

BỘ QUỐC PHÒNG
HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

---- ☆ ----

LOGIC MỜ & SUY DIỄN XẤP XỈ

**THUẬT TOÁN PHÂN CỤM K-MEANS VÀ
ỨNG DỤNG PHÂN ĐOẠN ẢNH MÀU**

THUẬT TOÁN PHÂN CỤM K-MEANS VÀ ỨNG DỤNG PHÂN ĐOẠN ẢNH MÀU

1. Giới thiệu:

Phân đoạn ảnh là chủ đề nghiên cứu chính cho nhiều nghiên cứu về xử lý ảnh. Mục đích rõ ràng và nhiều ứng dụng vô tận: hầu hết các vấn đề phân tích hình ảnh và thị giác máy tính đòi hỏi một giai đoạn phân đoạn để phát hiện các đối tượng hoặc phân chia hình ảnh thành các vùng có thể coi là đồng nhất theo một tiêu chuẩn nhất định, chẳng hạn như màu sắc, kết cấu, văn bản... Kết quả của việc phân đoạn ảnh là một tập các vùng chung bao trùm toàn bộ hình ảnh, hay một tập các đường nét được trích xuất từ hình ảnh. Mỗi một điểm ảnh trong tập điểm ảnh trong một vùng là tương tự nhau với sự lưu ý về một vài tính chất hoặc thuộc tính tính toán chẳng hạn như màu sắc, cường độ và kết cấu... Kỹ thuật phân đoạn hình ảnh được phân thành 3 nhóm: Clustering, edge detection, region growing. Một số thuật toán phân cụm phổ biến như là K-means thì thường được dùng trong phân đoạn hình ảnh. Phân đoạn hình ảnh đề cập đến quá trình phân vùng một hình ảnh kỹ thuật số thành nhiều cụm khác nhau (các tập pixels).

Có nhiều phương pháp phân đoạn hình ảnh khác nhau. Ngưỡng biểu đồ giả định rằng hình ảnh bao gồm các vùng có khác nhau màu xám (hoặc màu) dao động, và tách nó ra thành một số mức, mỗi mức tương ứng với một vùng. Các thuật toán đường biên tiếp cận dựa trên sử dụng các toán phát hiện đường biên như Sobel, Laplacian... Khu vực kết quả có thể được kết nối, do đó đường biên cần phải được tham gia. Phương pháp tiếp cận dựa trên vùng được dựa trên sự giống nhau của dữ liệu hình ảnh vùng. Một số các phương pháp tiếp cận được sử dụng rộng rãi hơn trong thể loại này là: Ngưỡng, gom cụm, vùng tăng trưởng, chia nhỏ và sáp nhập. Gom nhóm hay gom cụm là việc tìm kiếm các nhóm riêng biệt trong không gian đặc trưng. Người ta cho rằng các nhóm này có cấu trúc khác nhau và có thể được phân biệt rõ ràng. Nhiệm vụ phân cụm tách các dữ liệu vào số lượng các phân vùng, đó là khối lượng trong không gian đặc trưng n -chiều.

2. Phân đoạn hình ảnh bằng phân cụm(gom cụm):

Clustering là một kỹ thuật phân lớp. Cho một vector của N phép đo mô tả mỗi pixel hoặc nhóm các pixel (ví dụ như vùng) trong một hình ảnh tương tự như các vector đo lường và do đó phân nhóm của chúng trong không gian đo lường N -chiều giống nhau của các pixel tương ứng hoặc các nhóm pixel tương ứng. Vì vậy, phân nhóm trong không gian đo lường có thể là một chỉ số tương tự của các vùng hình ảnh, và có thể được sử dụng cho mục đích phân đoạn. Vector của các phép đo mô tả một số tính năng hình ảnh hữu ích và do đó cũng được biết đến như là một vector tính năng. Giống nhau giữa các khu vực hình ảnh hoặc nhóm các pixel ước lượng (các khoảng cách phân nhỏ) trong không gian đặc trưng. Các phương pháp phân nhóm là một số trong những kỹ thuật phân chia nhỏ dữ liệu đầu tiên được phát triển.

Hầu hết các thuật toán phân cụm phổ biến bị hai nhược điểm chính. Thứ nhất, số các cụm được xác định trước, mà làm cho họ không đủ để xử lý hàng loạt các cơ sở dữ liệu hình ảnh rất lớn. Thứ hai, các cụm được đại diện bởi trọng của chúng và được xây dựng bằng cách sử dụng một khoảng cách Euclide do đó thường gây một hình dạng cụm hyperspheric, mà làm cho chúng không thể nắm bắt được cấu trúc thực sự của dữ liệu. Điều này đặc biệt đúng trong trường hợp của việc phân cụm nhóm màu được tùy tiện định hình.

3. Các kỹ thuật phân cụm:

Phân cụm là một kỹ thuật khai phá dữ liệu được sử dụng trong phân tích số liệu thống kê, khai phá dữ liệu, nhận dạng mẫu, phân tích hình ảnh ... Các phương pháp phân nhóm khác nhau bao gồm cụm phân cấp, trong đó xây dựng một hệ thống phân cấp của các cụm từ các thành phần riêng lẻ. Bởi vì tính đơn giản và hiệu quả của nó, phương pháp tiếp cận phân nhóm là một trong những kỹ thuật đầu tiên được sử dụng cho sự phân đoạn hình ảnh tự nhiên (kết cấu). Trong phân vùng nhóm; mục tiêu là để tạo ra một tập các cụm phân vùng dữ liệu trong các nhóm tương tự nhau.

Các phương pháp khác của việc phân nhóm là khoảng cách dựa theo đó nếu hai hoặc nhiều đối tượng thuộc cùng một nhóm gần nhau theo một khoảng cách cho trước, nên nó được gọi là khoảng cách được dựa theo cụm. Trong công việc của chúng tôi, chúng tôi đã sử dụng phương pháp tiếp cận phân nhóm K-means để thực hiện phân vùng ảnh bằng cách sử dụng phần mềm Matlab và ngôn ngữ lập trình MS C#. Một phương pháp phân nhóm tốt sẽ tạo ra các cụm chất lượng cao. Chất lượng của các kết quả phân nhóm phụ thuộc vào cả hai biện pháp tương tự được sử dụng bởi các phương pháp và thực hiện của nó. Chất lượng của một phương pháp phân cụm cũng được đo bằng khả năng của nó để khám phá một số hoặc tất cả các mô hình ẩn. Phân đoạn hình ảnh là cơ sở phân tích hình ảnh, những kiến thức về phân đoạn hình ảnh là một phần rất quan trọng và vấn đề lâu đời nhất và khó khăn nhất của xử lý ảnh. Phân cụm có nghĩa là phân loại và phân biệt những thứ được cung cấp với các tính chất tương tự nhau. Kỹ thuật Clustering phân loại các điểm ảnh với các đặc điểm giống nhau thành một cụm, do đó tạo thành các cụm khác nhau theo sự gắn kết giữa các điểm ảnh trong một cụm.

3.1. K-means clustering

K-means là các thuật toán phân nhóm được sử dụng để xác định các nhóm quang phổ tự nhiên xuất hiện trong một tập dữ liệu. Thuật toán K-means là một thuật toán phân nhóm không được giám sát, phân loại các dữ liệu đầu vào thành nhiều lớp khác nhau dựa vào khoảng cách của chúng mỗi khác. Thuật toán giả định rằng các tính năng dữ liệu tạo thành một không gian vector và cố gắng để tìm cụm tự nhiên trong chúng. Tập dữ liệu được phân chia thành K cụm và các điểm dữ liệu được phân bố ngẫu nhiên vào các cụm, kết quả là trong các cụm có cùng một số các điểm dữ liệu. Phân cụm là một cách để nhóm các đối tượng riêng biệt. K-means là phân cụm xử lý từng đối tượng là có một vị trí trong không gian. Nó tìm thấy phân vùng sao cho các đối tượng trong mỗi cụm được

càng gần nhau càng tốt, và càng xa các đối tượng trong các cụm khác càng tốt. K-means là phân cụm yêu cầu bạn xác định số lượng các cụm được phân vùng và định lượng khoảng cách hai đối tượng với nhau. K-means được sử dụng để nhóm các đối tượng thành ba cụm bằng cách sử dụng số liệu khoảng cách Euclide. Phương pháp phổ biến nhất cho phân vùng ảnh là phân nhóm K-means.

Đối với mỗi điểm dữ liệu, khoảng cách từ các điểm dữ liệu đến mỗi cụm được tính toán. Nếu các điểm dữ liệu là gần nhất với nhóm riêng của mình, để nó lại nhóm riêng của nó. Nếu điểm dữ liệu không được gần nhất với cụm riêng của mình, di chuyển nó vào cụm gần nhất. Các bước trên được lặp đi lặp lại cho đến khi một đường chuyển hoàn chỉnh thông qua tất cả các điểm dữ liệu và không có điểm dữ liệu di chuyển từ một nhóm này đến nhóm khác. Tại thời điểm này các cụm ổn định và quá trình phân cụm kết thúc. Sự lựa chọn của phân vùng ban đầu ảnh hưởng rất lớn đến các cụm kết quả cuối cùng, cụm liên đới và khoảng cách cụm nội bộ và sự gắn kết với nhau. Tiếp cận thuật toán K-means là lặp đi lặp lại, tính toán chuyên sâu và do đó chỉ áp dụng cho những vùng con của hình ảnh hơn là những hình ảnh đầy đủ và có thể được giải quyết bằng thuật toán huấn luyện không được giám sát.

3.2. Phân đoạn ảnh màu dùng thuật toán K-means:

Mục đích cơ bản là phân đoạn màu sắc một cách tự động bằng cách sử dụng $L \times a \times b$ không gian màu và phân cụm K-means. Toàn bộ quá trình có thể được tóm tắt trong các bước sau:

Bước 1: Đọc hình ảnh

Bước 2: Chuyển hình ảnh từ không gian màu RGB sang không gian màu $L \times a \times b$. Không gian $L \times a \times b$ bao gồm một 'L' lớp sáng, lớp kết tủa màu 'a' và lớp kết tủa màu 'b'. Tất cả các thông tin màu sắc nằm trong các lớp 'a' và 'b'. Chúng ta có thể đo lường sự khác biệt giữa hai màu sắc bằng cách sử dụng khoảng cách tiêu chuẩn Euclide.

Bước 3: Phân loại màu sắc trong không gian ' $a \times b$ ' sử dụng K-means clustering.

Bước 4: Đánh nhãn mỗi pixel trong hình ảnh sử dụng kết quả từ K-means. Đối với tất cả các đối tượng trong đầu vào của chúng tôi, K-means trả về một chỉ số tương ứng với một cluster. Ghi nhãn mỗi điểm ảnh trong hình ảnh với chỉ số cluster của nó.

Bước 5: Tạo hình ảnh những hình ảnh mà phân đoạn bởi màu sắc. Sử dụng các nhãn điểm ảnh, chúng ta phải chia đối tượng trong hình ảnh bằng màu sắc, sẽ cho kết quả bằng ba hình ảnh khác nhau.

Bước 6: Phân khúc hạt nhân vào một hình ảnh riêng biệt. Sau đó, lập trình xác định các chỉ số của cụm có chứa các đối tượng màu xanh bởi vì K-means sẽ không trả lại cùng một giá trị cluster_idx mỗi lần khác nhau. Chúng ta có thể làm điều này bằng cách sử dụng các giá trị trung tâm cụm, chứa 'a' và 'b' giá trị cho mỗi cụm.

4. Kết quả thử nghiệm:



Hình 1. Ảnh gốc butterfly.jpg



Hình 2. Gắn nhãn cho mỗi cluster



Hình 3. Các đối tượng trong cluster 1



Hình 4. Các đối tượng trong cluster 2



Hình 5. Các đối tượng trong cluster3



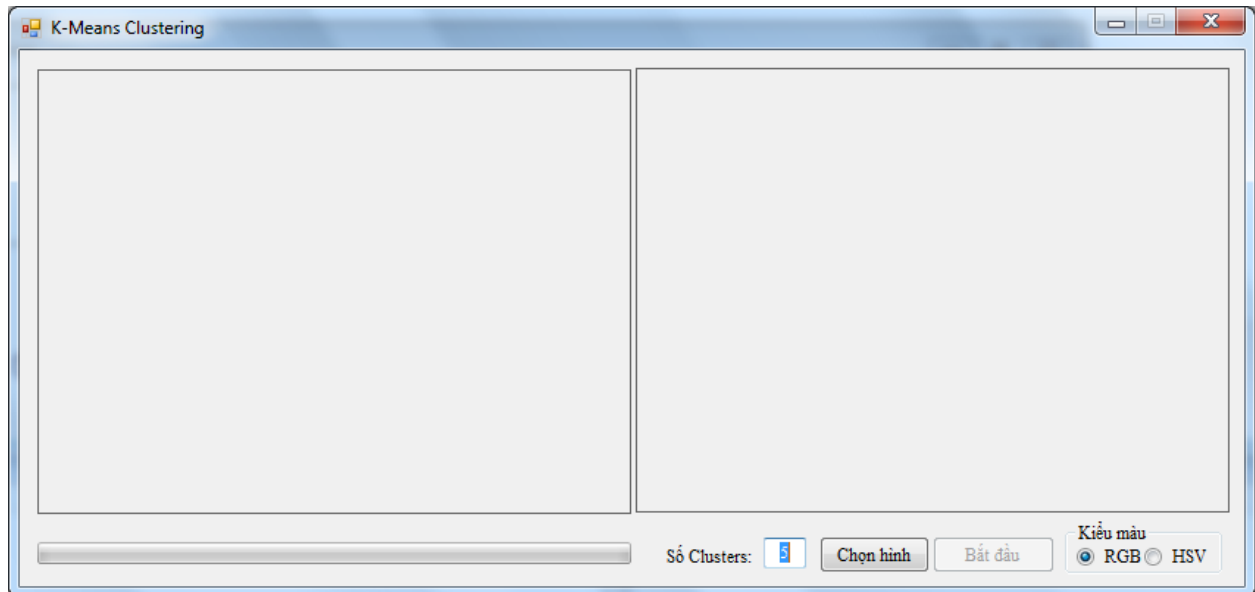
Hình 6. Hình butterfly.jpg sau khi phân đoạn

5. Kết luận:

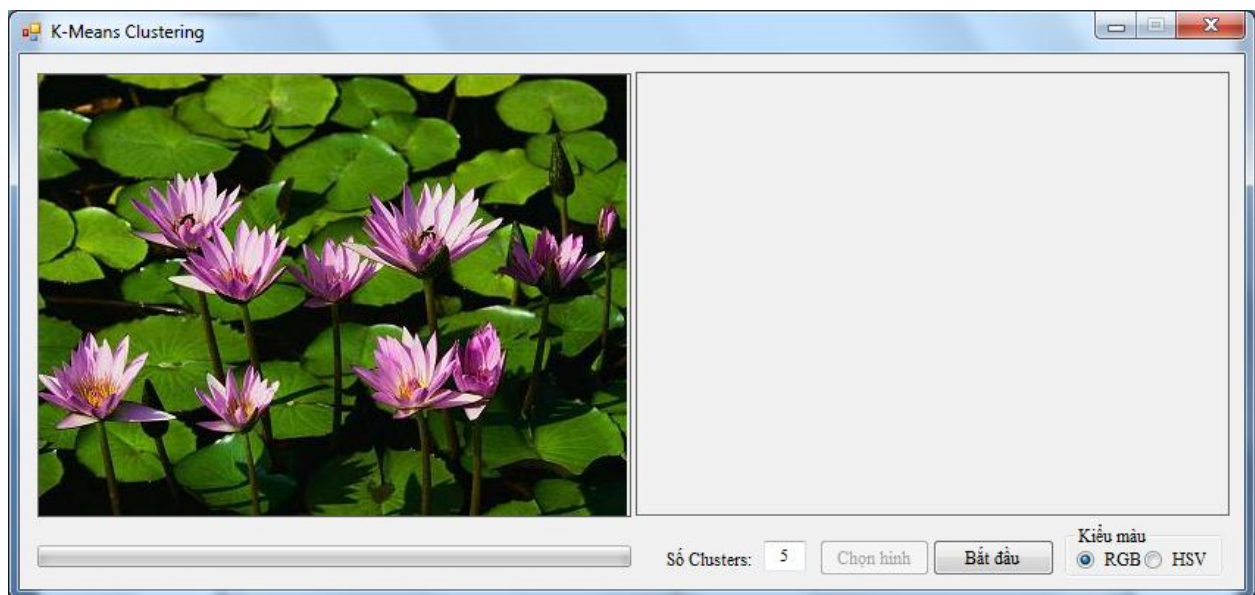
Sử dụng phân đoạn hình ảnh dựa trên màu sắc, nó có thể làm giảm được chi phí tính toán và tránh được tính toán đặc trưng cho từng pixel trong hình ảnh. Mặc dầu, màu sắc không thường xuyên được sử dụng cho phân đoạn ảnh. Nó cho thấy được sự phân biệt rõ ràng của các vùng đại diện trong ảnh. Loại phân đoạn ảnh này có thể được dùng để lập bản đồ về sự thay đổi độ che phủ của đất qua các thời kỳ, phát triển một hình ảnh chính xác và đáng tin cậy hơn mà có thể được sử dụng trong xác định vị trí khối u, nhận dạng khuôn mặt, nhận dạng vân tay và trong việc định vị một đối tượng rõ ràng từ một hình ảnh vệ tinh. Ưu điểm của thuật toán K-means là đơn giản và khá hiệu quả. Nó hoạt động tốt khi các cụm không phân biệt được một cách rõ ràng chẳng hạn như hình ảnh trên website...

6. Demo chương trình dùng thuật toán phân cụm K-means cho phân đoạn ảnh màu:

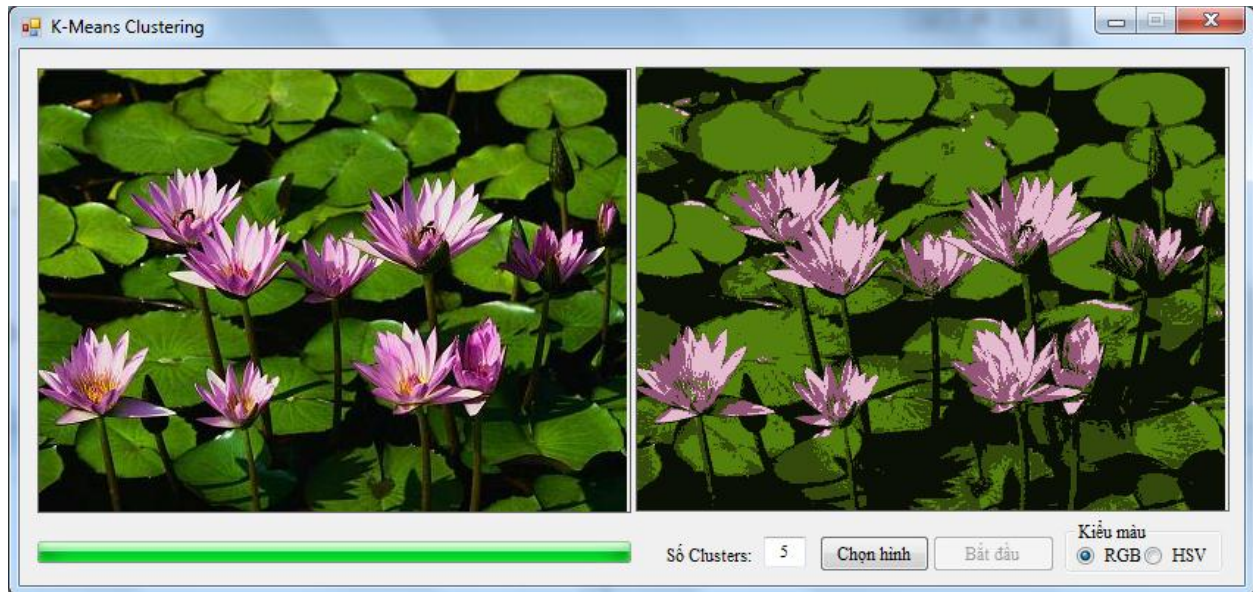
Khởi động chương trình:



Chọn hình áp dụng thuật toán:



Kết quả dùng thuật toán K-means:



Code cài đặt thuật toán K-means:

```
public KMeans(Bitmap bmp, int numCluster, Colour.Types model)
{
    _image = (Bitmap)bmp.Clone();
    _processedImage = (Bitmap)bmp.Clone();
    _model = model;

    _previousCluster = new Dictionary<string, Cluster>();
    _currentCluster = new Dictionary<string, Cluster>();
    FindTopXColours(numCluster); //find top X colours in the image
    //create clusters for top X colours
    for (int i = 0; i < _topColours.Length; i++)
    {
        PixelData pd = Colour.GetPixelData(_topColours[i].R,
        _topColours[i].G, _topColours[i].B, model);

        _previousCluster.Add(_topColours[i].Name, new Cluster(pd.Ch1,
        pd.Ch2, pd.Ch3));
        _currentCluster.Add(_topColours[i].Name, new Cluster(pd.Ch1,
        pd.Ch2, pd.Ch3));
    }
}
```

File chương trình được gửi kèm theo file lý thuyết

Tài liệu tham khảo:

- [1] Anil Z Chitade, Colour based image segmentation using K-means clustering, Madhyapradesh, India
- [2] M. Mignotte, C. Collet, P. Pérez, and P. Bouthemy, "Sonar image segmentation using a hierarchical MRF model," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 9, no. 7, pp. 1216–1231, Jul. 2000.
- [3] F. Destrempe, J.-F. Angers, and M. Mignotte, "Fusion of hidden Markov random field models and its Bayesian estimation," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 15, no. 10, pp. 2920–2935, Oct. 2006.