

Introduction au traitement d'images

Segmentation et Analyse d'Images

Nicholas Journet

7 février 2011

Plan

- ▶ Segmentation
 - ▶ seuillage
 - ▶ Approches régions
 - ▶ Approches contours
 - ▶ Codage contours
- ▶ Introduction à la reconnaissance des formes
 - ▶ Calcul de caractéristiques
 - ▶ Mesure de similarité et classification
 - ▶ Etude d'un OCR

Bibliographie

- ▶ Analyse d'image I : segmentation Jacques-Olivier Lachaud LaBRI, Université / IUT Bordeaux 1
- ▶ Analyse d'images - notes de cours - Alain boucher
- ▶ Reconnaissance des formes - introduction - notes de cours de Thierry Chateau - univ Clermont
- ▶ REconnaissance de formes - introduction - notes de Cours de S. Canus - Univ rouen
- ▶ Reconnaissance de Formes - Processus de RdF - Laurent HEUTTE - Univ rouen

Qu'est ce que la segmentation ?

segmentation

Définitions

Seuillage

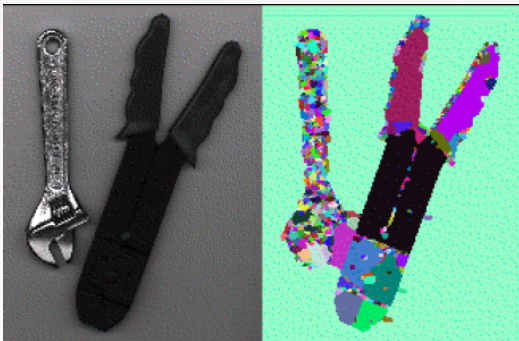
Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

- ▶ Décomposition d'une image en régions qui ont un sens (!)
- ▶ étiquetage des pixels de l'image. Même couleur de pixels = même région



Qu'est ce que la segmentation ?

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

- ▶ Facile pour un être humain : connaissance préalables, image vue dans sa totalité, déductions (par exemple pour les frontières cachées)
- ▶ Approches régions : grouper les pixels semblables et former des régions homogènes
- ▶ Approches frontières : rechercher pixels dissemblables pour former des contours entre zones homogènes
- ▶ Eventuellement des approches hybrides (frontières et régions)

Exemple

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

Segmentation supervisée 4 classes



Image bruitée



Image segmentée idéale



segmentation par ICM



Segmentation par RS

Exemple

segmentation

Définitions

Seuillage

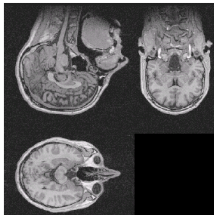
Approches région

Approches

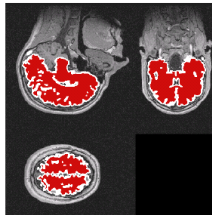
Frontières

Codage frontières

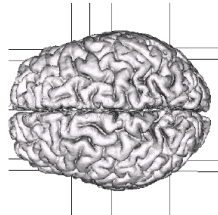
Reconstruction 3D du cortex cérébral (Approche contour : modèle déformable)



Images 3D (3 coupes)



Segmentation



Reconstruction 3D

Définitions utiles

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

Image et région R

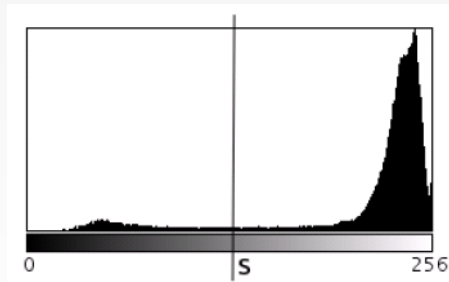
0	1	5	0
5	5	6	0
5	6	1	1
1	4	5	0
0	0	4	0

- ▶ histogramme
 $h(i) = (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6) \rightarrow (7, 4, 0, 0, 2, 5, 2)$
- ▶ nombre de pixels de la région $R = 9$
- ▶ Moyenne des intensités des pixels $\mu_R = 5$
- ▶ Variance $\sigma^2_R = 4/9$
- ▶ Longueur du contour $|\delta R| = 18$

Segmentation par seuillage

segmentation
Définitions
Seuillage
Approches région
Approches
Frontières
Codage frontières

- ▶ Objectif : affecter chaque pixel d'une image en niveaux de gris à une classe. classe = intervalle de niveaux de gris
- ▶ Principe
 - ▶ Extraire des seuils à partir de l'histogramme
 - ▶ classification d'un pixel p par comparaison de son niveau de gris aux seuils.



Seuillage

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

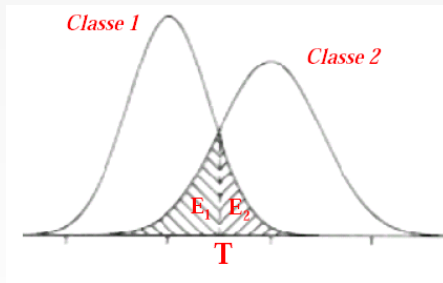
Frontières

Codage frontières

- ▶ n seuils pour séparer l'image en $n + 1$ classes
 - ▶ si $I(p) < seuil_1$ alors $I(p) = 0$
 - ▶ Si $I(p) > seuil_1$ et $I(p) < seuil_2$ alors $I(p) = 1$
 - ▶ ...
 - ▶ Si $I(p) > seuil_n$ alors $I(p) = n$
- ▶ MAIS : Combien de seuils et quelles valeurs prendre ?

Exemple de seuillage à deux classes

- ▶ 2 surfaces (arrière-plan et objet) dans une image
- ▶ On suppose que la distribution est composée de 2 gaussiennes
- ▶ On peut déterminer la probabilité d'erreur de classification dans les classes 1 et 2
- ▶ on cherche alors un seuil T qui causera une erreur minimale



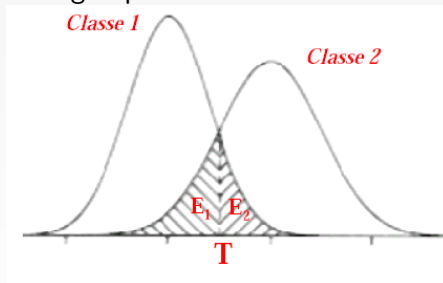
Exemple de seuillage à deux classes : OTSU

- Pour chaque valeur de T on calcule une variance intra-classes $\sigma_w^2 = P_1\sigma_1^2 + P_2\sigma_2^2$
- Le seuil optimal est celui qui donne σ_w minimum

P_n la moyenne des niveaux de gris de la classe n

σ_n^2 la variance des niveaux de gris de la classe n

L'algorithme d'OTSU fonctionne bien si les deux classes sont bien définies et regroupées.



Exemple

segmentation

Définitions

Seuillage

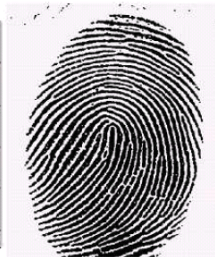
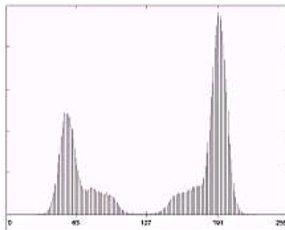
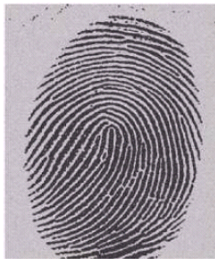
Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

Seuil trouvé par l'algorithme : $T = 125$

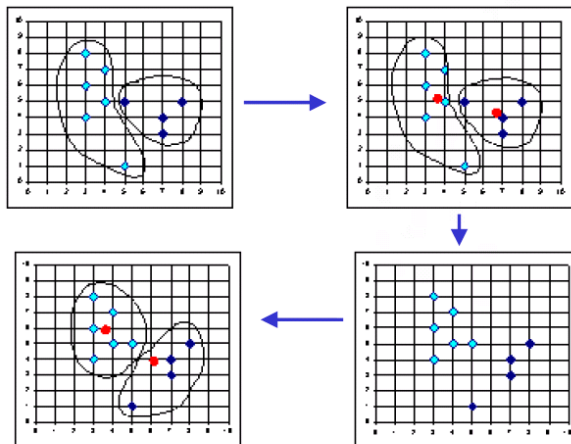


Source : Jacques-André Landry. *Vision robotique. ETS.*

Exemple de seuillage à n classes : k-means

Objectif : on veut diviser les pixels en k groupes (paramètre de l'algo)

1. Partitionnement des données en k sous-ensembles
2. Calcul des centres des groupes (moyenne)
3. les données sont affectées au groupe dont le centre leur est le plus proche
4. On boucle en 2 tant que les groupes ne sont pas (à peu près) constants



Exemple

segmentation

Définitions

Seuillage

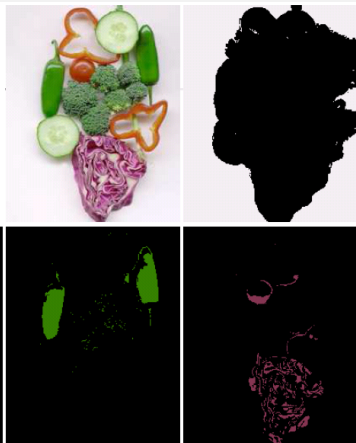
Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

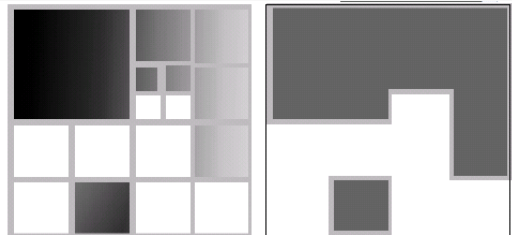
*K-moyennes sur la
couleur en 11 groupes*



ce : D.A. Forsyth and J. Ponce. *Computer Vision : A Modern Approach*. Prentice-Hall, 2002.

Split and merge

- ▶ Etape de division (split)
 - ▶ diviser récursivement tout un bloc non-homogène selon un critère pré-défini (variance, min,...)
 - ▶ La division donne 4 sous blocs
 - ▶ les attributs de chaque sous-bloc sont recalculés
- ▶ Etape de fusion (merge)
 - ▶ Regrouper les blocs adjacents représentant des régions homogènes selon un critère pré-défini



Exemple

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

0	1	0	0	7	7	7	7
1	0	2	2	7	7	7	7
0	2	2	2	7	7	7	7
4	4	2	2	7	7	7	7
0	0	1	1	3	3	7	7
1	1	2	2	3	7	7	7
2	4	3	0	5	7	7	7
2	3	3	5	5	0	7	7

Image initiale

0	1	0	0	7	7	7	7
1	0	2	2	7	7	7	7
0	2	2	2	7	7	7	7
4	4	2	2	7	7	7	7
0	0	1	1	3	3	7	7
1	1	2	2	3	7	7	7
2	4	3	0	5	7	7	7
2	3	3	5	5	0	7	7

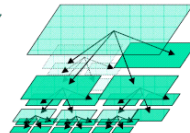
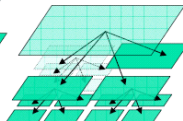
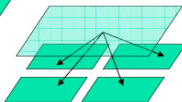
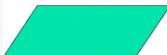
Division 1

0	1	0	0	7	7	7	7
1	0	2	2	7	7	7	7
0	2	2	2	7	7	7	7
4	4	2	2	7	7	7	7
0	0	1	1	3	3	7	7
1	1	2	2	3	7	7	7
2	4	3	0	5	7	7	7
2	3	3	5	5	0	7	7

Division 2

0	1	0	0	7	7	7	7
1	0	2	2	7	7	7	7
0	2	2	2	7	7	7	7
4	4	2	2	7	7	7	7
0	0	1	1	3	3	7	7
1	1	2	2	3	7	7	7
2	4	3	0	5	7	7	7
2	3	3	5	5	0	7	7

Division 3



Homogénéité = critère sur la variance
(ou $\max - \min \leq 1$)

source : Jean-Christophe Baillie, ENSTA, uei.ensta.fr/baillie/assets/ES322%20-%20Segmentation.ppt

Exemple

segmentation

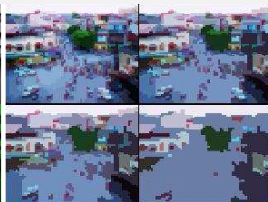
Définitions

Seuillage

Approches région

Frontières

Codage frontières



*Différents seuils
sont utilisés ici*



Croissance de régions

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

- ▶ On débute avec un pixel, et on ajoute les pixels voisins qui répondent à un critère d'appartenance (variance faible, même texture...)
- ▶ Les pixels initiaux sont appelés "germes"
- ▶ la région grandit par rapport à son germe

croissance de région

segmentation

Définitions

Seuillage

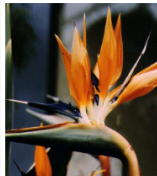
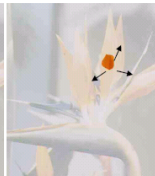
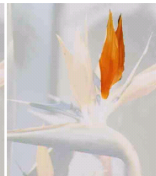
Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

- ▶ On part d'un germe et on l'étend en ajoutant les pixels voisins qui satisfont le critère d'homogénéité
- ▶ Le germe peut être choisi soit par un humain, soit de manière automatique

*image**germe**croissance**région finale*

Source : Jean-Christophe Baillie, ENSTA, uei.ensta.fr/baillie/assets/ES322%20-%20Segmentation.ppt

Croissance avec plusieurs germes

segmentation

Définitions

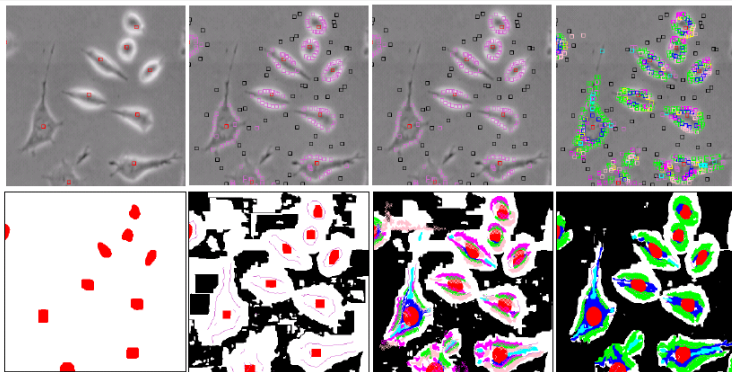
Seuillage

Approches région

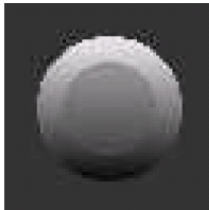
Approches

Frontières

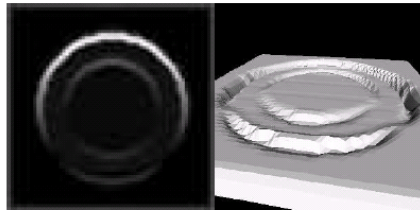
Codage frontières



Recherche des contours à partir du gradient



Image



Norme du gradient

Norme du gradient seuillée



Filtrage optimal : Canny

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

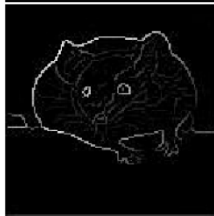
Image
originale



Sobel



Suppression des
non-maxima



Seuillage



Source : Caroline Rougier. *Traitement d'images (IFT2730)*. Univ. de Montréal.

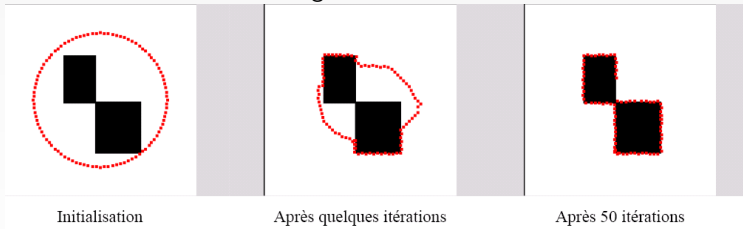
Les contours actifs (un exemple simplifié)

Un contour actif est une courbe qui se déforme à partir d'une position initiale. Cette courbe est soumise à des forces qui la déforme à chaque itération.

$$E(\text{courbe}) = E_{\text{interne}}(\text{courbe}) + E_{\text{externe}}(\text{courbe}) + E_{\text{contexte}}(\text{courbe})$$

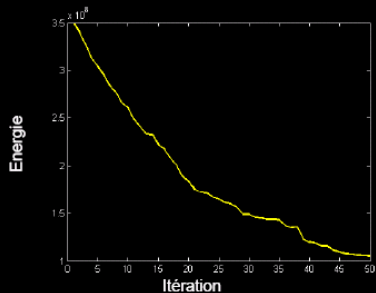
- ▶ Energie interne : valeur dépendante de la forme de la courbe
- ▶ Energie externe : valeur dépendante des caractéristiques de l'image
- ▶ Energie de contexte : permet d'introduire des connaissance "a priori" (ex : sens du déplacement de la courbe)

On cherche à minimiser l'énergie totale !



Les contours actifs (un exemple simplifié)

segmentation
Définitions
Seuillage
Approches région
Approches
Frontières
Codage frontières



Bilan sur la segmentation

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

- ▶ Dans toutes les méthodes il y a des paramètres
 - ▶ Seuil : comment les fixer ?
 - ▶ Critère : Dynamique ou non ? Quelle caractéristiques prendre ?
- ▶ Le pré-traitement des images, la sélection de capteurs et sources d'énergie appropriées, et la prise contrôlée des images rendent cette étape plus facile et plus efficace
- ▶ Evaluer le résultat d'une segmentation n'est pas facile (il dépend de l'application, de ce que l'on veut, subjectif !)

Limite de la segmentation

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières



Codage d'un contour

segmentation

Définitions

Seuillage

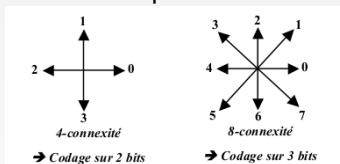
Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

- Codage de Freeman : utilisé pour coder un chemin



- On part d'un pixel du contour et on code le contour en le parcourant dans le sens des aiguilles d'une montre

Codage d'un contour

segmentation

Définitions

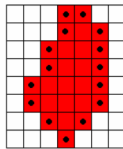
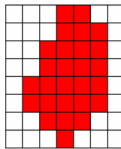
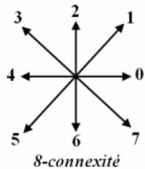
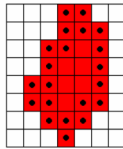
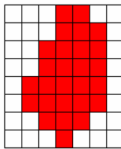
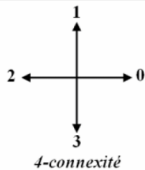
Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières



Codage d'un contour

segmentation

Définitions

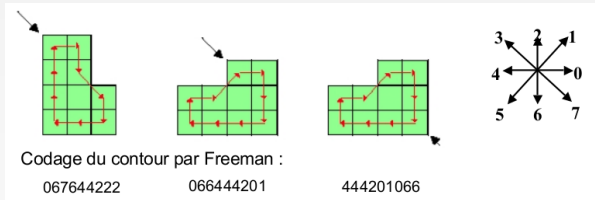
Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières



- ▶ invariant en translation
- ▶ pas invariant en rotation

Codage d'un contour

segmentation

Définitions

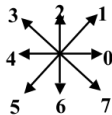
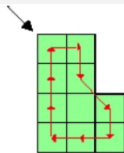
Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières



Code du contour :

067644222

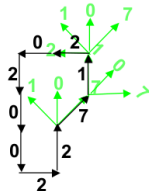
Courbure = différence :

-6-11202002

Courbure normalisée :

271202002

(=différence modulo 8)



Codage d'un contour

segmentation

Définitions

Seuillage

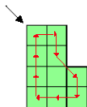
Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

Code indépendant de l'origine et de l'orientation ?



Code du contour

067644222

066444201

444201066

Courbure = différence

-6-11202002

-6020022-11

0022-11-602

Courbure normalisée = différence modulo 8

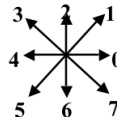
271202002

202002271

002271202

Plus petit entier (permutation cyclique) \Rightarrow unicité

002271202



Algo de la tortue [PATER 1973]

segmentation

Définitions

Seuillage

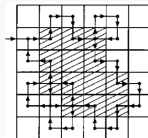
Approches région

Approches

Frontières

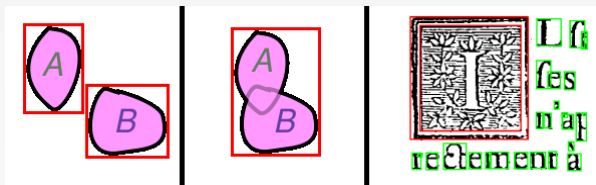
Codage frontières

1. On débute à partir d'un pixel sur la frontière de l'objet
2. Si la valeur du pixel courant est 1 alors on enregistre ce pixel contour, on tourne vers la gauche et on avance d'un pixel.
3. Si la valeur du pixel courant est 0 alors on tourne vers la droite et on avance d'un pixel
4. Stop lorsqu'on retourne au point de départ
5. on élimine les boucles



Notion de composante connexe

Une composante connexe est un ensemble de points tel qu'il existe un chemin entre toute paire de points de cette composante



Remarque : l'image doit être binarisée