



# Bài Tập Lớn Môn: Tính Toán Khoa Học

*Đề Tài: Nghiên cứu bài toán  
phân đoạn ảnh và ứng dụng  
trong xử lý ảnh vệ tinh*

Giảng viên hướng dẫn : Thầy Đinh Viết Sang

Sinh viên thực hiện : Trần Văn Thành - 20133561

Trần Xuân Vinh - 20146860

# NỘI DUNG

1. Phân đoạn ảnh
2. Kỹ thuật phân cụm
3. Thuật toán K-means
4. Phân đoạn ảnh vệ tinh dùng thuật toán K-means

# 1. Phân đoạn ảnh

- Phân đoạn ảnh là tách ảnh đầu vào thành các vùng đồng nhất để biểu diễn phân tích, nhận dạng ảnh.
- Ví dụ: nhận dạng chữ viết tay, số (hoặc mã vạch)
- Đây là phần phức tạp và khó khăn nhất trong xử lý ảnh, và dễ gây lỗi, làm mất độ chính xác của ảnh.
- Kết quả nhận dạng ảnh phụ thuộc rất nhiều vào công đoạn này.

# Ví dụ:



*Ảnh gốc*

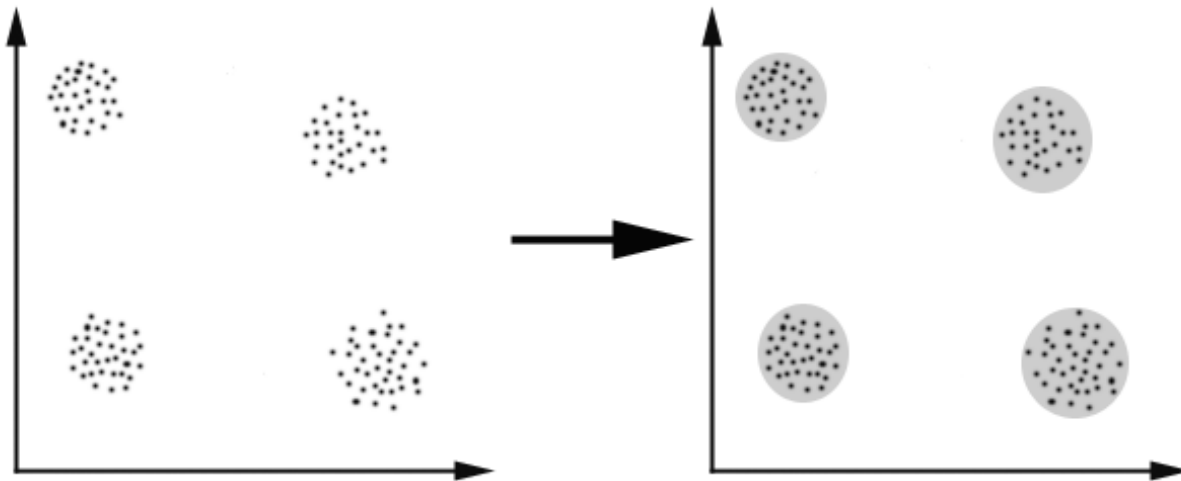


*Kết quả sau khi phân đoạn*

## 2. Phân cụm

- Quá trình phân chia 1 tập dữ liệu ban đầu có  $n$  phần tử cho trước thành  $K$  tập con dữ liệu ( $K \leq n$ ), mỗi tập con biểu diễn 1 cụm:
  - Các đối tượng trong 1 cụm “tương tự” nhau.
  - Các đối tượng khác cụm thì “không tương tự” nhau.
- Đặc điểm:
  - Mỗi đối tượng chỉ thuộc về 1 cụm.
  - Mỗi cụm có tối thiểu 1 đối tượng.
- Một số thuật toán điển hình : K-means, PAM, CLARA,...

# Ví dụ:



- Tập các điểm dữ liệu,  $C_i$  cụm thứ  $i$
- $X = C_1 \cup C_2 \dots \cup C_k$
- $C_i \cap C_j = \emptyset$

# 3. Thuật toán K-means

7

- K-means là thuật toán phân cụm dữ liệu
- Mục đích của K-means là sinh K cụm dữ liệu  $\{C_1, C_2, \dots, C_k\}$  từ một tập dữ liệu chứa n đối tượng trong không gian d chiều  $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{id}\}$ ,  $i=1 \div n$ , sao cho hàm tiêu chuẩn:

$$E = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} |x - m_i|^2 \min$$

- $|x - m_i|$  là khoảng cách Euclide giữa điểm dữ liệu x và tâm  $m_i$  trong cụm  $C_i$ .
- $m_i$  là tâm cụm  $C_i$ , K là số cụm, tâm cụm.
- Tâm cụm là 1 vector, giá trị mỗi phần tử của vector đó là TBC các thành phần tương ứng của các điểm dữ liệu trong cụm đang xét.

# Các bước thuật toán K-means

8

## ■ Bước 1-Khởi tạo

- Chọn ngẫu nhiên K tâm (*centroid*)  $\{m_i\}$  cho K cụm (*cluster*)  $\{C_i\}$  ( $i=1 \div K$ )

## ■ Bước 2-Tính khoảng cách Euclide

$$D_{j=1}^k \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - m_j)^2}$$

- Với mỗi điểm  $x_i$  ( $i=1 \div n$ )
  - Tính khoảng cách từ nó tới mỗi trọng tâm  $m_j$  ( $j=1 \div k$ ).
  - Tìm trọng tâm gần nhất và nhóm chúng vào nhóm gần nhất.

## ■ Bước 3-Cập nhật lại trọng tâm

- Update tâm cụm  $m_j$ , tính TBC các vector tọa độ điểm dữ liệu:

$$v_j = (1/c_j) \sum_{i=1}^{c_j} x_i$$

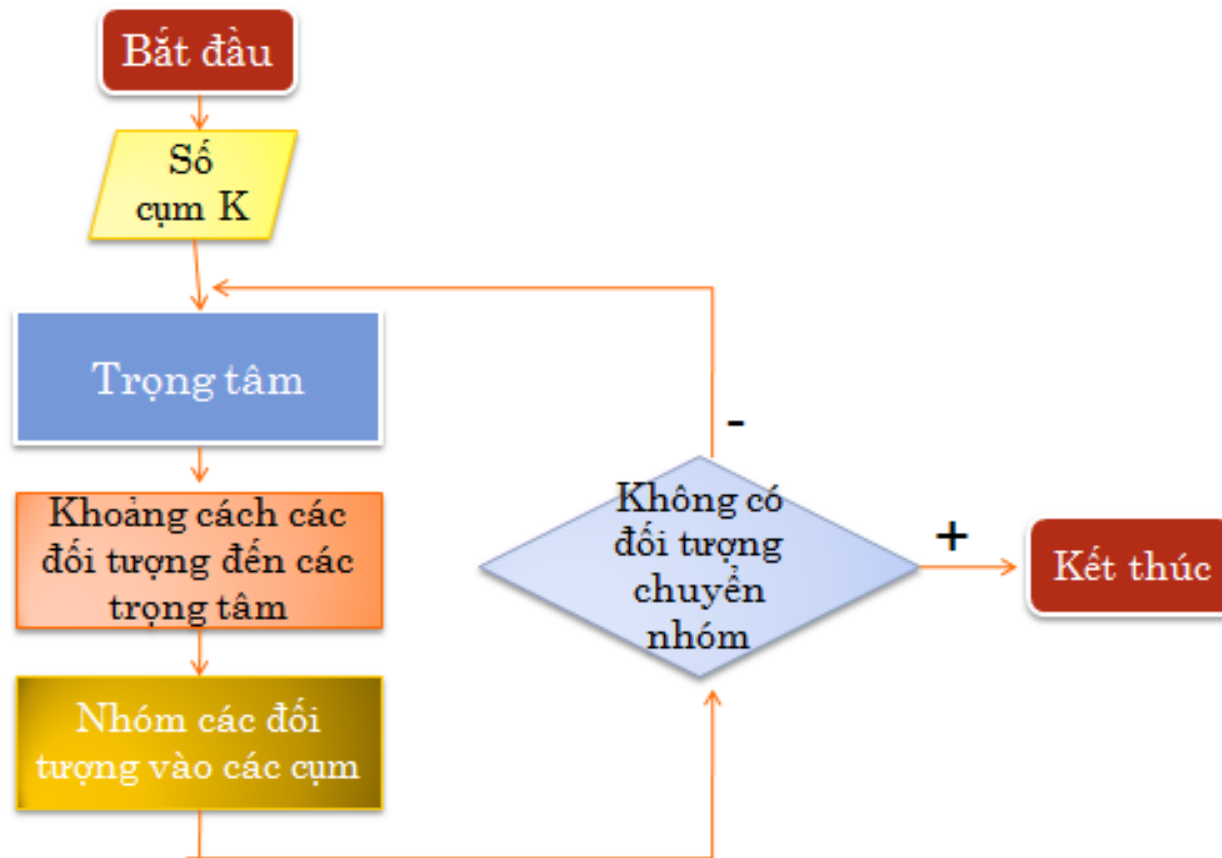
$c_j$  đại diện cho số điểm dữ liệu trong cụm thứ  $j^{th}$

## ■ Bước 4-Gán lại các điểm gần trung tâm nhóm mới

- **Điều kiện dừng:**Thực hiện lại bước 2, 3 đến khi không có sự thay đổi trọng tâm cụm



# Các bước thuật toán K-means



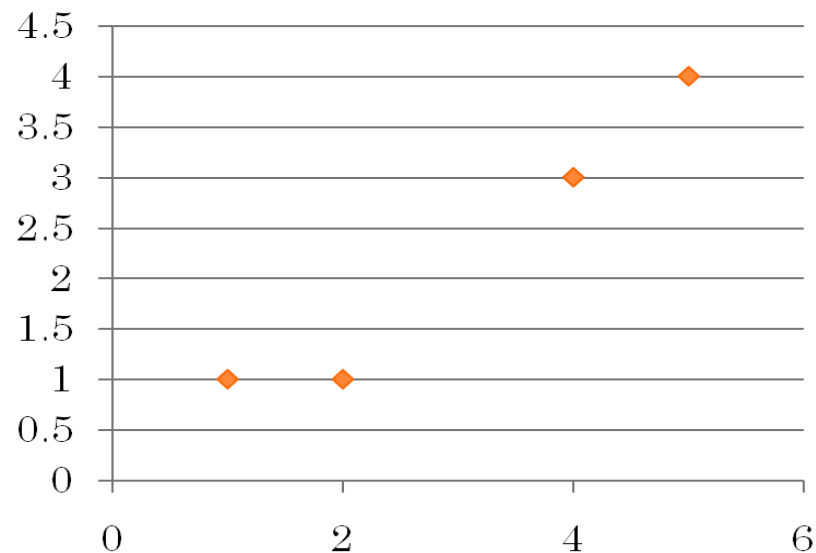
# Ví dụ:

10

## ■ Bộ dữ liệu

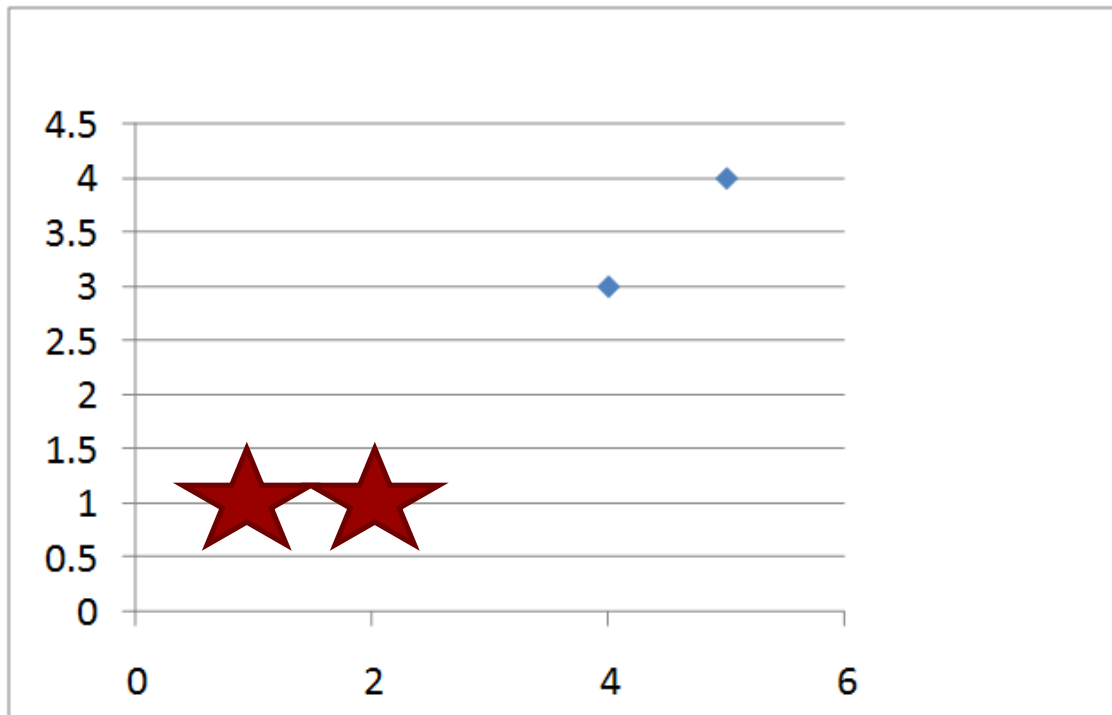
Đối tượng	Thuộc tính 1 (X)	Thuộc tính 2 (Y)
A	1	1
B	2	1
C	4	3
D	5	4

## ■ Không gian tọa độ Oxy (d=2)



## ■ Bước 1: Khởi tạo

- Chọn 2 trọng tâm ban đầu:
- $c_1(1,1) \equiv A$  và  $c_2(2,1) \equiv B$ , thuộc 2 cụm 1 và 2



# Ví dụ:

## ○ Bước 2: Tính toán khoảng cách

➤  $d(C, c_1) = (4 - 1)^2 + (3 - 1)^2 = 13$

$$d(C, c_2) = (4 - 2)^2 + (3 - 1)^2 = 8$$

$$d(C, c_1) > d(C, c_2) \quad \Rightarrow \quad C \text{ thuộc cụm 2}$$

➤  $d(D, c_1) = (5 - 1)^2 + (4 - 1)^2 = 25$

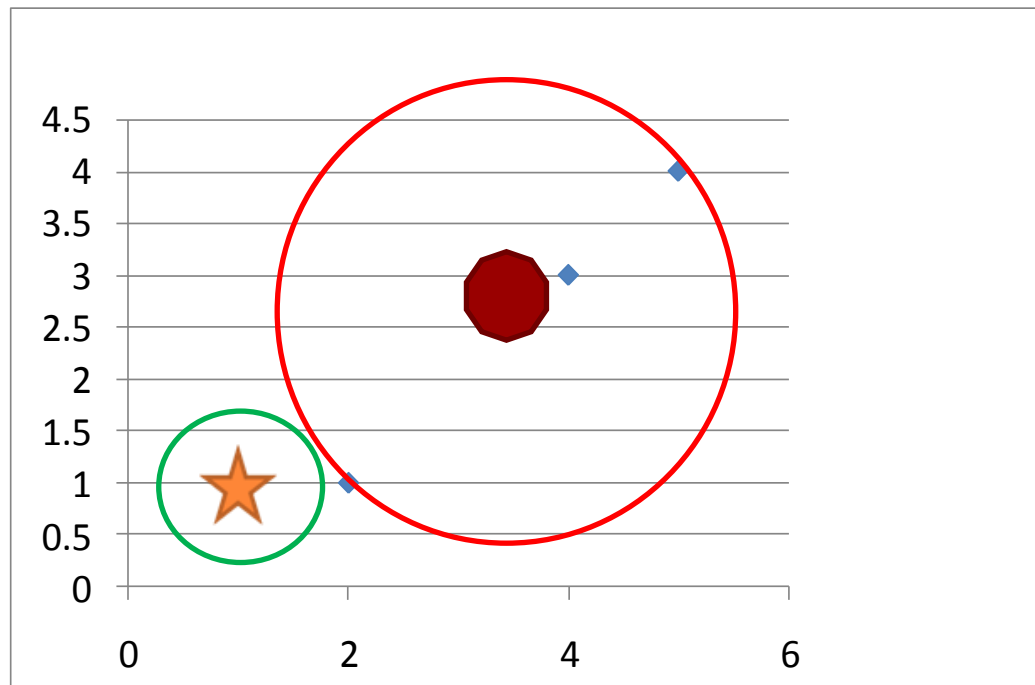
$$d(D, c_2) = (5 - 2)^2 + (4 - 1)^2 = 18$$

$$d(D, c_1) > d(D, c_2) \quad \Rightarrow \quad D \text{ thuộc cụm 2}$$

# Ví dụ:

## ■ Bước 3: Cập nhật lại vị trí trọng tâm

- Trọng tâm cụm 1:  $c_1 \equiv A(1, 1)$
- Trọng tâm cụm 2:  $c_2(x, y) = \left(\frac{2+4+5}{3}, \frac{1+3+4}{3}\right)$



# Ví dụ:

- **Bước 4-1:** Lặp lại bước 2 – Tính toán khoảng cách

- $d(A, c_1) = 0 < d(A, c_2) = 9.89$

A thuộc cụm 1

- $d(B, c_1) = 1 < d(B, c_2) = 5.56$

B thuộc cụm 1

- $d(C, c_1) = 13 > d(C, c_2) = 0.22$

C thuộc cụm 2

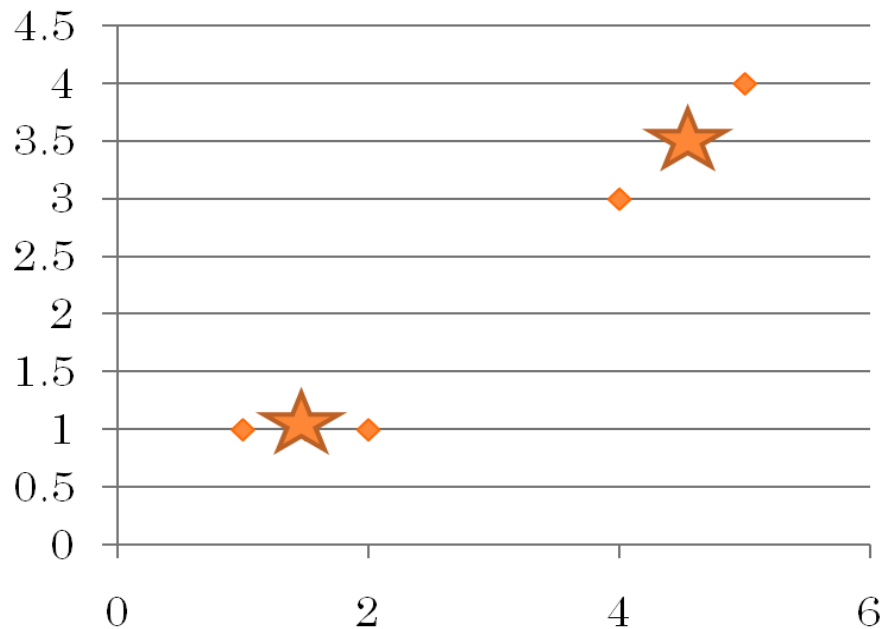
- $d(D, c_1) = 25 > d(D, c_2) = 3.56$

D thuộc cụm 2

# Ví dụ:

- **Bước 4-2:** Lặp lại bước 3-Cập nhật trọng tâm

$$c_1 = (3/2, 1) \text{ và } c_2 = (9/2, 7/2)$$



# Ví dụ:

- **Bước 4-3:** Lặp lại bước 2

- $d(A, c_1) = 0.25 < d(A, c_2) = 18.5$

A thuộc cụm 1

- $d(B, c_1) = 0.25 < d(B, c_2) = 12.5$

B thuộc cụm 1

- $d(C, c_1) = 10.25 < d(C, c_2) = 0.5$

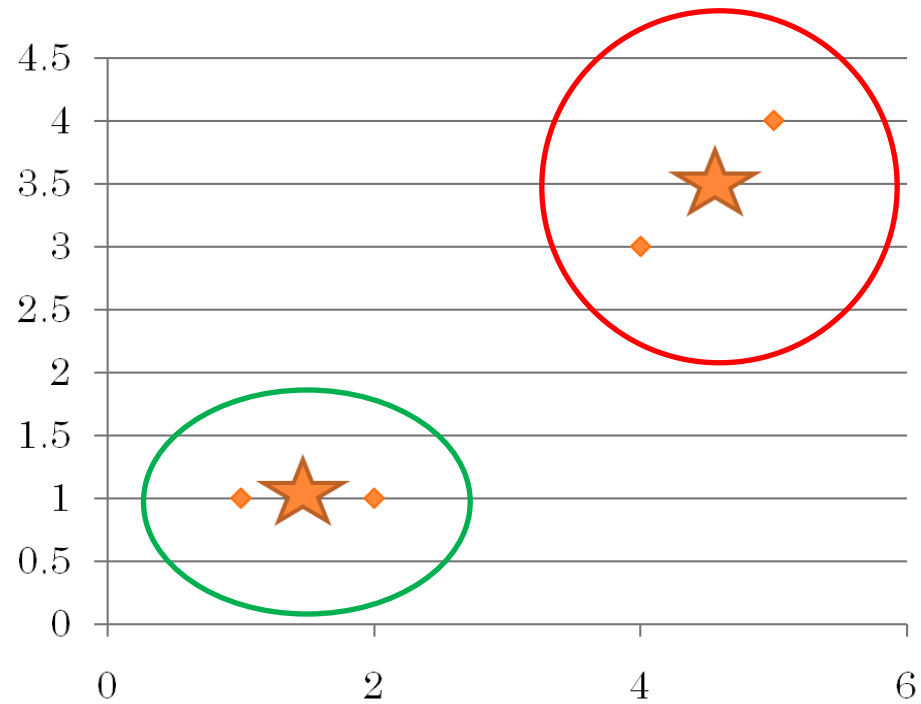
C thuộc cụm 2

- $d(D, c_1) = 21.25 > d(D, c_2) = 0.5$

D thuộc cụm 2



# Ví dụ:



## 4. Phân đoạn ảnh vệ tinh dùng thuật toán K-means

- **Input:**

- Ảnh có kích thước  $m \times n$
- Số cụm  $K$  muốn phân đoạn

- **Output:**

- Ảnh được phân thành  $K$  đoạn với  $K$  màu
- Tỷ lệ % diện tích các màu (vùng ảnh)

## 4. Phân đoạn ảnh vệ tinh dùng thuật toán K-means

- Màu sắc bề mặt của các đối tượng (điểm ảnh) trong ảnh là một thuộc tính không đổi và được ánh xạ vào không gian tọa độ 2 chiều và màu.
- Áp dụng giải thuật K-means để xác định các cụm màu có tập các điểm ảnh tương tự nhau.
- Mỗi điểm ảnh chỉ thuộc về một vùng duy nhất

# Đánh giá thuật toán -means

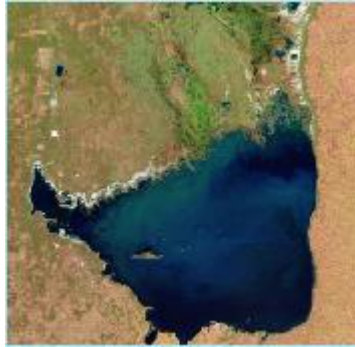
## ■ Ưu điểm :

- Độ phức tạp  $O(tkn)$ : t số lần lặp, k số cụm, n số điểm DL
- Bảo đảm hội tụ sau 1 số bước lặp hữu hạn
- Có thể mở rộng áp dụng với tập dữ liệu lớn
- Các cụm không phân cấp, không bị chồng chéo dữ liệu, mỗi cụm luôn có ít nhất 1 điểm DL

## ■ Nhược điểm :

- Không khắc phục được nhiễu, số cụm phải được cho bởi người dùng chọn ngẫu nhiên
- Phải qua nhiều lần thử thì số lượng cụm mới tối ưu
- Không có khả năng tìm ra các cụm không lồi, có hình dạng phức tạp
- Chỉ thích hợp áp dụng dữ liệu có thuộc tính số

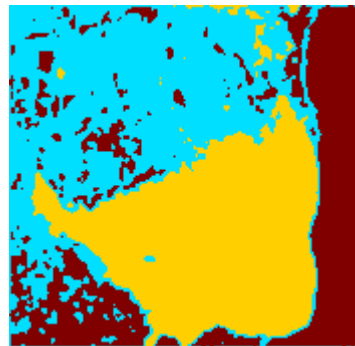
# Chương trình



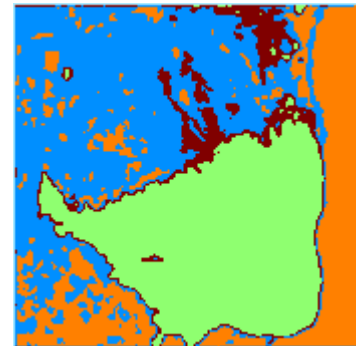
Ảnh gốc



$K=2$

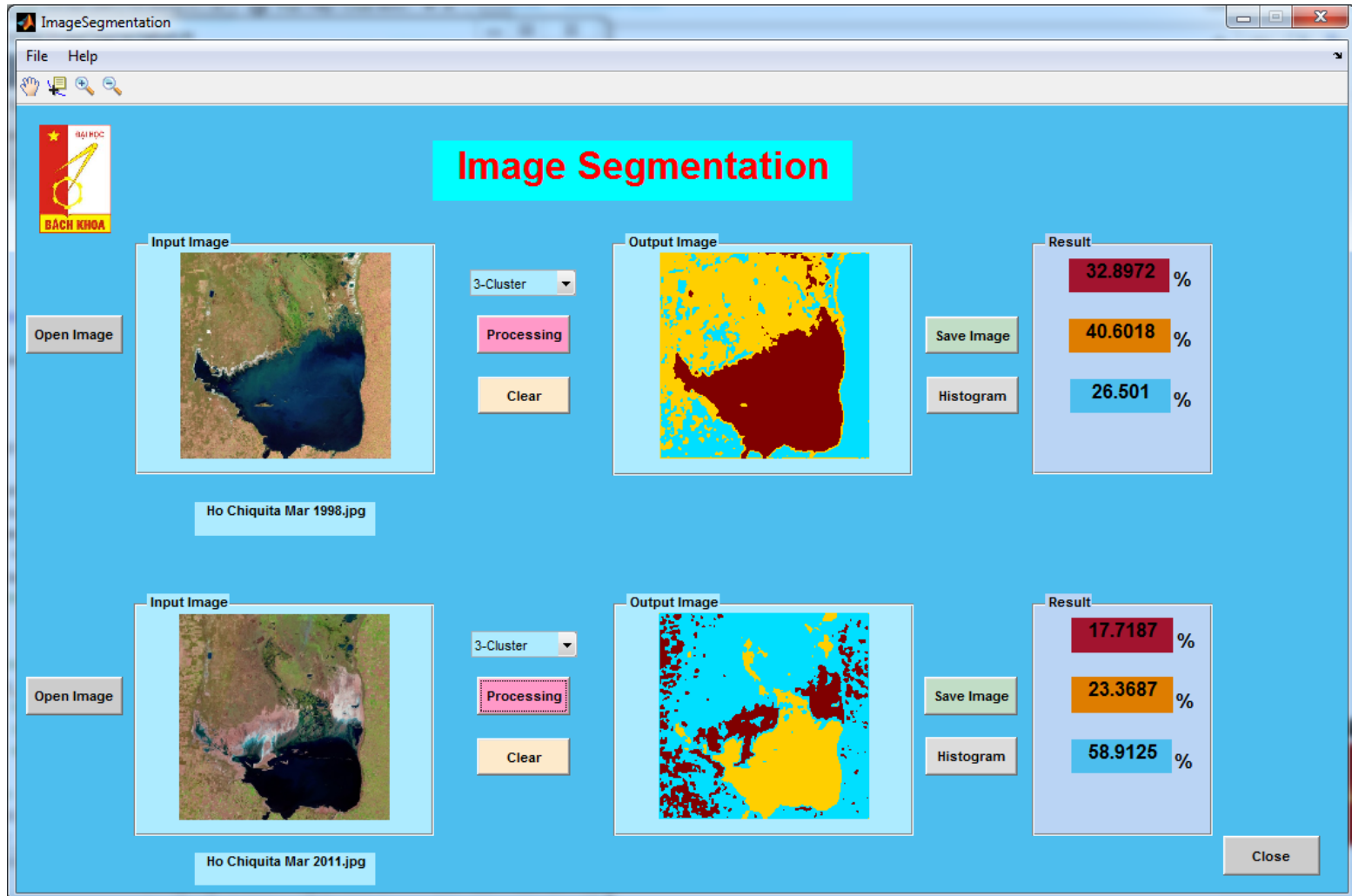


$K=3$



$K=4$

# Kết quả phân đoạn ảnh



Thanks!

A simple line drawing of a character with a round head, a wide smile, and a single visible arm waving. The character is positioned below the word 'Thanks!', which is written in a large, cursive, hand-drawn font. A horizontal line separates the text from the character.