

Table des matières

Avant-propos	iii
1 Introduction	1
1.1 Présentation de la reconnaissance des formes	1
1.2 Domaines d'application	2
1.3 Schéma général d'un système de reconnaissance	2
1.4 Système d'acquisition et prétraitements	3
1.5 Extraction de caractéristiques	4
1.6 Métriques	6
1.7 Principes de décision	7
1.8 Apprentissage	8
1.8.1 Méthodes statistiques et structurelles	9
1.8.2 Approches stochastiques et neuronales	9
1.9 Présentation des résultats de reconnaissance	10
1.9.1 Erreurs de type I et II	10
1.9.2 Matrices de confusion	12
1.9.3 Courbes COR	13
1.10 Données pour les exercices sur ordinateur	14
2 Approche bayésienne	16
2.1 Introduction	16
2.2 Décision basée sur les probabilités a priori	16
2.3 Décision bayésienne dans le cas discret	18
2.4 Décision bayésienne dans le cas continu	21
2.4.1 Probabilités et lois de probabilité	21
2.4.2 Densités de probabilités	22
2.4.3 Décision optimale	23
2.4.4 Probabilité d'erreur	25
2.4.5 Décision bayésienne avec coûts, risque de Bayes	27
2.4.6 Décision bayésienne avec coûts et rejet	28
2.4.7 Erreurs de type I et II, courbes COR	32
2.4.8 Surfaces discriminantes pour les lois gaussiennes	34
2.5 Estimation des lois de densités de probabilités	36
2.5.1 Estimation paramétrique des lois de densités de probabilités	37
2.5.2 Estimation non paramétrique des lois de densités de probabilités	38
2.6 Exercices	42
2.7 Solution des exercices	47

3	Approche markovienne	58
3.1	Processus stochastiques	58
3.2	Chaînes de Markov	58
3.2.1	Exemple de chaîne de Markov d'ordre 1	61
3.2.2	Génération d'une chaîne de Markov d'ordre 1	61
3.3	Modèles de Markov cachés	63
3.3.1	Modélisation par modèle de Markov caché	64
3.3.2	Génération d'une séquence d'observations par un modèle de Markov caché	67
3.3.3	Calcul de la vraisemblance d'une séquence d'observations	68
3.3.4	Apprentissage des modèles de Markov cachés	75
3.4	Exercices	78
3.5	Solution des exercices	82
4	Discrimination paramétrique	87
4.1	Principes de la séparation linéaire	87
4.1.1	Règle du perceptron	90
4.1.2	Variante avec marge	92
4.1.3	Interprétation connexionniste	93
4.1.4	Minimisation aux moindres carrés	95
4.2	Méthodes à noyaux	95
4.2.1	Fonctions noyaux	96
4.2.2	Machines à vecteurs de supports	97
4.2.3	Perceptron à noyau	100
4.2.4	Conclusion	102
4.3	Exercices	102
4.4	Solution des exercices	104
5	Analyse en composantes principales et analyse discriminante de Fisher	109
5.1	Analyse en composantes principales	109
5.2	Analyse discriminante de Fisher	111
5.3	Analyse discriminante de Fisher : cas $K = 2$	113
5.4	Exercices	114
5.5	Solution des exercices	115
6	Classification automatique	119
6.1	Introduction	119
6.2	Approche non hiérarchique : les K-moyennes	121
6.3	Approche hiérarchique	122
6.4	Mesures de qualité	124
6.5	Apprentissage semi-supervisé	125
6.5.1	Auto-apprentissage	125
6.5.2	Approche par vote	125
6.5.3	Approche à base de graphe	126
6.6	Conclusion	126
6.7	Exercice	127

6.8	Solution	127
7	Discrimination non paramétrique : les k-plus proches voisins	133
7.1	Principes	133
7.2	Probabilité d'erreur pour la règle du 1-ppv	134
7.3	Variantes rapides des k-ppv	136
7.3.1	Méthode de Vidal	137
7.3.2	Méthode de Kittler	139
7.3.3	Méthode de condensation	139
7.3.4	Algorithme d'édition	140
7.4	Conclusion	141
7.5	Exercice	142
7.6	Solution	142
8	Réseaux de neurones : du perceptron aux machines de Boltzmann	147
8.1	Introduction aux méthodes neuronales	147
8.2	Réseau à un seul neurone : le neurone formel	148
8.2.1	Apprentissage du neurone formel	151
8.2.2	Biais	153
8.2.3	Relation avec le classifieur bayésien	154
8.3	Réseaux de neurones multi-couches	155
8.3.1	Notation	155
8.3.2	Apprentissage par rétropropagation	157
8.3.3	Options d'apprentissage	160
8.4	Autres types de réseaux neuronaux	168
8.4.1	Réseaux récurrents	168
8.4.2	Réseaux de neurones convolutionnels	169
8.4.3	Réseaux à fonctions de base radiales (RBF)	169
8.4.4	Réseaux de Hopfield	172
8.4.5	Machines de Boltzmann	176
8.4.6	Cartes auto-organisatrices de Kohonen	178
8.5	Exercices	181
8.6	Solutions des exercices	181
9	Représentations des formes à base de chaînes	184
9.1	Introduction	184
9.2	Structures de chaînes : définitions	185
9.3	Comparaison de chaînes	185
9.3.1	Distance de Hamming	186
9.3.2	Recherche d'inclusion de chaîne : algorithme de Morris et Pratt	186
9.4	Distance d'édition	188
9.4.1	Définition	188
9.4.2	Trace	189
9.4.3	Algorithme de Wagner et Fisher	190
9.5	Couplage de formes par programmation dynamique	191
9.5.1	Présentation	191
9.5.2	Algorithmes de programmation dynamique	193

9.6	Exercice	194
9.7	Solution	197
10	Evaluation de systèmes	201
10.1	Ensembles d'apprentissage, d'évaluation et de test	201
10.2	Généralisation	202
10.3	Rééchantillonnage et validation croisée	202
10.4	Combinaison de systèmes de reconnaissance	203
10.5	Exercices	204
10.6	Solutions des exercices	205
A	Introduction à Matlab	207
A.1	Mise en route	207
A.2	Vecteurs, Matrices	207
A.3	Fonctions utiles	208
A.4	Fonctions, opérateurs	209
A.5	Fonctions d'affichage	209
B	Données pour exercices	211
B.1	Base de données de caractères	211
B.2	Base de données de chiffres	222