

Images Numériques

2022-2023
N. VINCENT

1

Utilisation

- Reconnaissance de formes
- Reconstruction possible
- Analyse de texture

Images - 2022/2023

2

2

Propriété des moments

- Invariance
 - Par translation
 - Par rotation
 - Par changement d'échelle
- L'invariance s'obtient par combinaison de moments
- Calculs de proche en proche

Images - 2022/2023

3

3

Moments

- Autant de moments que de familles de fonctions

– Moments géométriques

Correspondent aux fonctions de base

$$(x, y) \rightarrow x^p y^q$$

$$m_{pq} = \sum_{M \in I} x^p y^q f(x, y)$$

– Centre de Gravité $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}} \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$

– Moments orthogonaux

Images - 2022/2023

4

Moments géométriques centrés

$$\begin{aligned}\mu_{00} &= M_{00}, \\ \mu_{01} &= 0, \\ \mu_{10} &= 0, \\ \mu_{11} &= M_{11} - \bar{x}M_{01} = M_{11} - \bar{y}M_{10}, \\ \mu_{20} &= M_{20} - \bar{x}M_{10}, \\ \mu_{02} &= M_{02} - \bar{y}M_{01}, \\ \mu_{21} &= M_{21} - 2\bar{x}M_{11} - \bar{y}M_{20} + 2\bar{x}^2M_{01}, \\ \mu_{12} &= M_{12} - 2\bar{y}M_{11} - \bar{x}M_{02} + 2\bar{y}^2M_{10}, \\ \mu_{30} &= M_{30} - 3\bar{x}M_{20} + 2\bar{x}^2M_{10}, \\ \mu_{03} &= M_{03} - 3\bar{y}M_{02} + 2\bar{y}^2M_{01}.\end{aligned}$$

Images - 2022/2023

5

5

Moments géométriques

- Invariance à la translation
 - moments centrés

• Invariance à l'échelle $\eta_{ij} = \frac{\mu_{ij}}{\mu_{00}^{1+\frac{i+j}{2}}}$

- Invariance à la rotation

$$I_1 = \eta_{20} + \eta_{02}$$

$$I_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2$$

$$I_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2$$

$$I_4 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2$$

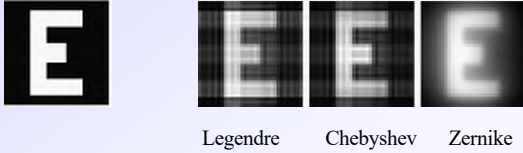
$$I_5 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2]$$

$$I_6 = (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03})$$

6

Reconstruction

- Reconnaissance de formes
- Reconstruction possible
- Analyse de texture



Images - 2022/2023

7

7

Reconnaissance de chiffres

- Détection de contour par filtre de Roberts
- Suppression des composantes 8 connexes petites
- Enveloppe convexe comme elt à reconnaître
- Centrer un disque
- Calculer les moments (Zernike – Fourier Mellin)

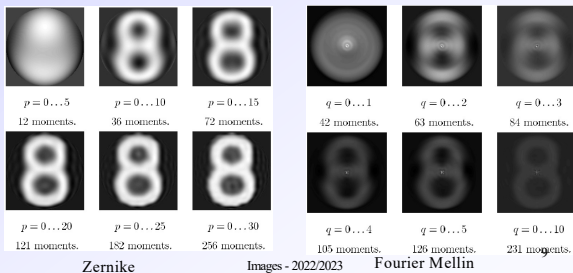


Images - 2022/2023

8

Choix du nombre de moments

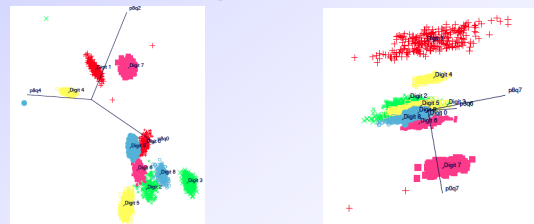
- Par la qualité de la reconstruction
 - Visuellement
 - Structurellement



Images - 2022/2023

9

Séparabilité



- Outliers
- Modèles gaussiens

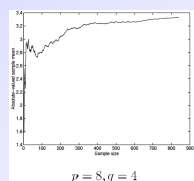
Images - 2022/2023

10

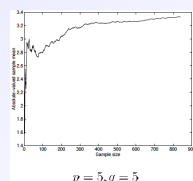
10

Apprentissage - Reconnaissance

- Modèles gaussiens
 - Moyenne et variance
 - Ensemble d'apprentissage
- Distance
 - Euclidienne
 - De Mahanalobis



Zernike, moyenne d'un moment relatif au chiffre 0



Fourier Mellin
Moyenne 0

Images - 2022/2023

11

11

Reconnaissance - comparaison

- Images bruitées
 - Bruit additif gaussien moyenne nulle
 - Flou de mouvement
 - Flou de défocalisation et sel et poivre additif
 - Flou gaussien et sel et poivre additif



G : géométrique
C : Chebychev
L : Legendre

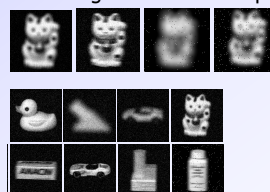


Table 2. The recognition rates of the GMI, CMI and LMI in object recognition

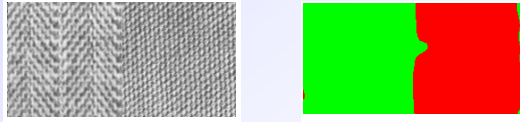
	GMI	CMI	LMI
Noise-free	100%	100%	100%
Additive white noise with STD=8	78.33%	80%	96.25%
Additive white noise with STD=16	68.36%	62.71%	83.96%
Additive white noise with STD=25	60.42%	50.62%	74.79%
Additive salt-and-pepper noise with noise density = 0.01	87.29%	76.46%	97.08%
Additive salt-and-pepper noise with noise density = 0.02	73.33%	64.38%	85.83%
Additive salt-and-pepper noise with noise density = 0.03	68.13%	56.46%	79.37%
Additive multiplicative noise with noise density = 0.1	100%	99.17%	100%
Additive multiplicative noise with noise density = 0.3	96.25%	87.92%	99.38%
Additive multiplicative noise with noise density = 0.5	90%	81.88%	95.63%
Computation time	9.42s	44.14s	9.80s

GMI : 18 ; CMI ; LMI : ordre 7
Images - 2022/2023

12

Segmentation de texture

- Le principe
 - Décomposer l'image en imagerie
 - Calculer les moments sur chaque imagerie
 - Sans apprentissage : Faire une classification
 - Avec apprentissage : Faire une reconnaissance



- Les difficultés
 - Taille des imagerie
 - Nombre de moments calculés

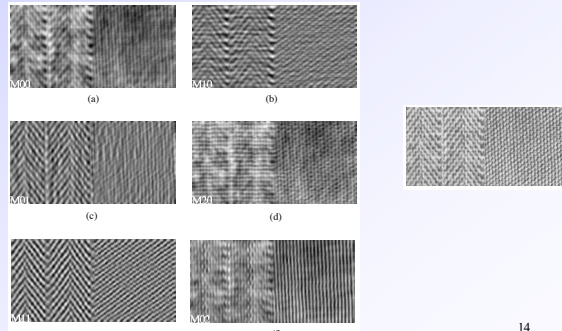
Images - 2022/2023

13

13

Segmentation de texture

- Les premiers moments

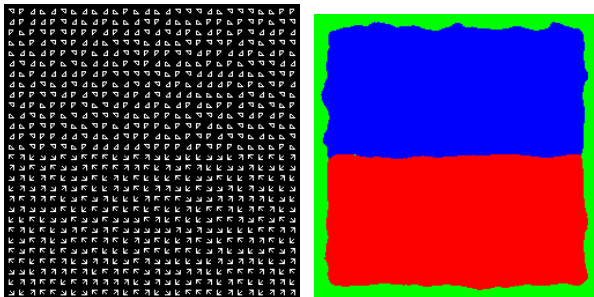


Images - 2022/2023

14

14

Segmentation de textures



2 textures qui ont les mêmes statistiques d'ordre 2

Images - 2022/2023

15

15

Calcul des moments

- Pour une forme X

Moment d'ordre p,q
$$m_{pq} = \sum_{M \in X} x^p y^q$$

Moment centré, invariant par translation

$$M_{pq} = \sum_{M \in X} (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q$$

Centre de gravité, inertie

Images - 2022/2023

16

16

Transformée de Radon

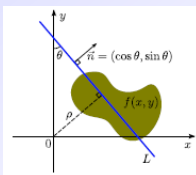
- f associée à une image
- (θ, ρ) associé à une droite

$$R_f(\theta, \rho) = \int_{L(\theta, \rho)} f(x, y) dx dy = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x, y) \delta(\rho - x \cos \theta - y \sin \theta) dx dy$$

Pour une forme binaire

$$f(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \in D \\ 0 & \text{if } x \notin D \end{cases}$$

Robuste au bruit



Images - 2022/2023

17

17

Propriétés de la transformée de Radon

- Linéarité $R_{f+g}(\theta, \rho) = R_f(\theta, \rho) + R_g(\theta, \rho)$
- Périodicité $R_f(\theta, \rho) = R_f(\theta + 2k\pi, \rho)$
- Semi-symétrie $R_f(\theta, \rho) = R_f(\theta - \pi, -\rho)$
- Translation de vecteur (x_0, y_0)

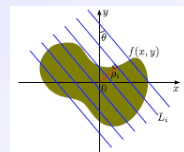
$$R_f(\theta, \rho) \rightarrow R_f(\theta, \rho - x_0 \cos \theta - y_0 \sin \theta)$$

- Rotation d'angle de mesure θ_0

$$R_f(\theta, \rho) \rightarrow R_f(\theta + \theta_0, \rho)$$

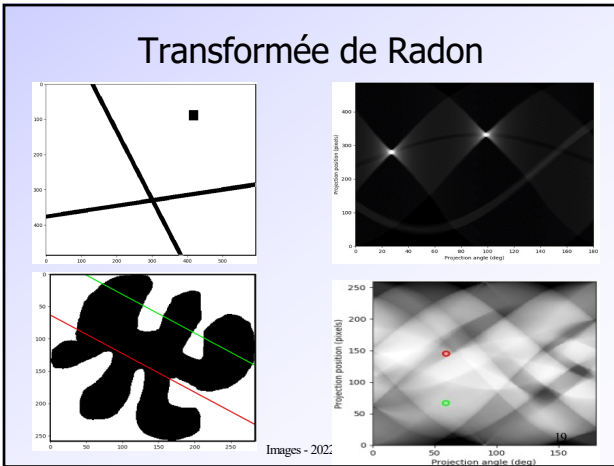
- Changement d'échelle d'un facteur q

$$R_f(\theta, \rho) \rightarrow \frac{1}{\alpha} R_f(\theta, \alpha \rho)$$

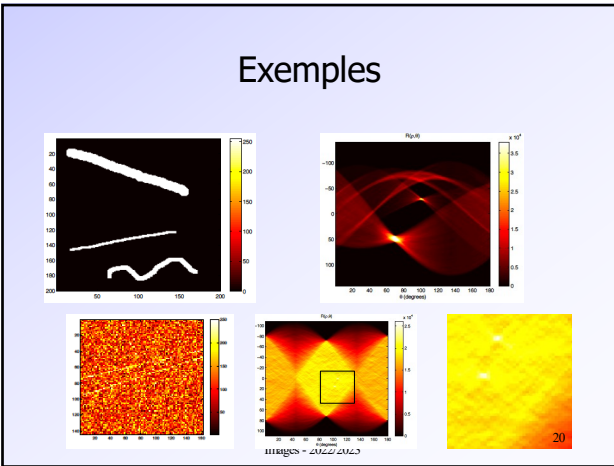


Images - 2022/2023

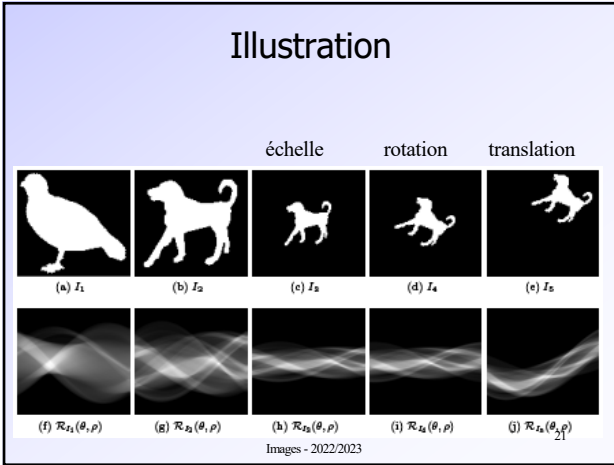
18



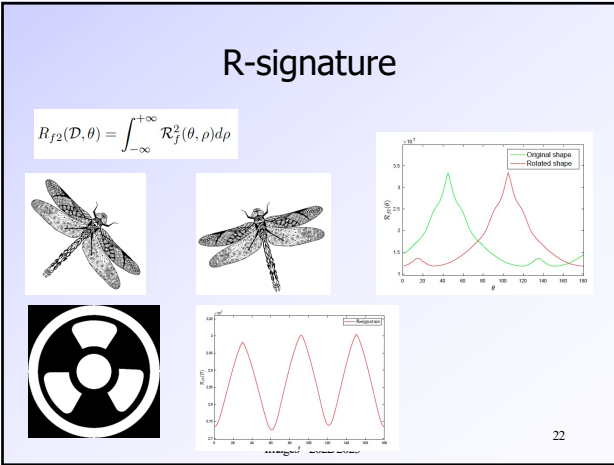
19



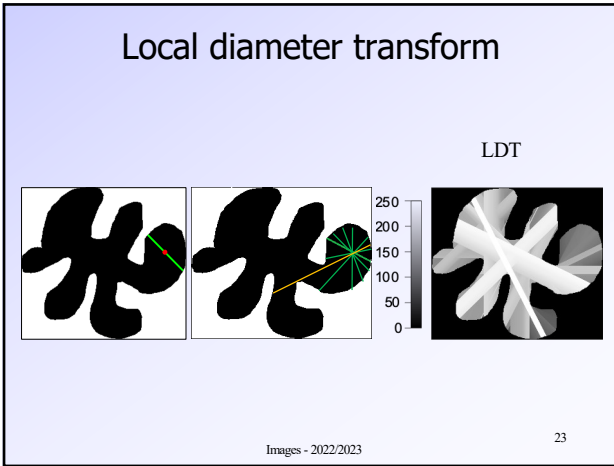
20



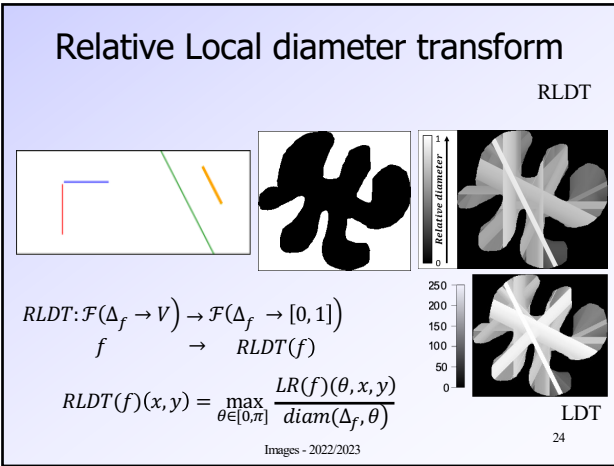
21



22



23




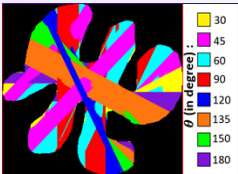
24

Local orientation transform

$$LOT: \mathcal{F}(\Delta_f \rightarrow V) \rightarrow \mathcal{F}(\Delta_f \rightarrow [0, 1])$$

$$f \rightarrow LOT(f)$$


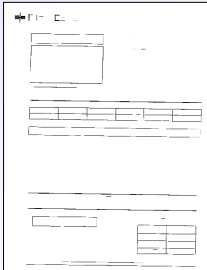
$$LOT(f)(x, y) = \arg \max_{\theta \in [0, \pi]} LR(f)(\theta, x, y)$$

Images - 2022/2023

25

LDT et application

Images - 2022/2023

26