

## PHÂN ĐOẠN ẢNH HOA DỰA TRÊN TƯƠNG TÁC VỚI NGƯỜI SỬ DỤNG

Nguyễn Thị Thanh Nhân\*

Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông – ĐH Thái Nguyên

### TÓM TẮT

Bài toán tự động nhận dạng cây bằng máy tính điện tử đóng một vai trò rất quan trọng trong đời sống của chúng ta. Để kết quả nhận dạng được cao, một bước rất quan trọng là cần phải phân tách được đối tượng hoa ra khỏi ảnh do các ảnh hoa đều có nền phức tạp. Bài báo này đề xuất việc áp dụng thuật toán WaterShed trong quá trình phân tách ảnh hoa trên nền phức tạp bằng cách cho phép tương tác với người sử dụng. Trước hết, người sử dụng đánh dấu các đường trong và ngoài đối tượng cần tách. Sau đó, thuật toán WaterShed được áp dụng để lựa chọn vùng chứa hoa. Thuật toán này được cài đặt thử nghiệm trên bộ dữ liệu 17 loài hoa ở Anh, với kết quả thu được có độ chính xác khá tốt. Phương pháp này hỗ trợ người dùng trong việc phân đoạn ảnh hoa một cách thuận tiện, đơn giản cho đến khi đạt được kết quả như mong muốn.

Từ khóa: Phân đoạn ảnh hoa, thuật toán Watershed, nhận dạng cây, phân đoạn, tiền xử lý

### GIỚI THIỆU

Các ảnh hoa thường có nền màu xanh do đó các vùng nền trong các ảnh hoa khác nhau có thể rất tương tự nhau. Trong các bài toán phân loại, nhận dạng ảnh, để tránh việc đối sánh xảy ra trên vùng nền mà chỉ tập trung vào ảnh đối tượng hoa thì ảnh cần được phân đoạn. Phân tách ảnh hoa từ một nền phức tạp là bài toán phân tách được hoa khỏi nền, kết quả trả về là lấy được hoa cần phân tách. Phân tách ảnh hoa là một khâu quan trọng trong hệ thống nhận dạng cây dựa trên bộ phận là hoa, việc phân tách càng chính xác thì kết quả nhận dạng càng cao. Nếu bước phân đoạn ảnh không tốt thì việc nhận diện các đối tượng trong ảnh sẽ bị sai lầm. Bài toán nhận dạng cây hiện nay đang được các nhà khoa học trong nước và trên thế giới rất quan tâm vì nó góp phần đảm bảo sự bảo tồn và đa dạng sinh học của thực vật.

Để nhận dạng cây được tốt thì một bước rất quan trọng ở đây là phân đoạn được hoa từ nền cho trước. Với nền thuần nhất đã có nhiều kết quả, trong khi với nền phức tạp thì số kết quả còn hạn chế. Hơn nữa, việc thu thập mẫu trên nền phức tạp luôn đơn giản và tự nhiên hơn. Nghiên cứu trong bài báo này tập trung vào việc phân tách ảnh hoa từ một nền phức tạp. Đóng góp của bài báo là áp dụng thuật

toán Watershed tách viền tự động dựa trên hình mẫu biết trước để phân tách hoa trên nền phức tạp, sau đó thực hiện xoay hướng hoa.

Trong nghiên cứu này, một thử nghiệm được tiến hành trên bộ dữ liệu gồm 1360 ảnh về 17 loài hoa phổ biến ở Anh, mỗi loài có 80 ảnh. Cơ sở dữ liệu này đặt ra nhiều thách thức trong quá trình phân tách như sự biến đổi ánh sáng, tư thế chụp, chụp gần xa, có sự biến đổi lớn giữa các ảnh trong cùng một lớp và sự tương tự giữa các ảnh ở các lớp khác nhau, hoa ở các trạng thái nở khác nhau. Trong những ảnh này, hoa được đặc trưng bởi nhiều hình dạng, màu sắc khác nhau, một bông hoa có thể có một màu đặc trưng hoặc có thể có nhiều màu sắc khác nhau trên một bông hoa.

### CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

Cho đến nay đã có một số phương pháp phân đoạn được áp dụng cho ảnh hoa như phương pháp phân đoạn ảnh hoa tự động sử dụng phương pháp MRF [5], [8] và tối ưu sử dụng graph cuts [5]. Các kết quả thu được khi áp dụng các phương pháp này là khá tốt thể hiện bởi đối tượng hoa được tách ra khỏi hoàn toàn nền (có khoảng dưới 6% đối tượng hoa bị tách ra khỏi nền bị mất đi một phần của hoa).

Phương pháp này có thể không hoàn hảo nhưng cũng đủ để trích chọn ít nhất phần biên ngoài của hoa. Một cải tiến được đưa ra là phương pháp phân đoạn dựa trên mô hình

\* Tel. 01277 750552, Email. ntnhan@ictu.edu.vn

màu và phát hiện cánh hoa. Phương pháp phân đoạn ảnh hoa sử dụng màu đề xuất bởi M.Das và cộng sự [4] với mục đích không trích chọn chính xác vùng đối tượng thay cho vùng màu trong ảnh. Phương pháp này học một mô hình màu nền, các màu này sẽ được xóa đi từ vùng màu đối tượng và các màu còn lại trên ảnh được sử dụng như vùng màu đối tượng. Trong thuật toán này cũng luôn xóa màu xanh, nâu, xám, đen từ vùng đối tượng. T. Saitoh và cộng sự [9] đã đề xuất phương pháp trích chọn vùng hoa dựa trên việc tìm phần giao giữa hai điểm ở đó cực tiểu hàm chi phí trên ảnh gradient. Phương pháp này làm việc dưới giả thuyết vùng hoa tập trung và thường ở giữa ảnh. Theo giả thuyết này giá trị giữa hai điểm bất kỳ của hoa là nhỏ hơn so với giá trị giữa một điểm thuộc đối tượng và một điểm thuộc ngoài đối tượng. Việc kết hợp các điểm ở giữa của ảnh như là một phần của hoa có thể được xem như điểm bắt đầu cho việc tìm kiếm vùng hoa.

Giải thuật Watershed là một giải thuật khá cơ bản trong xử lý ảnh. Giải thuật được áp dụng trong nhiều bài toán từ mức độ dễ đến cả mức độ khó trong xử lý ảnh số [1], [2], [6], [11]. Thuật toán Watershed được trình bày khá kỹ trong [6]. Trong công bố này, tác giả nêu ra những khó khăn gặp phải với thuật toán Watershed, đó là việc xác định từng khu vực để thuật toán phân đoạn Watershed được áp dụng một cách hiệu quả nhất. Trong [11], các kết quả nghiên cứu chỉ ra một cải tiến cho thuật toán Watershed bằng cách sử dụng thêm tiêu chí về khoảng cách chuyển đổi (Distance Transform). Với cải tiến này, thuật toán trở

nên chặt chẽ hơn trong việc lan tỏa trong từng khu vực theo mức sáng của từng ảnh khác nhau. Bên cạnh đó, các nghiên cứu trong [2], [10] đưa ra cách xử lý thuật toán Watershed với điều kiện ràng buộc thêm là tập mẫu đường viền – một trong những kết quả khá quan trọng đối với một vật có hình dạng khá cố định.

## PHÂN ĐOẠN TƯƠNG TÁC VỚI NGƯỜI SỬ DỤNG

### Các bước thực hiện tiền xử lý ảnh hoa trên nền phức tạp

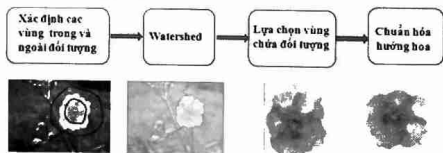
Với ảnh hoa trên nền phức tạp, tôi đề xuất sử dụng phương pháp phân đoạn có tương tác được chỉ ra ở hình 1. Với mỗi ảnh, người dùng cần xác định một vài đường thuộc vào vùng đối tượng (inner marker) và không thuộc vào đối tượng (outer marker), việc làm này được thực hiện một cách thủ công. Dựa trên các đánh dấu của người dùng, tôi sẽ áp dụng giải thuật Watershed để phân ảnh thành các đối tượng. Người dùng lựa chọn đối tượng tương ứng với vùng hoa sau đó hoa này được xoay về một hướng chuẩn.

Để thực hiện phân đoạn có tương tác với người dùng, giải thuật Watershed được sử dụng với các bước cơ bản bao gồm:

Bước 1: Vẽ đường để xác định vùng bên trong và ngoài hoa.

Bước 2: Phân đoạn ảnh thành các vùng, chọn vùng ảnh ứng với vùng hoa.

Bước 3: Trích hoa ra khỏi ảnh, chuẩn hóa kích thước và hướng.



Hình 1. Các bước của giải thuật Watershed

## Giải thuật Watershed

Bất cứ một ảnh mức xám nào cũng có thể được coi là một bề mặt topography (tổ hợp các hình dạng tự nhiên) trong đó những điểm có cường độ mức xám lớn là các "đỉnh đồi" và những điểm có mức xám thấp được coi là các "thung lũng". Hãy hình dung chúng ta bắt đầu đổ đầy những loại nước có màu khác nhau vào các thung lũng khác nhau. Khi nước bắt đầu dâng lên, tùy thuộc vào các đỉnh gần với thung lũng mà nước (với các màu khác nhau) sẽ bắt đầu dâng lên theo những cách khác nhau. Để tránh cho nước hòa trộn vào nhau, ta xây các tấm chắn ở chỗ mà nước với các màu khác nhau có thể hòa trộn. Sau đó ta tiếp tục đổ đầy nước vào các thung lũng cho đến khi tất cả các đỉnh đều ngập trong nước. Khi đó, các thanh chắn cho ta hình ảnh về kết quả phân đoạn.

*Thuật toán Watershed được thực hiện thông qua các bước sau:*

Thực hiện xám hóa ảnh gốc

Ảnh được xám hóa bằng các phương pháp chuyển đổi hệ màu cân bằng.

*Chuyển đổi ảnh mức xám thành ảnh nhị phân theo phương pháp Otsu*

Các thuật toán phân ngưỡng luôn dựa trên 2 giả thuyết:

- Giá trị mức xám trong các vùng ảnh khác nhau là khác nhau.

- Trong một vùng (đại diện cho một đối tượng), giá trị mức xám biến thiên không quá lớn.

Phân ngưỡng là phương pháp giúp tách đối tượng ra khỏi nền bằng cách gán lại giá trị cho các pixel được xác định là thuộc đối tượng hoặc thuộc nền. Gọi  $T$  là hàm chuyển đổi giá trị mức xám điểm ảnh trong phép phân ngưỡng,  $T$  được biểu diễn là hàm của 4 biến số sau :

$$T = T [x, y, p(x,y), f(x,y)]$$

Trong đó:

$(x, y)$  là tọa độ của một điểm ảnh bất kì

$f(x,y)$  là giá trị mức xám của điểm ảnh

$p(x,y)$  là đặc tính địa phương của điểm ảnh (tương quan với lân cận)

Ở đây có 3 trường hợp xảy ra:

- Trường hợp 1: phân ngưỡng toàn cục xảy ra khi  $T$  chỉ phụ thuộc vào  $f(x,y)$

- Trường hợp 2: phân ngưỡng cục bộ xảy ra khi  $T$  phụ thuộc vào cả  $f(x,y)$  và  $p(x,y)$

- Trường hợp 3: phân ngưỡng động (phân ngưỡng thích nghi) xảy ra khi  $T$  phụ thuộc vào  $(x,y)$

- Phân ngưỡng Otsu là một phương pháp phân ngưỡng toàn cục và tự động dựa trên phân cụm. Thuật toán giả thiết rằng ảnh cần phân ngưỡng bao gồm 2 lớp pixel: nền và đối tượng. Khi đó, ta sẽ tính toán được một ngưỡng tối ưu để phân chia 2 lớp với mục đích cực tiểu hóa sự biến thiên trong một lớp và cực đại hóa sự biến thiên giữa 2 lớp.

Phương pháp này được thực hiện trên ảnh mức xám nên có tốc độ thực hiện nhanh.

*Xác định phần đối tượng và nền trong ảnh để tạo mặt nạ*

Sau khi đã phân ngưỡng được ảnh, ta có thể tiến hành làm mòn ảnh (erode) và làm dãn ảnh (dilate) để tiến hành tìm phần đối tượng và phần nền [7]. Các toán tử này được gọi là các toán tử hình thái (Morphological Operations). Mục đích của công đoạn này là tạo ra một mặt nạ mà ta có thể áp lên ảnh gốc, từ đó xác định được rõ đối tượng trong ảnh.

### Chuẩn hóa hướng hoa

Sau khi đã tách được đối tượng ra khỏi nền, ta cần tính toán moment theo đường biên của hoa để có thể xoay hoa về một hướng chuẩn. Thuật toán chuẩn hóa hướng hoa được thực hiện theo các bước sau:

Bước 1: Chuyển đổi ảnh RGB sang ảnh đa mức xám rồi từ ảnh đa mức xám đó chuyển sang ảnh nhị phân.

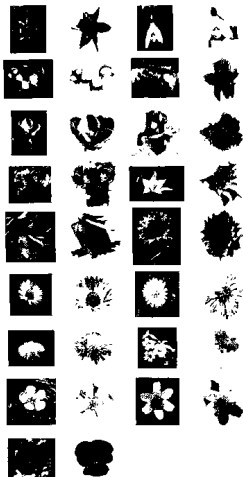
Bước 2: Áp dụng bộ lọc Canny để tìm biên hoa.

Bước 3: Tính toán các giá trị moment

$$\{m_{00}, m_{01}, m_{10}, m_{02}, m_{20}, m_{11}\}$$

Tính toán hướng hoa trong ảnh theo công thức:

$$\theta = \arctan \frac{2 \times (m_{11} \times m_{00} - m_{01} \times m_{10})}{(m_{20} - m_{02}) \times m_{00} - (m_{10}^2 - m_{01}^2)}$$



Hình 2. Một số kết quả phân đoạn trên 17 loài hoa ở Anh

Bước 4: Xoay ảnh về hướng dọc theo trục thẳng đứng

Phương pháp này rất thích hợp với những người dùng có sử dụng các thiết bị di động như máy tính bảng, điện thoại thông minh.

### KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Thuật toán Watershed trong bài toán phân đoạn ảnh hoa được thực nghiệm trên bộ dữ liệu về 17 loài hoa của Anh (tương ứng với 17 lớp), 1360 ảnh hoa với nền phức tạp. Hình 2 chỉ ra các kết quả thử nghiệm đối với các lớp hoa khác nhau. Đối với các ảnh hoa trên nền phức tạp này, sau khi áp dụng quá trình tiền xử lý phân đoạn có tương tác với WaterShed kết quả cho ra khá tốt. Tất cả các ảnh đều đã tách được vùng hoa ra khỏi nền. Với những hoa đơn mà các cánh hoa xếp khít nhau thì

cho kết quả rất tốt. Ngược lại, với hoa đơn mà các cánh hoa không xếp khít nhau, có nhiều khoảng trống ở giữa hoặc các hoa xếp thành chùm thì chất lượng chưa được tốt lắm theo nghĩa khi phân tách vẫn còn dính một số vùng nền vào vùng đối tượng. Kết quả thực nghiệm cho thấy việc đánh dấu càng chính xác thì kết quả phân đoạn càng tốt.

### KẾT LUẬN

Bài báo đã chỉ ra rằng việc áp dụng giải thuật Watershed cho dữ liệu hoa cho kết quả rất tốt. Ưu điểm chính của phương pháp này là cho phép phân đoạn tương tác với người sử dụng bằng cách người sử dụng đánh dấu các đường trong và ngoài vùng đối tượng. Người dùng sẽ lựa chọn vùng nào là vùng đối tượng và cho phép phân đoạn tiếp cho đến khi đạt được phân đoạn tốt nhất. Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp này so với các phương pháp phân đoạn tự động là tốn thời gian hơn nhiều. Trong các nghiên cứu sau này, chúng tôi mong muốn xây dựng được một phương pháp phân đoạn nhanh mà cho kết quả tốt như phương pháp này. Ngoài ra, việc áp dụng thuật toán Watershed vào nhóm cây ở Việt Nam sẽ được đề xuất để phục vụ cho bài toán nhận dạng cây.

LỜI CẢM ƠN - Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ kinh phí của đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở có mã số T2016-07-08 của trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông - ĐHTN.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Debeir, Adanja, Warzec, Van Ham, Decaestecker, (2008), "Phase contrast image segmentation by weakwatershed transform assembly", *5th IEEE International Symposium Digital Object Identifier*: 10.1109/ISBI.2008.4541098, pp. 724 - 727.
2. Ghassan Hamarneh, Xiaoxing Li, (2009), "Watershed segmentation using prior shape and appearance knowledge", *Image and Vision Computing Volume 27, Issues 1-2*, pp. 59-68.
3. LE Thi Lan, TRAN Duc-Tuan, HOANG Van-Nam, (2014), *Fully automatic leaf-based plant identification, application for Vietnamese*

*medicinal plant search*, Proceedings of the Fifth Symposium on Information and Communication Technology. ACM, pp. 146-154.

4. M. Das, R. Manmatha, E.M. Riseman, (1999), "Indexing flower patent images using domain knowledge", *IEEE Intelligent Systems*, pp. 24-33.

5. Nilsback, Maria-Elena, and Andrew Zisserman, (2010) "Delving deeper into the whorl of flower segmentation", *Image and Vision Computing*, pp. 1049-1062.

6. S. Beucher, (1994), *Watershed, hierarchical segmentation and waterfall algorithm* Mathematical Morphology and Its Applications to Image Processing, pp. 69-76.

7. Xavier Bresson, Pierre Vandergheynst, Jean, Philippe Thiran, (2006), "A Variational Model for Object Segmentation Using Boundary Information and Shape Prior Driven by the Mumford-Shah Functional", *International Journal of Computer Vision*, pp. 145-162.

8. Y. Y. Boykov and M. P. Jolly, (2001), *Interactive graph cuts for optimal boundary and region segmentation of objects in N-D images*, In Proc. ICCV, volume 2, pp. 105-112.

9. T. Saitoh, K Aoki, T Kaneko, (2004), *Automatic recognition of blooming flowers*, Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition, vol. 1, pp. 27-30.

10. V. Grau, A. U. J. Mewes and M. Alca niz, (2004) "Improved Watershed Transform for Medical Image Segmentation Using Prior Information", *IEEE Trans. Medical imaging*, vol. 23, No. 4, pp. 447-458.

11. Yuqian Zhao, Jianxin Liu, Hufen Li, Guiyuan Li, (2008), *Improved watershed algorithm for dawns image segmentation*, In proceeding of: Intelligent Control and Automation, WCICA 2008, pp. 7644-7648.

## SUMMARY

### FLOWER SEGMENTATION BASED ON INTERACTION WITH USER

Nguyen Thi Thanh Nhan\*

College of Information and Communication Technology – TNU

Plant automatically identification plays a very important role in our life. To obtain high results, an important step is to discover flower regions from the input images because flower images often have the complex background. This paper proposes an application of Watershed method into flower image segmentation with the complex background using user's interactions. In this method, users make inner and outer lines of flower. Consequently, the regions of flower in the image are chosen. The experiment is implemented on 17 oxford flower species with the good results. This method supplies a convenient, simple way to segment flower images for achieving the desired results.

**Key words:** *plant identification, flower segmentation, Watershed method, segmentation, preprocessing.*

\* Tel. 01277 750552, Email ntrhan@ictu.edu.vn