

KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN-ĐHKHTN

TRUY VẤN THÔNG TIN THỊ GIÁC

Giảng viên: PGS.TS. Lý Quốc Ngọc
TPHCM, 6-2022



KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

fit@hcmus

TRUY VẤN THÔNG TIN THỊ GIÁC

Bài giảng 4 Đặc trưng cục bộ của ảnh (video)

Giảng viên: PGS.TS. Lý Quốc Ngọc



KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN





fit@hcmus

Đặc trưng cục bộ của ảnh (video)

Nội dung

1. Các bộ dò điểm trọng yếu
2. Các đặc trưng

1. Các bộ dò điểm trọng yếu

-  Harris operator.
-  DOG operator.
-  Harris-Affine , Hessian-Affine operator .
-  Harris3D, Hessian3D

1. 1. Bộ dò Harris

Phương pháp

Cho hàm ảnh I

$$I : [a, b] \times [c, d] \rightarrow \mathbb{R}$$

Cho vectơ dịch chuyển $\vec{s} = (u, v)$,

Tại điểm (x, y) tùy ý thuộc $[a, b] \times [c, d]$, xét một của sổ W có tâm tại (x, y) .

Khi đó, sự thay đổi độ sáng của ảnh I tại điểm (x, y) theo hướng dịch chuyển

$\vec{s} = (u, v)$ được xác định bởi:

$$E(u, v) = \sum_{(x_w, y_w) \in W} w(x_w, y_w) [I(x_w + u, y_w + v) - I(x_w, y_w)]^2 \quad (1) \quad \triangleright.$$

Trong đó:

w : là hàm của sổ. Hàm này có thể là một trong hai dạng:

- Dạng phân bố Gauss. $w(x, y) = g(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$

1. 1. Bộ dò Harris

Xấp xỉ $I(x_w + u, y_w + v)$:

$$I(x_w + u, y_w + v) \cong I(x_w, y_w) + I_x(x_w, y_w)u + I_y(x_w, y_w)v$$

Với:

$I_x = \frac{\partial I}{\partial x}$, $I_y = \frac{\partial I}{\partial y}$ lần lượt là đạo hàm ảnh I theo biến số x và y .

Khi đó (1) trở thành:

$$E(u, v) \cong [u \quad v] \cdot M \cdot \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$$

Với

$$M = \sum_{(x_w, y_w) \in W} w(x_w, y_w) \begin{bmatrix} I_x(x_w, y_w)^2 & I_x(x_w, y_w)I_y(x_w, y_w) \\ I_x(x_w, y_w)I_y(x_w, y_w) & I_y(x_w, y_w)^2 \end{bmatrix}$$

1. 1. Bộ dò Harris

Phương pháp

Chéo hóa ma trận M ta nhận được một hệ cơ sở trực giao gồm hai vectơ riêng là $\{e_1, e_2\}$ ứng với hai giá trị riêng λ_1 và λ_2 .

Ta viết lại như sau:

$$E(u, v) \cong [u \quad v] \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$$

$$E(u, v) \cong \lambda_1 u^2 + \lambda_2 v^2$$

Phương pháp

1. 1. Bộ dò Harris

Ta biện luận ba khả năng có thể xảy ra với các giá trị của λ_1 và λ_2 :

Nếu λ_1 và λ_2 xấp xỉ bằng nhau và có giá trị tương đối nhỏ thì sự thay đổi của $E(u, v)$ là nhỏ và (x, y) là điểm nền.

Nếu λ_1 lớn và λ_2 nhỏ thì sự thay đổi của $E(u, v)$ chỉ phụ thuộc vào λ_1 . Ta kết luận (x, y) là điểm thuộc biên cạnh. Lập luận tương tự cho trường hợp λ_1 nhỏ và λ_2 lớn.

Nếu λ_1 và λ_2 xấp xỉ bằng nhau và tương đối lớn ta sẽ có $E(u, v)$ thay đổi lớn với mọi hướng dịch chuyển $\vec{s} = (u, v)$. Kết luận (x, y) là điểm góc.

1. 2. Bộ dò DOG

Phương pháp

$$L(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) \otimes I(x, y)$$

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(x^2+y^2)/2\sigma^2}$$

$$\sigma \nabla^2 G = \frac{\partial G}{\partial \sigma} \approx \frac{G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)}{k\sigma - \sigma}$$

$$D(x, y, \sigma) = (G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)) \otimes I(x, y)$$

1. 2. Bộ dò DOG

Phương pháp

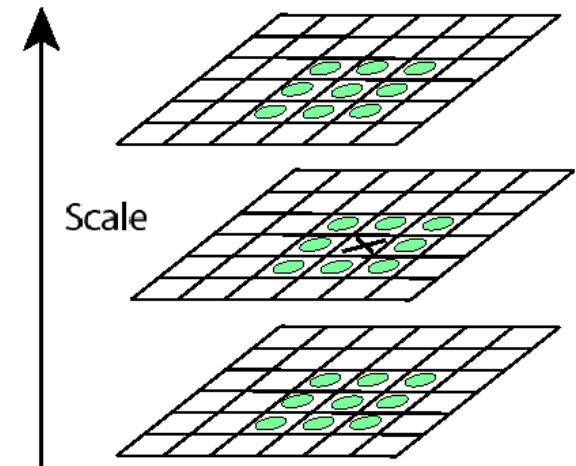
$$D(x^*, y^*, \sigma_i^*) =$$

$$\max \{ D(x + \Delta x_1, y + \Delta y_1, \sigma_i), D(x + \Delta x_2, y + \Delta y_2, \sigma_i) \}$$

với

$$(\Delta x_2, \Delta y_2) \in \Delta = \{ (\Delta x, \Delta y) / \Delta x, \Delta y \in \{-1, 0, 1\} \}$$

$$(\Delta x_1, \Delta y_1) \in \Delta - \{ (0, 0) \}$$



1. 3. Phát hiện điểm trọng yếu

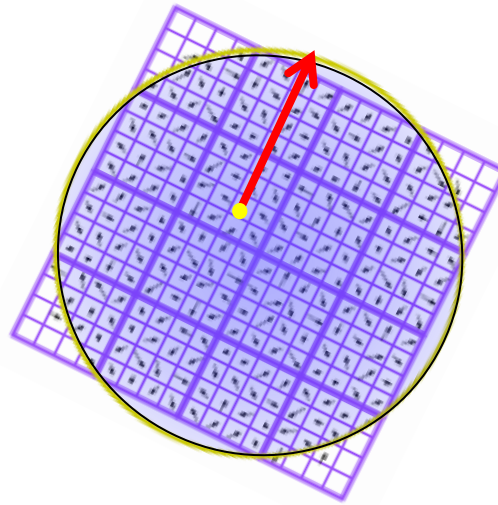
Phương pháp

- Xác định vị trí điểm ứng viên dựa vào **bộ dò DOG**.
- Loại các điểm ứng viên có **độ tương phản thấp**.
- Loại các điểm ứng viên **trên biên cạnh**.

2. Đặc trưng

Phương pháp

- Xác định hướng tại điểm trọng yếu.
- Xác định đặc trưng tại điểm trọng yếu



Vector đặc trưng
(128 tp)

2. Đặc trưng

Phương pháp

- Xác định hướng tại điểm trọng yếu.

$$m(x', y') = \sqrt{(L(x'+1, y') - L(x'-1, y'))^2 + (L(x', y'+1) - L(x', y'-1))^2}$$

$$\theta(x', y') = \tan^{-1} \left(((L(x', y'+1) - L(x', y'-1)) / (L(x'+1, y') - L(x'-1, y'))) \right)$$

$$H_{\alpha} = \sum_{\Delta x = -w/2}^{w/2} \sum_{\Delta y = -h/2}^{h/2} m(x + \Delta x, y + \Delta y) \times G(\Delta x, \Delta y, 1.5\sigma_i)$$

$$H_{\alpha^*} = \max_{0 \leq \alpha \leq 35} \{H_{\alpha}\}$$

$$\{H_{\alpha^{**}}\} = \{H_{\alpha} \geq 80\% H_{\alpha^*}\}$$

=> Hướng của keypiont là α^* và $\{\alpha^{**}\}$

2. Đặc trưng

Phương pháp

- Xác định đặc trưng tại điểm trọng yếu.

Xét **cường độ** và **hướng biến thiên độ xám** tại các pixel trong vùng **16x16** quanh điểm trọng yếu.

Hướng được **tính tương đối** so với **hướng chính**.

2. Đặc trưng

Phương pháp

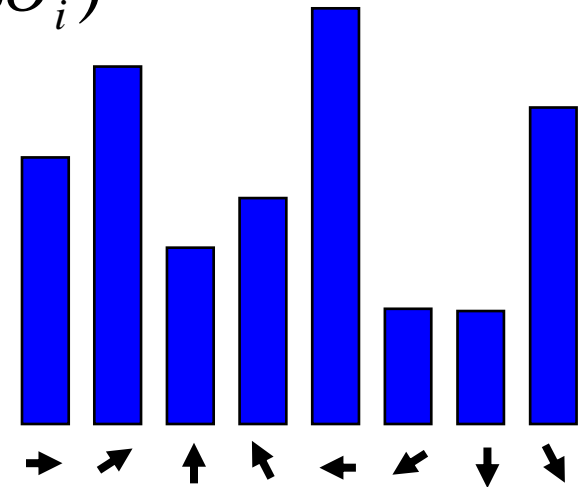
- Xác định đặc trưng tại điểm trọng yếu.
- Vùng khảo sát gồm **4x4 block**, mỗi block gồm **4x4 pixels**.
- Trong mỗi block, xây dựng **histogram có 8 bin** ứng với **8 hướng**.
- **Phần tử thứ i** của histogram chứa **cường độ tích lũy** của **hướng thứ i** .

2. Đặc trưng

Phương pháp

$$H_{i,j} = \sum_{\Delta x, \Delta y \in B_i} m_j(\Delta x, \Delta y) \times G(\delta x, \delta y, 8\sigma_i)$$

$$\theta_j(\Delta x, \Delta y) \in \left[j * \frac{\Pi}{4}, (j+1) * \frac{\Pi}{4} \right]$$



i là số thứ tự của block, có giá trị từ 0 đến 15

j là số thứ tự của bin trong block thứ i , có giá trị từ 0 đến 7

$\delta x, \delta y$ là khoảng cách từ tâm của bộ lọc Gauss ở vị trí (x, y) đếm điểm

$$(\Delta x, \Delta y) \in B_i$$

2. Đặc trưng

Phương pháp

- **Mỗi block** sẽ được biểu diễn bởi **vector đặc trưng 8 thành phần**.

$$B_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{i8}), i = 1, \dots, 16.$$

- **Vector đặc trưng** tại điểm trọng yếu gồm **16 vector block** nối tiếp nhau

$$U = (B_1, B_2, \dots, B_{16})$$

$$= (b_{1-1}, b_{1-2}, \dots, b_{1-8}, b_{2-1}, b_{2-2}, \dots, b_{2-8}, \dots, b_{16-1}, b_{16-2}, \dots, b_{16-8})$$

=> Feature vector
(128)