

Introduction au traitement d'images

Reconnaissance des formes

Nicholas Journet

12 janvier 2011

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

- ▶ 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

Quelques problèmes de RF

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

- ▶ C'est un rond, c'est un carré, → Distance avec des formes
- ▶ le feu est vert, :je passe, ou je m'arrête? → Représentation des caractéristiques et prise de décision
- ▶ odeur : c'est une madeleine → capteurs complexes
- ▶ caractère - écriture (c'est une lettre, un mot, ...) → modélisation par apprentissage
- ▶ parole (forme temporelle) voix, identification : c'est Chirac aux guignol complexité de l'espace des caractéristiques
- ▶ visage → problème d'invariance
- ▶ il va pleuvoir → décision incertaine

Schéma simplifié d'une chaîne de RF

segmentation

Définitions

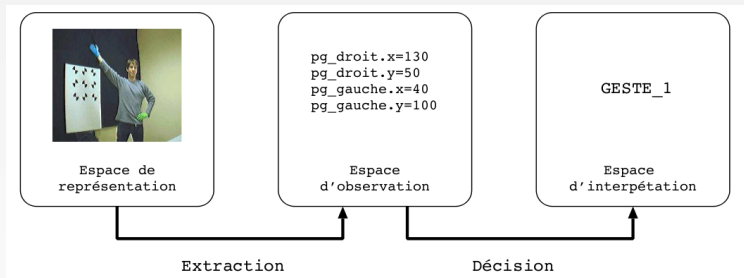
Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières



Principes de l'extraction de caractéristiques

- ▶ Nécessité de définir la notion de pertinence en fonction de l'application finale
- ▶ Le vecteur de paramètres doit discriminer les classes entre elles
- ▶ Le vecteur de paramètres doit être stable (robuste) en fonction du bruit

Information pertinente = combinaison d'informations

Exemple d'extraction de caractéristiques

- ▶ Objectif : décrire la forme au moyen d'un ensemble de paramètres adéquats (attributs)
- ▶ Large variété de représentations suivant les caractéristiques utilisées :
 - ▶ Caractéristiques globales : Surface, périmètre, largeur, hauteur, élongation, circularité, moments statistiques
 - ▶ Caractéristiques locales : Coins ou sommets (nombre, positions relatives ou absolues, angles, ...), Segments (nombre, positions relatives ou absolues, longueur, ...)
- ▶ Les caractéristiques peuvent être extraites sur : la forme elle-même, son squelette, ses contours)

- ▶ faible variance intra-classe
- ▶ grande variance inter-classe
- ▶ invariance en translation, rotation, homothétie?
- ▶ faible nombre d'attributs

0	0	0	0	0	C	0a	00
1	1	1	1	1	2		
2	2	2	2	2			
3	3	3	3	3			
4	4	4	4	4			
5	5	5	5	5			
6	6	6	6	6			
7	7	7	7	7	7		
8	8	8	8	8	8	8	
9	9	9	9	9	9	9	
F	F	F	F	F			

[illegible]

Principes de la décision

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

- ▶ Pour chaque objet détecté, la phase de décision (classification) consiste à lui associer zéro, une ou plusieurs étiquettes, correspondant à des classes de l'espace d'interprétation (possibilité de rejet)
- ▶ Une valeur de confiance peut être associée

Classification des méthodes de RdF

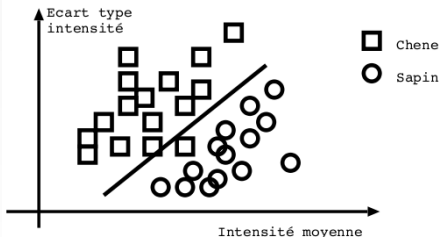
Classiquement, il existe deux approches de RdF :

- ▶ Les méthodes statistiques : l'extraction des caractéristiques produit des vecteurs de paramètres qui sont confrontés à des modèles numériques caractérisant chaque classe
- ▶ Les méthodes structurelles : l'extraction des primitives produit des valeurs symboliques et des relations qui font l'objet d'une analyse structurelle

Exemple d'une méthode statistiques

On cherche à reconnaître, dans une image, du bois de type chêne et du bois de type sapin en utilisant deux caractéristiques :

- ▶ L'intensité moyenne des pixels dans l'image
- ▶ l'écart type des intensités de pixels



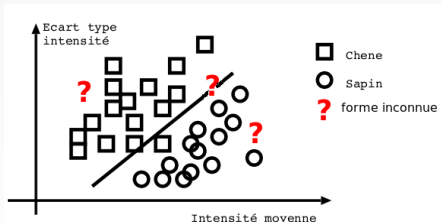
Classer un élément inconnu

On connaît la frontière de décision

- ▶ Je suis à gauche → c'est un chêne
- ▶ Je suis à droite → c'est un sapin
- ▶ Je suis sur la frontière → ???

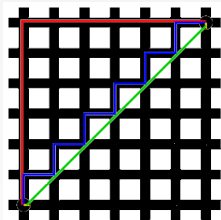
On ne connaît pas la frontière de décision

1. Je calcule la distance entre la forme à classer et tous les autres points
2. La forme inconnue est affectée à la classe de l'élément le plus proche



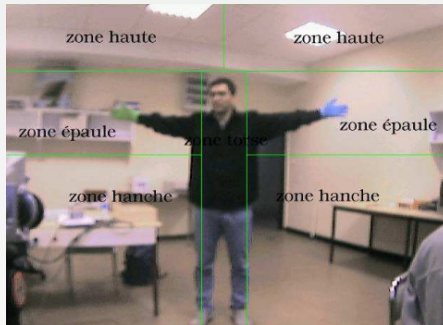
Distance sur des espaces vectoriels

1. Distance de Manhattan $\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$
2. distance euclidienne $\sqrt{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^2}$
3. distance Minkowski $\sqrt[p]{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p}$



source wikipedia

Exemple d'une méthode structurale



On désire reconnaître des gestes à partir d'une séquence vidéo

- ▶ Espace de représentation : I_0, \dots, I_k
- ▶ Espace d'observation de chaque main :
 1. en mouvement ou statique
 2. position relative par rapport à un point fixe (tête, pieds, coin haut gauche de la caméra...)
- ▶ Espace d'interprétation : type de geste exécuté

L'apprentissage

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

Les systèmes de RdF génériques disposent d'un certain nombre de paramètres à adapter.

Ces réglages sont fixés lors d'une phase d'apprentissage à partir de données fournies (on parle de données d'apprentissage).

- ▶ Apprentissage supervisé : on connaît les classes auxquelles appartiennent les données d'apprentissage
- ▶ Apprentissage non supervisé : le système ne connaît pas les classes auxquelles appartiennent les exemples mais on connaît le nombre de classes

L'apprentissage

segmentation

Définitions

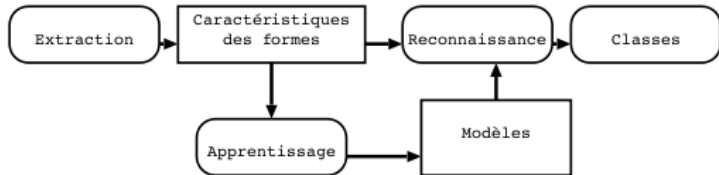
Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières



Mon système de RdF ne fonctionne pas bien

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

- ▶ Caractéristiques inadaptées ?
 - ▶ âge du capitaine...
 - ▶ variabilité inter-classe vs variabilité intra-classe
- ▶ Base d'apprentissage insuffisante ?
 - ▶ pas suffisamment de variabilité...
 - ▶ disparité des effectifs de chacune des classes...
- ▶ Mauvaise influence des prétraitements sur les images ?
 - ▶ élimination d'informations importantes...
 - ▶ effets indésirables d'une normalisation...
- ▶ Espace de représentation inadapté ?
 - ▶ vouloir faire absolument du structurel au lieu du statistique...
 - ▶ ... ou l'inverse !!!

Mesures de performance

Définitions :

- ▶ Taux de reconnaissance : nombre de décisions correctes divisé par le nombre de décisions totales
- ▶ Taux de rejet : nb de décision non univoques (on ne sait pas ou classer l'élément) divisé par le nombre total de décisions
- ▶ Taux d'erreur : nombre de décisions univoques erronées divisé par le nombre de décisions totales

$$T_{reco} + T_{rejet} + T_{erreur} = 1$$

Exemple d'un OCR

segmentation

Définitions

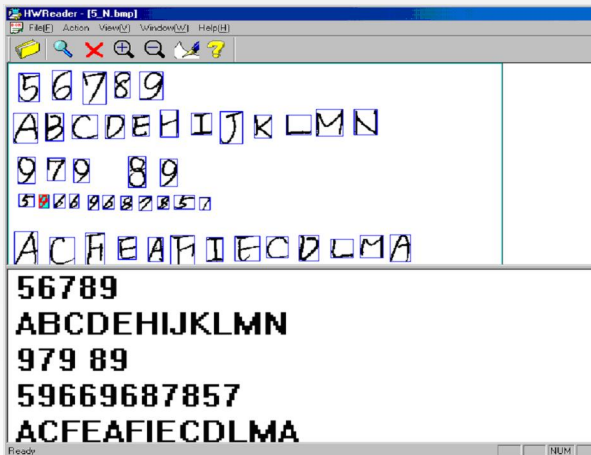
Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières



Exemple d'un OCR

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières


- ▶ Applications : traitement automatique de chèques, de courrier
- ▶ Traitement off line : le texte est scanné puis traité
- ▶ Traitement on line : la reconnaissance est effectuée au fur et à mesure que le caractère est tracé
- ▶ Problèmes :
 1. forte variabilité intraclasse
 2. peu de différence interclasse
 3. images parfois bruitées

Exemple d'une chaîne de traitements

1. Numérisation (scanner)
2. prétraitement :
 - ▶ segmenter pour isoler chaque caractère
 - ▶ supprimer le bruit, vectoriser...

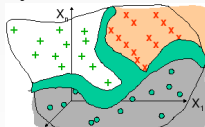


3. Extraction de caractéristiques : créer un vecteur de caractéristiques pour chaque caractère

$V(2.3, -2, 1000, 50, \dots, 45)$ 

$V(-3, 10.2, 0, 20, \dots, -4, 5)$ 

4. classification : associer un symbole à un vecteur de mesures

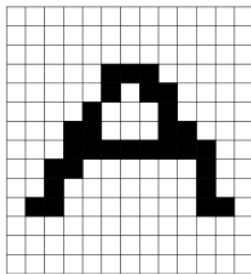


5. post-traitements : éventuellement utiliser le contexte (dico) pour corriger les erreurs éventuelles.

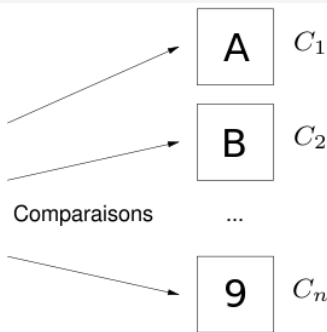
Extraction de caractéristiques 1/3

Comparaison directe :

$$distance(lettre, modele) = \sum_{ij} |P_{lettre}(i,j) - P_{modele}(i,j)|$$



C : image du caractère



Base de données de modèles

Extraction de caractéristiques 2/3

segmentation
 Définitions
 Seuillage
 Approches région
 Approches
 Frontières
 Codage frontières

1. Rapports isopérimétriques :

$$r = \frac{\textit{perimetre}}{4.\pi.\textit{surface}}$$

2. Concavité :

$$c = \frac{p_e}{p_o}$$

avec p_e = périmètre enveloppe convexe et p_o = périmètre objet

3. Moments géométriques : $M_{m,n} = \sum_{x,y} x^m \cdot y^n \cdot f(x,y)$

- ▶ ordre 0 : $M_{0,0} = \textit{surface de l'objet}$
- ▶ ordre 1 : centre de gravité de l'objet : $\bar{x} = \frac{M_{1,0}}{M_{0,0}}$ $\bar{y} = \frac{M_{0,1}}{M_{0,0}}$
- ▶ formule générale : $\frac{M_{pq}}{M_{00}^{1+\frac{p+q}{2}}}$

Extraction de caractéristiques 3/3

segmentation

Définitions

Seuillage

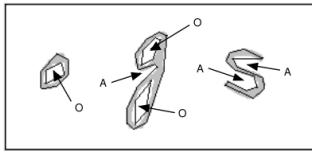
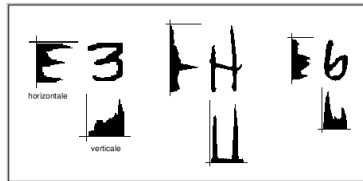
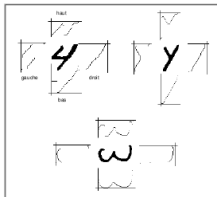
Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

Calcul de profils et de courbures



Zoning

segmentation

Définitions

Seuillage

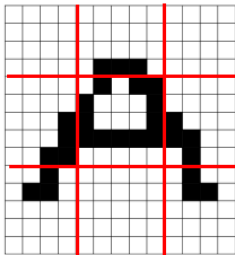
Approches région

Approches

Frontières

Codage frontières

- ▶ découpage en n blocs de l'image du caractère
- ▶ pour chaque bloc on calcule une caractéristique (ici le nombre de pixels noirs)
- ▶ vecteur de caractéristiques : $V = (d_1, d_2, \dots, d_n)$



$$V = (0, 3, 0, 4, 12, 4, 3, 0, 3)$$

Exemple de classification

segmentation

Définitions

Seuillage

Approches région

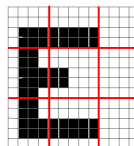
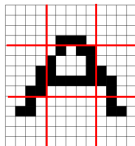
Approches

Frontières

Codage frontières

1. phase d'apprentissage : créer les classes manuellement
 - ▶ Une classe = le vecteur caractéristique d'un des éléments (pris au hasard, vecteur moyen, médian...)
2. phase de classification : trouver la classe de l'objet inconnu représenté par un vecteur caractéristique calculé X
 - ▶ classification basée sur une mesure de distance (euclidienne,...)
 - ▶ La classe attribuée est celle du vecteur de référence le plus proche.

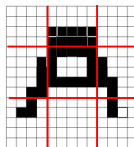
Exemple de classification d'une forme inconnue

 $V = (0, 3, 0, 4, 12, 4, 3, 0, 3)$
 $V = (6, 10, 0, 12, 4, 0, 10, 10, 0)$


?

Forme inconnue

?


 $V = (0, 10, 0, 5, 14, 5, 3, 0, 2)$

$$D(A, ?) = \sqrt{(0 - 0)^2 + (3 - 10)^2 + (0 - 0)^2 + (4 - 5)^2 + \dots + (3 - 2)^2}$$

$$D(A, ?) = 7,48 \text{ et } D(B, ?) = 19,05$$

La forme est donc identifiée comme étant un "A" car

$$\min(D(A, ?), D(B, ?)) = D(A, ?)$$