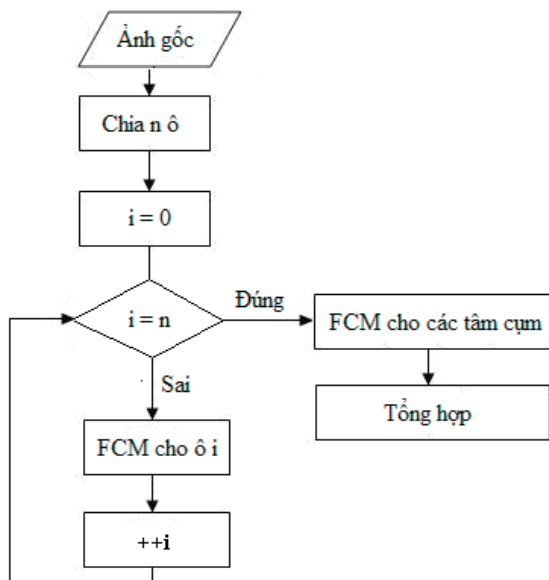
$$Size_{\mu} = c.n.8 \text{ (Byte)} \quad (5)$$

Trong đó:  $c$  là số cụm,  $n$  là số pixel (kích thước) của ảnh. Giả sử ta có một ảnh kích thước 2048 x 2048. Ta muốn phân thành 20 cụm. Khi đó,  $Size_{\mu}$  là 2048 x 2048 x 20 x 8 (B) = 4 x 20 x 8 (MB) = 640 (MB). Ma trận độ thuộc được lưu trong

RAM. Như vậy, chỉ cần có RAM 1GB thì có thể lưu ma trận độ thuộc trong trường hợp này. Tuy nhiên, nếu chúng ta muốn phân thành 40 cụm thì  $Size_{\mu}$  là  $1280 \text{ (MB)} > 1024 \text{ (MB)} = 1\text{GB}$ . Điều này nghĩa là nếu chỉ có RAM 1GB thì không đủ để chứa các phần tử của ma trận độ thuộc. Và để thuật toán FCM có thể thực hiện ta buộc phải tăng RAM.

Nếu ảnh có kích thước  $16000 \times 16000$ , số lớp  $c = 20$ ,  $Size_{\mu}$  là  $16000 \times 16000 \times 20 \times 8 \text{ (B)} = 39062.5 \text{ (MB)} \approx 39 \text{ (GB)}$ . Chúng ta thấy, với ảnh kích thước và số lớp như trên thì kể cả bộ nhớ RAM lớn nhất hiện nay cho máy tính cá nhân cũng không thể chứa dẫn tới FCM không thể thực thi nếu ma trận độ thuộc được lưu trên RAM. Chúng ta có thể nghĩ đến việc dùng đĩa cứng để lưu ma trận này thay vì dung RAM. Tuy nhiên, khi đó ngay cả với ảnh màu thông thường thì thời gian thực hiện của FCM là rất chậm. Với ảnh viễn thám, thời gian này có thể lên tới đơn vị ngày. Như vậy là không hiệu quả. Tất cả điều này đã giải thích nguyên nhân vì sao FCM [5] gặp vấn đề với ảnh kích thước rất lớn mà cụ thể là ảnh viễn thám.

### III. THUẬT TOÁN PHÂN CỤM MỜ CẢI TIẾN



Hình 1: Lưu đồ thuật toán IsiFCM

Trong phần này, chúng tôi đề xuất thuật toán phân cụm mờ ảnh viễn thám kích thước lớn mà

chúng tôi tạm gọi là IsiFCM (large size image Fuzzy cMeans). Sơ đồ thuật toán được minh họa trong Hình 1.

#### B1: Chia ô

Chúng ta có thể biểu diễn lại ảnh theo khía cạnh tập hợp. Biểu diễn ban đầu của ảnh theo tập các pixel. Giả sử ảnh có kích thước  $M \times N$ . Khi đó ta có:

$$Image = \{Pix(i,j): 1 \leq i \leq M, 1 \leq j \leq N\} \quad (6)$$

Ảnh gốc được chia thành  $P \times Q$  ô ( $p$  ô theo chiều ngang,  $q$  ô theo chiều dọc). Mỗi ô có kích thước không quá  $512 \times 512 \text{ (Mc} \times \text{Nc)}$  pixel để đảm bảo thủ tục FCM có thể thực thi. Theo chiều ngang, 2 ô liền kề có phần xếp chồng bằng một nửa kích thước mỗi ô  $Cell(x,y)$ . Theo chiều dọc, 2 ô liền kề có phần xếp chồng bằng một nửa kích thước mỗi ô. Khi đó, ta có biểu diễn mới của ảnh như sau:

$$Image = \{Cell(x,y): 1 \leq x \leq P, 1 \leq y \leq Q\} \quad (7)$$

Trong đó:

$$Cell(x,y) = \{Pix(i,j): 1 \leq i \leq Mc, 1 \leq j \leq Nc\} \quad (8)$$

$$Mc, Nc < 1024$$

#### B2: Phân cụm FCM các ô

Tiến hành phân cụm mỗi ô  $Cell(x,y)$  với thuật toán FCM. Gọi  $V(x,y,k)$  là tâm thứ  $k$  tại ô  $Cell(x,y)$ , ta được  $c$  tâm cụm của ô  $Cell(x,y)$ :

$$Centers_{Cell(x,y)} = \{V(x,y,k): 1 \leq k \leq c\} \quad (9)$$

$$1 \leq x \leq P, 1 \leq y \leq Q$$

Tính trọng số mỗi tâm thứ  $k$  của ô  $Cell(x,y)$  theo công thức:

$$Wei(x,y,k) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \mu(Pix(i,j),k) \quad (10)$$

trong đó,  $\mu(Pix(i,j),k)$  là giá trị thành viên của điểm ảnh  $Pix(i,j)$  với cụm thứ  $k$  trong ô  $Cell(x,y)$ .

Sau khi đã phân cụm tất cả các ô, ta được tập tâm cụm như sau:

$$Centers_{Image} = \{Centers_{Cell(x,y)}: 1 \leq x \leq P, 1 \leq y \leq Q\} \quad (11)$$

$$Centers_{Image} = \{V(x,y,k): 1 \leq x \leq P, 1 \leq y \leq Q, 1 \leq k \leq c\} \quad (12)$$

và tập các trọng số như sau:

$$Wei_{Image} = \{Wei(x, y, k) : 1 \leq x \leq P, 1 \leq y \leq Q, 1 \leq k \leq c\} \quad (13)$$

### B3: Phân cụm tập tâm cụm sử dụng FCM

Sau khi thu được tập các tâm cụm của các ô, tiếp tục thực hiện thuật toán phân cụm FCM trên tập các tâm cụm này với hàm mục tiêu và công thức tính tâm hiệu chỉnh như sau:

$$V_i = \frac{\sum_j^n (\mu_{ij})^m x_j * Wei_{x_j}}{\sum_j^n (\mu_{ij})^m}, \quad (1 \leq i \leq c) \quad (14)$$

Từ đây, ta thu được tập tâm cụm với  $c$  tâm cụm cuối cùng.

### B4: Tổng hợp

Từ  $c$  tâm cụm thu được trong B3, tính lại giá trị thành viên của từng điểm trong ảnh ảnh đầu vào với mỗi tâm cụm.

## IV. THỬ NGHIỆM

Chúng tôi tiến hành thử nghiệm thuật toán đề xuất lsiFCM và so sánh với thuật toán gốc FCM. Trong đó, 2 mẫu với kích thước trung bình mà vẫn có thể thực hiện với FCM (trong điều kiện RAM không lớn) để so sánh kết quả của hai thuật toán. Kích thước mỗi ô không lớn hơn 250 x 250 điểm ảnh. Để đánh giá chất lượng phân cụm, chúng tôi sử dụng chỉ số độ đồng nhất cụm [6][7] được cho như sau:

$$F(I) = \frac{1}{1000(N \times M)} \sqrt{R} \sum_{i=1}^R \frac{e_i}{\sqrt{A_i}} \quad (15)$$

trong đó,  $I$  là ảnh phân đoạn, là kích thước ảnh,  $R$  là số vùng trong ảnh phân cụm, là diện tích điểm ảnh vùng thứ  $i$ , và là lỗi màu vùng  $i$  (khoảng cách Euclidean giữa các vector màu mức xám của các điểm ảnh của vùng thứ  $i$  và vector màu qui cho vùng  $i$  trong ảnh phân đoạn).

Tập dữ liệu phục vụ cho thử nghiệm gồm hai loại. Một là, loại ảnh SPOT 4, gồm 4 kênh: Lục, Đỏ, Cận hồng ngoại, Hồng ngoại, chụp khu vực Hòa Bình và Sơn La với 21 ảnh chụp năm 2003 và 14 ảnh chụp năm 2008. Loại ảnh này, nhóm tác giả có được khi tham gia thực hiện đề tài “Phát triển phần mềm xử lý ảnh viễn thám trên nền phần

mềm GRASS’. Đây là đề tài cấp nhà nước, thuộc Chương trình KHCN Vũ Trụ. Trong đó, ảnh SPOT với độ phân giải cao, được bán với giá khá cao bởi Cục Viễn thám - Bộ Tài nguyên và Môi trường, khoảng vài chục triệu một ảnh. Hai là, loại ảnh Quickbird, gồm 4 kênh: Lam, Lục, Đỏ, và cận hồng ngoại, được tải từ dữ liệu mẫu trên trang <http://opticks.org>. Do khuôn khổ bài báo có hạn, nhóm tác giả trình bày việc thử nghiệm với hai mẫu ảnh đầu vào khác nhau.

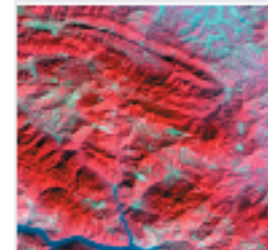
Trong thử nghiệm này chúng tôi chọn máy tính có RAM 1GB. Mẫu còn lại là ảnh lớn mà với số cụm trong thử nghiệm đủ để FCM không thể thực hiện với RAM 1GB. Các mẫu này được liệt kê trong Bảng I.

Bảng I. Các ảnh dùng trong các thử nghiệm.

Thử nghiệm 1

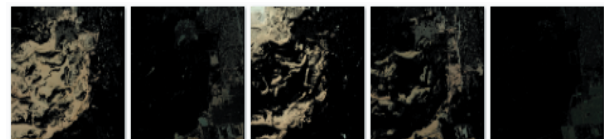


Thử nghiệm 2

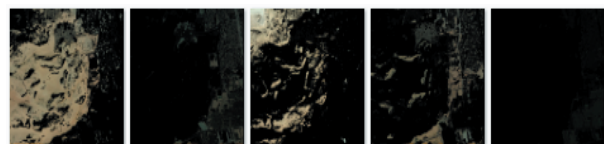


#### A. Thử nghiệm 1

Ảnh gốc là ảnh vệ tinh Quickbird có kích thước 2056 x 2065 (điểm ảnh). Hình 2 và 3 mô tả ảnh mỗi cụm được sinh ra bởi thuật toán FCM và lsiFCM với 5 cụm.



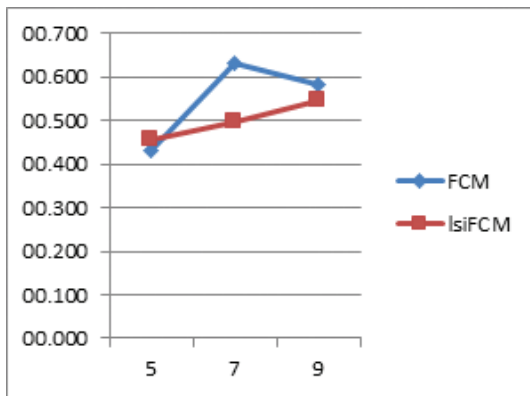
Hình 2. Chi tiết từng cụm của FCM của thử nghiệm 1.



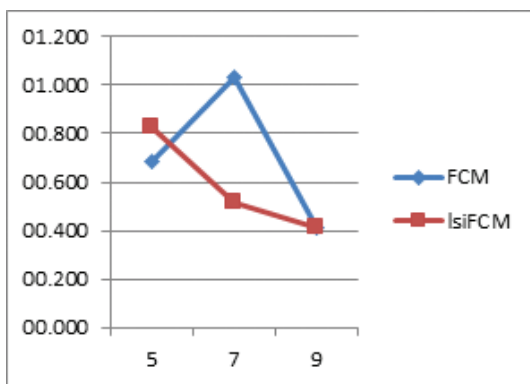
Hình 3. Chi tiết từng cụm của lsiFCM của thử nghiệm 1.

Hình 4 và 5 thống kê độ đồng nhất theo các chỉ số  $F(I)$  và  $F'(I)$  của các cụm sinh ra bởi FCM và lsiFCM với số cụm lần lượt là 5, 7, 9.

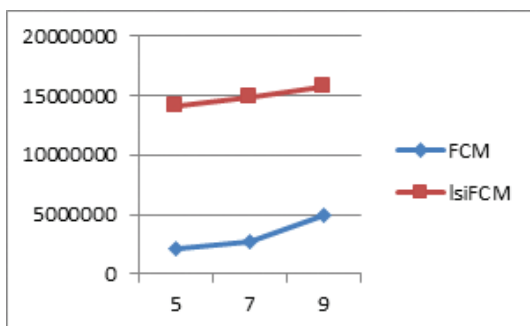




Hình 4. Biểu đồ so sánh chỉ số  $F(I)$  các cụm sinh ra bởi FCM và IsiFCM của thử nghiệm 1 (\* $1.0e+3$ ).



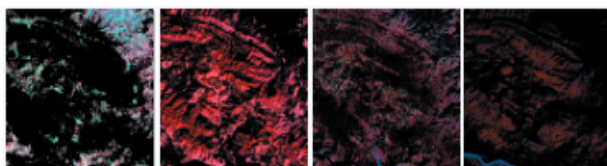
Hình 5. Biểu đồ so sánh chỉ số  $F'(I)$  các cụm sinh ra bởi FCM và IsiFCM của thử nghiệm 1 (\* $1.0e-3$ ).



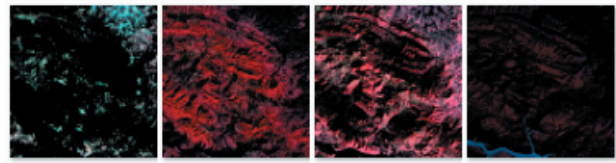
Hình 6. Biểu đồ so sánh thời gian thực thi của FCM và IsiFCM của thử nghiệm 1.

Hình 6 thống kê thời gian thực thi của FCM, IsiFCM trong các trường hợp 5, 7, 9 cụm với ảnh trong thử nghiệm 1.

### B. Thử nghiệm 2



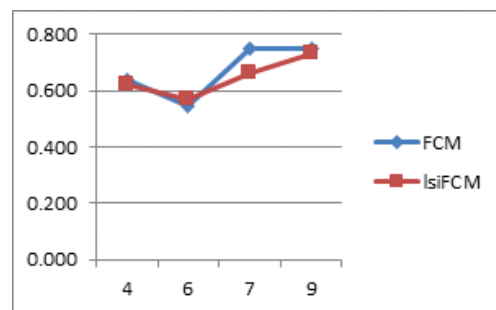
Hình 7. Chi tiết từng cụm của FCM của thử nghiệm 2.



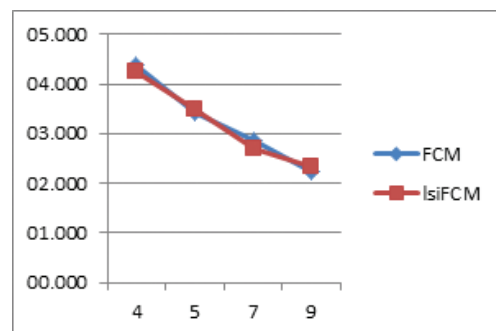
Hình 8. Chi tiết từng cụm của IsiFCM của thử nghiệm 2.

Ảnh gốc là ảnh vệ tinh SPOT có kích thước 2200 x 2101. Hình 7 và 8 mô tả ảnh mỗi cụm được sinh ra bởi thuật toán FCM và IsiFCM với 4 cụm.

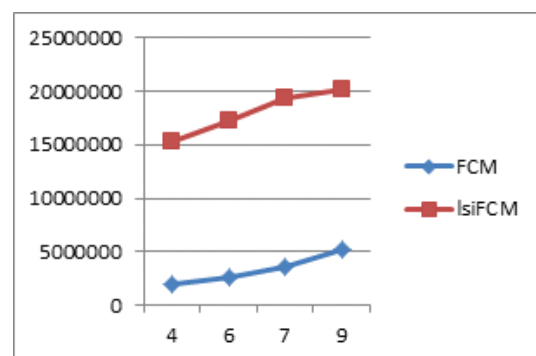
Hình 9 và 10 thống kê độ đồng nhất theo các chỉ số  $F(I)$  và  $F'(I)$  các cụm sinh ra bởi FCM và IsiFCM với số cụm lần lượt là 4, 6, 7, 9.



Hình 9. Biểu đồ so sánh chỉ số  $F(I)$  các cụm sinh ra bởi FCM và IsiFCM của thử nghiệm 2 (\* $1.0e+3$ ).



Hình 10. Biểu đồ so sánh chỉ số  $F'(I)$  các cụm sinh ra bởi FCM và IsiFCM của thử nghiệm 2 (\* $1.0e-3$ ).



Hình 11. Biểu đồ so sánh thời gian thực thi của FCM và IsiFCM của thử nghiệm 2.

Hình 11 thống kê thời gian thực thi của FCM, IsiFCM trong các trường hợp 4, 6, 7, 9 cụm với ảnh trong thử nghiệm 2.

*Nhận xét:*

- Về mặt chất lượng phân cụm, theo đánh giá độ đồng nhất từ các bảng và biểu đồ trên, IsiFCM vẫn đảm bảo độ ổn định so với FCM, thậm chí có trường hợp tốt hơn FCM.
- Về mặt tốc độ thực thi, IsiFCM chậm hơn nhiều so với FCM. Điều này là hiển nhiên vì số lượng ô cần phân cụm khá nhiều. Tuy nhiên, chúng ta có thể cải thiện một cách đột biến tốc độ thực thi của IsiFCM nếu song song hoá giai đoạn phân cụm các ô.

## V. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã đề xuất một thuật toán phân vùng ảnh viễn thám mới IsiFCM. Ý tưởng của thuật toán này là cải tiến thuật toán phân cụm mờ cho việc phân vùng ảnh viễn thám kích thước lớn. Đầu tiên, ảnh được chia thành nhiều ô có kích thước bằng nhau. Sau đó, tiến hành phân cụm mỗi ô với thuật toán FCM để thu được tập các tâm cụm. Sau khi tất cả các ô đều được phân cụm, ta có tập các tâm cụm của các ô này trọng số tương ứng. Tiếp tục sử dụng thuật toán FCM với công thức tính tâm mới để phân cụm tập các tâm này. Kết quả thu được tập các tâm mới. Quá trình tổng hợp là việc tính lại giá trị thành viên từng điểm ảnh và tập các tâm cuối cùng. Các kết quả thử nghiệm chứng tỏ IsiFCM cho kết quả phân vùng tốt, vẫn đạt độ ổn định so với FCM.

Tuy nhiên, do việc thực hiện thuật toán FCM với rất nhiều ô, tốc độ thực thi của IsiFCM chậm hơn nhiều so với FCM. Do đó, trong nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi hướng tới việc song song hóa giai đoạn phân cụm các ô để tăng tốc độ thực thi của thuật toán đề xuất.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. C. R. Jung, J. Scharcanski, "Robust Watershed segmentation using the wavelet transforms", *Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing. (SIBGRAPI'02)* 1530-1834/02, 2000, IEEE.
- [2]. Claudio Rosito Jung. "Multiscale Image Segmentation using Wavelets and Watersheds", *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing. (SIBGRAPI'02)* 1530-1834/03, 2003, IEEE.
- [3]. T. Balaji, M. Sumathi, "Relational Features of Remote Sensing Image Classification using Effective K-Means Clustering", *International Journal of Advancements in Research & Technology*, vol. 2, no. 8, pp. 103-107, Aug. 2013.
- [4]. A.E. Hasanien, A. Badr, A Comparative Study on Digital Mamography Enhancement Algorithms Based on Fuzzy Theory, *Studies in Informatics and Control*, vol. 12, no. 1, Mar. 2003.
- [5]. Bezdek J.C., R. Ehrlich, W. Full, FCM: The fuzzy c-Means clustering algorithm, *Computers & Geosciences*, vol. 10, no. 2-3, pp. 191-203, 1984
- [6]. J. Liu, and Y. H. Yang, Multiresolution color image segmentation, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 16, no. 7, pp. 689-700, Jul. 1994.
- [7]. Intan Aidha Yusoff, Nor Ashidi Mat Isa, Two-Dimensional Clustering Algorithms for Image Segmentation, *WSEAS Transactions on Computers*, vol. 10, no. 10, pp. 332-342, Oct. 2011.
- [8]. Shahram Rahimi, M. Zargham, A. Thakre, "A Parallel Fuzzy C-Mean Algorithm for Image Segmentation", *Processing NAFIPS'04*, pp. 234-237, 2004, <http://>

opensiuc.lib.siu.edu/cs\_pubs/26.

- [9]. Chih-tang Chang, Jim Z. C. Lai, and Mu-der Jeng, A Fuzzy K-means Clustering Algorithm Using Cluster Center Displacement, *Journal of Information Science and Engineering* 27, pp. 995-1009, 2011.
- [10]. Subhagata Chattopadhyay, DilipKumar Pratihara, SanjibChandra DeSarkar, A comparative study of fuzzy c-means algorithm and entropy-based fuzzy clustering algorithms, *Computing and Informatics*, vol. 30, pp. 701-720, 2011

### SEGMENTING THE LARGE SIZE REMOTE SENSING IMAGES BASED ON FUZZY CLUSTERING

**Abstract:** Remote sensing image clustering is the issue that is interested by remote sensing researchers. Remote sensing image can have multi bands and high resolution. There are multi algorithms as K-Means, C-Means, Watershed, ... Therein, Fuzzy C-Means (FCM) is estimated very high because it can cluster by using fuzzy logic. However, this method has problem when clustering images with large size as remote sensing image. In addition, results of clustering dependences the enhancement of image very much. This paper presents a technique which improves the algorithm FCM to execute remote sensing image with large.



**Nguyễn Tu Trung**

Sinh năm 1985 tại Hà Nội.

Tốt nghiệp trường ĐH Sư phạm Hà Nội 2 năm 2007 và thạc sĩ tại trường ĐH Công Nghệ, ĐH Quốc Gia HN năm 2011, nghiên cứu sinh khóa 2013, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.

Hiện công tác tại Viện CNTT, Viện Hàn lâm KHCNVN.

Lĩnh vực nghiên cứu: Xử lý ảnh, xử lý tiếng nói, hệ thống thông tin, hệ thống nhúng.

Điện thoại: 0936 114 331

E-mail: [nttrung@ioit.ac.vn](mailto:nttrung@ioit.ac.vn)



**Vũ Văn Thỏa**

Sinh năm 1955 tại Ninh Bình.

Tốt nghiệp Đại học Sư phạm Vinh năm 1975, Tiến Sĩ Viện Điều khiển tại Liên Xô cũ năm 1990.

Hiện công tác tại Khoa Quốc tế và Đào tạo Sau Đại học, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Lĩnh vực nghiên cứu: Lý thuyết thuật toán, tối ưu hóa, hệ thống tin địa lý, mạng viễn thông.

Điện thoại: 0913 321 674

E-mail: [thoa236@gmail.com](mailto:thoa236@gmail.com)



**Đặng Văn Đức**

Sinh năm 1951.

Nhận học vị Tiến sĩ năm 1996. Nhận chức danh Phó Giáo sư năm 2002.

Hiện công tác tại Viện CNTT, Viện Hàn lâm KHCNVN

Lĩnh vực nghiên cứu: GIS và Viễn thám, Đa phương tiện, Công nghệ phần mềm.

Điện thoại: 0912 223 163

E-mail: [dvdudc@ioit.ac.vn](mailto:dvdudc@ioit.ac.vn)