

Images Numériques

Méthodes Globales
2022-2023
N. VINCENT

1

Les ondelettes

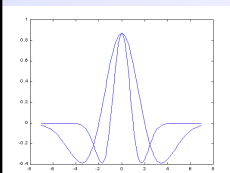
- Les ondelettes (1981) : représentation des fonctions de L2 dans une base dont les fonctions sont bien localisées en espace et en fréquence
- Avantages de la transformée de Fourier sans les inconvénients liés au manque de localisation
- Technique de fenêtrage avec des régions de taille variable
 - Large -> basses fréquences
 - petite -> hautes fréquences
- Généralisation de la transformée de Gabor
- Représentation d'une fonction comme une somme pondérée de petites ondes translatées ou dilatées

Images - 2022/2023

2

Définition des fonctions de base

- Le nombre d'oscillations est fixe
- La taille de la fenêtre (paramètre d'échelle)
- représentation espace-échelle : microscope mathématique
- Ondelette mère : ψ
- Famille de fonctions analysantes : $\psi_{a,b}(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right)$



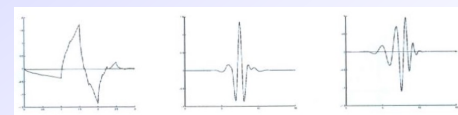
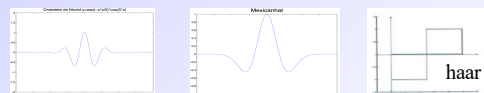
$$T^{ond} f(a, b) = \langle f, \psi_{a,b} \rangle$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x^2 |\psi(x)|^2 dx = 1$$

Images - 2022/2023

3

Exemple d'ondelettes



2-Daubechies 8-Symmet 8-Daubechies

Images - 2022/2023

4

Et en discret

- On considère un nombre dénombrable de fonctions analysantes
- Famille de fonctions analysantes

$$\psi_{m,n}(x) = a_0^{-\frac{m}{2}} \psi\left(\frac{x - nb_0 a_0^m}{a_0^m}\right)$$
- Dans la pratique on a une approche dyadique :

$$a = 2^{-i} ; b = k \cdot 2^{-i}$$
- Pour i fixé, les supports de $\psi_{i,k}$ sont disjoints

$$\psi_{i,j}(t) = \sqrt{2^i} \psi(2^i(t - k))$$

Images - 2022/2023

5

Et en discret

- Ondelette mère : ψ
- Famille de fonctions analysantes

$$\psi_{m,n}(x) = a_0^{-\frac{m}{2}} \psi\left(\frac{x - nb_0 a_0^m}{a_0^m}\right)$$
- Avec de bonne propriétés de l'ondelette mère on a

$$f = \sum_{m,n} \langle f, \psi_{m,n} \rangle \psi_{m,n}$$

Les ondelettes orthogonales sont des ondelettes discrètes particulières. Elles sont plus difficiles à construire, mais fournissent une représentation sans redondance

Images - 2022/2023

6

En dimension 2

- On considère des ondelettes comme un produit de fonctions relatives à x et y respectivement

Images - 2022/2023

7

Application au débruitage



Images - 2022/2023

8

Filtrage de Haar

- On applique un filtre rectangulaire qui constitue un noyau de convolution

$$I_k(M) = \iint k(M-x)I(x)dx$$



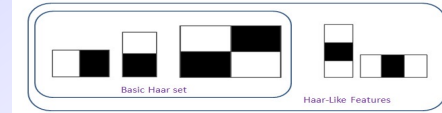
- Pour chaque application, choix des filtres (forme, nombre, échelle)

Images - 2022/2023

9

Haar like features

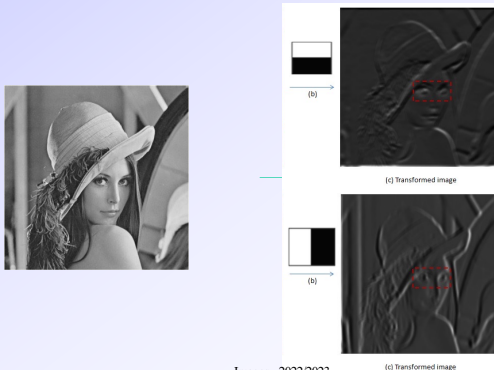
- Les formes classiques
- Des formes plus spécifiques



Images - 2022/2023

10

Illustration



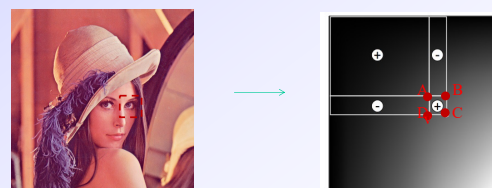
Images - 2022/2023

11

Implémentation des filtres de Haar

- Passage par l'image intégrale II

$$II(X, Y) = II(X-1, Y) + II(X, Y-1) - II(X-1, Y-1) + I(X, Y)$$



$$I(x', y') = II(A) + II(C) - II(B) - II(D)$$

Images - 2022/2023

12

Exemple

13

Sur des BD

- Nombreuses zones de candidats correspondent plus ou moins aux filtres

Images - 2022/2023

14

Sur des BD

- Nombreuses zones de candidats correspondent plus ou moins aux filtres

Images - 2022/2023

15

Texte dans une BD

Images - 2022/2023

16

Modélisation d'un mot (Word Spotting)

- Un mot est caractérisé par une forme englobante
- Agrégation de formes rectangulaires

Turing !
Requête en mode Texte

Images - 2022/2023

17

Choix de points de vue

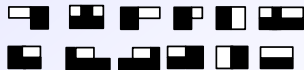
- Adaptation à la forme des lettres individuelles

Images - 2022/2023

18

Construction des filtres généralisés de Haar

- Plusieurs points de vue
 - 2 types d'information : intrinsèque (forme) extrinsèque (taille)
 - Forme globale de l'écriture: une ligne horizontale avec des protubérances (rectangles horizontaux ou verticaux)

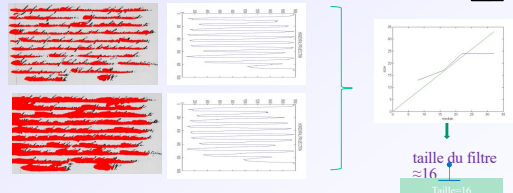


Images - 2022/2023

19

Le calcul de la taille des filtres

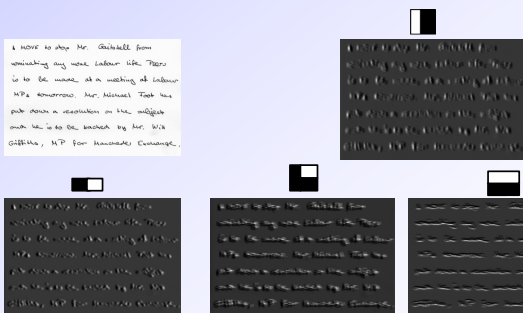
- Optimisation de la réponse permettant l'estimation de la taille du filtre de Haar
- La taille correspond à la taille des lignes prédominantes



Images - 2022/2023

20

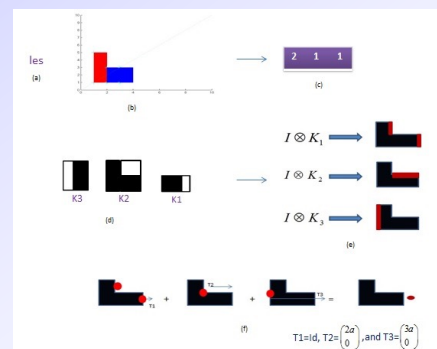
Illustration



Images - 2022/2023

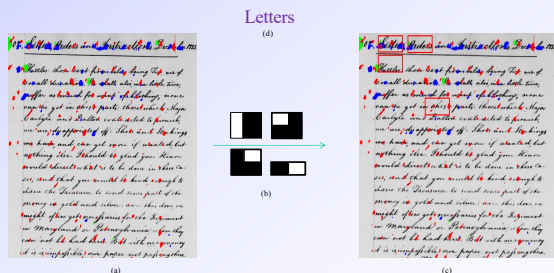
21

Agrégation des points de vue



22

Illustration



Images - 2022/2023

23

Le principe général

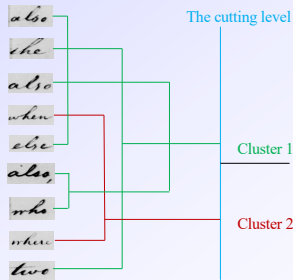
- Détection de la présence possible de beaucoup de candidats qui ressemblent à la requête
- Sélection des zones identiques au mot recherché
- Etude de tous les mots sélectionnés
- apporter plus de confiance aux mots qui ressemblent le plus à la requête

Images - 2022/2023

24

Illustration

Also



Images - 2022/2023

25

Transformée de Hough

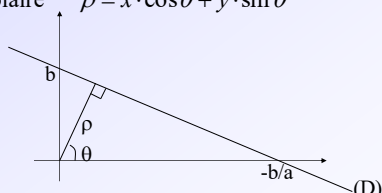
- But : détecter la présence de courbes paramétriques d'une famille connue
 - Droites : $y = a x + b$ (a,b)
 - Ellipses : $\left(\frac{x-x_0}{a}\right)^2 + \left(\frac{y-y_0}{b}\right)^2 = 1$ (a,b,x₀,y₀)
- Modification de la représentation
 - Droite définie par deux points
 - Droite définie par deux paramètres a et b

Images - 2022/2023

26

Représentation des droites

- En cartésien $y = a x + b$
- En polaire $\rho = x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta$

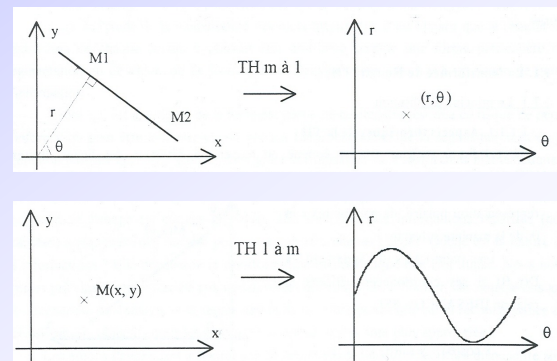


- Travail dans l'espace de représentation des droites

Images - 2022/2023

27

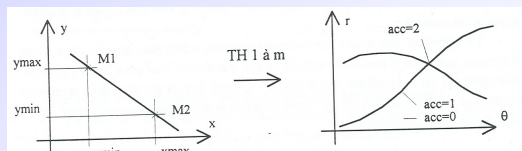
Hough Transforms



28

Notion d'accumulateur

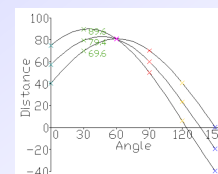
- Dans l'espace (r,theta) on indique toutes les droites passant par le point (x_i,y_i)



- Une droite est associée à un point dans l'espace des lignes et ces droites ou points s'accumulent

Images - 2022/2023

29



Images - 2022/2023

30

Détermination de la droite

- Discrétisation de l'ensemble des distances
- Discrétisation de l'ensemble des angles
- Construction de l'accumulateur en parcourant l'ensemble des points de l' image
- Recherche du ou des maximums dans l'accumulateur

Images - 2022/2023

31

Exemple de points

32

Exemple d' une droite

33

Exemple de droites

34

Exemple avec du bruit

35

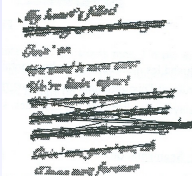
Exemple des cercles

36

Améliorations

- Recherche de segments de droites
- Recherche de droites dans une direction donnée

Les valeurs de θ doivent être limitées



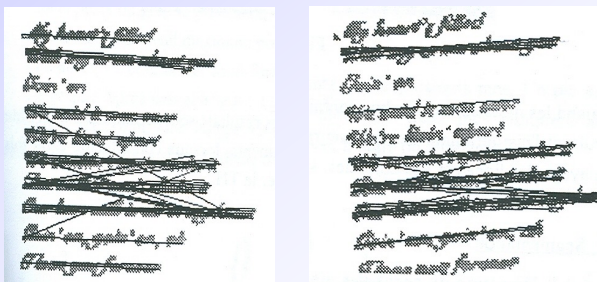
37

Exemple



38

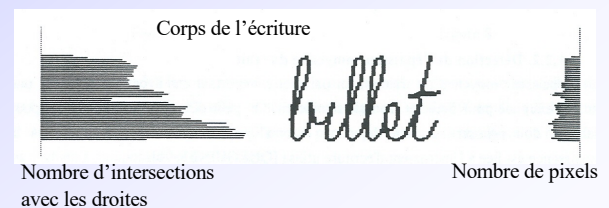
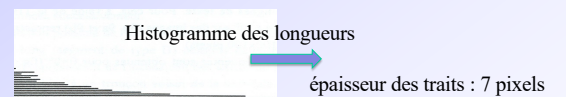
Recherche de lignes



Images - 2022/2023

39

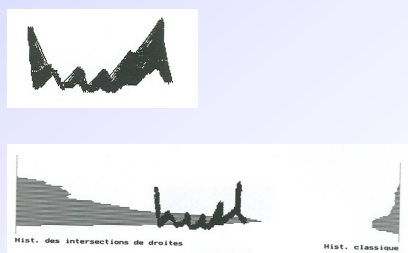
Caractéristique de l'écriture



Images - 2022/2023

40

Détection de la ligne de base



Images - 2022/2023

41

Améliorations

- Recherche de segments
 - Il faut pour chaque élément de l'accumulateur noter les coordonnées extrêmes rencontrées
- Recherche de droites dans une direction donnée
 - Les valeurs de θ sont à choisir dans un domaine restreint

Images - 2022/2023

42

Détection de lignes de contour

- Recherche de lignes dans l' image de contour (Sobel)
- Le vote est proportionnel au niveau de gradient

Images - 2022/2023

43

MÉTHODES PAR BLOCS

Images - 2022/2023

44

Transformation par blocs

- L'image est partitionnée en blocs de taille moyenne (8x8) (16x16) (32x32)
- Permet d'accélérer les traitements globaux en les appliquant aux blocs (compression)
- Permet d'assurer des traitements adaptatifs
 - Seuillage par histogramme (statistique)
 - Lissage au niveau des frontières de blocs

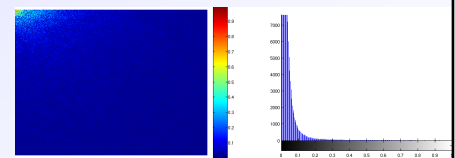
Images - 2022/2023

45

Compression JPEG

$$F_{kl} = \frac{C_k C_l}{\sqrt{MN}} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f_{mn} \cos\left(\frac{(2m+1)k\pi}{2M}\right) \cos\left(\frac{(2n+1)l\pi}{2N}\right)$$

- Transformée en cosinus discrète
- Utilisée pour la compression : les images sont très concentrées autour de l'origine dans le plan transformé
- Utilisée sur des blocs



46

Méthode d' extraction de droites

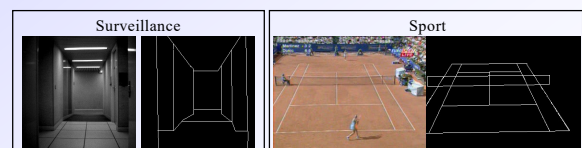
- Etude par blocs pour assurer la rapidité de la détection
Image partitionnée en B blocs disjoints
- Etude globale pour assurer la cohérence des résultats précédents

Images - 2022/2023

47

détection des lignes

- Démarche adaptée :
 - à tout type d'environnement artificiel
 - aux éléments importants d'un environnement naturel
 - à une scène intérieure ou extérieure

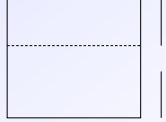
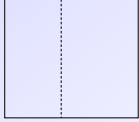


Images - 2022/2023

48

Etude semi-locale

- Dans le bloc sont définies des zones



- Accumulateur : chaque pixel vote pour ses régions d'appartenance (étude locale)

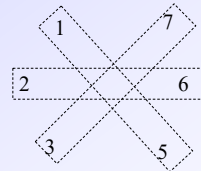
6 valeurs dans l'exemple

Images - 2022/2023

49

Etude de la cohérence

- Filtrage des résultats semi locaux
 - Robustesse et cohérence
- Vérifier que les états de deux blocs voisins sont cohérents



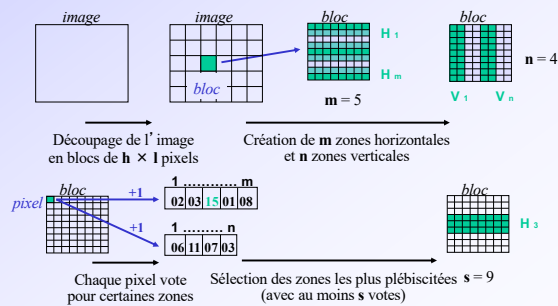
droite horizontale au centre conservée

- B1 et B5 ou B2 et B6 ou B3 et B7 contiennent aussi des droites horizontales

Images - 2022/2023

50

Détection des lignes

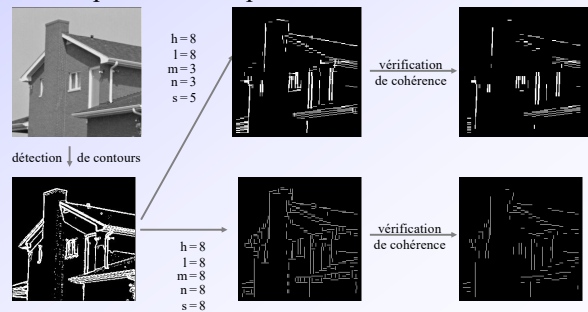


Images - 2022/2023

51

Détection des lignes

- Les paramètres dépendent du résultat attendu



Images - 2022/2023

52