XỬ LÝ ẢNH: Phân đoạn dựa trên cường độ

1. GIỚI THIỆU PHÂN ĐOẠN ẢNH

Phân đoạn ảnh là tác vụ quan trọng của xử lý hình ảnh và thị giác máy tính, nó cho phép phân tách ảnh thành các vùng riêng biệt và độc lập, từ đó có thể mô tả, biểu diễn, phân tích và phân loại các đối tượng trong ảnh. Tuy nhiên, phân đoạn ảnh là một vấn đề khó vì sự đa dạng và phức tạp của ảnh, và vẫn chưa được giải quyết hoàn toàn.

1. GIỚI THIỆU PHÂN ĐOẠN DỰA TRÊN CƯỜNG ĐỘ

* Các phương pháp dựa trên cường độ được xem là hướng tiếp cận đơn giản nhất để phân đoạn
* Phân đoạn dựa trên cường độ thường được thực hiện bằng cách thiết lập một ngưỡng cường độ và phân tách các pixel thành hai nhóm: nhóm có cường độ lớn hơn ngưỡng và nhóm có cường độ nhỏ hơn ngưỡng.

1. CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN ĐOẠN
2. Phân ngưỡng ảnh
   * Là một trong những phương pháp cơ bản trong xử lý ảnh để phân tách các đối tượng trong ảnh thành hai vùng màu đen và trắng dựa trên giá trị cường độ của các điểm ảnh.
   * Các bước thực hiện thuật toán phân ngưỡng ảnh như sau:

* Xác định ngưỡng phân đoạn: Ngưỡng phân đoạn là giá trị cường độ đóng vai trò quan trọng trong phân loại các điểm ảnh của ảnh đầu vào. Các điểm ảnh có giá trị cường độ lớn hơn ngưỡng sẽ thuộc về vùng trắng, các điểm ảnh có giá trị cường độ nhỏ hơn ngưỡng sẽ thuộc về vùng đen.
* Phân loại các điểm ảnh: Sau khi xác định ngưỡng phân đoạn, các điểm ảnh trong ảnh đầu vào sẽ được phân loại vào hai nhóm dựa trên giá trị cường độ của chúng so với ngưỡng.
* Tạo ảnh nhị phân: Cuối cùng, các điểm ảnh được gán giá trị 1 nếu nó thuộc về vùng trắng, và giá trị 0 nếu nó thuộc về vùng đen, tạo ra một ảnh nhị phân.

Trong Matlab, chúng ta có thể **sử dụng hàm imbinarize** để thực hiện phân ngưỡng ảnh. Hàm này cho phép chúng ta xác định ngưỡng phân đoạn bằng cách **chỉ định giá trị ngưỡng và phương thức phân loại các điểm ảnh**. Kết quả của thuật toán là **một ảnh nhị phân với giá trị 0 hoặc 1 tương ứng với mỗi điểm ảnh.**

Tuy nhiên, cần lưu ý rằng phương pháp phân ngưỡng ảnh chỉ phù hợp với các **ảnh có độ tương phản tốt và không bị nhiễu.** Trong một số trường hợp, phương pháp này có thể dẫn đến việc phân đoạn không chính xác

Các phương pháp phổ biến bao gồm: phân ngưỡng cố định (global thresholding), phân ngưỡng Otsu, phân ngưỡng hỗn hợp (adaptive thresholding), v.v.

% Load ảnh

img = imread('image.jpg');

% Chuyển đổi ảnh sang ảnh xám

gray\_img = rgb2gray(img);

% Phân ngưỡng ảnh với giá trị ngưỡng 100

threshold = 100;

% Áp dụng phân ngưỡng cố định

bin\_img = imbinarize(gray\_img, threshold/255);

% Hiển thị ảnh gốc và ảnh nhị phân

subplot(1,2,1), imshow(img);

title('Original Image');

subplot(1,2,2), imshow(bin\_img);

title('Thresholded Image');

* Phân ngưỡng Otsu

% Load ảnh

img = imread('2.jpg');

% Chuyển đổi ảnh sang ảnh grayscale

gray\_img = rgb2gray(img);

% Áp dụng phân ngưỡng Otsu

threshold = graythresh(gray\_img);

bin\_img = imbinarize(gray\_img, threshold);

% Hiển thị ảnh gốc và ảnh nhị phân

subplot(1,2,1), imshow(gray\_img);

title('Original Image');

subplot(1,2,2), imshow(bin\_img);

title('Otsu Thresholded Image');

1. Ngưỡng đơn

* Thuật toán phân ngưỡng đơn là một phương pháp phổ biến trong xử lý ảnh để phân đoạn ảnh thành các vùng nhị phân (đen/trắng) dựa trên giá trị của các điểm ảnh.
* Các bước thực hiện thuật toán phân ngưỡng đơn như sau:
* Xác định ngưỡng (threshold): Để phân đoạn ảnh, ta cần xác định ngưỡng phân đoạn. Ngưỡng này được chọn dựa trên giá trị cường độ của các điểm ảnh trong ảnh.
* Phân loại các điểm ảnh: Sau khi xác định ngưỡng, các điểm ảnh có giá trị cường độ lớn hơn ngưỡng được phân vào một nhóm, các điểm ảnh có giá trị cường độ thấp hơn ngưỡng được phân vào nhóm còn lại.
* Tạo ảnh nhị phân: Cuối cùng, ta tạo một ảnh nhị phân bằng cách gán giá trị 0 cho các điểm ảnh trong nhóm có giá trị cường độ thấp hơn ngưỡng và giá trị 1 cho các điểm ảnh trong nhóm có giá trị cường độ lớn hơn ngưỡng.

Trong Matlab, chúng ta có thể **sử dụng hàm im2bw** để thực hiện phân ngưỡng đơn trên ảnh. Hàm này cho phép chúng ta xác định ngưỡng phân đoạn bằng cách **chỉ định giá trị ngưỡng và cách thức phân loại các điểm ảnh**. Kết quả của thuật toán là một **ảnh nhị phân với giá trị 0 hoặc 1 tương ứng với mỗi điểm ảnh.**

% Load ảnh và chuyển đổi sang ảnh xám

img = imread('image.jpg');

img\_gray = rgb2gray(img);

% Chuyển đổi ảnh xám thành ảnh nhị phân với ngưỡng 0.5

level = 0.5;

img\_binary = im2bw(img\_gray, level);

% Hiển thị ảnh gốc và ảnh nhị phân

figure;

subplot(1, 2, 1);

imshow(img\_gray);

title('Original Image');

subplot(1, 2, 2);

imshow(img\_binary);

title('Binary Image');

% Lưu ảnh nhị phân ra file

imwrite(img\_binary, 'binary\_image.jpg');

Tuy nhiên, cần lưu ý rằng phương pháp phân ngưỡng đơn **chỉ phù hợp** với các ảnh **có độ tương phản tốt và không bị nhiễu**. Trong một số trường hợp, phương pháp này có thể dẫn đến việc phân đoạn không chính xác. Do đó, chúng ta có thể kết hợp nhiều phương pháp phân đoạn khác nhau để đạt được kết quả chính xác hơn.

* So sánh ngưỡng đơn và phân ngưỡng ảnh

Ngưỡng đơn và phân ngưỡng ảnh là hai phương pháp cơ bản trong xử lý ảnh để chuyển đổi ảnh xám thành ảnh nhị phân. Dưới đây là một số điểm khác nhau giữa hai phương pháp này:

|  |  |
| --- | --- |
| **Ngưỡng đơn** | **Phân ngưỡng ảnh** |
| * Ngưỡng đơn **chỉ sử dụng một giá trị ngưỡng duy nhất** để chuyển đổi ảnh * Ngưỡng đơn phù hợp cho những **trường hợp đơn giản**, khi ảnh có **độ tương phản tốt và dễ dàng phân biệt** được giữa các đối tượng trong ảnh * Trong khi đó, ngưỡng đơn không cung cấp các tùy chọn này. | * phân ngưỡng ảnh có thể s**ử dụng nhiều giá trị ngưỡng** để tạo ra ảnh nhị phân. * Trong khi đó, phân ngưỡng ảnh phù hợp hơn cho các **trường hợp phức tạp**, khi ảnh có **độ tương phản kém** và các đối tượng trong **ảnh khó phân biệt.** * Phân ngưỡng ảnh **có thể** được **tinh chỉnh** để cải thiện kết quả chuyển đổi bằng cách sử dụng nhiều giá trị ngưỡng hoặc áp dụng các kỹ thuật xử lý ảnh khác **như lọc, khuếch đại, hay giảm nhiễu** |

Tùy thuộc vào loại ảnh và mục đích sử dụng, một phương pháp có thể cho kết quả tốt hơn so với phương pháp khác. Do đó, việc lựa chọn phương pháp phù hợp là tùy thuộc vào bài toán cụ thể.

1. Ngưỡng kép

* Thuật toán phân ngưỡng kép là một phương pháp phân ngưỡng ảnh được sử dụng để phân tách các đối tượng trong ảnh thành hai vùng dựa trên hai giá trị ngưỡng thay vì một giá trị ngưỡng như trong phân ngưỡng đơn Phương pháp phân ngưỡng kép được sử dụng phổ biến trong các ứng dụng nhận diện đối tượng, phát hiện biên và trích xuất đặc trưng.
* Các bước thực hiện thuật toán phân ngưỡng kép như sau:
* Xác định hai giá trị ngưỡng: Trước khi thực hiện phân ngưỡng kép, cần xác định hai giá trị ngưỡng phân đoạn. Giá trị ngưỡng thấp được đặt là giá trị cường độ của điểm ảnh nhỏ hơn giá trị trung bình cường độ của toàn bộ ảnh, trong khi giá trị ngưỡng cao được đặt là giá trị cường độ của điểm ảnh lớn hơn giá trị trung bình cường độ của ảnh.
* Phân loại các điểm ảnh: Sau khi xác định hai giá trị ngưỡng, các điểm ảnh trong ảnh đầu vào sẽ được phân loại vào ba nhóm dựa trên giá trị cường độ của chúng so với hai giá trị ngưỡng. Các điểm ảnh có giá trị cường độ nhỏ hơn giá trị ngưỡng thấp sẽ thuộc về vùng đen, các điểm ảnh có giá trị cường độ lớn hơn giá trị ngưỡng cao sẽ thuộc về vùng trắng, và các điểm ảnh có giá trị cường độ nằm giữa hai giá trị ngưỡng sẽ thuộc về vùng xám.
* Tạo ảnh nhị phân: Cuối cùng, các điểm ảnh được gán giá trị 1 nếu nó thuộc về vùng trắng, và giá trị 0 nếu nó thuộc về vùng đen, tạo ra một ảnh nhị phân.

Trong Matlab, chúng ta có thể **sử dụng hàm im2bw** để thực hiện phân ngưỡng kép. Hàm này cho phép chúng ta xác định hai giá trị ngưỡng bằng cách **chỉ định giá trị ngưỡng thấp và giá trị ngưỡng cao**. Kết quả của thuật toán là **một ảnh nhị phân với giá trị 0 hoặc 1** tương ứng với mỗi điểm ảnh.

% Ngưỡng kép

img = imread('2.jpg');

img\_gray = rgb2gray(img);

threshold\_low = 50;

threshold\_high = 150;

img\_binary = (img\_gray > threshold\_low) & (img\_gray < threshold\_high);

figure;

subplot(1, 2, 1);

imshow(img\_gray);

title('Original Image');

subplot(1, 2, 2);

imshow(img\_binary);

title('Binary Image');

1. Ngưỡng cục bộ

* Thuật toán phân ngưỡng cục bộ là một phương pháp phân ngưỡng ảnh được sử dụng để phân tách các đối tượng trong ảnh thành hai vùng dựa trên các giá trị ngưỡng khác nhau tại từng vùng nhỏ của ảnh. Các giá trị ngưỡng được tính toán dựa trên các thông tin địa phương của ảnh, như là giá trị trung bình cường độ hoặc độ lệch chuẩn của các điểm ảnh trong khu vực xung quanh. Phương pháp ngưỡng cục bộ giúp xử lý hiệu quả các ảnh có độ tương phản thấp hoặc phức tạp, đồng thời cải thiện khả năng phân loại đối tượng trong ảnh.
* Các bước thực hiện thuật toán phân ngưỡng cục bộ như sau:
* Chọn kích thước và hình dạng của khu vực: Trước khi thực hiện phân ngưỡng cục bộ, cần chọn kích thước và hình dạng của khu vực được sử dụng để tính toán giá trị ngưỡng. Kích thước của khu vực thường là nhỏ, và có thể là hình vuông hoặc hình tròn.
* Di chuyển khu vực qua ảnh: Sau khi xác định kích thước và hình dạng của khu vực, tiến hành di chuyển khu vực qua toàn bộ ảnh, tính toán giá trị ngưỡng cho từng khu vực nhỏ. Các giá trị ngưỡng được tính toán dựa trên các thông tin địa phương của ảnh, ví dụ như giá trị trung bình cường độ hoặc độ lệch chuẩn của các điểm ảnh trong khu vực xung quanh.
* Phân loại các điểm ảnh: Sau khi tính toán các giá trị ngưỡng cho từng khu vực nhỏ, các điểm ảnh trong ảnh đầu vào sẽ được phân loại vào hai nhóm dựa trên giá trị ngưỡng tương ứng của khu vực chứa nó. Các điểm ảnh có giá trị cường độ nhỏ hơn giá trị ngưỡng sẽ thuộc về vùng đen, và các điểm ảnh có giá trị cường độ lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng sẽ thuộc về vùng trắng.
* Tạo ảnh nhị phân: Cuối cùng, các điểm ảnh được gán giá trị 1 nếu nó thuộc về vùng trắng, và giá trị 0 nếu nó thuộc về vùng đen, tạo ra một ảnh nhị phân.

Trong Matlab, chúng ta có thể **sử dụng hàm localthresh** để thực hiện phân ngưỡng cục bộ, ngoài ra chúng ta cũng có thể sử dụng các hàm khác như *adaptthresh, graythresh, multithresh* để thực hiện phân ngưỡng ảnh theo nhiều cách khác nhau, tùy thuộc vào yêu cầu của ứng dụng.

% Ngưỡng cục bộ bằng phép trượt cửa sổ

img = imread('2.jpg');

img\_gray = rgb2gray(img);

window\_size = 21;

threshold = adaptthresh(img\_gray, 0.5, 'NeighborhoodSize', window\_size);

img\_binary = imbinarize(img\_gray, threshold);

figure;

subplot(1, 2, 1);

imshow(img);

title('Original Image');

subplot(1, 2, 2);

imshow(img\_binary);

title('Binary Image');

% Ngưỡng cục bộ bằng phân đoạn ảnh

img = imread('image.jpg');

img\_gray = rgb2gray(img);

threshold = multithresh(img\_gray, 2); % phân đoạn ảnh thành 3 vùng

img\_binary = imquantize(img\_gray, threshold(2)); % áp dụng ngưỡng

imwrite(img\_binary, 'binary\_image.jpg');

% Ngưỡng cục bộ bằng hàm localthresh

img = imread('image.jpg');

img\_gray = rgb2gray(img);

img\_binary = localthresh(img\_gray, 11, 0.02); % áp dụng ngưỡng

imwrite(img\_binary, 'binary\_image.jpg');

Đoạn mã trên áp dụng phương pháp ngưỡng cục bộ bằng hàm localthresh(). Đối số thứ hai là kích thước cửa sổ (window size) được sử dụng để tính toán ngưỡng cục bộ. Đối số thứ ba là ngưỡng để xác định giá trị pixel ở ngoài hoặc trong cửa sổ.

Hàm localthresh() trả về một ma trận ảnh nhị phân được áp dụng ngưỡng cục bộ cho ảnh xám ban đầu. Cuối cùng, hàm imwrite() được sử dụng để lưu ảnh nhị phân ra tập tin với tên là binary\_image.jpg.

1. Ngưỡng toàn cục

* Thuật toán phân ngưỡng toàn cục là một trong những phương pháp xử lý ảnh cơ bản nhất và phổ biến nhất được sử dụng để phân đoạn ảnh. Phương pháp này dựa trên việc chọn một giá trị ngưỡng đơn giản và áp dụng nó cho toàn bộ ảnh để phân loại các điểm ảnh thành hai lớp: lớp nền và lớp đối tượng. Phương pháp ngưỡng toàn cục là phương pháp đơn giản và nhanh chóng, tuy nhiên nó không phù hợp với các ảnh có độ tương phản thấp hoặc có nhiễu.
* Thuật toán phân ngưỡng toàn cục là một phương pháp đơn giản và hiệu quả trong việc phân đoạn ảnh. Tuy nhiên, phương pháp này cũng có một số hạn chế. Trong một số trường hợp, việc chọn giá trị ngưỡng thích hợp có thể là khó khăn, đặc biệt là khi có sự phân tán lớn về cường độ trong ảnh. Ngoài ra, phương pháp này **không thể phân đoạn các vùng có cường độ khác nhau trong ảnh.**
* Để giải quyết những hạn chế này, có thể sử dụng các phương pháp phân ngưỡng toàn cục **kết hợp với các phương pháp xử lý ảnh khác** như lọc ảnh, giảm nhiễu hoặc phân đoạn đồng nhất để cải thiện độ chính xác của thuật toán.

Trong Matlab, chúng ta có thể sử dụng các hàm như **graythresh, imhist và im2bw** để thực hiện phân ngưỡng toàn cục. Hàm graythresh sẽ tính toán giá trị ngưỡng thích hợp dựa trên phương pháp Otsu, trong đó giá trị ngưỡng được chọn để tối đa hóa phương sai giữa hai lớp được phân loại. Sau đó, hàm im2bw được sử dụng để phân loại các điểm ảnh thành hai lớp dựa trên giá trị ngưỡng được tính toán.

% Ngưỡng toàn cục

img = imread('2.jpg');

img\_gray = rgb2gray(img);

threshold = 128;

img\_binary = imbinarize(img\_gray, threshold/255); % áp dụng ngưỡng

figure;

subplot(1, 2, 1);

imshow(img);

title('Original Image');

subplot(1, 2, 2);

imshow(img\_binary);

title('Binary Image');

Đoạn mã trên áp dụng phương pháp ngưỡng toàn cục bằng cách sử dụng hàm imbinarize(). Đối số thứ hai của hàm này là giá trị ngưỡng được chuẩn hóa trong khoảng từ 0 đến 1. Vì vậy, chúng ta phải chia giá trị ngưỡng cho 255 để chuẩn hóa về khoảng từ 0 đến 1.

1. Tác động của chiếu sáng và nhiễu đối với phân ngưỡng

Trong xử lý ảnh, phân ngưỡng là một kỹ thuật quan trọng để phân tách các đối tượng trong ảnh. Tuy nhiên, tác động của chiếu sáng và nhiễu đến quá trình phân ngưỡng có thể gây ra nhiều khó khăn.

Trong trường hợp chiếu sáng không đồng đều, phân ngưỡng sẽ không hiệu quả vì giá trị cường độ sẽ không đồng nhất trong toàn bộ ảnh. Điều này có thể được giải quyết bằng cách sử dụng các kỹ thuật tiền xử lý như cân bằng histogram.

Ngoài ra, nhiễu cũng có thể làm giảm độ chính xác của phân ngưỡng bởi vì giá trị cường độ của pixel có thể bị ảnh hưởng bởi các giá trị nhiễu. Các kỹ thuật giảm nhiễu như lọc trung vị hoặc làm mờ có thể được sử dụng để giảm thiểu tác động của nhiễu lên quá trình phân ngưỡng.

Tóm lại, tác động của chiếu sáng và nhiễu đối với phân ngưỡng là rất quan trọng và cần được xử lý trước khi sử dụng phân ngưỡng để phân tách đối tượng trong ảnh.