



N° d'ordre : 17/2014

## THESE DE DOCTORAT

Présentée par

**Mlle : Anissa BOUZALMAT**

Spécialité : Informatique

Sujet de la thèse :

### Authentification Biométrique par la Reconnaissance du Visage : Face et Profil

Thèse présentée et soutenue le 17/05/2014 devant le jury composé de :

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
ABDI Farid	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FST)	Président
SBIHI Abderrahmane	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Tanger (ENSA)	Rapporteur
EL ALAOUI OUATIK Said	PH	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz (FSDM -Fès)	Rapporteur
GADI Taoufiq	PH	Faculté des Sciences et Techniques de Settât (FST)	Rapporteur
MAJDA Aicha	PH	Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FST)	Examineur
Rabah Ouremchi	PES	Ecole Supérieure de Technologie de Fès (EST)	Examineur
ZARGHILI Aرسالane	PH	Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FST)	Directeur de thèse
KHARROUBI Jamal	PH	Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FST)	Co-directeur de thèse

Laboratoire d'accueil : Laboratoire Systèmes Intelligents et Applications (LSIA).

Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques-Fès



# Table des matières

Remerciements .....	1
Résumé .....	3
Abstract .....	4
Liste des abréviations .....	9
Liste des figures .....	10
Liste des tables .....	13
Introduction générale.....	14
Chapitre 1 : Etat de l'Art en Systèmes Biométriques & Reconnaissance du Visage.....	16
I. Introduction.....	17
II. Techniques biométriques .....	17
2.1. L'empreinte digitale .....	18
2.2. La voix.....	19
2.3. La rétine.....	19
2.4. L'iris.....	19
2.5. La reconnaissance de veine .....	20
2.6. La dynamique des signatures .....	20
2.7. La géométrie de la main .....	20
2.8. Le visage.....	21
2.9. Conclusion.....	21
III. Reconnaissance du visage .....	22
3.1. Principe de la reconnaissance du visage.....	23
3.2. Problèmes de la reconnaissance du visage .....	25
3.3. Les méthodes globales.....	25
3.3.1. EigenFaces.....	25
3.3.2. La transformée en cosinus discrète (DCT) .....	26
3.3.3. L'analyse en composante indépendante (ICA).....	27
3.3.4. Fisher Faces .....	28
3.3.5. Le réseau de neurones .....	29
3.3.6. Les machines à vecteur support (SVM) .....	29
3.3.7. La corrélation.....	30
3.3.8. Histogramme de couleurs .....	30
3.3.9. Conclusion.....	30
3.4. Les méthodes locales.....	31
3.4.1. L'elastic graph matching (EGM).....	31
3.4.2. Les filtres de Gabor .....	32

3.4.3. EigenObjects.....	33
3.4.4. Le modèle de Markov caché (HMM).....	34
3.4.5. Mesures et ratios.....	34
3.4.6. La couleur.....	35
3.4.7. Conclusion.....	35
3.5. Les méthodes hybrides.....	36
3.6. Conclusion.....	37
IV. Méthodes de détection du visage.....	38
4.1. Méthodes basées sur l'apparence.....	38
4.2. Méthodes basées sur les connaissances acquises.....	39
4.3. Méthodes basées sur les caractéristiques invariantes.....	39
4.4. Méthodes basées sur la mise en correspondance.....	40
4.5. Comparaison de méthodes de détection.....	40
Chapitre 2 : Nouvelles Approches de Détection & de la Localisation des Caractéristiques du Visage.....	42
I. Introduction.....	43
II. Couleur de la peau.....	44
2.1. Les espaces de couleur.....	44
2.1.1. Le modèle RGB.....	45
2.1.2. Le modèle YCrCb.....	46
2.1.3. Le modèle XYZ.....	46
2.1.4. Le modèle HSV.....	47
2.2. Modèle de couleur de la peau.....	47
III. Approche proposée de détection du visage basée sur la couleur de la peau.....	50
3.1. Détection du visage par couleur de la peau.....	50
3.1.1. La base donnée (XM2VTS).....	51
3.1.2. L'espace (HSV).....	52
3.1.3. Classification des pixels par la couleur (HSV).....	53
3.1.4. Filtrage des régions peaux.....	55
3.1.4.1. Filtrage morphologique.....	55
3.1.4.2. Filtre médian.....	57
3.2. Conclusion.....	58
IV. Nouvelle approche de la localisation des caractéristiques du visage.....	58
4.1. Localisation de l'axe des yeux.....	60
4.2. Localisation de l'axe médian.....	60
4.3. Localisation de l'axe des narines.....	61
4.4. Localisation de l'axe de la bouche.....	62
4.5. Localisation globale des caractéristiques: Modèle géométrique.....	62

4.6. Conclusion.....	65
Chapitre 3 : Approches Basées sur Filtres de Gabor Appliquées à la Reconnaissance du Visage.....	66
I. Introduction.....	67
II. Représentation des caractéristiques du visage.....	67
2.1. Transformée de Fourier d'image (FFT) .....	67
2.1.1. Représentation fréquentielle d'une image .....	68
2.1.1.1. Module et phase.....	68
2.1.2. Convolution et transformée de Fourier d'image .....	68
2.2. Analyse de la texture .....	69
2.3. Analyse par les ondelettes de Gabor .....	69
2.4. Approches utilisant le filtrage de Gabor.....	70
2.5. Projections Aléatoires (RP) .....	70
2.5.1. Principe de la projection aléatoire (RP).....	71
2.5.2. Comparaison (PCA, LDA et RP) .....	72
2.5.3. Approches basées sur la projection aléatoire (RP) .....	72
III. Approche locale de la reconnaissance du visage par Fourier-Filtres de Gabor, PCA, RLDA et BPNN .....	73
3.1. Représentation du visage par Fourier-filtres de Gabor.....	74
3.2. Méthodes de réduction et reconnaissance .....	77
3.3. Expérimentation et conclusion .....	79
IV. Approche globale de la reconnaissance du visage par réseau de neurones basée sur Fourier-Gabor et la projection aléatoire .....	80
4.1. Extraction du vecteur caractéristique .....	80
4.1.1. Interpolation bilinéaire .....	81
4.1.2. Représentation par Fourier et Filtre de Gabor .....	81
4.2. Reconnaissance par réseau de neurone de rétro-propagation (BPNN) .....	81
4.3. Expérimentations et résultats.....	83
4.4. Conclusion.....	86
Chapitre 4 : La Reconnaissance du Visage Basée sur la Machine à Vecteur Support (SVM) et les Méthodes d'Extraction (LDA, PCA, ICA) .....	87
I. Introduction.....	88
II. Machine à vecteur support SVM.....	89
2.1. Principe de SVM .....	89
2.2. SVM à marge dure .....	90
2.3. SVM à marge souple .....	93
2.4. SVM à noyaux.....	96
2.5. SVM multiclass .....	98

2.5.1. Approche "Un-contre-tous" .....	99
2.5.2. Approche "Un-contre-un" .....	101
III. Approche de reconnaissance du visage basée sur SVM et la méthode de réduction LDA .....	102
3.1. Construction des vecteurs caractéristiques .....	103
3.1.1. Mise à l'échelle des données .....	103
3.2. Modèles Multiclass SVM .....	104
3.3. K-validation croisée .....	104
3.4. Sélection des paramètres du modèle SVM .....	105
3.5. Expérimentations et résultats .....	107
3.6. Etude comparative des méthodes d'extraction (PCA, ICA, LDA) par la classification SVM .....	113
3.6.1. Expérimentations et résultats .....	113
3.7. Conclusion .....	116
Conclusion et Perspectives .....	117
Annexe A : La transformée en cosinus discrète (DCT) .....	120
Annexe B : Analyse en composante principale (PCA) .....	121
Annexe C : Analyse discriminante linéaire régularisée (R-LDA) .....	123
Annexe D : Analyse discriminante linéaire (LDA) .....	124
Annexe E : Analyse en composantes indépendante (ICA) .....	125
Annexe F : Projection aléatoire (RP) .....	126
Références .....	128