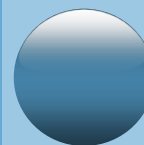




XỬ LÝ ẢNH & THỊ GIÁC MÁY TÍNH

*IMAGE PROCESSING AND
COMPUTER VISION*





CHƯƠNG 5:
PHÂN VÙNG ẢNH
(SEGMENTATION)



1. GIỚI THIỆU PHÂN VÙNG ẢNH

- Phân vùng ảnh là bước quan trọng trong xử lý ảnh.
- Giai đoạn này nhằm phân tích ảnh thành những thành phần có cùng tính chất nào đó dựa theo biên hay các vùng liên thông.
- Tiêu chuẩn để xác định các vùng liên thông có thể là cùng mức xám, cùng màu...
- Vùng ảnh (Segment) là một chi tiết, một thực thể trong toàn cảnh, tập hợp các điểm có cùng hoặc gần cùng một tính chất nào đó.
- Đặc điểm vật lý của vùng: tính chất bề mặt, đường bao quanh một vùng ảnh (Boundary) là biên ảnh. Các điểm trong một vùng ảnh có độ biến thiên giá trị mức xám tương đối đồng đều hay tính kết cấu tương đồng.



1. GIỚI THIỆU PHÂN VÙNG ẢNH

- Dựa vào đặc tính vật lý của ảnh, có nhiều kỹ thuật phân vùng :
 - Phân vùng dựa theo miền liên thông gọi là phân vùng miền đồng nhất hay miền liền kề
 - Phân vùng dựa vào biên gọi là phân vùng biên
- Ngoài ra còn có các kỹ thuật phân vùng khác dựa vào biên độ, phân vùng dựa theo kết cấu.

2. PHÂN VÙNG ẢNH THEO NGƯỠNG BIÊN ĐỘ

- Biên độ của các thuộc tính vật lý (như độ phản xạ, độ sáng, màu sắc...) là một đặc tính đơn giản và rất hữu ích của một ảnh.
- Biên độ đủ lớn → đặc trưng cho phân đoạn ảnh.
 - Ví dụ: biên độ trong bộ cảm biến hồng ngoại có thể phản ánh vùng có nhiệt độ thấp hay nhiệt độ cao.
- Đặc biệt, kỹ thuật phân ngưỡng theo biên độ rất có ích với ảnh nhị phân như văn bản in, đồ họa, ảnh màu hay ảnh X-quang.

2. PHÂN VÙNG ẢNH THEO NGƯỠNG BIÊN ĐỘ

- Việc chọn ngưỡng trong kỹ thuật này là bước vô cùng quan trọng,
- Các bước trong kỹ thuật phân vùng theo ngưỡng:
 - Xem xét lược đồ xám của ảnh để xác định đỉnh và khe, nếu ảnh có nhiều đỉnh và khe thì các khe có thể sử dụng để chọn ngưỡng.
 - Chọn ngưỡng T sao cho một phần xác định trước n của toàn bộ số mẫu thấp hơn T .
 - Điều chỉnh ngưỡng dựa trên xét lược đồ của điểm lân cận
 - Chọn ngưỡng bằng cách xem xét lược đồ xám của những điểm tiêu chuẩn đã chọn.

2. PHÂN VÙNG ẢNH THEO NGƯỠNG BIÊN ĐỘ

- Thuật toán đơn giản: Giả sử rằng để phân vùng một ảnh nhị phân,

- Trường hợp 1: các đối tượng *sáng(object)* trên nền *tối(background)*, một tham số T gọi là ngưỡng độ sáng sẽ được chọn trên ảnh $f[x,y]$:

$$\text{If } f[x,y] \geq T \qquad f[x,y] = \text{object} = 1$$

$$\text{Else} \qquad f[x,y] = \text{Background} = 0.$$

- Ngược lại, với các đối tượng tối trên nền sáng

$$\text{If } f[x,y] < T \qquad f[x,y] = \text{object} = 1$$

$$\text{Else} \qquad f[x,y] = \text{Background} = 0.$$

2. PHÂN VÙNG ẢNH THEO NGƯỠNG BIÊN ĐỘ



Chọn ngưỡng thế nào để việc phân vùng đạt kết quả cao nhất?

2. PHÂN VÙNG ẢNH THEO NGƯỠNG BIÊN ĐỘ

• Thuật toán chọn ngưỡng:

- Ngưỡng cố định
- Dựa trên histogram



2. 1 PHƯƠNG PHÁP CHỌN NGƯỠNG CỐ ĐỊNH

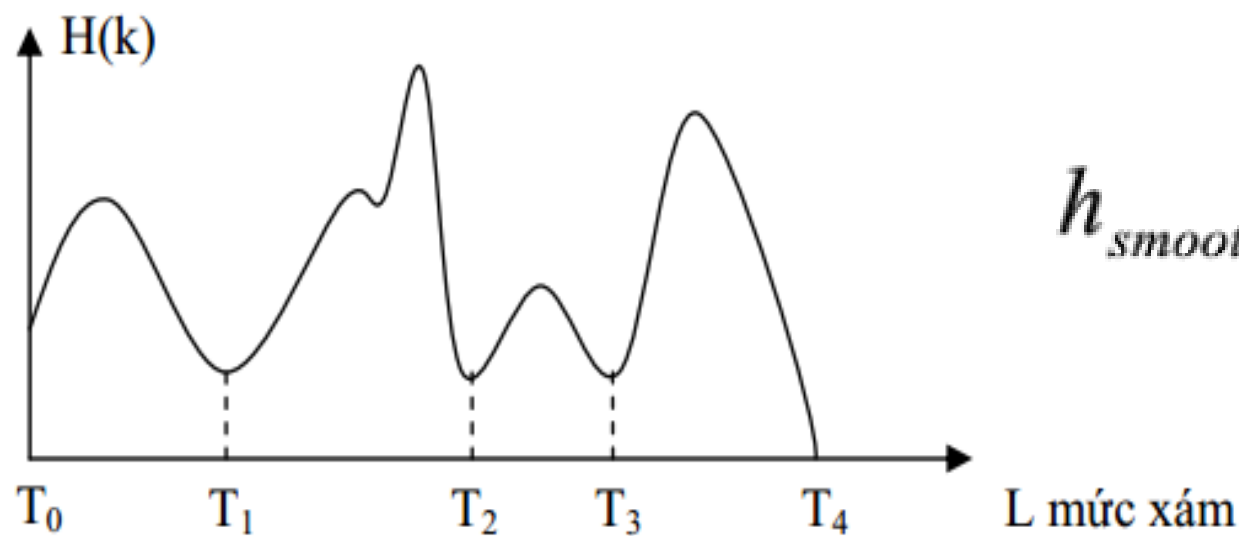
- Chọn ngưỡng độc lập với dữ liệu ảnh
- Ví dụ: đối với các ảnh có độ tương phản khá cao, trong đó các đối tượng cần phân vùng rất tối còn nền gần như là đồng nhất và rất sáng thì việc chọn ngưỡng $T=128$ (xét trên thang độ sáng từ 0 tới 255) là một giá trị chọn khá chính xác.



Tùy vào tính chất ảnh để chọn ngưỡng sao cho ảnh kết quả tốt nhất

2. 2 PHƯƠNG PHÁP CHỌN NGƯỠNG DỰA TRÊN HISTOGRAM

- Phổ biến, nhiều kỹ thuật nhau.
- Để sử dụng kỹ thuật này cần làm trơn ảnh (smooth) để loại bỏ các nhiễu.
- Chú ý: thuật toán làm trơn cần phải cẩn thận, không được làm dịch chuyển các vị trí đỉnh của lược đồ



$$h_{smooth}[b] = \frac{1}{W} \sum_{w=-(W-1)/2}^{(W-1)/2} h_{raw}[b-w] \quad W \text{ lẻ}$$

W thường được chọn là 3 hoặc 5
 $b=0-255$

2. 2 PHƯƠNG PHÁP CHỌN NGƯỠNG DỰA TRÊN HISTOGRAM

- **Thuật toán đẳng hiệu – Isodata:** đây là kỹ thuật chọn ngưỡng theo kiểu lặp do Ridler và Calvard đưa ra.
- **Các bước thực hiện:**
 - Phân đoạn tổ chức đồ thành 2 phần (đối tượng và nền) với một giá trị ngưỡng ban đầu, giá trị ngưỡng khởi động $\theta_o = 2^{B-1}$
 - Tính giá trị trung bình ($m_{f,0}$) của các mức xám ứng với các điểm ảnh trên vật và giá trị trung bình ($m_{b,0}$) của mức xám các điểm ảnh trên nền.

2. 2 PHƯƠNG PHÁP CHỌN NGƯỠNG DỰA TRÊN HISTOGRAM

● Thuật toán đẳng hiệu – Isodata:

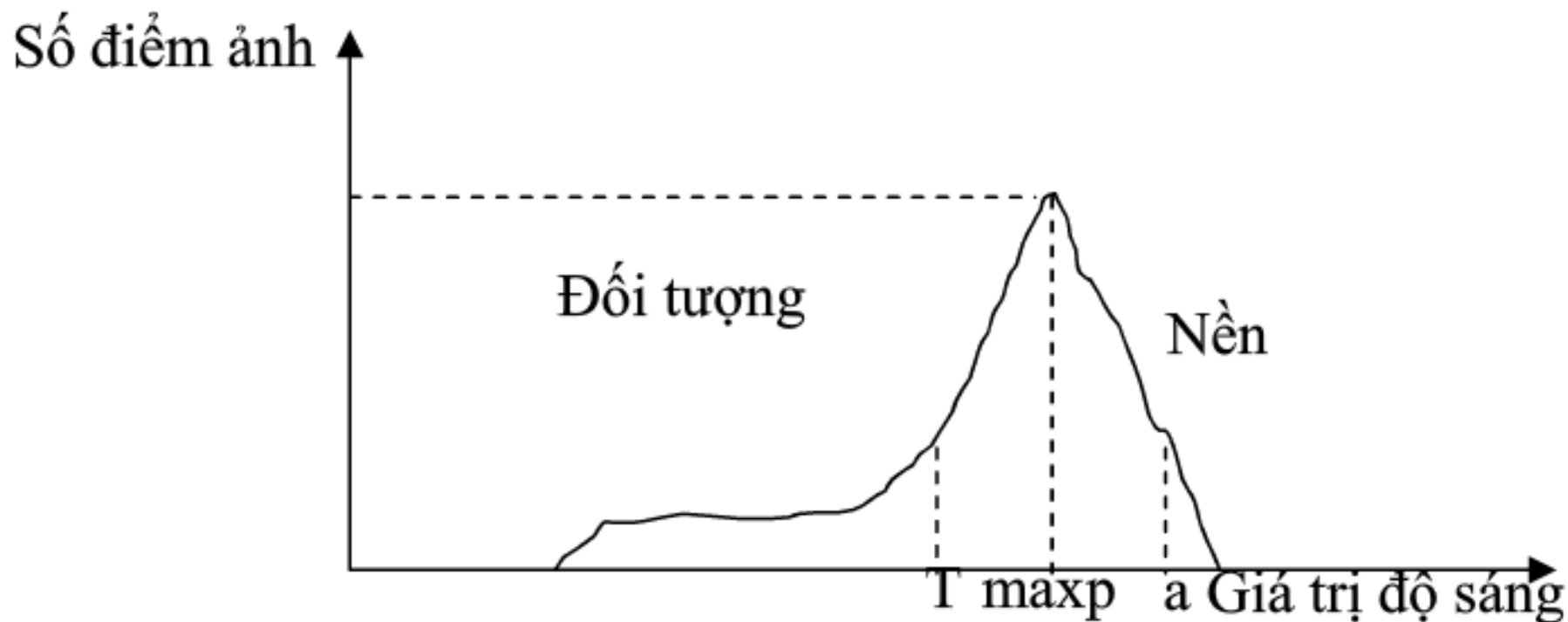
- Một giá trị ngưỡng mới θ_1 được tính bằng trung bình của hai giá trị trung bình mẫu nói trên.

$$\theta_k = \frac{m_{f,k-1} + m_{b,k-1}}{2} \quad \text{với } k = 1, 2, \dots$$

- Kiểm tra θ_0 và θ_1 ,
 - Nếu bằng nhau \rightarrow thuật toán dừng,
 - Nếu không bằng nhau gán $\theta_0 = \theta_1$ ta được một ngưỡng mới, quay về bước 1

2. 2 PHƯƠNG PHÁP CHỌN NGƯỜNG DỰA TRÊN HISTOGRAM

- **Thuật toán đối xứng nền:** Kỹ thuật này dựa trên sự giả định là tồn tại hai đỉnh phân biệt trong tổ chức đồ nằm đối xứng qua *đỉnh có giá trị lớn nhất* trong phần tổ chức đồ thuộc về các điểm ảnh nền



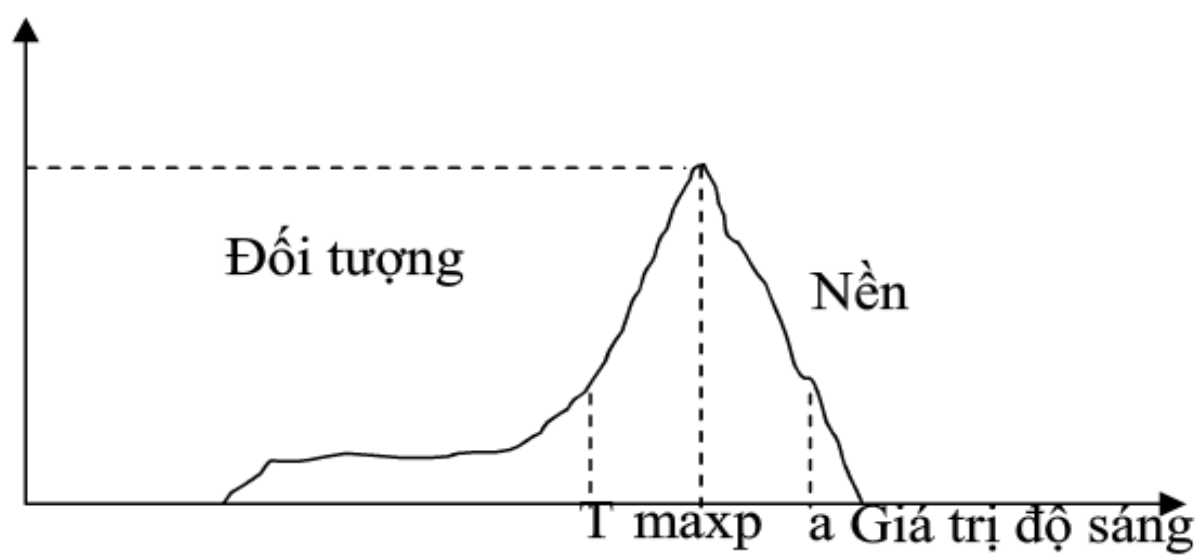
2. 2 PHƯƠNG PHÁP CHỌN NGƯỠNG DỰA TRÊN HISTOGRAM

• Thuật toán đối xứng nền:

- Đỉnh cực đại **maxp** tìm được nhờ tiến hành tìm giá trị cực đại của mức xám trong tổ chức đồ ủa một ảnh $a(m,n)$
- Sau đó thuật toán sẽ áp dụng ở phía không phải là điểm ảnh thuộc đối tượng ứng với giá trị cực đại đó nhằm tìm ra giá trị độ sáng a ứng với giá trị phần trăm $p\%$ mà : $P(a) = p\%$

Trong đó $P(a)$ là
hàm phân phối xác
xuất về độ sáng

Số điểm ảnh



2. 2 PHƯƠNG PHÁP CHỌN NGƯỜNG DỰA TRÊN HISTOGRAM

○ Thuật toán đối xứng nền:

- Định nghĩa: hàm phân phối xác suất về độ sáng $P(a)$ thể hiện xác suất chọn được một giá trị độ sáng từ một vùng ảnh sáng cho trước, sao cho giá trị này không vượt quá giá trị sáng cho trước a . Khi a biến thiên từ $-\infty$ đến $+\infty$, $P(a)$ sẽ nhận các giá trị từ 0 đến 1, $P(a)$ là hàm đơn điệu không giảm theo a
- Hàm mật độ xác suất: $p(a)$

$$p(a)=h(a)/a$$

Trong đó: $h(a)$ là số điểm ảnh có cùng mức xám a

2. 2 PHƯƠNG PHÁP CHỌN NGƯỠNG DỰA TRÊN HISTOGRAM



○ Thuật toán đối xứng nền:

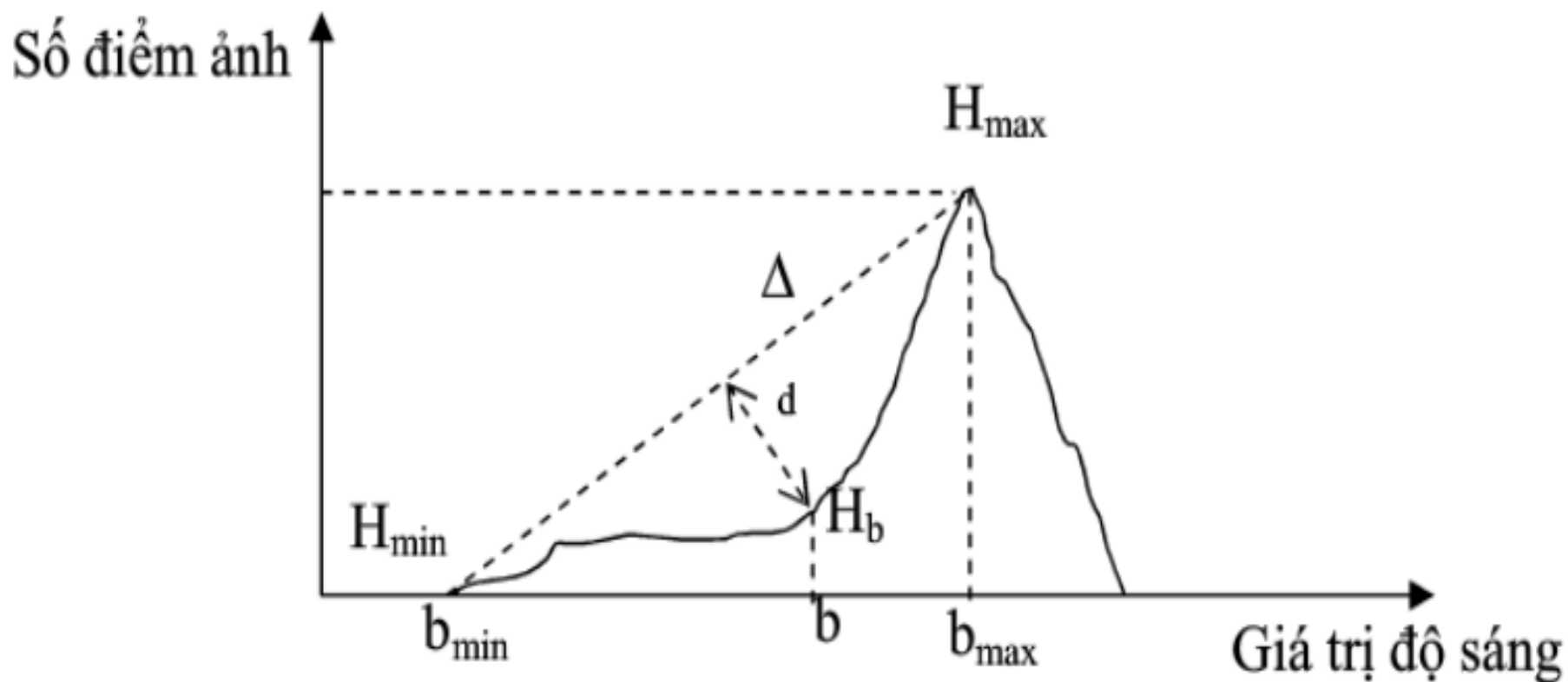
- Giả thiết là ảnh có các đối tượng tối trên nền sáng.
- Giả sử mức là $p(a) = 5\%$ thì có nghĩa là ta phải ở bên phải đỉnh **maxp** một giá trị **a** sao cho $P(a) = 95\%$. Do tính đối xứng đã giả định ở trên, sử dụng độ dịch chuyển về phía trái của điểm cực đại tìm giá trị ngưỡng T:

$$T = \text{maxp} - (a - \text{maxp})$$

- Kỹ thuật này có thể điều chỉnh được để phù hợp với tình huống ảnh có các đối tượng sáng trên một nền tối

2. 2 PHƯƠNG PHÁP CHỌN NGƯỜI DỰA TRÊN HISTOGRAM

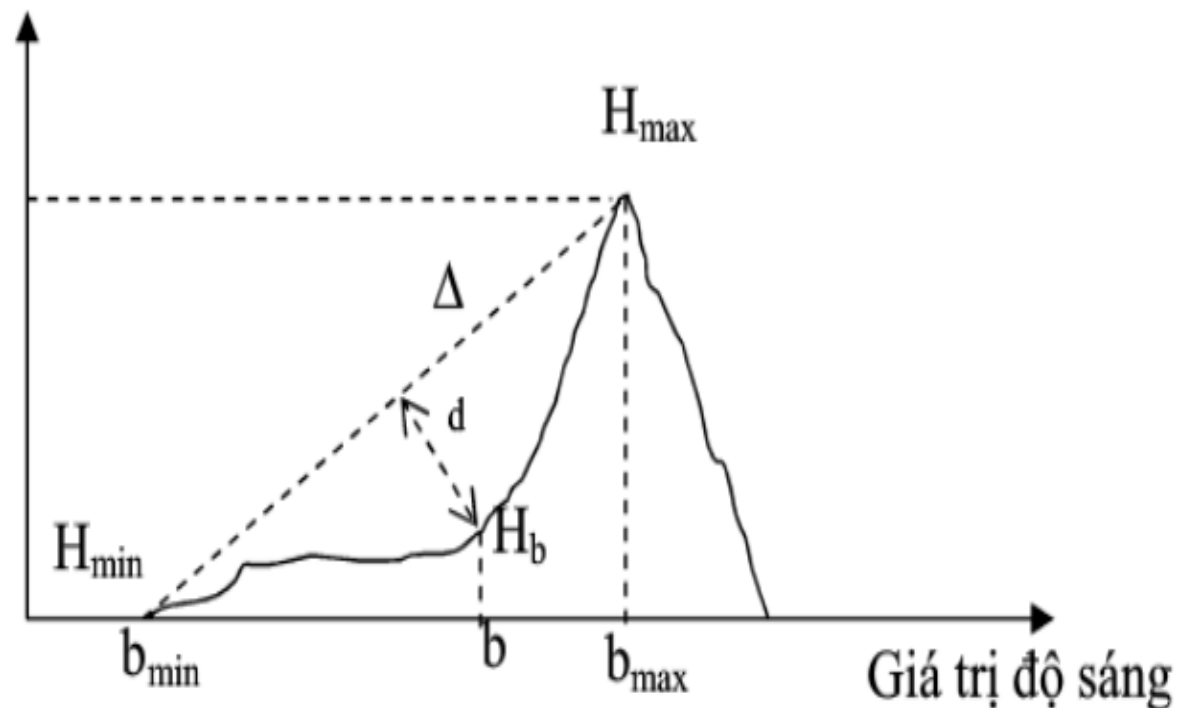
- **Thuật toán tam giác:** Khi một ảnh có các điểm ảnh thuộc đối tượng tạo nên một đỉnh yếu trong lược đồ ảnh thì thuật toán tam giác hoạt động rất hiệu quả. Thuật toán này do Zack đề xuất và được mô tả như sau:



2. 2 PHƯƠNG PHÁP CHỌN NGƯỠNG DỰA TRÊN HISTOGRAM

• Thuật toán tam giác:

- Xây dựng đường thẳng Δ là đường nối 2 điểm (H_{\max}, b_{\max}) và (H_{\min}, b_{\min}) trong đó H_{\max} là điểm trên tổ chức đồ tương ứng với độ sáng lớn nhất b_{\max}
- Tính khoảng cách d từ H_b của tổ chức đồ (ứng với điểm sáng b) đến Δ Trong đó $b \in [b_{\max}, b_{\min}]$
- Chọn ngưỡng $T = \text{Max}\{H_b\}$





2. 2 PHÂN VÙNG ẢNH THEO MIỀN ĐỒNG NHẤT

- Kỹ thuật phân vùng ảnh thành các miền đồng nhất dựa vào các tính chất quan trọng của miền ảnh.
- Việc lựa chọn các tính chất của miền sẽ xác định tiêu chuẩn phân vùng.
- Tính đồng nhất của một miền ảnh là điểm chủ yếu xác định tính hiệu quả của việc phân vùng như sự thuần nhất về mức xám hoặc màu sắc, kết cấu vùng...
- Các phương pháp thường sử dụng:
 - Phương pháp tách cây tứ phân
 - Phương pháp cục bộ
 - Phương pháp tổng hợp

2. 2 PHÂN VÙNG ẢNH THEO MIỀN ĐỒNG NHẤT

○ Phương pháp tách cây tứ phân:

- Về nguyên tắc, phương pháp này kiểm tra tính đúng đắn của tiêu chuẩn đề ra một cách tổng thể trên miền lớn của ảnh. Nếu tiêu chuẩn được thỏa mãn, việc phân vùng coi như kết thúc.
- Trong trường hợp ngược lại, chia miền đang xét thành 4 miền nhỏ hơn. Với mỗi miền nhỏ, áp dụng một cách đệ quy phương pháp trên cho đến khi tất cả các miền đều thỏa mãn điều kiện

2. 2 PHÂN VÙNG ẢNH THEO MIỀN ĐỒNG NHẤT

○ Phương pháp tách cây tứ phân:

Procedure PhanDoan(Mien)

Begin

If miền đang xét không thỏa Then

Begin

Chia miền đang xét thành 4 miền : Z_1, Z_2, Z_3, Z_4

For $i=1$ to 4 do PhanDoan (Z_i)

End

Else exit

End

2. 2 PHÂN VÙNG ẢNH THEO MIỀN ĐỒNG NHẤT

● Phương pháp tách cây tứ phân:

- Tiêu chuẩn xét miền đồng nhất ở đây có thể dựa vào mức xám.
- Ngoài ra, có thể dựa vào độ lệch chuẩn hay độ chênh giữa giá trị mức xám lớn nhất và giá trị mức xám nhỏ nhất.
- Giả sử Max và Min là giá trị mức xám lớn nhất và nhỏ nhất trong miền đang xét.
 - Nếu: $|Max - Min| < T$ (ngưỡng) \rightarrow miền đang xét là đồng nhất.
 - Trường hợp ngược lại, miền đang xét không là miền đồng nhất và sẽ được chia làm 4 phần.

2. 2 PHÂN VÙNG ẢNH THEO MIỀN ĐỒNG NHẤT

○ Phương pháp cục bộ:

- Ý tưởng của phương pháp là xét ảnh từ các miền nhỏ nhất rồi nối chúng lại nếu thỏa mãn tiêu chuẩn để được một miền đồng nhất lớn hơn.
 - Tiếp tục với các miền thu được cho đến khi không thể nối thêm được nữa.
 - Số miền còn lại cho kết quả phân đoạn.
- miền nhỏ nhất của bước xuất phát là *điểm ảnh*

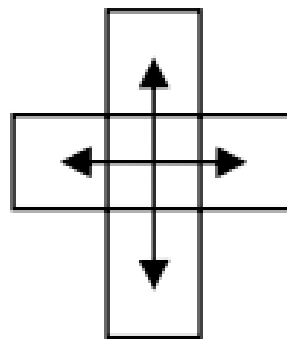
2. 2 PHÂN VÙNG ẢNH THEO MIỀN ĐỒNG NHẤT

● Phương pháp cục bộ:

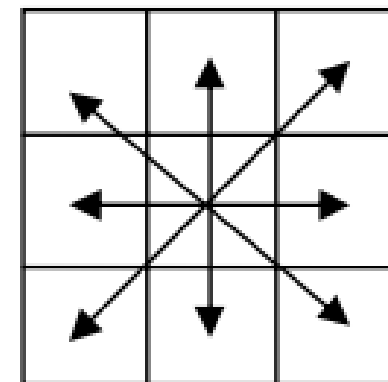
- Điều quan trọng của PP này là nguyên lý nối 2 vùng.
- Việc nối 2 vùng được thực hiện theo nguyên tắc:
 - Hai vùng phải đáp ứng tiêu chuẩn, (cùng màu hay cùng mức xám).
 - Hai vùng phải lân cận nhau

• Khái niệm về lân cận

- Sử dụng thuật toán tô màu (4 liên thông)
- Độ quy cục bộ (8 liên thông)



a) 4 liên thông



b) 8 liên thông

2. 2 PHÂN VÙNG ẢNH THEO MIỀN ĐỒNG NHẤT

● Phương pháp tổng hợp:

- Phương pháp tách cây tứ phân sẽ tạo nên một cấu trúc phân cấp và thiết lập mối quan hệ giữa các vùng. Tuy nhiên, nó thực hiện việc chia quá chi tiết.
- Phương pháp hợp cho phép làm giảm số miền liên thông xuống tối thiểu, nhưng cấu trúc hàng ngang dàn trải, không cho thấy rõ mối liên hệ giữa các miền.

→ Phối hợp cả 2 phương pháp

2. 2 PHÂN VÙNG ẢNH THEO MIỀN ĐỒNG NHẤT

● Phương pháp tổng hợp:

- Dùng phương pháp tách để tạo nên cây tứ phân, phân đoạn theo hướng từ gốc đến lá.
 - Duyệt cây theo chiều ngược lại và hợp các vùng có cùng tiêu chuẩn.
- Phương pháp này thu được một cấu trúc ảnh với các miền liên thông có kích thước tối đa



2. 2 PHÂN VÙNG ẢNH THEO MIỀN ĐỒNG NHẤT

• **Phương pháp tổng hợp:** giải thuật tách gồm hai bước chính

- Bước 1: Kiểm tra tính đồng nhất

- Nếu không thỏa mãn tiêu chuẩn đồng nhất và số điểm trong một vùng nhiều hơn 1, tách vùng ảnh làm 4 miền bằng đệ quy. Nếu kết quả tách xong và không tách được nữa chuyển sang bước 2.
- Nếu tiêu chuẩn đồng nhất thỏa mãn thì tiến hành hợp vùng và cập nhật lại giá trị trung bình của vùng cho vùng này

- Bước 2: Hợp vùng

- Kiểm tra 4 lân cận như đã nêu trên. Có thể có nhiều vùng thỏa mãn. Khi đó, chọn vùng tối ưu nhất rồi tiến hành hợp