La transformée de Hough



La transformée de Hough

Technique de reconnaissance de primitives géométriques simples (cercles, droites, ...)

La transformée de Hough

Technique de reconnaissance de primitives géométriques simples (cercles, droites, ...)

Image

La transformée de Hough

Technique de reconnaissance de primitives géométriques simples (cercles, droites, . . .)



La transformée de Hough

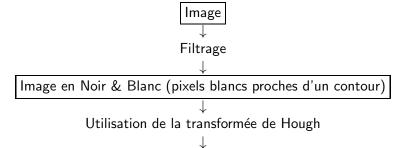
Technique de reconnaissance de primitives géométriques simples (cercles, droites, . . .)



Image en Noir & Blanc (pixels blancs proches d'un contour)

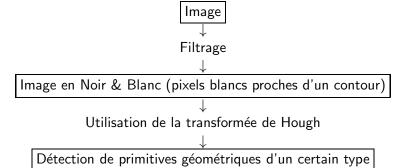
La transformée de Hough

Technique de reconnaissance de primitives géométriques simples (cercles, droites, . . .)



La transformée de Hough

Technique de reconnaissance de primitives géométriques simples (cercles, droites, . . .)



La transformée de Hough



La transformée de Hough

Exemple 1 - Détection de cercles



Image initiale

La transformée de Hough

Exemple 1 - Détection de cercles

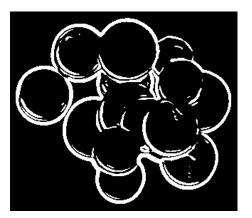
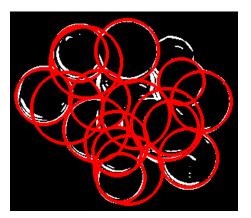


Image filtrée

La transformée de Hough

Exemple 1 - Détection de cercles



Cercles détectés

La transformée de Hough

Exemple 2 - Détection de droites

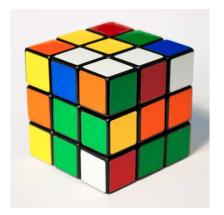


Image initiale

La transformée de Hough

Exemple 2 - Détection de droites

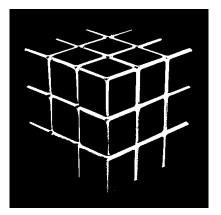
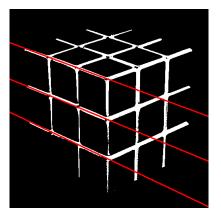


Image filtrée

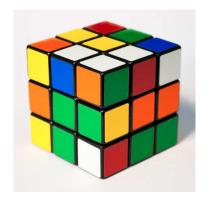
La transformée de Hough

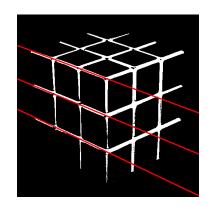
Exemple 2 - Détection de droites



Droites détectées

Analyse - détection de contour





Equation d'une droite



Equation d'une droite

Droite \mathcal{D} du plan définie par deux paramètres θ et α :



Equation d'une droite

Droite ${\mathcal D}$ du plan définie par deux paramètres θ et α :

$$\mathcal{D} = \mathcal{D}(\theta, \alpha) = \{(x, y), -\sin(\theta) x + \cos(\theta) y = \alpha\}$$

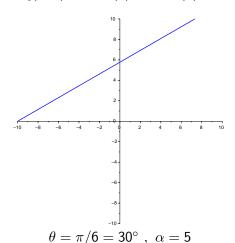
Détection de droite par transformée de Hough Exemples de droites

Détection de droite par transformée de Hough Exemples de droites

$$\mathcal{D} = \{(x, y), -\sin(\theta) x + \cos(\theta) y = \alpha\}$$

Exemples de droites

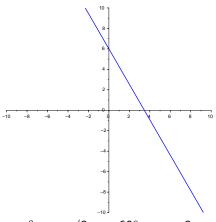
$$\mathcal{D} = \{(x, y), -\sin(\theta) x + \cos(\theta) y = \alpha\}$$



- 4 ロ ト 4 部 ト 4 恵 ト 4 恵 ト 9 Q Q

Exemples de droites

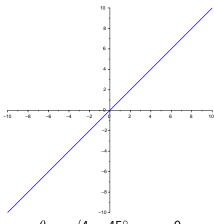
$$\mathcal{D} = \{(x, y), -\sin(\theta) x + \cos(\theta) y = \alpha\}$$



 $\theta = -\pi/3 = -60^{\circ}$, $\alpha = 3$

Exemples de droites

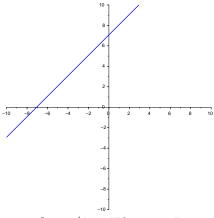
$$\mathcal{D} = \{(x, y), -\sin(\theta) x + \cos(\theta) y = \alpha\}$$



 $\theta = \pi/4 = 45^{\circ} \; , \; \alpha = 0$

Exemples de droites

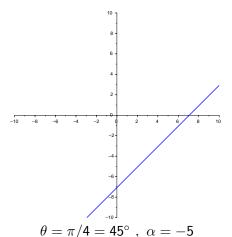
$$\mathcal{D} = \{(x, y), -\sin(\theta) x + \cos(\theta) y = \alpha\}$$



 $\theta = \pi/4 = 45^{\circ}$, $\alpha = 5$

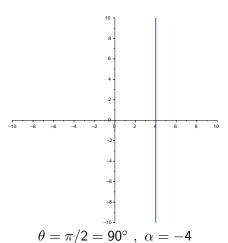
Exemples de droites

$$\mathcal{D} = \{(x, y), -\sin(\theta) x + \cos(\theta) y = \alpha\}$$



Exemples de droites

$$\mathcal{D} = \{(x, y), -\sin(\theta) x + \cos(\theta) y = \alpha\}$$



Exemples de droites

$$\mathcal{D} = \{(x, y), -\sin(\theta) x + \cos(\theta) y = \alpha\}$$

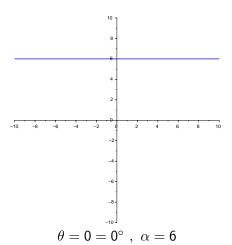


Image en noir & blanc avec pixel blanc appartenant à un contour à détecter



Image en noir & blanc avec pixel blanc appartenant à un contour à détecter

Pour un pixel (x,y), considérer l'ensemble des droites $\mathcal{D}(\theta,\alpha)$ passant par le point (x,y)

Image en noir & blanc avec pixel blanc appartenant à un contour à détecter

Pour un pixel (x,y), considérer l'ensemble des droites $\mathcal{D}(\theta,\alpha)$ passant par le point (x,y)

Transformée de Hough du point (x,y) : ensembles des points (θ,α) tels que

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

Image en noir & blanc avec pixel blanc appartenant à un contour à détecter

Pour un pixel (x,y), considérer l'ensemble des droites $\mathcal{D}(\theta,\alpha)$ passant par le point (x,y)

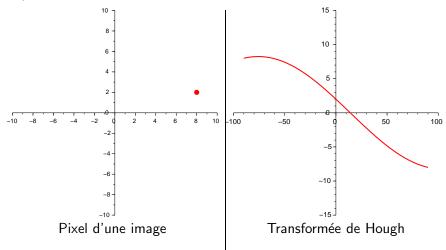
Transformée de Hough du point (x,y) : ensembles des points (θ,α) tels que

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

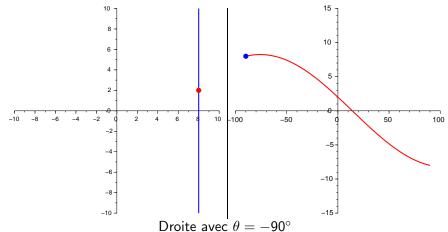
Représentation dans le plan de la *Transformée de Hough* : courbe sinusoïdale

→ロト ◆部 ト ◆ 恵 ト ◆ 恵 ・ 釣りで

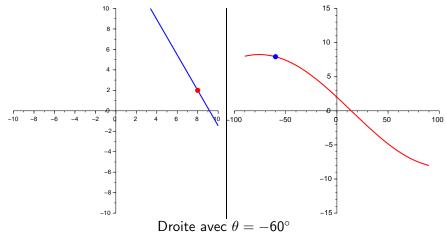
Principe



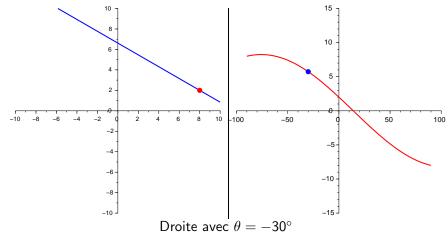
Principe



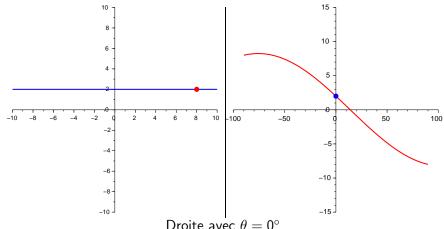
Principe

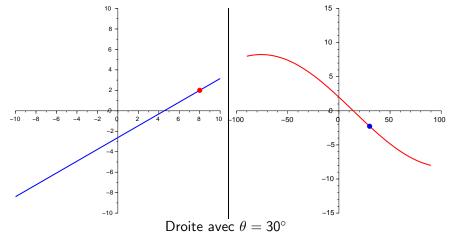


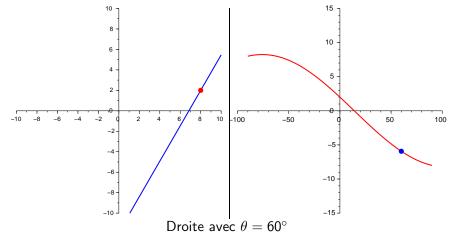
Principe

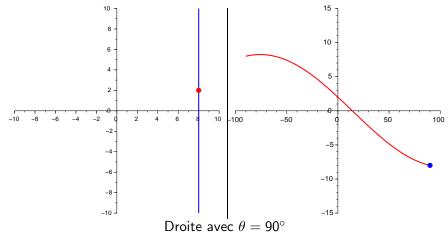


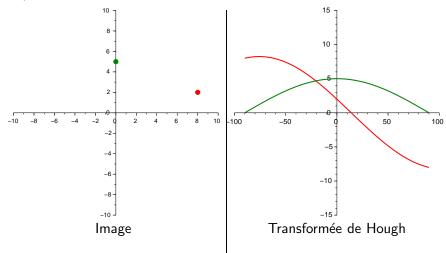
- 4 ロ ト 4 昼 ト 4 昼 ト - 夏 - 夕 Q @

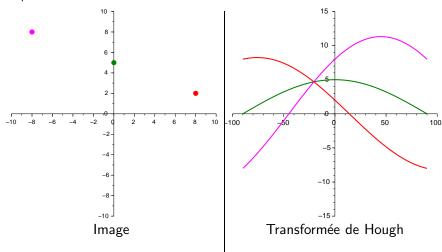


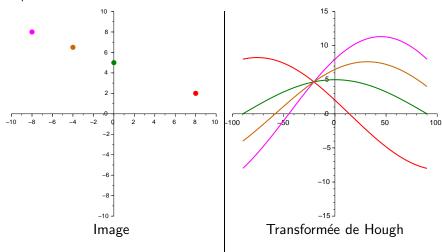


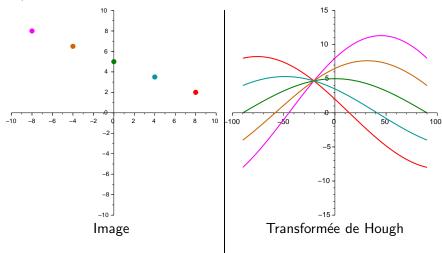


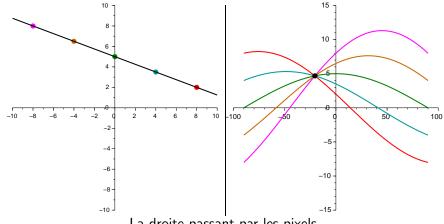












La droite passant par les pixels

1) on peut se limiter à $\theta \in [0,\pi]$ ou $\theta \in [-\pi/2,\pi/2]$



1) on peut se limiter à $\theta \in [0,\pi]$ ou $\theta \in [-\pi/2,\pi/2]$

$$\mathcal{D}(\theta + 2\pi, \alpha) = \mathcal{D}(\theta, \alpha) :$$

$$-\sin(\theta + 2\pi) x + \cos(\theta + 2\pi) y = -\sin(\theta) x + \cos(\theta) y = \alpha$$

1) on peut se limiter à $\theta \in [0,\pi]$ ou $\theta \in [-\pi/2,\pi/2]$

$$\mathcal{D}(\theta + 2\pi, \alpha) = \mathcal{D}(\theta, \alpha) :$$

$$-\sin(\theta + 2\pi) x + \cos(\theta + 2\pi) y = -\sin(\theta) x + \cos(\theta) y = \alpha$$

$$\mathcal{D}(\theta + \pi, \alpha) = \mathcal{D}(\theta, -\alpha) :$$

$$-\sin(\theta + \pi) x + \cos(\theta + \pi) y = +\sin(\theta) x - \cos(\theta) y = -\alpha$$

2) pour une image de dimensions $L \times H$,

2) pour une image de dimensions $L \times H$, on peut se limiter à $\alpha \in [-D/2, D/2]$ avec $D = \sqrt{L^2 + H^2}$

2) pour une image de dimensions $L \times H$, on peut se limiter à $\alpha \in [-D/2, D/2]$ avec $D = \sqrt{L^2 + H^2}$ pour un pixel d'indices (X, Y) avec $0 \le X < L$ et $0 \le Y < H$,

2) pour une image de dimensions $L \times H$,

on peut se limiter à $\alpha \in [-D/2, D/2]$ avec $D = \sqrt{L^2 + H^2}$ pour un pixel d'indices (X, Y) avec $0 \le X < L$ et $0 \le Y < H$, considérer le point (x, y) = (X - L/2, Y - H/2) $(\Rightarrow -L/2 \le x \le L/2)$ et (x, y) = (x - L/2, Y - H/2)

2) pour une image de dimensions $L \times H$, on peut se limiter à $\alpha \in [-D/2, D/2]$ avec $D = \sqrt{L^2 + H^2}$ pour un pixel d'indices (X, Y) avec $0 \le X < L$ et $0 \le Y < H$, considérer le point (x, y) = (X - L/2, Y - H/2) $(\Rightarrow -L/2 \le x < L/2 \text{ et } -H/2 \le Y < H/2)$ $|\alpha| = |-\sin(\theta) x + \cos(\theta) y|$

◆ロト ◆部ト ◆恵ト ◆恵ト ■ から○

2) pour une image de dimensions $L \times H$, on peut se limiter à $\alpha \in [-D/2, D/2]$ avec $D = \sqrt{L^2 + H^2}$ pour un pixel d'indices (X,Y) avec $0 \le X < L$ et $0 \le Y < H$, considérer le point (x,y) = (X-L/2,Y-H/2) $(\Rightarrow -L/2 \le x < L/2 \text{ et } -H/2 \le Y < H/2)$ $|\alpha| = |-\sin(\theta) x + \cos(\theta) y|$ = distance du point-origine (0,0) à la droite $\mathcal{D}(\theta,\alpha)$

2) pour une image de dimensions $L \times H$, on peut se limiter à $\alpha \in [-D/2, D/2]$ avec $D = \sqrt{L^2 + H^2}$ pour un pixel d'indices (X, Y) avec $0 \le X < L$ et $0 \le Y < H$, considérer le point (x, y) = (X - L/2, Y - H/2) $(\Rightarrow -L/2 \le x < L/2 \text{ et } -H/2 \le Y < H/2)$ $|\alpha| = |-\sin(\theta) \ x + \cos(\theta) \ y|$ = distance du point-origine (0, 0) à la droite $\mathcal{D}(\theta, \alpha)$ \le distance entre les points (0, 0) et $(x, y) \le D/2$

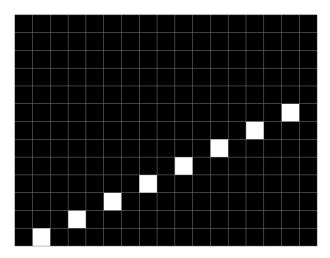
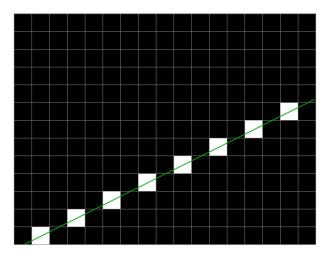


Image filtrée avec pixels blancs proches d'un contour

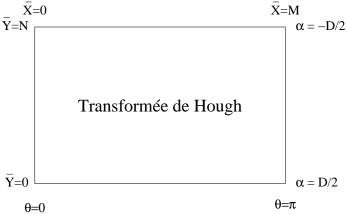


Retrouver la droite approchant les pixels



Transformée de Hough : rectangle des points (θ, α) avec $\theta \in [0, \pi]$ et $\alpha \in [-D/2, D/2]$

Transformée de Hough : rectangle des points (θ, α) avec $\theta \in [0, \pi]$ et $\alpha \in [-D/2, D/2]$



Transformée de Hough : rectangle des points (θ, α) avec $\theta \in [0, \pi]$ et $\alpha \in [-D/2, D/2]$

ightarrow tableau $T(\bar{X},\bar{Y})$ de dimensions M imes N avec

$$\left(\theta = \frac{\pi \bar{X}}{M} \; , \; \alpha = \frac{D\bar{Y}}{N} - \frac{D}{2}\right) \iff \left(\bar{X} = \frac{M\theta}{\pi} \; , \; \bar{Y} = \frac{N(\alpha + D/2)}{D}\right)$$

Transformée de Hough : rectangle des points (θ, α) avec $\theta \in [0, \pi]$ et $\alpha \in [-D/2, D/2]$

ightarrow tableau $T(\bar{X},\bar{Y})$ de dimensions M imes N avec

$$\left(\theta = \frac{\pi \bar{X}}{M} , \ \alpha = \frac{D\bar{Y}}{N} - \frac{D}{2}\right) \iff \left(\bar{X} = \frac{M\theta}{\pi} , \ \bar{Y} = \frac{N(\alpha + D/2)}{D}\right)$$

Initialiser le tableau avec des valeurs nulles,

Transformée de Hough : rectangle des points (θ, α) avec $\theta \in [0, \pi]$ et $\alpha \in [-D/2, D/2]$

ightarrow tableau $T(\bar{X},\bar{Y})$ de dimensions M imes N avec

$$\left(\theta = \frac{\pi \bar{X}}{M} , \ \alpha = \frac{D\bar{Y}}{N} - \frac{D}{2}\right) \iff \left(\bar{X} = \frac{M\theta}{\pi} , \ \bar{Y} = \frac{N(\alpha + D/2)}{D}\right)$$

Initialiser le tableau avec des valeurs nulles, et pour chaque pixel blanc (x,y) de l'image I, accumuler dans le tableau T la courbe correspondante à (x,y)

Transformée de Hough : rectangle des points (θ, α) avec $\theta \in [0, \pi]$ et $\alpha \in [-D/2, D/2]$

 \rightarrow tableau $T(\bar{X}, \bar{Y})$ de dimensions $M \times N$ avec

$$\left(\theta = \frac{\pi \bar{X}}{M} , \ \alpha = \frac{D\bar{Y}}{N} - \frac{D}{2}\right) \iff \left(\bar{X} = \frac{M\theta}{\pi} , \ \bar{Y} = \frac{N(\alpha + D/2)}{D}\right)$$

Initialiser le tableau avec des valeurs nulles, et pour chaque pixel blanc (x,y) de l'image I, accumuler dans le tableau T la courbe correspondante à (x,y)

droite à détecter : point d'accumulation (maximum local) dans T

| ◆日 ▶ ◆昼 ▶ ◆ 昼 ▶ ○ 夏 | りへで

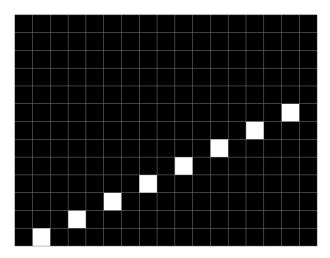
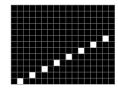


Image avec 8 pixels blancs proche d'une droite



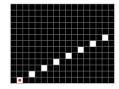
Principe

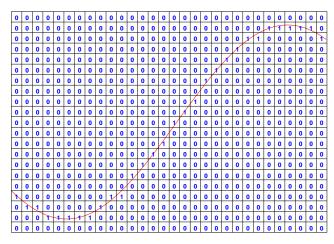


0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ī
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ī
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ī
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ī
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ī
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ī
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ι
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ī
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ī
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ι
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ι
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Γ

Initialisation de la transformée de Hough \mathcal{TH}

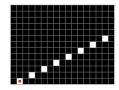
Principe

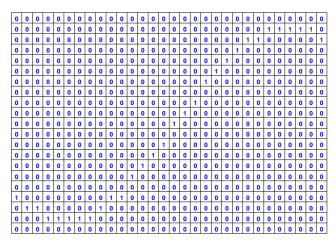




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 1

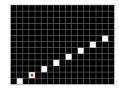
Principe

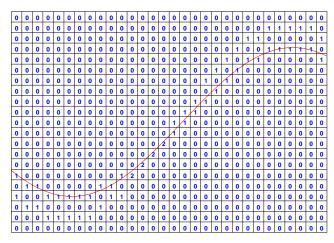




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n $^\circ$ 1

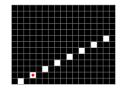
Principe

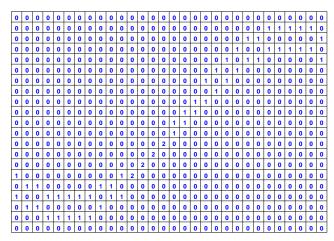




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 2

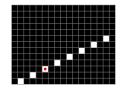
Principe

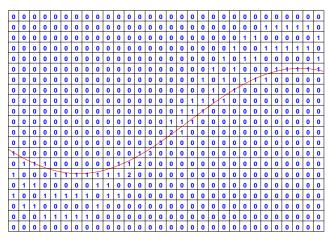




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 2

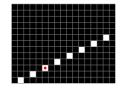
Principe

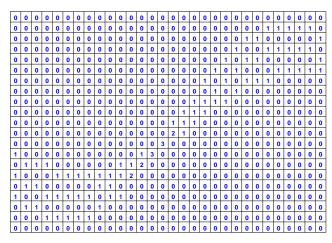




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 3

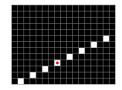
Principe

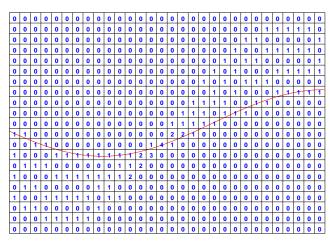




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 3

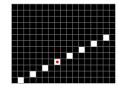
Principe

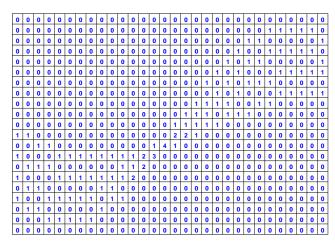




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 4

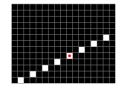
Principe

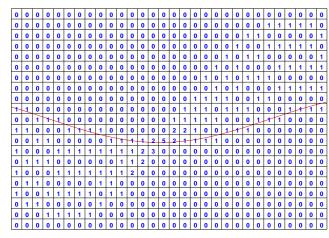




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 4

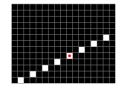
Principe

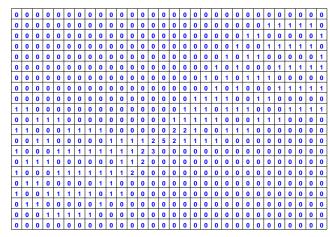




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 5

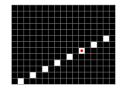
Principe

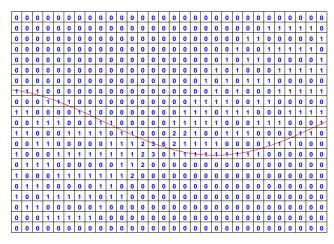




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 5

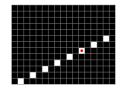
Principe

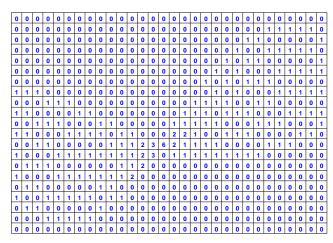




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 6

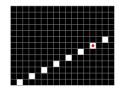
Principe

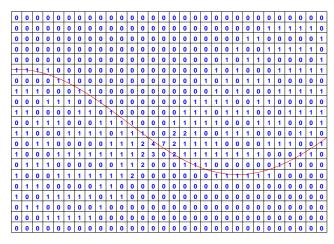




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 6

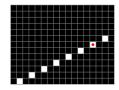
Principe

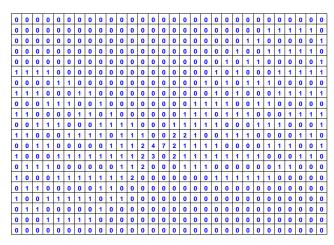




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 7

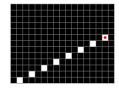
Principe

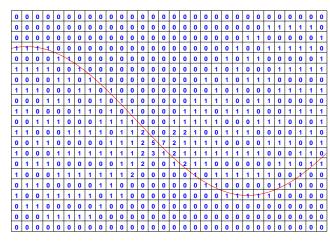




Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 7

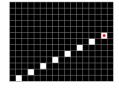
Principe





Ajout de la courbe correspondant au pixel blanc n° 8

Principe

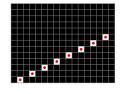


0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	
1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	
0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	
1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	
0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	
1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	
0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	
1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0	0	2	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	
0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	2	5	7	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	l
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	l
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	ļ
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	ļ
0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	ļ
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	ļ
0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ļ
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ļ
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ı

Transformée de Hough finale



Principe

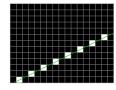


_					_												_				_					_			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	7
+	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4	1	1	1	0
0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	1	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/	0	7	0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0/	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	0	1	7	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	0	0	7	7	1	1	0	0	0	1/	7	1	1	1	0	0	0	1	4	1	0	0	0	1
7	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0	0/	1/2	2	1	0	0	1	4	1	0	0	0	0	1	1	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	2	199		2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	18	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	2	4	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
$\sqrt{}$	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2/	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
X	0	0	1	+	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	4	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
_	_		•							_					_		_			_									_

Transformée de Hough finale



Principe



0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0	0	2	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	2	5	7	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Maximum local → droite dans l'image

Détection de droite par transformée de Hough L'algorithme



Détection de droite par transformée de Hough L'algorithme

Données:

- I: image noir et blanc de dimensions L × H
 (avec pixels blancs proches de segments de droites)
- M, N : dimensions souhaitées pour la transformée de Hough

```
// (1) - calcul de la transformée de Hough D \leftarrow \sqrt{L^2 + H^2} T \leftarrow \text{image\_type\_reel} de dimensions M \times N et valeurs égales à 0.0 pour_tout pixel I(X,Y) égal à Blanc faire x \leftarrow X - L/2, y \leftarrow Y - H/2 // ajouter la courbe correspondant à (x,y) dans le tableau T \vdots fin_pour
```

```
// ajouter la courbe correspondant à (x, y) dans le tableau T
// version 1
pour \bar{X} de 0 a M-1 faire
    \alpha \leftarrow -x\sin(\theta) + y\cos(\theta)
     ar{Y} \leftarrow \operatorname{arrondi}(ar{y}) \ T(ar{X}, ar{Y}) \leftarrow T(ar{X}, ar{Y}) + 1
fin_pour
```

```
// ajouter la courbe correspondant à (x, y) dans le tableau T
// version 2
pour \bar{X} de 0 a M-1 faire
     \alpha \leftarrow -x\sin(\theta) + y\cos(\theta)
       ar{Y} \leftarrow \operatorname{arrondi\_inferieur}(ar{y}), dy \leftarrow ar{y} - ar{Y}
T(ar{X}, ar{Y}) \leftarrow T(ar{X}, ar{Y}) + 1 - dy
T(ar{X}, ar{Y} + 1) \leftarrow T(ar{X}, ar{Y} + 1) + dy
fin_pour
```

```
// (2) - normalisation de T
v_{max} \leftarrow \max(T)
pour_tout indice (\bar{X}, \bar{Y}) de T faire
T(\bar{X}, \bar{Y}) \leftarrow \frac{T(\bar{X}, \bar{Y})}{v_{max}}
fin_pour
// les valeurs de T sont entre 0.0 et 1.0
```

L'algorithme

Une fois T calculée et normalisée, rechercher les maxima locaux de T (\bar{X}, \bar{Y}) est un maximum local de T :

$$T(\bar{X}, \bar{Y}) = \max_{-d \le i, j \le d} T(\bar{X} + i, \bar{Y} + j)$$

avec d distance de voisinage (entier strictement positif) fixé à l'avance

L'algorithme

Une fois T calculée et normalisée, rechercher les maxima locaux de T (\bar{X}, \bar{Y}) est un maximum local de T:

$$T(\bar{X}, \bar{Y}) = \max_{-d \le i, j \le d} T(\bar{X} + i, \bar{Y} + j)$$

avec d distance de voisinage (entier strictement positif) fixé à l'avance

• maximum local (\bar{X}, \bar{Y}) de T $\rightarrow \theta = \frac{\bar{X}\pi}{M}$ et $\alpha = \frac{D\bar{Y}}{M} - \frac{D}{2}$ \rightarrow droite $\mathcal{D}(\theta, \alpha)$

L'algorithme

Une fois T calculée et normalisée, rechercher les maxima locaux de T (\bar{X}, \bar{Y}) est un maximum local de T :

$$T(\bar{X}, \bar{Y}) = \max_{-d \le i, j \le d} T(\bar{X} + i, \bar{Y} + j)$$

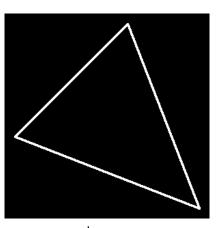
avec d distance de voisinage (entier strictement positif) fixé à l'avance

- maximum local (\bar{X}, \bar{Y}) de T $\rightarrow \theta = \frac{\bar{X}\pi}{M} \text{ et } \alpha = \frac{D\bar{Y}}{N} \frac{D}{2}$ $\rightarrow \text{ droite } \mathcal{D}(\theta, \alpha)$
- ne considérer que les maxima locaux supérieurs à un seuil s fixé à l'avance (0 $\leq s \leq$ 1)

→ロト → □ ト → 三 ト ○ □ ・ ○ ○ ○ ○

Détection de droite par transformée de Hough Un exemple

Détection de droite par transformée de Hough Un exemple

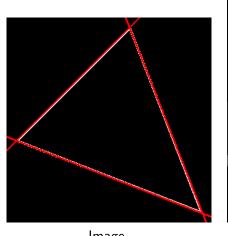


Image

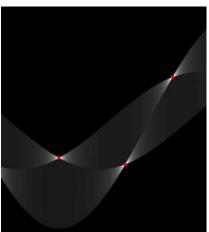


Transformée de Hough

Détection de droite par transformée de Hough Un exemple



Image



Transformée de Hough

Analyse - détection de contour

2015/2016