

Chapitre 3 : détection des points caractéristiques

Chapitre 3 : détection des points caractéristiques

3.1. Introduction

Les points caractéristiques (points d'intérêt) sont définis comme étant des points qui possèdent des caractéristiques qui permettent de les distinguer des autres points de l'image comme par exemple un point fort contraste, les coins.

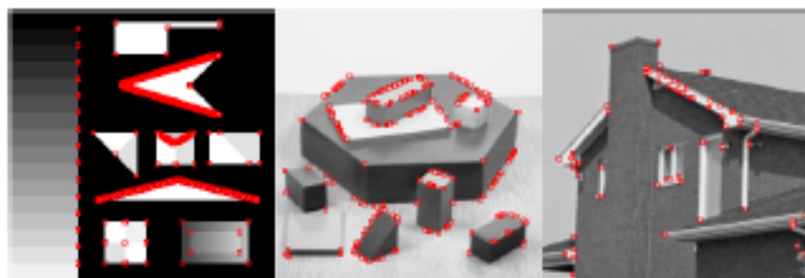


*Différents types de points d'intérêts :
coins, jonction en T et point de fortes variations de texture.*

Application : reconstruction 3D, détection d'objets, indexation, le suivi, ...

Il existe plusieurs approches pour la détection des points caractéristiques, elles peuvent être séparées en 2 catégories :

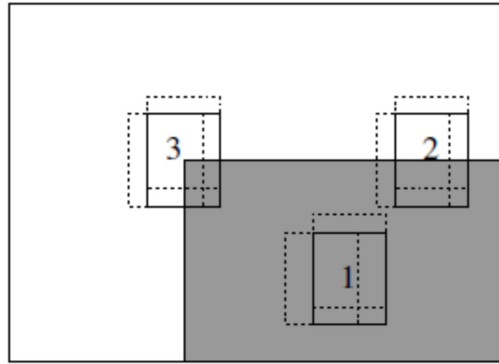
- Des méthodes exploitent les images de contours, elles consistent à parcourir un contour et à détecter les variations de directions du contour. Quand celles-ci sont supérieures à un certain seuil, l'algorithme détecte un angle
- Les autres travaillent directement sur l'image intensité (détecteur de Harris)



3.2. Le détecteur de Harris (1988)

L'idée de ce détecteur est de considérer le voisinage d'un pixel (une fenêtre) et de déterminer les changements moyens de l'intensité dans le voisinage considéré lorsque la fenêtre se déplace dans les diverses directions. On considère 3 cas (voir la figure ci-dessous) :

1. si la région considérée à une intensité approximativement constante, tout déplacement produira un petit changement.
2. Si la région considérée passe un contour, un déplacement le long du contour produira un petit changement mais un déplacement perpendiculairement au contour produira un grand changement
3. si la région considéré par un coin, un déplacement dans n'importe quel sens produira un fort changement



Mathématiquement, on peut définir à partir de l'intensité I des images la fonction de changement produit par un déplacement E

$$E(x, y) = \sum_{u,v} w(u, v) |I(x+u, y+v) - I(u, v)|^2,$$

où :

- w spécifie la fenêtre/voisinage considérée (valeur 1 à l'intérieur de la fenêtre et 0 à l'extérieur);
- $I(u, v)$ est l'intensité au pixel (u, v) ;
- $E(x, y)$ représente la moyenne du changement d'intensité lorsque la fenêtre est déplacée de (x, y) .

On peut développer la fonction E avec la formule de Taylor pour écrire :

$$I(x+u, y+v) = I(u, v) + x \frac{\delta I}{\delta x} + y \frac{\delta I}{\delta y} + o(x^2, y^2).$$

$$E(x, y) = \sum_{u,v} w(u, v) \left[x \frac{\delta I}{\delta x} + y \frac{\delta I}{\delta y} + o(x^2, y^2) \right]^2,$$

Pour les petits déplacements, on peut négliger le terme $o(x^2, y^2)$ d'où

$$E(x, y) = Ax^2 + 2Cxy + By^2.$$

Avec

- $A = \frac{\delta I^2}{\delta x} \otimes w$
- $B = \frac{\delta I^2}{\delta y} \otimes w$
- $C = \left(\frac{\delta I}{\delta x} \frac{\delta I}{\delta y} \right) \otimes w$

Afin de réduire le bruit dans la fenêtre, Harris propose une fenêtre gaussienne

$$w(u, v) = \exp -(u^2 + v^2)/2\sigma^2.$$

Chapitre 3 : détection des points caractéristiques

On peut écrire :

$$E(x, y) = (x, y) \cdot M \cdot (x, y)^t,$$

Avec

$$M = \begin{bmatrix} A & C \\ C & B \end{bmatrix}.$$

La matrice M caractérise le comportement local de la fonction E. les valeurs propres (λ_1 et λ_2) de cette matrice correspondent en effet aux courbures principales associées à E. en revenant aux 3 cas :

1. Si les deux courbures sont faibles valeurs, alors la région considérée a une intensité approximativement constante
2. Si une des courbures sont de très forte valeur alors que l'autre est de faible valeur alors la région contient un contour
3. Si les deux courbures sont de très grandes valeurs, alors l'intensité varie fortement dans toutes les directions, ce qui caractérise un coin

Harris propose une métrique pour détecter au même temps les coins et les contours

$$R = \det(M) - k \text{trace}^2(M)$$

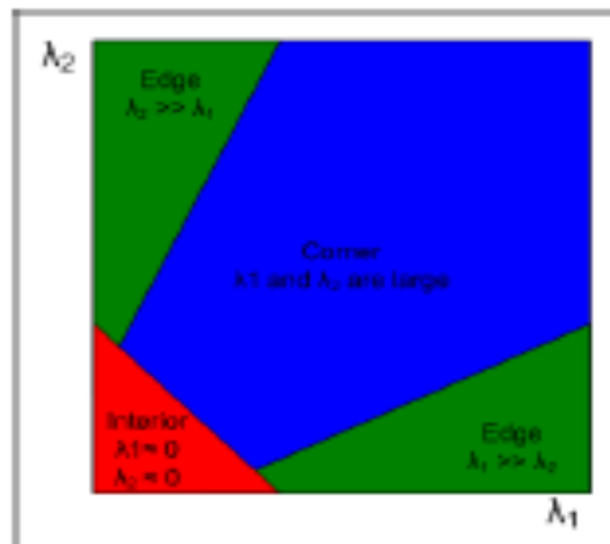
$$\det(M) = AB - C^2 = \lambda_1 \cdot \lambda_2$$

$$\text{trace}(M) = A + B = \lambda_1 + \lambda_2$$

Et $k=cte$ ($k=0.04$ empiriquement)

Les valeurs de R sont positives au voisinage d'un coin, négatives au voisinage d'un contour et faible dans une région d'intensité constante

Coins/ points d'intérêt= max locaux de R)



3.3. Autres détecteurs

Il existe plusieurs autres détecteurs : SIFT, SURF,.... Le but du détecteurs SIFT (*scale invariant feature transformation*) est de localiser des points clés avec un vecteur descripteur afin de pouvoir caractériser un objet et être capable de le reconnaître en comparant les caractéristiques (128) des points trouvés à une

Chapitre 3 : détection des points caractéristiques

base de données. Un autre objectif est également de résoudre le problème du changement d'échelle qui pose généralement des difficultés aux autres détecteurs.

