

Transformée de Hough

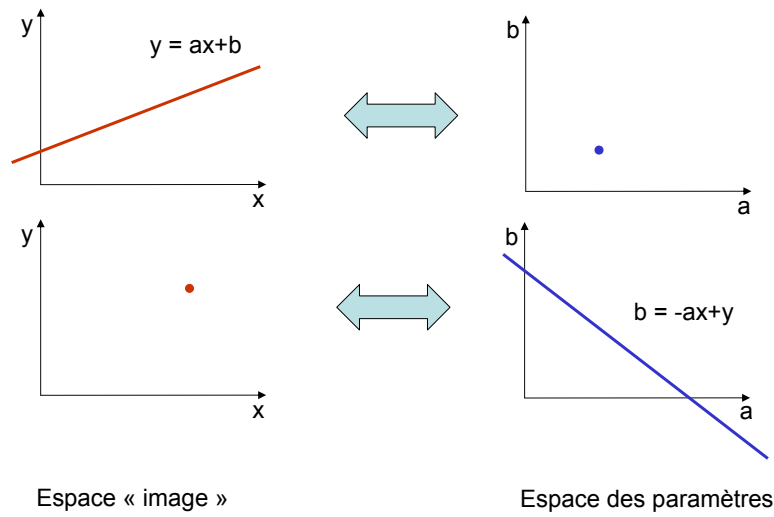
Basile Graf, Christophe Espic

Prof. Jean-Philippe Thiran

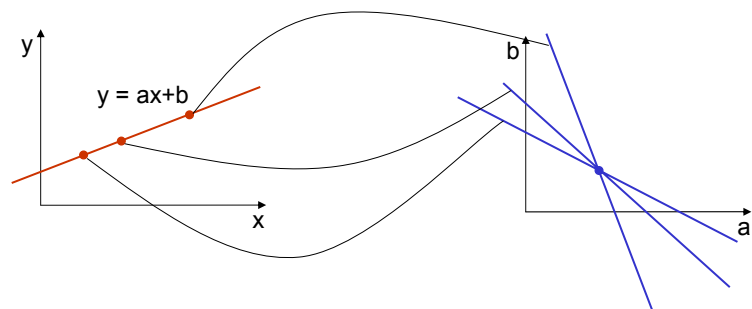
Introduction

- La transformée de Hough, utilisée en segmentation d'images, permet de détecter des objets bien précis dans une image.
- Bonne insensibilité au bruit
- Elle permet de détecter des objets partiellement recouverts

Principe Détection de droites (1)



Principe Détection de droites (2)



Les images de tous les points d'une droite se coupent en (a, b) dans le domaine de Hough

Méthode

Détection de droites (3)

1. Appliquer une détection de contours
2. Discrétiser le plan des paramètres (a,b)
3. Initialiser un accumulateur
4. Pour chaque point sur un contour :
 1. Déterminer sa droite image dans l'espace des paramètres
 2. Incrémenter l'accumulateur sur les points de cette droite
5. Recherche de maxima → paramètres

Exemple

Détection de droites

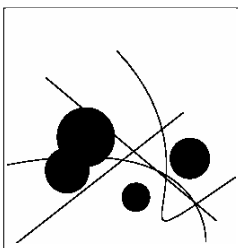
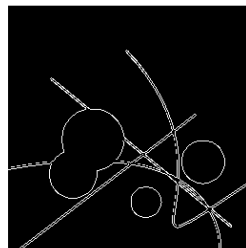
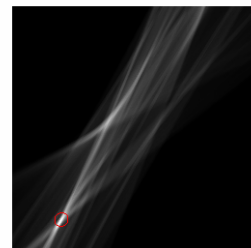


Image originale



Détection de contours
(MATLAB: edge)



Transformée de Hough
Recherche de maximum



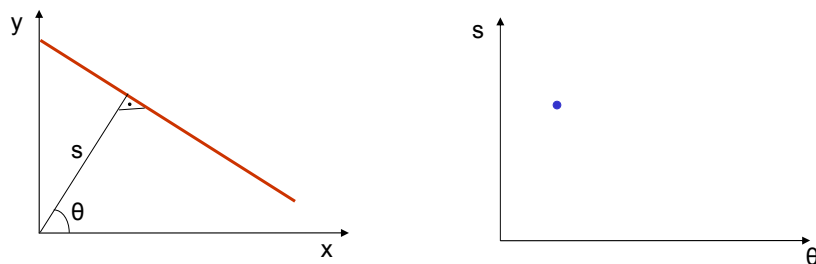
Le max correspond aux paramètres (a,b) de la droite

Défauts

Paramétrisation

- L'espace des paramètres doit être borné et discrétisé dans une implémentation réelle
- => Une droite verticale ne peut pas être représentée ($a=\infty$)
- => Autre paramétrisation que $y=ax+b$

Espace (s, θ)

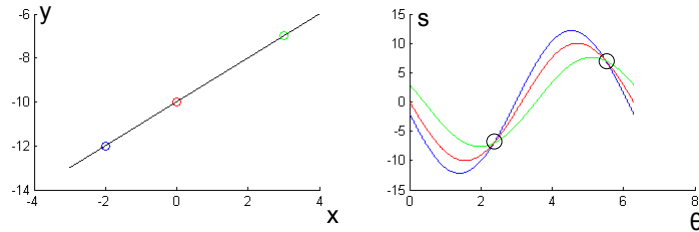


$$x = s \cos(\theta)$$

$$y = s \sin(\theta)$$

$$x \cos(\theta) + y \sin(\theta) - s = 0$$

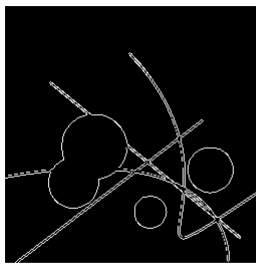
Espace (s, θ)



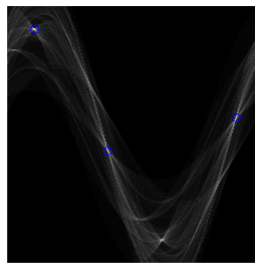
$$(x_1, y_1) \longrightarrow s = x_1 \cos(\theta) + y_1 \sin(\theta)$$

Les sinusoides correspondant aux points d'une même droite se coupent au point (s, θ) paramétrisant cette droite

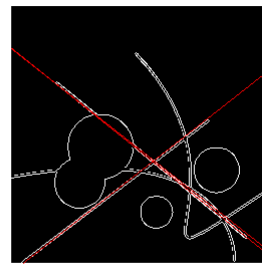
Exemple (s, θ)



Détection de bords



Transformée de Hough (s, θ)
Maxima locaux

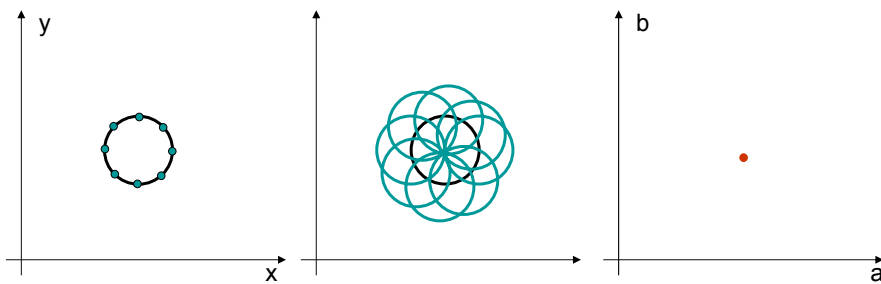


Droites correspondantes

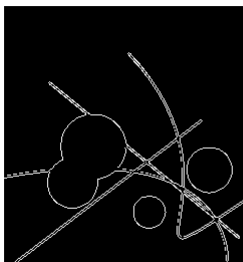
Détection de cercles de rayon R

La paramétrisation d'un cercle de centre (a,b) et de rayon R peut être donnée par

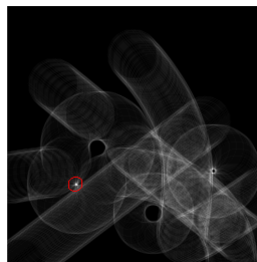
$$(x-a)^2 + (y-b)^2 - R^2 = 0$$



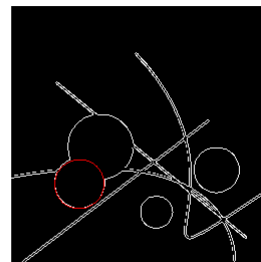
Exemple



Détection de bords



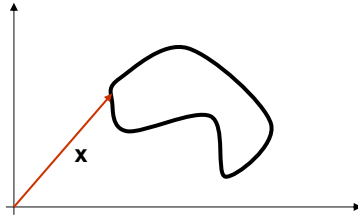
Transformée de Hough (a,b)
Maxima locaux



Cercle
correspondant

Généralisation

Détection d'autres types de courbes



Paramétrisation: $f(\mathbf{x}, \mathbf{a}) = 0 \quad \forall \mathbf{x} \in \text{la courbe}$

La dimension de l'accumulateur (espace des paramètres)
est $\dim(\mathbf{a})$

Algorithme

- Détection de bords
- Pour chaque point appartenant à un bord, calculer $f(\mathbf{x}_i, \mathbf{a})$ et incrémenter l'accumulateur en \mathbf{a}_j lorsque $|f(\mathbf{x}_i, \mathbf{a}_j)| < \varepsilon$
- Recherche des maxima locaux de l'accumulateur

=> Paramétrisation des courbes recherchées

Inconvénients

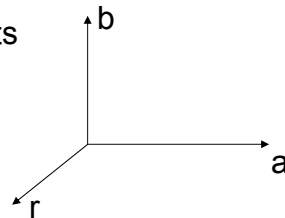
La dimension du domaine transformé est égal aux nombres de paramètres nécessaires pour décrire la courbe

=> Le temps de calcul et la mémoire utilisée deviennent vite conséquents

Exemple: Cercles de rayons différents

$$f(\mathbf{x}, \mathbf{a}) = (x-a)^2 + (y-b)^2 - r^2$$

$$\mathbf{x} = (x, y) \quad \mathbf{a} = (a, b, r)$$



Conclusion

- La transformée de Hough est utile pour la détection de contours descriptibles par peu de paramètres (2, voire 3)
- Elle est robuste (bruit, occlusions)
- On peut envisager des algorithmes plus efficaces (multirésolution dans l'espace des paramètres)