

Introduction au traitement d'images

Reconnaissance des formes

Nicholas Journet

20 février 2013

Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

- ▶ 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

Introduction
[Please insert into preamble] la reconnaissance des formes

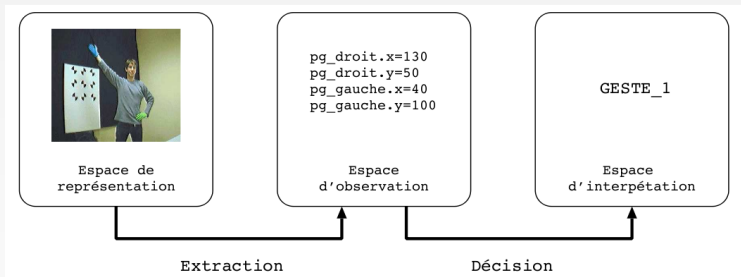
Extraction de caractéristiques (pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un OCR

- ▶ 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

Introduction
[Please insert into preamble] la reconnaissance des formes

Extraction de caractéristiques (pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un OCR



Principes de l'extraction de caractéristiques

Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

- ▶ 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

Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

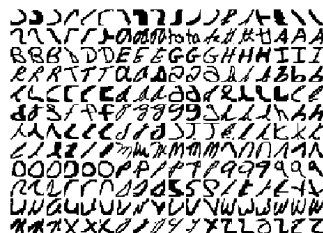
- ▶ Objectif : décrire la forme au moyen d'un ensemble de paramètres adéquats (attributs)
- ▶ Large variété de représentations suivant les caractéristiques utilisées :
 - ▶ Caractéristiques globales : Surface, périmètre, largeur, hauteur, élongation, circularité, moments statistiques
 - ▶ Caractéristiques 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)

Contraintes :

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

Variabilité inter-classe vs variabilité intra-classe :

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			



Principes de la décision

Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)

Prise de décision

Exemple d'un
OCR

- ▶ 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

Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

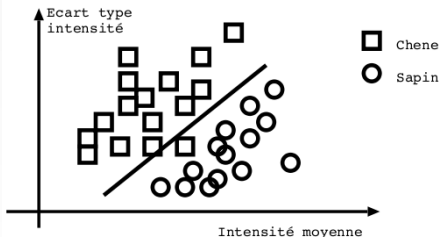
Classiquement, il existe deux approches de RdF :

- ▶ 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



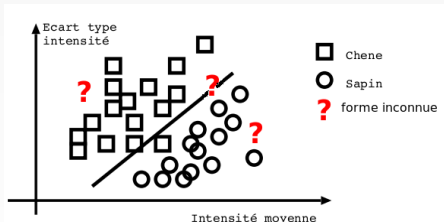
Classer un élément inconnu

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

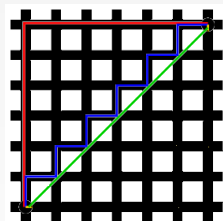


Distance sur des espaces vectoriels

Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

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

Introduction
[Please insert into preamble] la reconnaissance des formes

Extraction de caractéristiques (pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un OCR

Exemple d'une méthode structurale



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

- ▶ Espace de représentation : l_0, \dots, l_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

Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

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

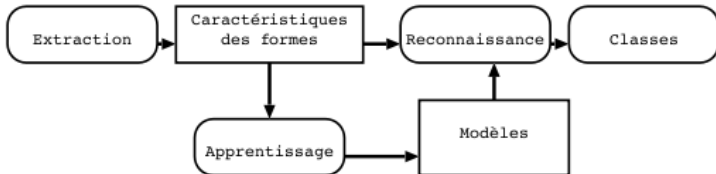
Ces réglages sont fixés lors d'une phase d'apprentissage à partir de données fournies (on parle de données d'apprentissage).

- ▶ 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

Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR



Mon système de RdF ne fonctionne pas bien

Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

- ▶ 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 !!!

Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

Mesures de performance

Définitions :

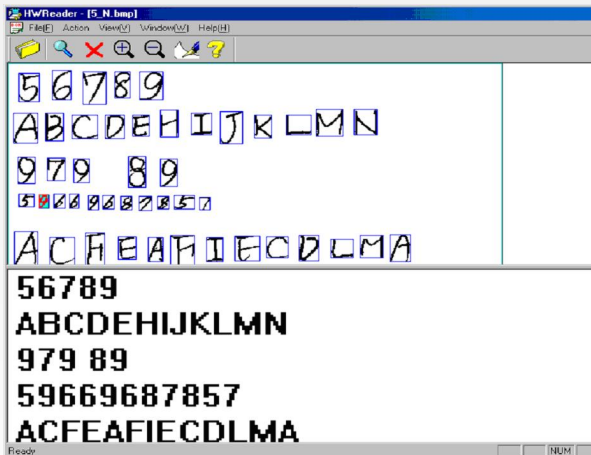
- ▶ Taux de reconnaissance : nombre de décisions correctes divisé par le nombre de décisions totales
- ▶ Taux de rejet : nb de décision non univoques (on ne sait pas ou classer l'élément) divisé par le nombre total de décisions
- ▶ Taux d'erreur : nombre de décisions univoques erronées divisé par le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

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

Exemple d'un OCR

Introduction
 [Pleaseinsertinto-
 preamble] la
 reconnaissance
 des formes

Extraction de
 caractéristiques
 (pertinentes)
 Prise de décision
 Exemple d'un
 OCR



Exemple d'un OCR

Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

- ▶ 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...

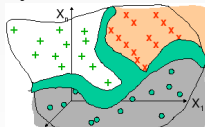


3. Extraction de caractéristiques : créer un vecteur de caractéristiques pour chaque caractère

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

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

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

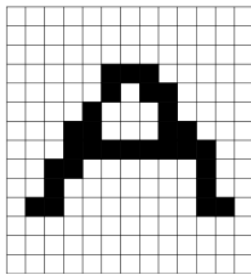


5. post-traitements : éventuellement utiliser le contexte (dico) pour corriger les erreurs éventuelles.

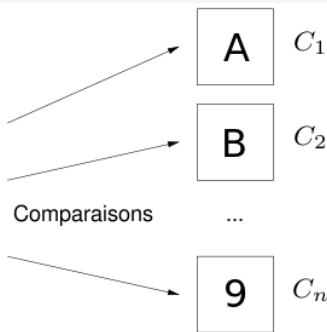
Extraction de caractéristiques 1/3

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

Introduction
[Please insert into
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

1. Rapports isopérimétriques :

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

2. Concavité :

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

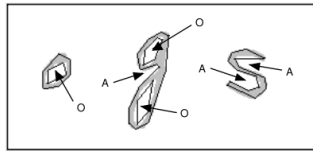
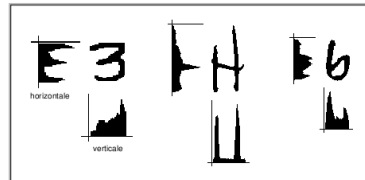
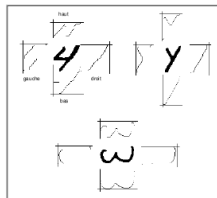
avec p_e = périmètre enveloppe convexe et p_o = périmètre objet

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

Calcul de profils et de courbures



Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

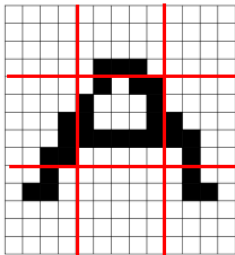
Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

Zoning

Introduction
[Please insert into
preamble] la
reconnaissance
des formes

Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

- ▶ 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

Introduction
[Please insert into-
preamble] la
reconnaissance
des formes

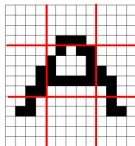
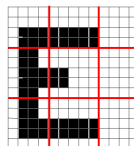
Extraction de
caractéristiques
(pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un
OCR

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

Introduction
[Please insert into preamble] la reconnaissance des formes

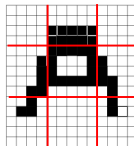
Extraction de caractéristiques (pertinentes)
Prise de décision
Exemple d'un OCR

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

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


?

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

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