

# Analyse de Textures

## Problème d'une définition:

- Concept intuitif
- Pas de définition formelle, universelle

## 2 idées générales :

- Variation des niveaux de gris entre pixels voisins (inhomogénéité à l'échelle de la résolution de l'image)
- Homogénéité à une échelle plus grande que la résolution

## Analogie avec le système visuel humain:

- Zone d'intensité non uniforme mais perçue comme une région homogène

## Deux grands courants

Modèle stochastique :

- Une texture est la réalisation d'un champ aléatoire
- structure spatiale  $\rightarrow$  corrélation.

Modèle structurel :

- Une texture consiste en la répétition plus ou moins aléatoire (périodique) d'un motif
- Taille du motif  $\rightarrow$  micro-macro textures.

## 5 grands types de méthodes pour l'analyse de textures

- Méthodes structurelles-géométriques
- Méthodes de filtrage
- Méthodes fondées sur un modèle
- Méthodes mixtes

# Méthodes géométriques

Texture = ensemble d'éléments de bases appelés textons

organisation des textons par des règles de placements.

Exemples:

1) Zucker:

- Texture idéale : primitives régulières disposées régulièrement
- Représentation par un graphe
- Transformation déterministe ou aléatoire du graphe
- Texture distordue : image correspondant au graphe transformé

2) Fu:

Représentation de la texture par une grammaire d'arbre

Subdivision hiérarchique de l'image.

A chaque nœud de l'arbre est associé une primitive

3) Modèles de mosaïques

# Méthodes de filtrage

système visuel humain : décomposition de l'image en versions filtrées.

Bancs de filtres sélectifs en orientation, en fréquence et en échelle.

Exemples :

- 1) Filtres de Gabor
- 2) Filtres en ondelettes
- 3) Morphologie mathématiques (granulométrie,...)

# Méthodes fondées sur un modèle

Signal représenté par un modèle

Textures caractérisées par les paramètres du modèle

Plus que par le modèle, les différentes méthodes se distinguent par la façon dont sont estimés les paramètres.

Exemples :

- 1) Modèles Autorégressifs
- 2) Champs de Markov
- 3) Modèle de Wold
- 4) Modèle fractal et multifractal

# Transformée de Fourier

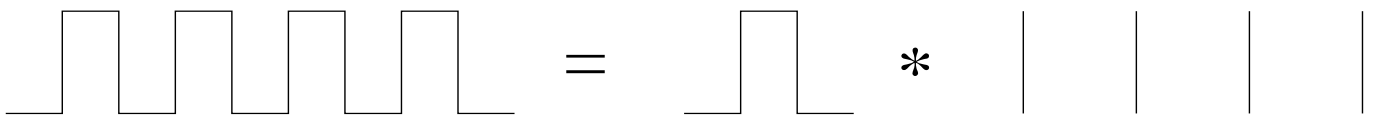
$$TF(u, v) = \int \int f(x, y) \exp -2\pi i(ux + vy) dx dy$$


⇒ représentation fréquentielle

Spectre:

$$|TF(u, v)|^2$$

⇒ Analyse des périodicités





## Matrices de cooccurrence

Estimation des probabilités jointes de deux pixels.

Paramètre: un vecteur de déplacement.

$$COOC_{(x,y)} = \hat{f}((i, j), (i + x, j + y))$$

$COOC_{(x,y)}$  est une matrice  $NG \times NG$  ( $NG$  : nombre de niveaux de gris)

$$COOC_{(x,y)}(u, v) \propto \text{card} \{(i, j) : f(i, j) = u, f(i + x, j + y) = v\}$$

Pour rendre la matrice symétrique:

$$COOC_{(x,y)} = \frac{1}{2} \left( \hat{f}((i, j), (i + x, j + y)) + \hat{f}((i, j), (i - x, j - y)) \right)$$

## Matrices de cooccurrence (2)

Paramètres texturaux extraits :

•

$$\text{Energy} = \sum_{u,v} COOC_{(x,y)}^2(u, v)$$

•

$$\text{Entropy} = - \sum_{u,v} COOC_{(x,y)}(u, v) \log COOC_{(x,y)}(u, v)$$

•

$$\text{Correlation} = \sum_{u,v} \frac{(u - \mu_u) \times (v - \mu_v) \times COOC_{(x,y)}(u, v)}{\sigma_u \sigma_v}$$

•

$$\text{Inverse different moment} = \sum_{u,v} \frac{1}{1 + (v - u)^2} COOC_{(x,y)}^2(u, v)$$

•

$$\text{Inertia} = \sum_{u,v} (v - u)^2 COOC_{(x,y)}^2(u, v)$$

•

$$\text{Cluster Shade} = \sum_{u,v} ((u - \mu_u) + (v - \mu_v))^3 COOC_{(x,y)}^2(u, v)$$

•

$$\text{Cluster Prominence} = \sum_{u,v} ((u - \mu_u) + (v - \mu_v))^4 COOC_{(x,y)}^2(u, v)$$

avec :

$$\mu_u = \sum_u u \sum_v COOC_{(x,y)}(u, v), \mu_v = \sum_v v \sum_u COOC_{(x,y)}(u, v)$$

$$\sigma_u = \sum_u (u - \mu_u)^2 \sum_v COOC_{(x,y)}(u, v), \sigma_v = \sum_v (v - \mu_v)^2 \sum_u COOC_{(x,y)}(u, v)$$

# Filtres de Gabor

Etude des similarités entre une fenêtre locale de l'image et les masques de Gabor.

Masque de Gabor: Sinusoïde fenêtrée par une Gaussienne

Paramètres :

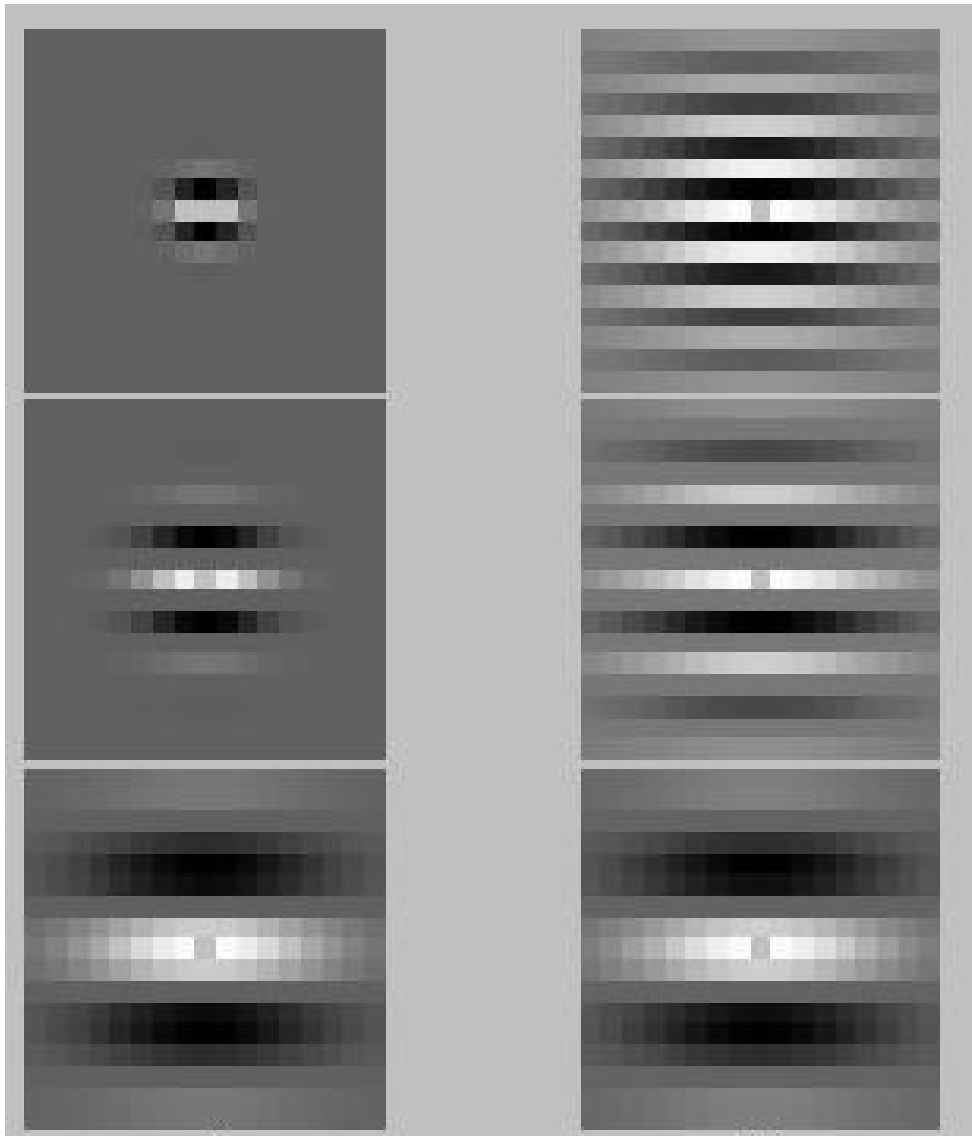
- Longueur d'onde :  $\lambda$
- Orientation :  $\Theta$
- Déphasage :  $\Phi$
- Ecart type de la fenêtre gaussienne :  $\sigma$

$$G(x, y | \lambda, \Theta, \Phi, X, Y) = \exp -\frac{(x - X)^2 + (y - Y)^2}{2\sigma^2} \sin(\lambda(x \cos \Theta - y \sin \Theta) + \Phi)$$

Energie :

$$S^2(X, Y | \lambda, \Theta) = \left[ \sum_{x,y} G(x, y | \lambda, \Theta, 0, X, Y) I(x, y) \right]^2 + \left[ \sum_{x,y} G(x, y | \lambda, \Theta, \frac{\pi}{2}, X, Y) I(x, y) \right]^2$$

## Filtres de Gabor (2)



## Dimension fractale

plusieurs manières d'estimer la dimension fractale d'une image :  
généralisation 2D de la méthode de Mandelbrot pour les lignes de côte,  
méthodes fondées sur la transformée de Fourier, variations autour du  
comptage de boîtes.

Soit un ensemble  $A$  composé de  $N_r$  répliques de ce même ensemble avec  
un facteur d'échelle  $r$ , alors  $A$  est auto-similaire.

Dimension fractale :

$$D = \frac{\log N_r}{\log r^{-1}}$$

En pratique :

- estimation de  $N_r$  pour plusieurs valeurs de  $r$  - estimation de la pente de  
la droite  $\log N_r$  par rapport à  $\log r^{-1}$  par moindres carrés.

Soit une image  $M \times M$  considérée comme une surface  $(x, y, z)$  ( $x, y$ ) :  
localisation,  $z$  : niveau de gris.

Partition de l'image par une grille de cellules  $s \times s$  :

$$r = \frac{s}{M}$$

Pour chaque cellule, on empile des blocs de taille  $s$  entre les valeurs  
minimale  $k$  et maximale  $l$  de l'image sur la cellule. On a alors:

$$n_r(i, j) = l - k + 1$$

Alors :

$$N_r = \sum_{i,j} n_r(i, j)$$

## Dimension fractale (2)

4 types de dimension fractale :

- Dimension fractale de l'image originale :  $I_1(i, j)$
- Dimension fractale d'un seuillage haut de  $I_1(i, j)$  :

$$I_2(i, j) = \begin{cases} I_1(i, j) - L_1 & \text{si } I_1(i, j) > L_1 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

avec  $L_1 = gmin + gmoy/2$

- Dimension fractale d'un seuillage bas de  $I_1(i, j)$  :

$$I_3(i, j) = \begin{cases} 255 - L_2 & \text{si } I_1(i, j) > 255 - L_2 \\ I_1(i, j) & \text{sinon} \end{cases}$$

avec  $L_2 = gmax - gmoy/2$

- Multifractale : pour les textures anisotropes et inhomogènes en échelle.  $n'_r = n_r/N_r$  :

$$D(2) = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log \sum_{i,j} n'_r{}^2}{\log r}$$