Groupe de travail AID

Traitement d'Images

Applications et techniques usuelles

Vincent Pagé
01/12/2016

Plan

- Qu’est ce qu’une image / vidéo
- Les applications
- Les techniques (par application)

Images et Vidéo

Image Numérique : fonction de (X,Y)

On code :

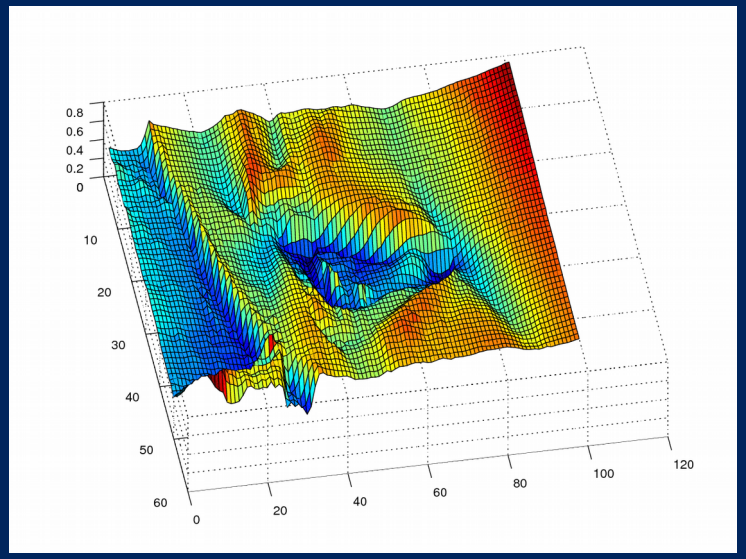
- Image Noir et Blanc : L'intensité (0 ou 1)
- Image en niveaux de gris : l'intensité (de 0 → 256)
- Image en couleurs : L'intensité dans chaque canal (R / G / B)

Pour une vidéo, on a une fonction de (X, Y, t)

Image et Vidéo

Exemples de fonctions pour une image

Image en niveaux de gris



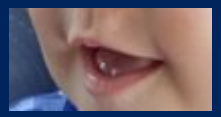


Image en couleur

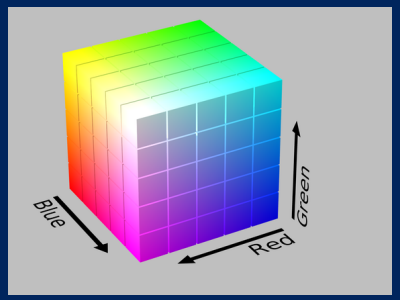
Canal Rouge

Canal Vert

Canal Bleu

Image et Vidéo

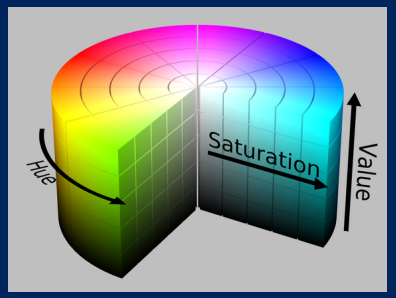
Espaces couleurs.



Représentation RVB

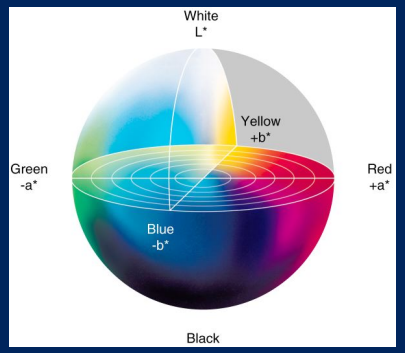
Problèmes :

- Navigation (plus clair, rotation…)
- Distance non physiologique



Navigation intuitive

Représentation HSV



Distance physiologique

Représentation Lab (simplifiée)

Image et Vidéo

- On peut avoir plus de canaux
  - Transparence
  - Autres longueurs d'ondes (infra rouge, UV …)
  - D'autres propriétés de la lumiere (polarisation…)

Mais pour simplifier, intéressons nous à des images en niveaux de gris ou en RGB.

Applications usuelles 1

- Amélioration d'images
  - Amélioration de contraste, Suppression de flou...
- Segmentation
  - Découper l'image en portions homogènes (objets ?)
- Reconnaissance des formes
  - Identifier des objets dans l'image (OCR, reconnaissance de visages, détection de cible, reconnaissance de plantes...)

Applications usuelles 2

- Recalage d'images
  - Repositionner des images les unes par rapport aux autres (vignettage, stéréoscopie, reconstitution 3D)
- Récupération d'images
  - Récupérer des images contenant un objet, ressemblant à une image
- Analyse de mouvement (vidéo)
  - Retrouver les objets en mouvement, définir un champ de mouvement dans un fluide….

Techniques usuelles

Le traitement d'image fait feu de tout bois

- L'image comme fonction :
  - Gradient
  - Décomposition sur des bases de fonctions (Fourier, ondelettes, équations différentielles...)
- L'image comme réalisation d'un champ aléatoire → proba stats.
- Analyse de caractéristiques dans l'image : des vecteurs de Rn → distance, clustering , classification

Améliorations

- Renforcement de contraste :
  - Étalement de la dynamique
    - min f(x,y) → 0 et max f(x,y) → 255
    - Éventuellement non linéaire
  - Ajouter de l'intensité sur les bords (forts gradients)
- Suppression de flou :
  - Un point → une tâche = convolution par un noyau

    Déconvolution dans l'espace des fréquences.

Technique filtrage linéaire

Convolution

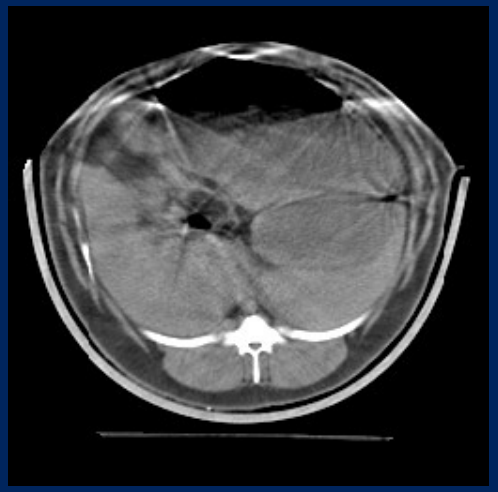


Image I

$$* \quad \begin{bmatrix} 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \end{bmatrix} \quad =$$

Filtre h

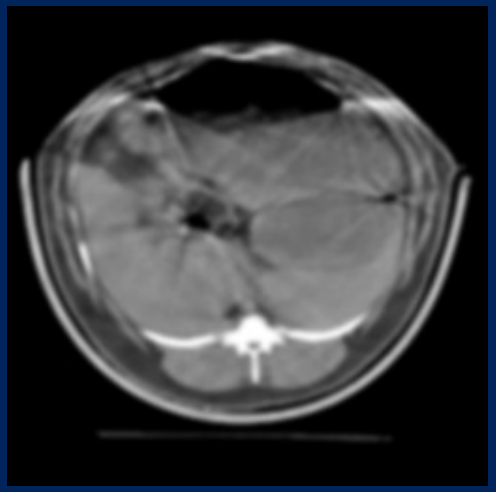


Image résultat

$$out(x,y) = \int\int I(u,v)\,h(x-u,y-v)\,du\,dv$$

- Rapide
- Lien avec la transformée de Fourier
- Applications multiples : débruitage, extraction de contours...

Améliorations

- Réduction du bruit :
  - Solution empiriques : moyennage, filtre médian
  - Filtrage linéaire : passe bas
  - Morpho-math (voir après)

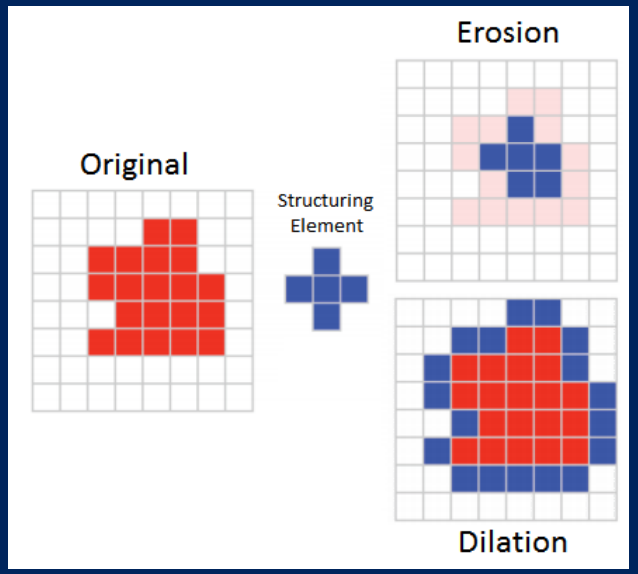
Si suffisant : ok
Sinon Bruit = partie du modèle dans la conception de la solution.

Technique : morphomaths

Objectif : utiliser des opérateurs issus de la logique ensembliste...

- Deux opérateurs (érosion / dilatation)
- Paramétrés par un élément structurant

Images binaires



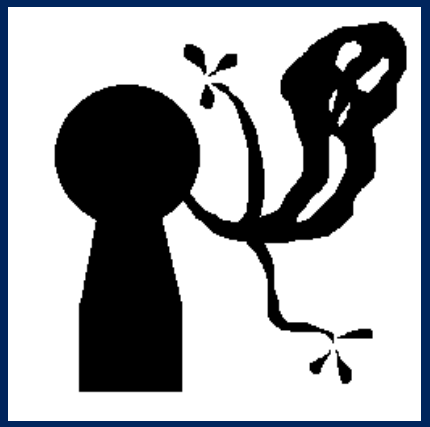
- Erosion : si tout l'élément est sur l'objet, le centre est allumé (on rogne les bords, les points isolés)

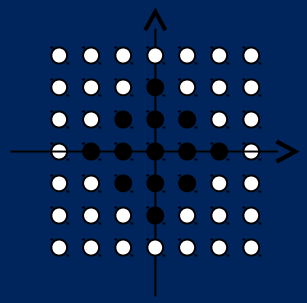
- Dilatation : si l'élément touche l'objet, le centre est allumé. (on dilate les bords, on bouche les trous.

Technique : morphomaths

Autres Opérateurs

Image originale



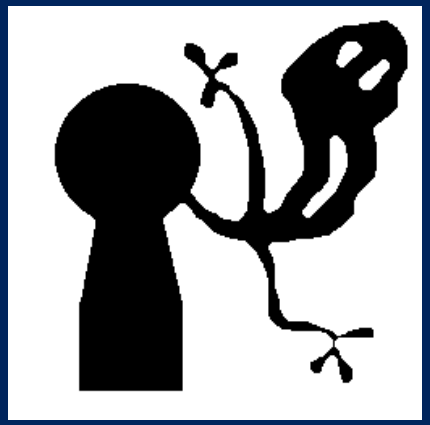


Élément structurant

Ouverture

Expression : d o e (X)

- élimine les petites composantes
- ouvre les petits isthmes.



Fermeture

Expression : d o e (X)

- élimine les petites composantes
- ouvre les petits isthmes.

Technique : morphomaths

Autres opérateurs 2

- Gradient : d(x) – e(x)
- Hit or Miss : recherche de pattern
- Top Hat : nettoyage de fond non homogène

Et d’autres, adaptés a l’action cherchée...

Technique : morphomaths

Autres opérateurs 2

- Gradient : d(x) – e(x)
- Hit or Miss : recherche de pattern
- Top Hat : nettoyage de fond non homogène

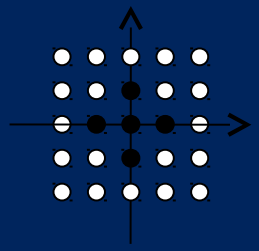
Et d’autres, adaptés a l’action cherchée...

Technique : morphomaths

Images en Niveau de gris

(Version Simplifiée)

Image Originale



Élément Structurant

Erosion :

min sur l'élément structurant

Dilatation :

Max sur l'élément structurant

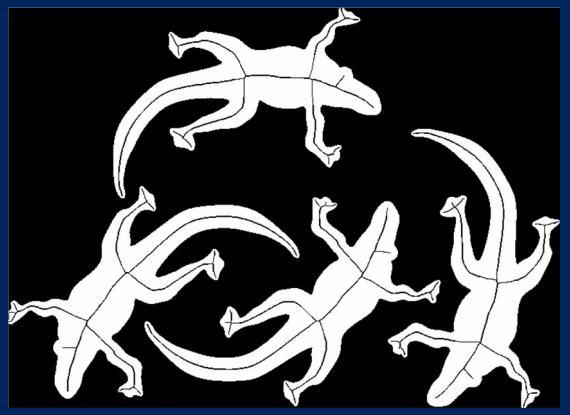
Technique : morphomaths

Images en Niveau de gris

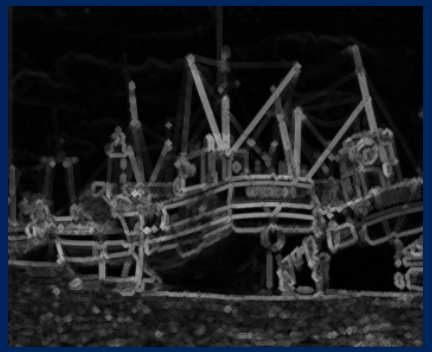
Exemples d'applications

Réhaussement de contraste

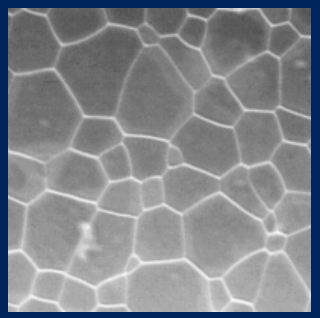
Squeletisation

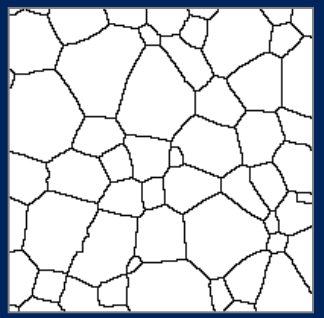


Extraction de contours



Ligne de partage des eaux

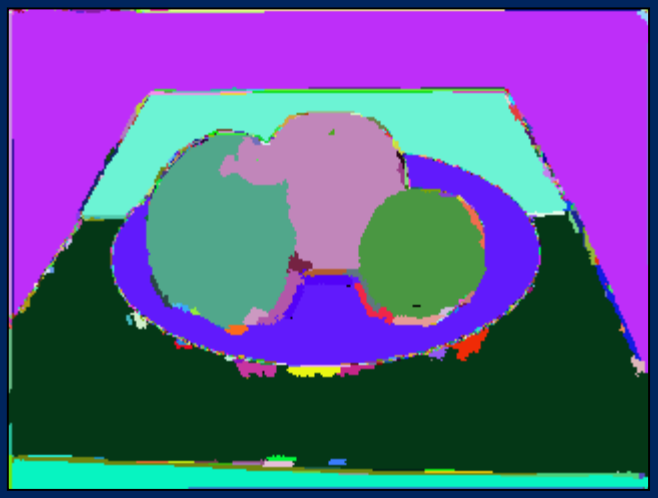




Segmentation

Def : Partitionner l'image en zones homogènes.

Selon un critère déterminé (couleur, texture ...)

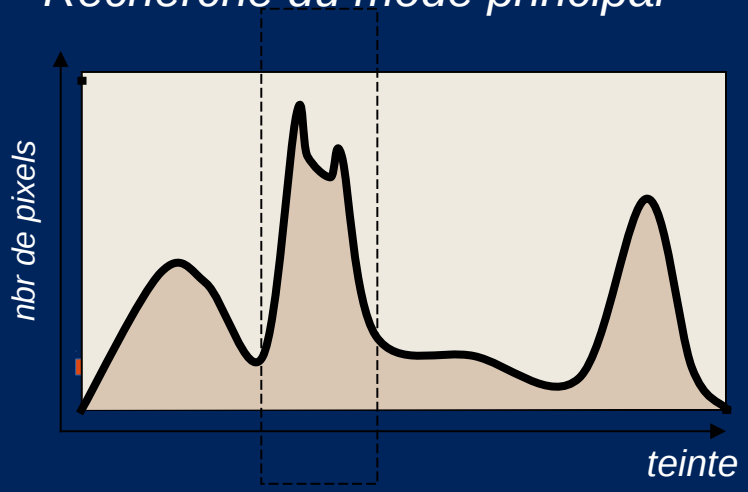


Segmentation

Approche 1 : Partition de l'espace des couleurs analyse d'histogrammes

Image Originale

Recherche du mode principal



Suppression du mode

Et on recommence jusqu'a analyse totale de l'histogramme...

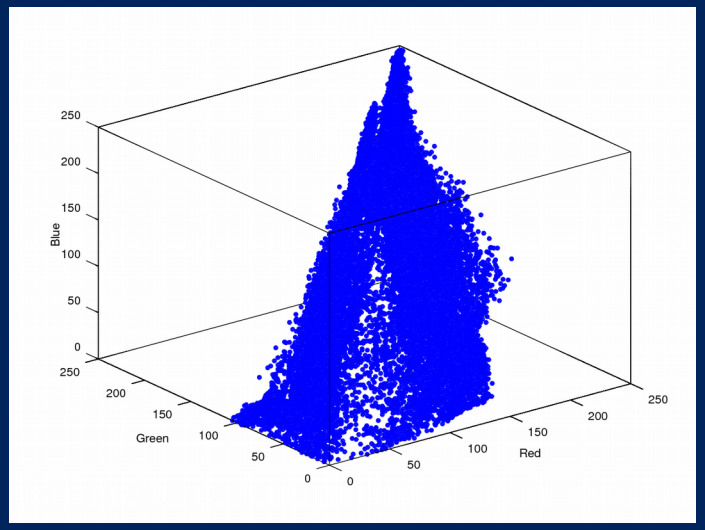
Ensuite, détacher les composantes connexes d'une couleur...

Segmentation

Approche 1 : Partition de l'espace des couleurs

Par clustering

Image Originale



Kmeans dans un espace couleur

Affectation aux clusters

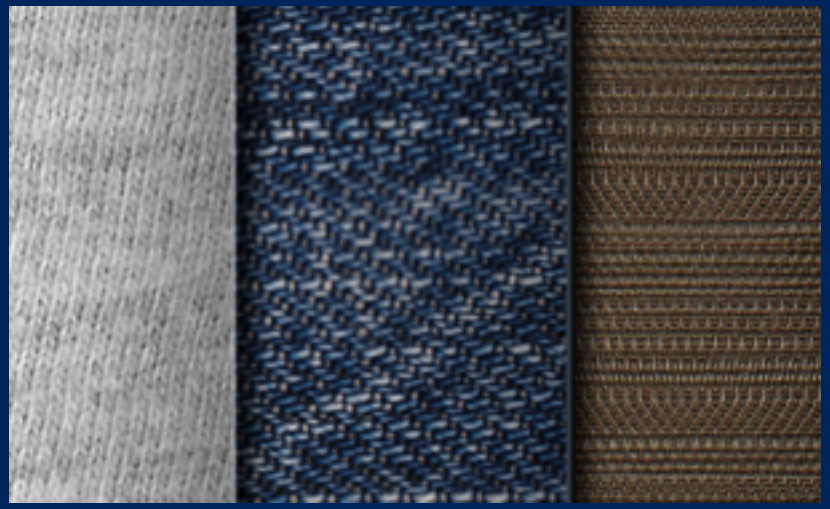
Ensuite, détacher les composantes connexes d'une couleur...

Segmentation

Problème de ces approches globales :

Les pixels sont traités :
- sans considération spatiale
- indépendamment de leur voisinage

→ Fonctionne très mal pour des images de textures...



Solutions :
- Injecter la position dans le descriptif des pixels (R,V,B, x, y)
- Mesurer des propriétés du voisinage de chaque pixel (moyenne, variance, quantité de points de contours, orientation des contours …)
- Changer de paradigme…

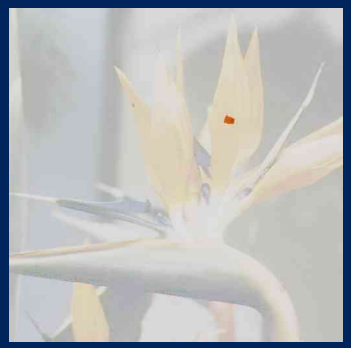
Segmentation

Approche 2 : Approches locales

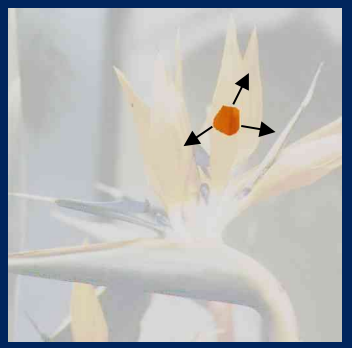
- Split
- Merge
- Split and Merge
- variantes

Exemple : Merge avec amorce

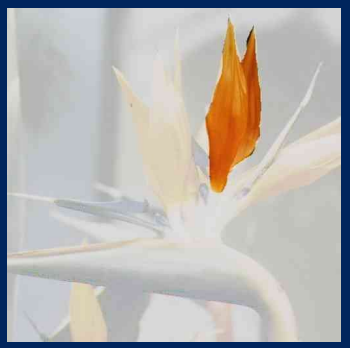
- départ : point amorce
- Extensions aux points de la frontière qui satisfont un critère d'homogénéité prédéfini.



amorce



croissance



région finale

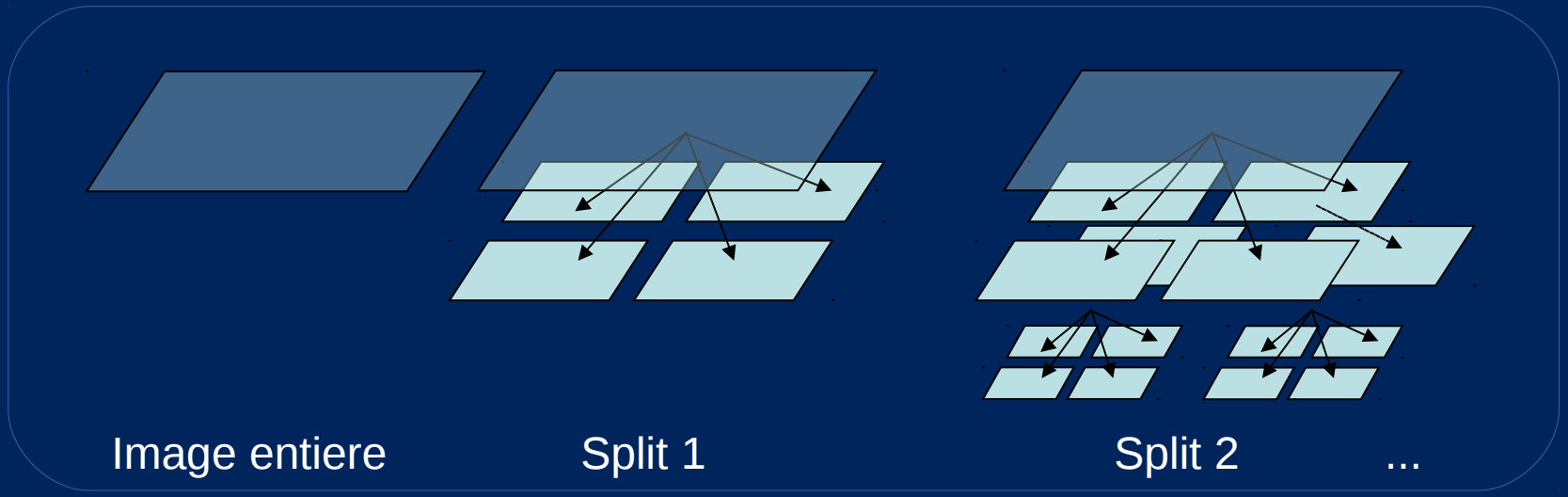
Problème :

Segmentation

Approche 2 : Approches locales

Split en quadtree

- Découpe en 4 sous images si un critere d'homogénéité n'est pas respecté (exemple : variance totale - somme des variances > seuil)
- On réitère

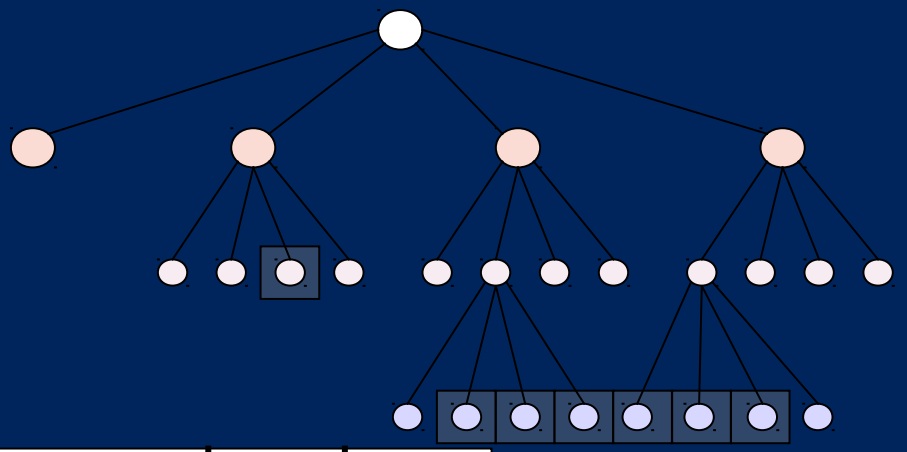


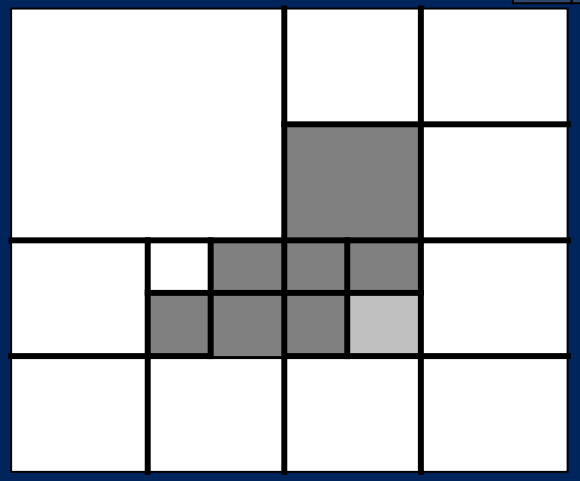
Problème : grosses zones carrés, dispatche les voisins dans les sous arbres...

Segmentation

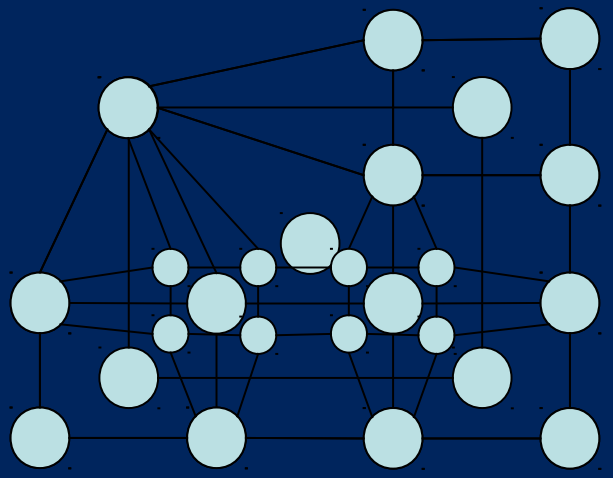
Approche 2 : Approches hybrides

Split and merge : Une passe split une passe merge
Necessite la construction du Region Adjacency Graph





RAG



Avantage :
- Règle le probleme du gradient

Problèmes :
- zones carrées
- Usine à gaz...

Segmentation

Approche 3 : contours actifs (2 classes)

- Utiliser des courbes déformables qui sont « attirées » par les formes recherchées dans l'image.
- Analogie avec la physique: *fonction d'énergie à minimiser*.

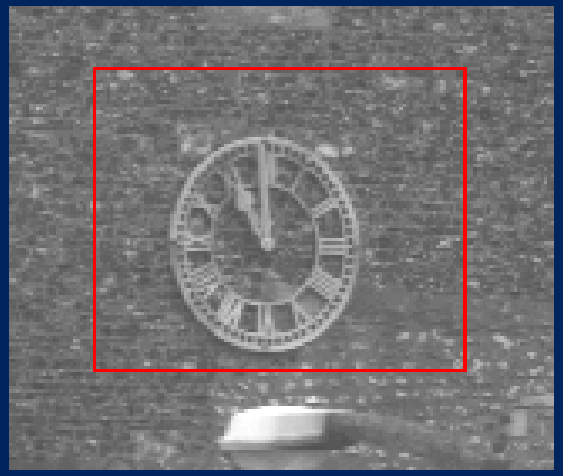


Image + snake initial

Déformations du snake si l'energie décroit

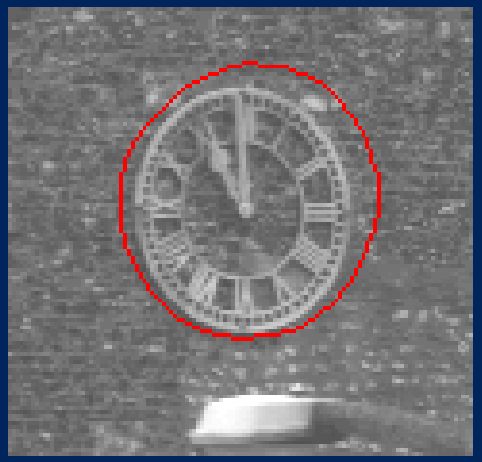


Image + snake final

Segmentation

Approche 3 : contours actifs (2 classes)

Expression de l'energie :

$$E_{\text{snake}} = E_{\text{interne}} + E_{\text{externe}}$$

- Propriétés intrinsèques du snake

exemple : longueur, somme des courbures

Attache aux données
- Propriétés conjointe du snake et de l'image

exemple :
- variance interne + variance externe.
- Somme des gradients sur le contour

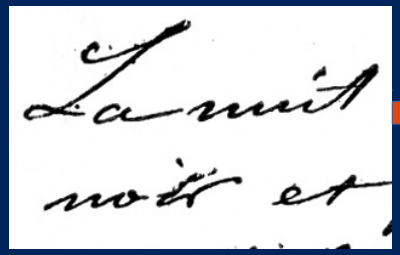
Avantages :
marche assez bien
Liberté dans le choix des energies (proba, recherche de gradients...)

Inconvénients :
Initialisation
Limité a 2 classes

Reconnaissance des formes

Paradigme traditionnel :

image → **Segmentation** → objets → **Extraction de caractéristiques** → features → **Classifieur** → Décision



→ → $\begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_n \end{bmatrix}$ → ‘a’

Problème de classification classique, mais quelles caractéristiques ?

Reconnaissance des formes

Caractéristiques d'une forme :

- Utiliser chaque pixel de l'image : toute l'information est là, mais :
  - grande dimension
  - pas forcément exploitable (non invariant aux translations, rotations...

Caractéristiques classiques

- Propriétés geométriques de l'objet : taille, nombre de trous, compacité...
- Propriétés geométriques des contours : histogramme des orientation des gradients
- Moments : $M_{p,q}(I)=\int_x \int_y I(x,y)x^p y^q dx\, dy$

  Rendus invariants aux translations, rotations, ….
- Décomposition de la forme sur une base de fonctions...(fourier, ondelettes...)

Reconnaissance des formes

Avec tout cela :

- On fait de belles choses, mais :

  Attention à la robustesse de nos caractéristiques face au bruit
  (déformations, changement de point de vue
  changements d'illumination, bruit additif...)

En particulier : problème d'occultation

Pendant ce temps, certains se disent que l'information sur la forme est portée par quelques points seulement...

→ Points caractéristiques (les coins)

Reconnaissance des formes

Points caractéristiques :

- Les coins
- Les zones de variations par rapport au voisinage (à une échelle donnée)

Pour les trouver :

- Détection de coins (Harris)
- Extrémas des Différences de gaussiennes a différentes échelles (SIFT)

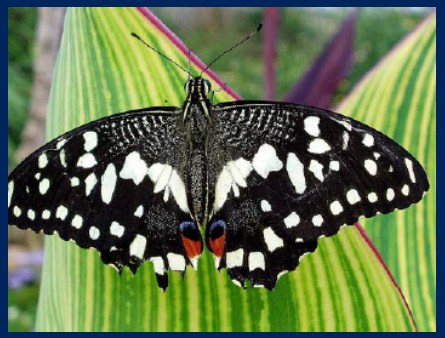


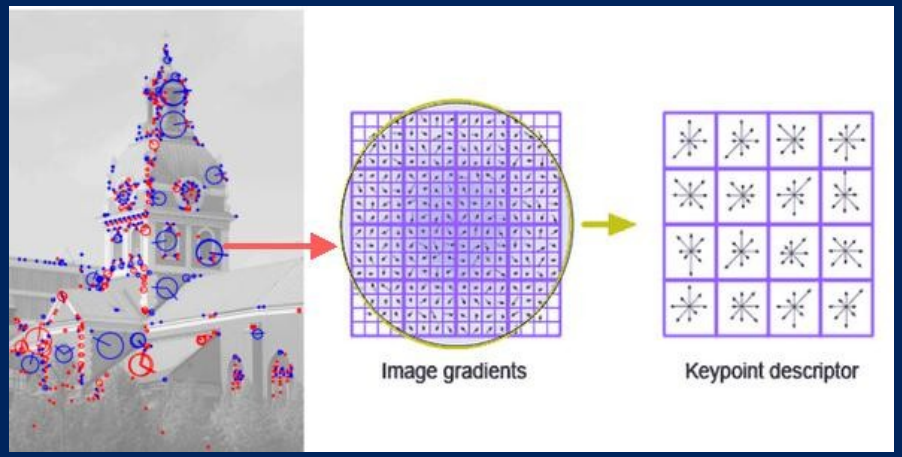
Image originale

centres des cercles
=
points d'intérêts

Reconnaissance des formes

Caractériser ces points caractéristiques :

Que se passe-t-il autour ?
Histogramme des orientations de gradients



ensemble d'histogrammes
=
vecteur de caractéristiques du point.

Le rendre invariant par rotation :
la direction principale.

Reconnaissance des formes

Applications approche Bag of words

- 2 points caractéristiques sont ils semblables ? distance
- Une image contient elle certains objets ?
  - Parmi les points caractéristiques de l'image, y a-t-il des objets présentant des points semblables ?

Reconnaissance des formes

Applications approche Bag of words

- Recalage d'images :
  parmi un ensemble de transformations possibles (transformations affines)
  laquelle rapproche les images ?

  - Plus facile si l'on dispose déjà de correspondances point a point...

Seminaire AID

C’est fini.

- Merci !
- Des questions ?