

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la technologie

Département d'Electronique

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER

FILIERE : ELECTRONIQUE

Spécialité : Electronique des systèmes embarqués.

Par

Benneni rafiqa

Herizi charaf eddine

Intitulé

Systeme de sécurité biométrique multimodal utilisant l'iris et le visage

Soutenu le : 8 septembre 2020

Thème dirigée par : Dr : Bekkouche Tewfik.

Devant le jury composé de :

Daachi Hocine Prof à Université de BBA président.

Latoui Abdelhakim Prof à Université de BBA Examineur.

Dr : Bekkouche Tewfik Prof à Université de BBA Encadreur.

Année Universitaire 2019/2020

Dédicaces

Je dédie ce mémoire:

*À ma très chers parents pour son soutien durant toute
ma vie d'étudiant et sans lui je ne serai jamais devenu ainsi.*

À mes frères et ma sœur, et à toute ma famille.

À mes amis d'Enfance. À mes amis d'étude

pour leurs soutiens et leurs

encouragements.

À tous les professeurs et enseignants qui m'ont suivi

durant tout mon cursus scolaire et qui m'ont permis

de réussir Dans mes études.

À toute personne ayant contribué à ce

travail de près ou de loin.

BENNENI RAFIQA

Je dédice ce mémoire :

*A ceux ; qui m'ont tant donné sans rien demander, qui m'ont toujours offert leur
soutient m'ont épargné aucun effort pour m'aider, qui m'ont appris mes principes, à
qui tous les mots ne suffisent pas pour les remercier :*

A toute ma famille

A tous mes amis

A mon encadreur pour son aide précieuse

HERIZI CHARAF EDDINE

Remerciements

Le grand remerciement revient à dieu qui nous a donné la force et le courage à réaliser et terminer ce modeste travail.

*Nous tenons à remercier très vivement notre encadreur Monsieur **Bekkouche Tewfik**, enseignant à l'université Mohamed El Bachir El Ibrahimi Bordj Bou Arreridj, nous le remercions de nous avoir toujours poussé vers l'avant, pour toute la confiance qu'il nous porte, pour sa grande disponibilité inconditionnelle, ses conseils avisés, et ses encouragements. Ses nombreuses idées furent un soutien très précieux.*

Nous remercions nos amis et collègues de l'université, pour l'ambiance conviviale qu'ils ont contribué à entretenir, les bons moments passés en leur compagnie et leur sympathie.

Nous remercions également messieurs les membres de jury, d'avoir accepté de jurer ce modeste travail.

A tous ceux qui nous avons eu la chance de travailler avec ou que nous avons eu l'honneur de côtoyer avant et pendant mon mémoire, et à tous nos professeurs de l'Université de Mohamed El Bachir El Ibrahimi Bordj Bou Arreridj.

Enfin, nous remercions chaleureusement tous les membres de nos familles et tous nos amis pour leur soutien et leurs encouragements.

Table des matières

Dédicaces

Remerciements

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Les abréviations

Introduction Générale01

Chapitre 1 : Généralités sur la Biométrie.....03

I. Introduction.....03

II. Définition de la biométrie.....03

III. Historique de la biométrie..... 03

IV. Caractéristiques de la biométrie.....04

VI.1.Modalités comportementale.....05

VI.1.a.La signature.....05

VI.1.b.La dynamique de frappe au clavier..... 05

VI.1.c.La démarche.....05

VI.1.d.La voix.....05

VI.2.Modalités physiologiques (morphologique).....05

VI.2.a.L'empreinte digitale.....05

VI.2.b.La géométrie de la main.....06

VI.2.c.La rétine.....06

VI.2.d.L'iris.....06

VI.2.e.Le visage.....06

VI.2.f.L'oreille.....06

VI.3.Modalités Biologiques.....06

VI.3.a. ADN.....06

VI.3.b. Électrocardiogramme.....07

VI.3.c. Veines de la main.....07

VI.3.d. L'odeur corporelle.....07

VI.3.e. Les cheveux et les poils.....	07
V. Choix des caractéristiques biométriques.....	08
VI. Architecture d'un système biométrique.....	08
VI.1.Mode l'enrôlement	09
VI.2.Mode authentification ou de reconnaissance.....	09
VI.3.Mode identification ou module d'adaptation.....	09
VII. Les cas d'application de la biometrie.....	10
VIII. Mésure de performance.....	11
VIII.1.Choix de seuil de décision.....	12
IX. Conclusion.....	13
Chapitre 2 : La biométrie par utilisation de l'iris et le visage.....	14
I. Introduction.....	14
II. Partie 01 :Reconnaissance biométrique par l'iris.....	14
II.1.Déscription de l'iris.....	14
II.2.Historique et développement.....	14
II.3.Architecture d'un système de reconnaissance par l'iris	15
II.3.1. Acquisition de l'image de l'iris.....	16
II.3.2. segmentation de l'iris.....	16
II.3.3. Normalisation d'iris.....	16
II.3.4. Extraction de la texture de l'iris.....	17
II.3.5. Comparaison et décision.....	17
III. Reconnaissance de visage.....	17
III.1.Description de visage.....	17
III.2. Historique de visage.....	18
III.3.Le principe de fonctionnement.....	18
III.3.1. Monde physique (L'extérieur).....	18
III.3.2.L'Acquisition de l'image.....	19
III.3.3.Détection de visage.....	19
III.3.4.Le prétraitement.....	19
III.3.5.Extraction des caractéristiques.....	19
III.3.6.Un dispositif de traitement par comparaison.....	19

III.3.7.La décision.....	19
III.4.Difficultés de reconnaissance de visage.....	20
III.4.1.Occultations partielles.....	20
III.4.2.Variation de la pose.....	20
III.4.3.Changement d'illumination.....	21
III.4.4.Expressions faciales.....	21
III.5.Les algorithmes de reconnaissance faciale.....	21
III.5.1.Approches globales.....	22
III.5.2.Méthodes locales.....	22
III.5.3. Méthodes Hybrides.....	23
IV. Conclusion	23
Chapitre 3 :La biométrie multimodale utilisant l'iris et le visage.....	25
I. Introduction.....	24
II. Partie 01 : Fusion multimodale	24
II.1.Les types de fusion.....	24
II.1.1. Multi-Capteurs.....	25
II.1.2. Multi-Instances	25
II.1.3. Multi-Algorithmes.....	25
II.1.4. Multi-Echantillons.....	25
II.1.5. Multi-Biométries.....	25
II.1.6. Les Systèmes Hybrides.....	25
II.2.Les architectures des systèmes biométriques multimodaux.....	25
II.2.1.L'architecture en parallèle.....	25
II.2.2.L'architecture en série.....	25
II.3.Les niveaux de fusion.....	26
II.3.1.Fusion au niveau capteur.....	26
II.3.2.Fusion au niveau de données ou caractéristiques.....	26
II.3.3.Fusion au niveau score de comparaison.....	27
II.3.4.Fusion au niveau rang.....	27
II.3.5.Fusion au niveau de la prise de décision.....	27
III. Partie 02 : Un système multi-biométrique iris-visage basé sur la fusion au niveau des scores.....	27
III.1. Les approches de combinaison de scores.....	27

III.1.1.	L'approche par classification.....	27
-	Les machines à vecteurs de support (SVM).....	28
III.1.2.	L'approche par combinaison.....	28
III.1.2.1.	Les méthodes de combinaisons de scores simples.....	28
III.1.2.2.	Combinaison de scores par logique floue.....	28
-	Mesure floue.....	29
III.2.	Normalisation.....	29
III.3.	Système de reconnaissance par l'iris.....	29
III.3.1.	Segmentation de l'iris.....	30
III.3.2.	Normalisation de l'iris.....	30
III.3.3.	Extraction des caractéristiques.....	31
III.3.3.1.	Décomposition en ondelettes de Haar	31
III.3.3.2.	Méthodes de LBP dans l'analyse de texture et classification d'iris.....	32
III.3.4.	Distance de Hamming.....	33
II.4.	Système de reconnaissance par visage.....	33
III.4.1.	Extraction des caractéristiques.....	33
III.4.1.1.	Analyse Discriminante Linéaire (LDA).....	34
III.4.1.2.	Méthodes de LBP dans l'analyse de texture et classification de visage.....	34
III.4.2.	Correspondance et décision.....	35
III.3.4.	Architecture du système multi-biométrique.....	35
IV.	Conclusion.....	37
	Chapitre 04 :Application sur matlab d'un algorithme de fusion multimodale entre l'iris et le visage.....	38
I.	Introduction.....	38
II.	Le système de reconnaissance d'iris et de visage.....	38
II.1.	Les bases de données utilisées.....	38
II.1.1.	Base de données IIT DELHI -1.....	38
II.1.2.	La base de donnée ORL.....	41

II.2. Schéma reflétant le déroulement d'application.....	39
II.2.1. Approche proposée pour le système unimodal iris.....	39
II.2.2.Approche proposée pour le système unimodal visage.....	41
II.3. Prétraitement des images du visage et de l'iris.....	41
II.3.1. Détection d'iris.....	41
II.3.1.1.Segmentation.....	41
II.3.1.2.Normalisation.....	42
II.3.2.Détection de visage.....	42
II.4. Extraction des caractéristiques.....	42
II.4.1.Extraction des caractéristiques d'iris et de visage.....	43
II.5. Comparaison.....	43
II.5.1.La distance de Hamming.....	43
III. La fusion multimodale au niveau de score.....	43
III.1. Base de donnée multi-biométrique.....	43
III.2. Schéma reflétant le déroulement d'application.....	43
III.3. Les règles de combinaison de scores.....	44
IV. Résultats expérimentaux.....	44
IV.1. Métrique de performance des systèmes unimodaux.....	46
IV.1.1. Les courbes ROC.....	46
IV.1.2. Illustration du FRR et du FAR.....	46
IV.1.3. Les fonctions de densités de probabilités.....	47
IV.2.Métrique de performance de système multimodale.....	48
IV.2.1. Les courbes ROC's.....	48
IV. 2.2.Illustration du FRR et du FAR.....	48
IV.2.3. Les courbes des fonctions de densités de probabilités.....	49
IV. 3.Comparaison des scores fusionnées.....	51
V. Conclusion	52
Conclusion Générale et Perspectives.....	53
Références Bibliographiques	54
Annexe A : Les différents processus utilisés à l'identification par iris.....	58
Annexe B : Les différents processus utilisés à l'identification par visage.....	62
Résumé	
Abstract	
الملخص	

Liste des figures

Chapitre 1 : Généralités sur la Biométrie

Figure.1.1. Catégories des méthodes d'identification biométriques.....	04
Figure.1.2 . Exemple de différents modalités biométriques.....	07
Figure 1.3. Architecture d'un système biométrique.....	08
Figure.1.4. Mode l'enrôlement.....	09
Figure.1.5. Mode authentification ou de reconnaissance.....	09
Figure.1.6. Mode identification ou module d'adaptation.....	10
Figure.1.7. Exemples d'applications de la biométrie.....	11
Figure 1.8. Illustration du FRR et du FAR.....	12
Figure. 1.9. Les deux façons d'en mesurer la performance.....	13

Chapitre 2 : La biométrie par utilisation de l'iris et le visage

Figure 2 .1. Anatomie et différentes caractéristiques de l'iris humain.....	14
Figure 2 .2. L'architecture de système de reconnaissance par l'iris.....	16
Figure.2.3. Extraction des caractéristiques d'iris.....	17
Figure.2.4. Principe de fonctionnement de base d'un système de reconnaissance faciale.....	18
Figure.2.5. Système de reconnaissance de visage.....	20
Figure.2.6. Exemple d'occultations partielles.....	20
Figure.2.7. Exemples de variation de poses.....	21
Figure.2.8. Exemple de Changement d'illumination.....	21
Figure2.9. Exemples de variation d'expressions.....	21

Figure 2.10. Classification des algorithmes principaux utilisés en reconnaissance faciale.....	22
---	----

Chapitre 3 :La biométrie multimodale utilisant l’iris et le visage

Figure.3.1. Sources de multiples éléments de preuve d’identité dans les systèmes biométriques multimodaux.....	24
Figure3.2. Les architectures des systèmes biométriques multimodaux.....	26
Figure.3.3. Les niveaux de fusion.....	27
Figure.3.4. Le diagramme de système proposé.....	30
Figure. 3.5 . Segmentation d’iris.....	30
Figure 3.6. Modèle de normalisation de Daugman.....	31
Figure 3.7. Localisation et normalisation de l’image d’Iris.....	31
Figure .3.8. Extraction de caractéristiques d’iris.....	32
Figure.3.9: Construction d’un forme binaire et calcul du code LBP pour un pixel central.....	32
Figure.3.10 : (a) Trois voisinages pour des R et P différents, (b) Textures particulières détectées par LBP.....	33
Figure .3.11. Bloc cshema du classificateur Gabor-fishier complet nce de phase.....	34
Figure.3.12. Illustration du stage de reconnaissance.....	35
Figure. 3.13. Fusion au niveau score dans un système biométrique multimodal.....	36

Chapitre 04 :Application sur matlab d’un algorithme de fusion multimodale entre l’iris et le visage

Figure4.1. Echantillons de la base de données IIT DELHI -1.....	38
Figure.4.2. Exemple d’échantillons de la base ORL.....	39
Figure.4.3. Schéma reflétant le déroulement d'application d’iris.....	40

Figure.4.4. Schéma reflétant le déroulement d'application de visage.....	41
Figure. 4.5. image normalisée de l'iris de la base IIT DELHI -1-Iris.....	42
Figure.4.6. Schéma reflétant le déroulement d'application de fusion.....	44
Figure4.7 .La courbe ROC obtenue pour nos système unimodale.....	46
Figure.4.8. les valeurs de FAR et FRR obtenues pour nos système unimodal.....	47
Figure.4.9. La Les courbes fonctions densités de probabilités du système unimodal..	47
Figure.4.10. Les courbes ROC du système multimodal pour différentes règles.....	48
Figure.4.11. Les courbes FAR et FRR du système multimodal pour différentes règles.....	49
Figure.4.12. Les courbes des fonctions de densité de probabilités du système multimodal pour différentes règles.....	50

Annexe A : Les différents processus utilisés à l'identification par iris

Figure.A.1. L'organigramme d'algorithme de segmentation d'iris.....	58
Figure A.2. Centre et rayon de l'iris et la pupile.....	60
Figure.A.3. L'organigramme d'algorithme de normalisation et d'extracytion de caractéristiques d'iris.....	60
Figure.A.4. L'organigramme d'algorithme de codage d'iris.....	60
Figure.A.5. L'organigramme d'algorithme de distance de Hamming.....	61

Annexe B : Les différents processus utilisés à l'identification par visage

Figure.B.1. L'organigramme d'algorithme de reconnaissance faciale	62
Figure.B.2. L'organigramme d'algorithme de la réduction des images de visage.....	63
Figure B.3. Image de visage a)avant découpage b) après découpage.....	64
Figure B.4. Image de visage a)avant décimation b) après décimation.....	64
Figure.B.5. Organigramme d'algorithme de l'extraction des variables.....	65

Figure.B.6. Organigramme d'algorithme de reconnaissance de visage par la méthode LBP.....	66
Figure.B.7: Organigramme d'algorithme de calcul de LBP.....	66

Liste des tableaux

Chapitre 1 : Généralités sur la Biométrie

Tableau 1.1: Comparaison entre les techniques biométriques, (H : haut, M : Moyen, B : Bas).....08

Chapitre 04 : Application sur matlab d'un algorithme de fusion multimodale entre l'iris et le visage.

Tableau 4.1. Les valeurs d'EER, FRR et GAR obtenues du système uni modal de l'iris et du visage.....47

Tableau 4.2. Les mesures de EER, FRR et du GAR obtenues pour le système multimodal (iris - visage).....51

Tableau 4.3. Tableau comparatif des mesures de EER, FRR et du GAR pour le système monomodal et le système multimodal (iris - visage).....51

Les abréviations

- **ADN**:L'Acide Désoxyribo Nucléique.
- **ECG** : L'Electrocardiogramme.
- **FRR** : **F**alse **R**eject **R**ate ou le **T**aux de **F**aux **R**ejet.
- **FAR** :**F**alse **A**ceptance **R**ate ou le **T**aux de **F**aux **A**cepté.
- **EER** : **E**qual **E**rror **R**ate ou le **T**aux d'**E**gale **E**rrer.
- **GAR**: **G**enuine **A**cept **R**ate ou **T**aux d'**A**ceptations **V**éritables .
- **ROC** :**R**eceiver **O**perating **C**haracteristic.
- **CMC** :**C**umulative **M**atch **C**haracteristic.
- **MRTD** : **M**achine **R**eadable **T**ravel **D**ocuments.
- **PCA** : L'**A**nalyse en **C**omposantes **P**incipales.
- **LDA** : L'**A**nalyse **D**iscriminante **L**inéaire.
- **SVM** :**M**achine à **V**ecteurs de **S**upport.
- **RNA** :Les **R**éseaux de **N**eurones.
- **HMM** : **H**idden **M**arkov **M**odels ou **M**odèles de **M**arkov **C**achés.
- **EBGM** : **E**lastic **B**unch **G**raph **M**atching.
- **EO**: **E**igen **O**bject.
- **LFA** :**L**ocal **F**eature **A**nalysis.
- **EBGM** :**E**lastic **B**uch **G**raph **M**atching.
- **PBGFC**:**P**hase-**B**ased **G**abor **F**isher **C**lassifier.
- **HE** : **E**galisation d'**H**istogramme.
- **MVN** :**N**ormalisation de **M**oyenne-**V**ariation.
- **ORL** :**O**livetti **R**esearch **L**aboratory .
- **PBGFC** :**G**abor **F**isher **C**lassifier à base de phase.
- **OGPCI** :**O**riented **G**abor **P**hase **C**ongruency **I**mage.
- **MAX** :**M**aximum.
- **MIN** :**M**inimum.
- **B** : **B**as.
- **H** : **H**aut.
- **M** : **M**oyen.
- **MM** : **M**in-**M**ax.
- **ZS** : **Z**-**S**core.

- **SVM** : Support Vector Machine.
- **TH** :Tanh.
- **H** : High.
- **L** : Low.
- **HD** : Distance de Hamming.
- **LBP** : Local Binary Patterns ou Motifs Binaires Locaux.

Introduction générale

La biométrie est considérée comme un moyen automatique qui permet d'identifier et vérifier les personnes dans l'accès à des ressources spécifiques, automatiquement dans de divers secteurs à partir de leurs caractéristiques physiques par exemple le visage, l'empreinte digitale, la géométrie de la main, l'empreinte de la paume, la veine de la main, l'iris, la rétine et comportementales comme la démarche et la voix. Cette technique est le moyen permettant d'améliorer la protection des biens contre le vol, la fraude et le terrorisme mais garantit également que la personne qui veut avoir accès à eux est la vraie personne autorisée.

Les méthodes biométriques donnent naissance au terme "mot de passe biométrique"; qui doit pas être volé, oublié ou transmis à une autre personne, cela peut dépend du choix des modalités biométriques utilisées; l'utilisation d'une seule modalité n'est pas efficace puisque certaines techniques biométriques peuvent être reproduites par d'autres personnes, cet inconvénient pousse l'homme à l'utilisation de la biométrie multimodale, elle consiste à la multiplication des modalités biométriques, des algorithmes d'analyse ou des bases de données utilisées, qui offre des systèmes de reconnaissance performants et fiables, alors elle permet de soigner le problème de non-universalité de certaines biométries et d'offrir un degré élevé de flexibilité.

Dans le présent mémoire, nous avons choisi l'utilisation de la fusion multimodale de l'iris et du visage, après l'extraction du vecteur de caractéristiques de l'iris en utilisant la méthode de 'Local Binary Pattern (LBP)' communément pour le visage et l'iris, puis la normalisation des scores de chacun, nous appliquons la fusion aux niveau des scores de similarités entre eux; une fois nous obtenons les scores fusionnés, nous faisons la comparaison entre eux qui permet la décision sur l'identification des personnes (accepté ou rejeté).

L'objectif de ce travail c'est l'implémentation d'un système multimodale qui permet l'amélioration des performances de reconnaissance en combinant plusieurs sources d'information.

Afin d'arriver à cette fin, notre mémoire est organisé autour de quatre chapitres :

Le premier chapitre traite des généralités sur la biométrie, nous commençons par une définition de la biométrie. Puis son développement historique lié au type et nombre de modalités biométriques utilisées, nous donnons des exemples des secteurs d'application de la biométrie connus. Enfin, nous citons les mesures de performance des systèmes biométriques.

Le deuxième chapitre est divisé en deux grandes parties :

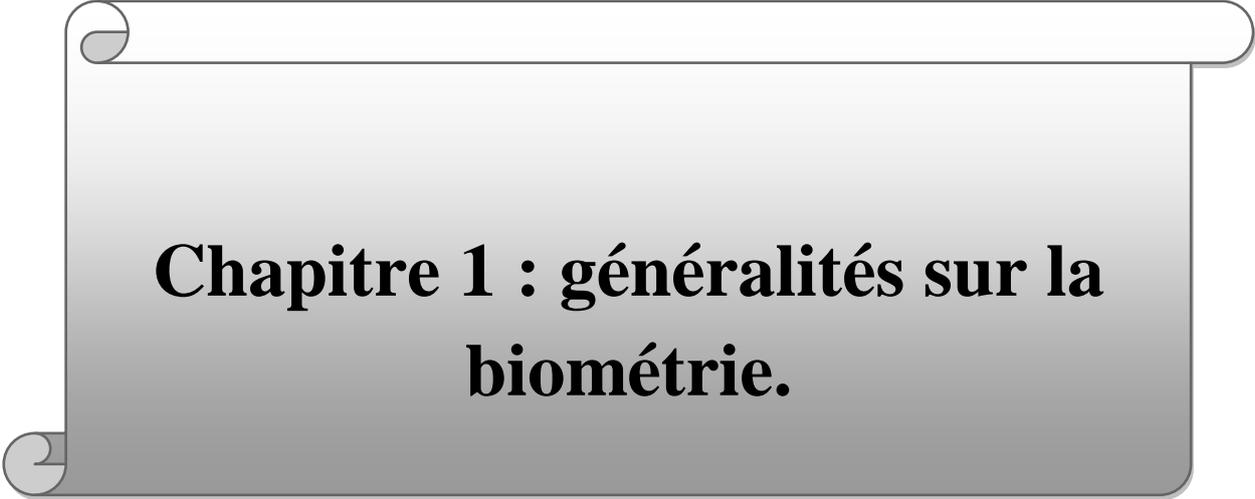
Introduction générale.

- La première partie s'intéresse à la biométrie par l'iris. Son fonctionnement et les étapes à suivre pour l'identification des personnes en utilisant cette modalité.
- La deuxième partie consiste à suivre les mêmes étapes suivies dans la première partie, qui permettent la conception des systèmes de reconnaissance utilisant le visage.

Le troisième chapitre s'occupe de la fusion multimodale, les types, les niveaux, et l'architecture, nous accentuons notre étude sur le système multimodal iris-visage basé sur la fusion au niveau des scores, en détaillant les méthodes de normalisation des scores, les méthodes utilisées au niveau de l'extraction des caractéristiques et à la comparaison des scores. A la fin de ce chapitre, nous exposons l'architecture de notre système multimodal, avec une représentation de la base de données multimodale utilisée.

Le chapitre quatre, c'est la partie pratique de notre travail, là où nous donnons les résultats expérimentaux obtenus pour le cas uni modale utilisant l'iris et le visage séparément, puis les résultats de la fusion qui combine les images de l'iris et le visage utilisées. Une comparaison entre les deux est nécessaire pour voir l'ajout que peut donner la multimodalité dans un système biométrique.

La conclusion générale résume l'acheminement de travail suivi de la théorie à la pratique. En addition, elle présente les résultats obtenus et les problèmes rencontrés.



**Chapitre 1 : généralités sur la
biométrie.**

Chapitre 1 : généralités sur la biométrie.

I. Introduction

Dans la vie de tous les jours, une personne doit être identifiée dans de multiples situations, c'est pourquoi aujourd'hui de nombreuses recherches visent à prouver l'identité d'une personne en utilisant des caractéristiques biologiques ou comportementales qui lui sont propres : iris, empreinte digitale, forme de la main, frappe sur un clavier, vitesse de signature. En revanche, l'exploitation de ces traits physiologiques ou comportementaux pour identifier une personne nécessite de disposer d'équipements sophistiqués intégrant un savoir-faire très pointu [1].

Afin de bien approcher l'idée, nous commençons notre chapitre par quelques définitions de base de la biométrie tout en relatant son développement historique ainsi que ses caractéristiques, suivi par une comparaison entre les différentes modalités biométriques. Ensuite, nous détaillons l'architecture, les différents modules qui constituent un système biométrique, les applications de la biométrie ainsi que les mesures de performance pour évaluer de tel système biométrique sont aussi discutés dans ce chapitre. Nous concluons par une conclusion qui résume les principales notions connues à l'issue de cette étude.

II. Définition de la biométrie

La biométrie est un terme dérivé du mot grec «bio» (la vie) et « métrie » (mesure) se réfère à l'analyse statistique des observations et des phénomènes biologiques. La biométrie consiste en l'analyse mathématique des caractéristiques biologiques d'une personne et a pour objectif de déterminer son identité de manière irréfutable.

Contrairement à ce que l'on sait ou ce que l'on possède la biométrie est basée sur ce que l'on est et permet ainsi d'éviter la duplication, le vol, l'oubli ou la perte. La biométrie offre une solution naturelle et fiable pour certains aspects de la gestion d'identité en utilisant des systèmes entièrement automatisés ou semi-automatisés de reconnaissance des individus [2]. Un système biométrique typique utilise les sondes convenablement conçues pour capturer le trait biométrique d'une personne et le compare à l'information stockée dans une base de données pour établir l'identité [3].

III. Historique de la biométrie

Les empreintes de mains laissées par nos ancêtres sur les parois des cavernes ne nous aient pas livré tous leurs secrets, l'empreinte du pouce servait déjà de signature lors d'échanges commerciaux à Babylone et dans la Chine antique (7^{ème} siècle).

17^{ème} au 19^{ème} siècle : Marcello Malpighi, médecin et biologiste italien, décrivit les composantes de nombreux organes comme le foie et les reins, recherches très critiquées à l'époque. Il décrivit la couche basale de l'épiderme à laquelle il donna son nom et étudia dès le 17^{ème} siècle les dessins et les courbes des empreintes.

Le physiologiste tchèque Jan Evangelista Purkinje, précurseur de l'embryologie et de la pharmacologie, travailla sur différentes parties du corps humain dont les empreintes digitales et publia aux alentours de 1820 une thèse dans laquelle il étudiait différents types d'empreintes [4].

En 1823 un médecin et anatomiste tchèque Johan Evangelista Purkinje révéla au grand jour le fait qu'une empreinte digitale pouvait identifier de manière quasi absolue un individu. Ce n'est pourtant qu'à partir de 1870 que les empreintes digitales furent réellement utilisées à des fins d'identification par le docteur Henry Faulds, alors chirurgien dans un hôpital de Tokyo. Il publia un article dans la revue nature, où il développait l'idée d'utiliser les traces de doigt pour identifier des personnes. Faulds fut par la suite le premier à établir une classification grâce à de l'encre d'imprimerie et en informa Francis Galton [5].

Le système de mesures corporelles de Bertillon, y compris des mesures telles que le diamètre du crâne et la longueur des bras et des pieds, a été utilisé aux États-Unis pour identifier les prisonniers jusqu'aux années 1920.

Le développement des techniques de traitement du signal numérique dans les années 1960 a conduit immédiatement à l'automatisation de l'identification humaine. Les systèmes de reconnaissance des locuteurs et de reconnaissance des empreintes digitales ont été parmi les premiers à être explorés [6].

Les premiers prototypes de terminaux de traitement automatique d'empreintes digitales arrivent dans le milieu des années 1970, et les premiers produits commerciaux sont mis sur le marché au début des années 1980 [5].

IV. Caractéristiques de la biométrie

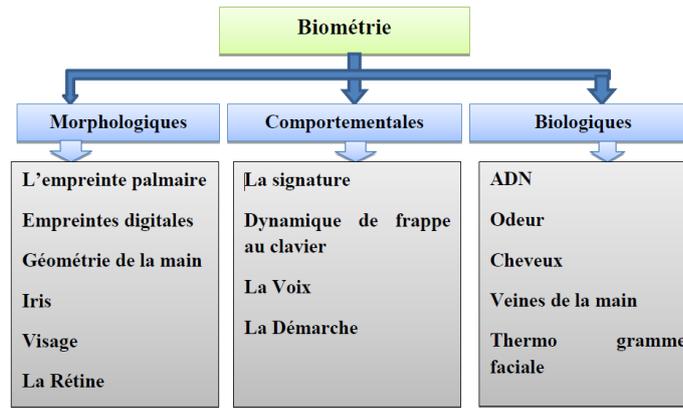


Figure.1.1. Catégories des méthodes d'identification biométriques [7].

Il existe plusieurs modalités biométriques, nous pouvons les regrouper en trois grandes catégories :

VI.1.Modalités comportementales

VI.1.a. La signature

Les systèmes de vérification de signatures se basent sur deux catégories:

- **Les systèmes online**

Traitent les signatures, qui sont produites à l'aide d'une tablette à digitaliser, comme étant un signal dynamique et font l'extraction de plusieurs caractéristique comme les points de pauses, la pression, la direction, la vitesse pendant la signature et l'angle d'inclinaison.

- **Les systèmes offline**

Traitent la signature à partir d'une image provenant d'un scanner [8].

VI.1.b. La dynamique de frappe au clavier

Les paramètres suivants sont généralement pris en compte par les systèmes de reconnaissance de cette modalité : la vitesse de frappe, la suite de lettres, la mesure des temps de frappe, la pause entre chaque mot et la reconnaissance de mot(s) précis [9].

VI.1.c. La démarche

Nous cherchons ici à identifier un individu par sa façon de marcher et de bouger tout en analysant des images vidéo de la promenade du candidat [7].

VI.1.d. La voix

Les caractéristiques physiques de la voix d'un individu sont basées sur la forme et la taille des appendices (les tractus vocaux, la bouche, les cavités nasales et les lèvres ,ex.) qui sont utilisés

dans la synthèse du son. Ces caractéristiques physiques de la parole humaine sont invariantes pour chaque individu [9].

VI.2.Modalités physiologiques (morphologique)

VI.2.a. L'empreinte digitale

Les lecteurs d'empreintes digitales scannent puis relèvent des éléments permettant de différencier les empreintes, ces éléments sont appelés minuties. Il existe plusieurs types de minuties : lac, bifurcation, delta ou impasse...etc. Ce type de technique biométrique est utilisé par les institutions financières pour leurs clients et on le trouve aussi dans les hôpitaux, les écoles et les aéroports... etc [7].

VI.2.b. La géométrie de la main

Le système prend une photo de la main et examine 90 caractéristiques, y compris la forme tridimensionnelle de la main, de la longueur et de la largeur des doigts et de la forme des articulations [10].

VI.2.c. La rétine

C'est une mince surface située au fond de l'œil, qui contient les cellules permettant aux rayons lumineux d'être captés puis transformés en influx nerveux vers le cerveau. La biométrie par la rétine est une technologie très ancienne, elle étudie les veines qui permettent de distinguer l'individu, la disposition de celles-ci est stable et unique.

VI.2.d. L'iris

Le système de reconnaissance d'iris capturera une image de l'œil puis analysera la couleur qui entoure la pupille. La forme et l'apparence générale de l'iris est déterminée génétiquement, sa texture est stable et propre à chaque individu [11].

VI.2.e. Le visage

Il existe plusieurs techniques de reconnaissance par analyse de visage. Mais pour la plupart il est d'intérêt que ces techniques se basent sur des éléments du visage qui sont les moins susceptibles aux changements : les grands traits supérieurs des orbites, les secteurs entourant les pommettes, les côtés de la bouche et d'autres caractéristiques similaires de façon à ignorer les changements comme la coupe de cheveux [10].

VI.2.f. L'oreille

L'oreille humaine possède une richesse d'information qui se situe sur une surface 3D incurvée, cette richesse d'information a attiré l'attention des scientifiques légaux. Les images

d'oreilles peuvent être acquises simultanément avec les images du visage et employées ensemble pour améliorer d'une manière significative la précision de la reconnaissance [8].

VI.3. Modalités Biologiques

VI.3.a. ADN

L'Acide Désoxyribonucléique (ADN) est une macromolécule biologique contenant toute l'information génétique permettant le développement, le fonctionnement et la reproduction des êtres vivants. L'ADN extrait d'un quelconque échantillon biologique issu d'une personne (sang, salive, fragment de peau ou de poil, etc) peut être utilisé pour déterminer son empreinte génétique. Cette méthode isole et compare les séquences de segments d'ADN de différents individus, avec un risque de similitude entre deux personnes de moins d'un pourcent milliards.

VI.3.b. Électrocardiogramme

L'électrocardiogramme (ECG) en fait partie, traduisant un changement du potentiel électrique des cellules cardiaques et possédant des caractéristiques uniques. Le motif de l'acquisition biométrique de l'ECG correspond à la dépolarisation et la repolarisation des battements de cœur [12].

VI.3.c. Veines de la main

Le motif et le flux restent identiques de la petite enfance à la mort, et sont clairement identifiables.

VI.3.d. L'odeur corporelle

Les systèmes biométriques qui exploitent cette technologie analysent les composantes chimiques contenues dans l'odeur pour ensuite les transformer en données comparatives.

VI.3.e. Les cheveux et les poils

L'examen de cheveux ou de poils permet d'identifier certaines caractéristiques propres à chaque individu, et d'apporter des éléments d'identification intéressants [2].



Figure.1.2.Exemple de différentes modalités biométriques [13].

Le choix d'une modalité biométrique pour une application donnée dépend d'une variété de paramètres liés à la nature et les exigences de l'application et aux propriétés de la modalité, ont identifié quelques paramètres généralement employés dans une application biométrique, qu'ils sont:

1. **Universalité** : Chaque personne possède l'attribut biométrique.
2. **Distinction** : La caractéristique possédée est suffisamment différente entre deux personnes.
3. **Récupérable** : Peut être mesurée quantitativement [14].
4. **Performance**: Signifie que l'authentification doit être précise et rapide.
5. **Acceptabilité**: Indique que la modalité biométrique utilisée doit être bien accepté par les utilisateurs du système.
6. **Le contournement**: Reflète combien il est facile de tromper le système par des méthodes frauduleuses.
7. **Permanence (la stabilité)**: Les caractéristiques biométriques devraient résister au changement dans le temps [6].

V. Choix des caractéristiques biométriques

Le choix d'une modalité dépend de sa nature d'un coté et du niveau sécurité qu'elle apporte aux applications ainsi que l'environnement de leurs usages.

identificateur biométrique	universalité	distinctif	permanence	recouvrabilité	performance	acceptabilité	mise en échec
ADN	H	H	H	B	H	B	B
Oreille	M	M	H	M	M	H	M
Visage	H	B	M	H	B	H	H
Empreintes	M	H	H	M	H	M	M
Allure	M	B	B	H	B	H	M
Géom.Main	M	M	M	H	M	M	M
Veine.Main	M	M	M	M	M	M	B
Iris	H	H	H	M	H	B	B
Frappe	B	B	B	M	B	M	M
Odeur	H	H	H	B	B	M	B
Rétine	H	H	M	B	H	B	B
Signature	B	B	B	H	B	H	H
Voix	M	B	B	M	B	H	H

Tableau 1.1. Comparaison entre les techniques biométriques, (H : haut, M : Moyen, B : Bas) [15].

Nous remarquons que l'empreinte digitale est proche d'être une modalité idéale par rapport aux autres caractéristiques biométriques, de par son efficacité, son cout minimale de mise en œuvre avec un moindre effort requis par l'utilisateur, ce ci rend intrusive la méthode surtout que c'est la plus ancienne et la plus mature [16].

VI. Architecture d'un système biométrique

Un système biométrique peut être vu comme un processus de « modes principaux :

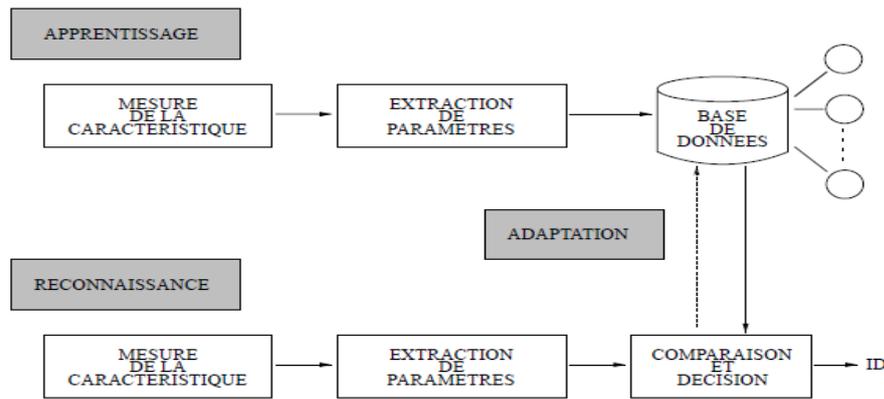


Figure 1.3. Architecture d'un système biométrique [17].

La figure 1.3 représente trois modes de fonctionnement :

VI.1. Mode d'enrôlement

Connu sous le nom de module **de capture ou d'apprentissage**, est la première phase de tout système biométrique, il s'agit de l'étape pendant laquelle un utilisateur est enregistré dans le système pour la première fois et où une ou plusieurs modalités biométriques sont capturées et enregistrées dans une base de données. Cet enregistrement peut s'accompagner par l'ajout d'information biographique dans la base de données [18].



Figure.1.4. Mode d'enrôlement [3].

VI.2. Mode authentification ou de reconnaissance

L'utilisateur affirme son identité et le système vérifie si cette affirmation est valide ou non. Le système acquiert les données biométriques et va les comparer **uniquement** avec le modèle enregistré. Nous parlons alors de **correspondance 1:1**. Ainsi, si l'entrée biométrique de l'utilisateur et le modèle enregistré dans la base de données correspondant à l'identité affirmée possèdent un degré de similitude élevé, l'affirmation est validée et l'utilisateur est considéré comme étant un **authentique**. Dans le cas contraire, l'affirmation est rejetée et l'utilisateur est considéré comme étant un **imposteur**. En résumé, un système biométrique opérant en mode vérification répond à la question "Suis-je bien M. X?" [18].

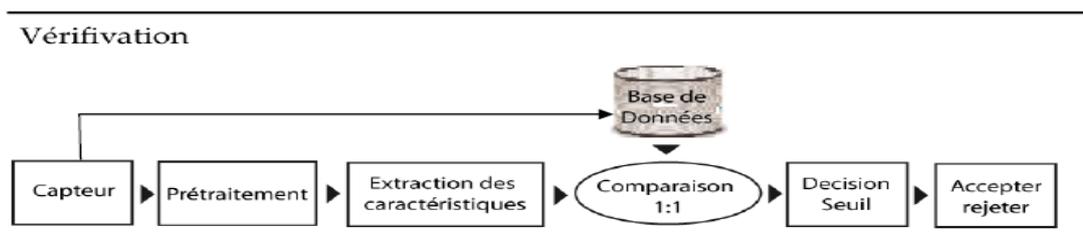


Figure.1.5.Mode authentification ou de reconnaissance [3].

VI.3.Mode identification ou module d'adaptation

L'utilisateur ne dévoile pas explicitement son identité. Cependant, l'affirmation implicite faite par l'utilisateur est qu'elle est une des personnes déjà enrôlées par le système. Ainsi, l'échantillon biométrique de l'individu est comparé avec les modèles de **toutes les personnes** de la base de données. On parle alors de **correspondance 1:N**. Typiquement, si la plus grande similarité entre l'échantillon et tous les modèles est inférieure à un seuil de sécurité minimum fixé, la personne est **rejetée**, ce qui implique que l'utilisateur n'était pas une des personnes enrôlées par le système. Dans le cas contraire, la personne est **acceptée** [18].

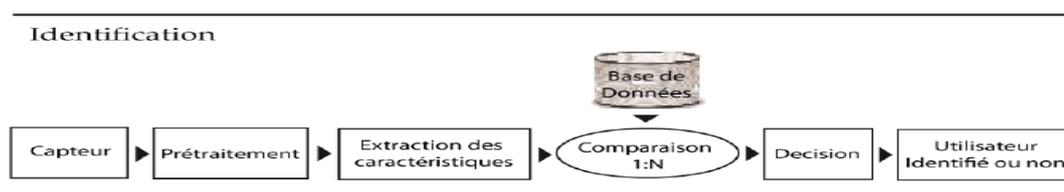


Figure.1.6.Mode identification ou module d'adaptation [3].

VII. Les cas d'application de la biométrie

Nous pouvons regrouper ses applications selon les domaines de leurs utilisations en cinq groupes:

a) Contrôle d'accès aux locaux

- Salles informatiques.
- Sites sensibles (service de recherche, site nucléaire).

b) Equipements de communication

- Terminaux d'accès.
- Téléphones portables.

c) Systèmes d'informations

- Lancement du système d'exploitation.
- Accès au réseau.
- Transaction (financière pour les banques, données entre entreprises).

d) Machines & Equipements divers

- Distributeur automatique de billets.
- Lieu sensible (club de tir, police).
- Contrôle des adhérents dans les clubs privés.
- Contrôle des temps de présence.

e) Etat/Administration

- Fichier judiciaire.
- Services sociaux (sécurisation des règlements).
- Système de vote électronique [8].



Figure.1.7.Exemples d'applications de la biométrie [19].

VIII. Mesure de performance

Le résultat issu du module de correspondance (matching) d'un système biométrique est un score de similarité compris dans l'intervalle $[0,1]$. En effet, plus le score est proche de 1 plus le système est sûr de l'identité proclamée. Plus, le score est proche de 0 moins le système est confiant en vers l'identité proclamée. La décision du système est arbitrée par un seuil « t »: les échantillons biométriques qui génèrent des scores supérieurs à t sont classifiés comme client. En revanche, les échantillons qui génèrent des scores inférieurs à t sont classifiés comme imposteurs. Malheureusement, ce n'est pas toujours le cas [6]. La mesure de performance d'un système biométrique s'articule autour de trois critères :

- Le premier critère est le taux de faux rejet (« False Reject Rate » ou **FRR**). Ce taux représente le pourcentage d'individus censés être reconnus par le système mais qui sont rejetés. Le système classe alors deux caractéristiques biométriques provenant de la même personne comme provenant de deux personnes différentes.
- Le second critère est le taux de faux accepté (« False Acceptance Rate » ou **FAR**). Ce taux représente le pourcentage d'individus reconnus par le système biométrique alors qu'ils n'auraient

pas dû l'être. Le système classe alors deux caractéristiques provenant de deux personnes différentes comme appartenant à la même personne.

- Le dernier critère est le taux d'égale erreur (« Equal Error Rate » ou **EER**). Ce taux est calculé à partir des deux premières quantités et représente traditionnellement un point de mesure de performance. Ce point correspond à l'endroit où **FAR = FRR**, il représente un compromis entre le nombre de faux acceptés et le nombre de faux rejetés [20].
- **GAR**: Taux d'acceptations véritables (Genuine Accept Rate en anglais) : Est la fraction des scores authentiques dépassant le seuil t . Par conséquent, **GAR = 1-FRR** [6].

VIII.1.Choix du seuil de décision

- Un système de **haute sécurité** laissera difficilement entrer un imposteur et les véritables clients auront eux du mal à entrer, **FAR** sera très faible et le **FRR** sera élevé.
- Un système **permissif**, laissera facilement entrer les véritables clients aussi les imposteurs, le **FRR** sera faible et le **FAR** relativement sera élevé [19].

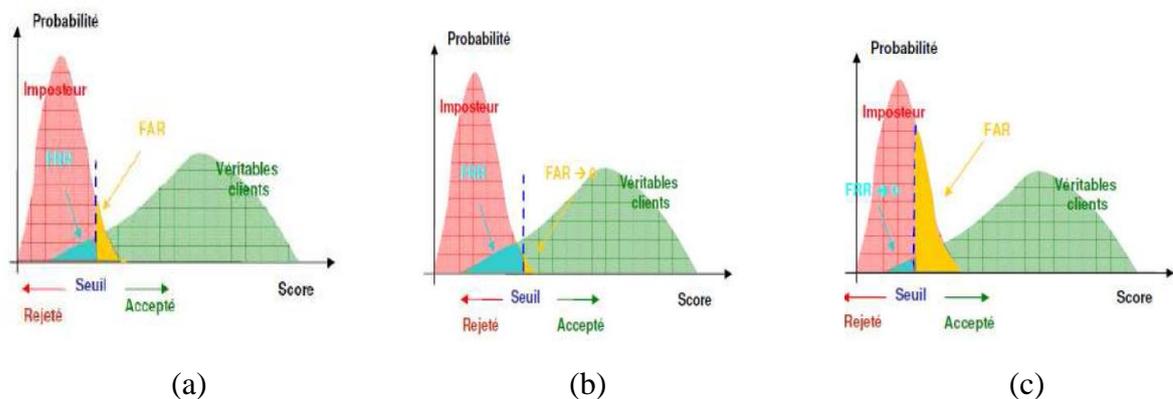


Figure 1.8. (a) Illustration du FRR et du FAR, (b) Un système de haute sécurité, (c) Un système permissif [19].

Selon la nature (authentification ou identification) du système biométrique, il existe deux façons d'en mesurer la performance :

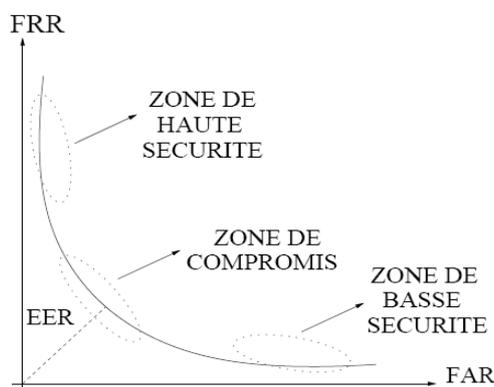
Lorsque le système opère en mode authentification, on utilise une **courbe ROC**. Elle trace le taux de faux rejet en fonction du taux de fausse acceptation. Plus, cette courbe tend à épouser la forme du repère, alors le système est performant, et possédant un taux de reconnaissance globale élevé. En revanche, dans le cas d'un système utilisé en mode identification, on utilise ce que l'on appelle une **courbe CMC** [18].

- **Cumulative Match Characteristic (CMC)**

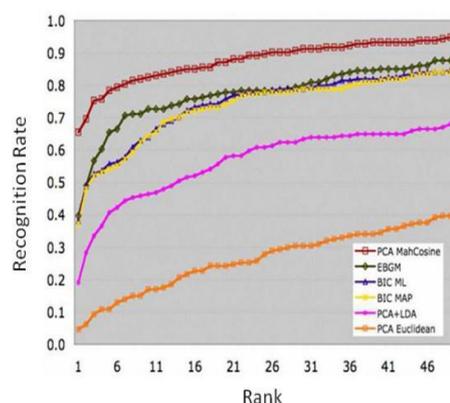
Donne le pourcentage de personnes reconnues en fonction d'une variable que l'on appelle le rang. Nous disons qu'un système reconnaît au rang 1 lorsqu'il choisit la plus proche image

comme résultat de la reconnaissance. Nous disons aussi qu'un système reconnaît au rang 2, lorsqu'il choisit, parmi deux images, celle qui correspond le mieux à l'image d'entrée, etc.

Nous pouvons donc dire que plus le rang augmente, plus le taux de reconnaissance correspondant est lié à un niveau de sécurité faible [21].



(a)



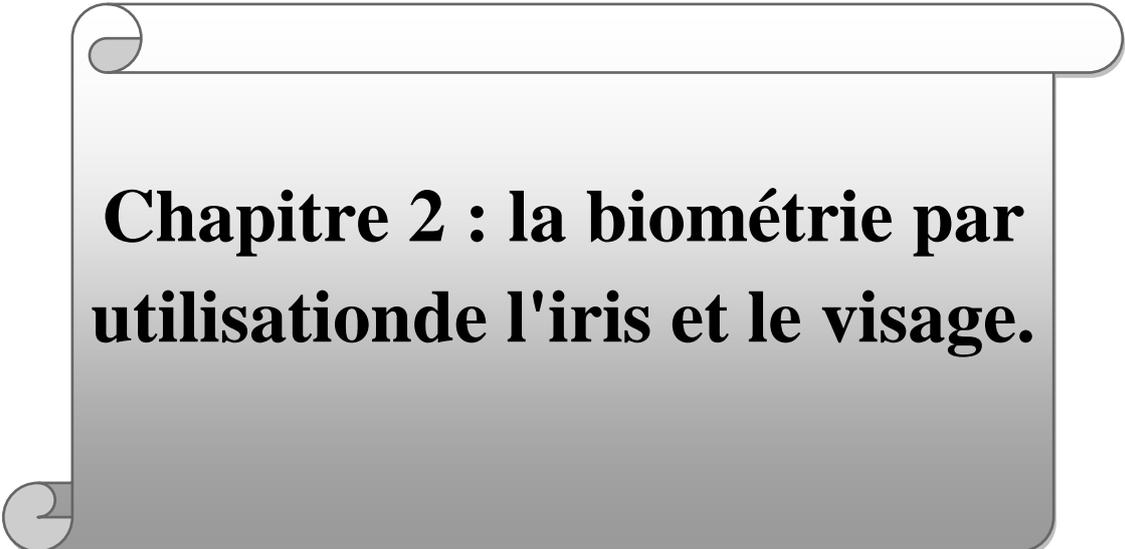
(b)

Figure. 1.9. Les deux façons d'en mesurer la performance : (a) Courbe ROC, (b) Courbe CMC [18].

IX. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les principes généraux de la biométrie, ainsi que ses caractéristiques, nous avons présenté également l'architecture de la biométrie et son principe de fonctionnement, les performances des modules biométriques sont aussi discutées toute en spécifiant les domaines d'application de la biométrie à la fin de ce chapitre.

A travers le deuxième chapitre nous allons procéder à l'étude de la reconnaissance faciale et la reconnaissance par l'iris [1]. En exposant en détails les notions, l'architecture et le principe de fonctionnement de chacun d'eux, l'explication des algorithmes et méthodes utilisées pour la reconnaissance par visage et l'iris font aussi l'objet du prochain chapitre.



**Chapitre 2 : la biométrie par
utilisation de l'iris et le visage.**

Chapitre 2 : la biométrie par utilisation de l'iris et le visage.

I. Introduction

Les deux modalités utilisées pour la fusion multimodale dans notre mémoire sont l'iris et le visage, alors dans ce chapitre nous détaillons la reconnaissance biométrique utilisant l'iris puis celle du visage. La première partie du chapitre s'intéresse aux modules de reconnaissance de l'iris qui sont : le module de prétraitement, le module d'isolation de l'iris, le module de normalisation, le module d'extraction et génération de l'iris, enfin, le module de comparaison des calibres biométriques. La deuxième partie, traite le développement et l'application de reconnaissance par visage. Son principe de fonctionnement et les mesures de performance sont aussi revus dans ce chapitre.

II. Partie 01 : Reconnaissance biométrique par l'iris

II.1. Description de l'iris

La reconnaissance des personnes à partir des images d'iris est considérée comme étant parmi les meilleures technologies biométriques. Cela est lié essentiellement aux caractéristiques et aux propriétés de l'iris. L'iris, la partie colorée de l'œil humain, est un diaphragme mince circulaire contractile qui entoure la pupille et qui est entouré à son terme par le blanc de l'œil (sclera). Il est situé entre la cornée et le cristallin de l'œil humain ce qui en fait un organe interne visible et bien protégé de l'extérieur. Son diamètre en général varie entre 12 et 13 mm. Son rôle est de contrôler la quantité de lumière qui entre dans la pupille [4].

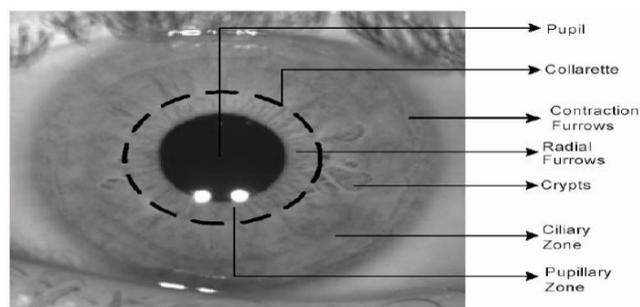


Figure 2.1. Anatomie et différentes caractéristiques de l'iris humain [22].

II.2. Historique et développement

- La reconnaissance de l'iris pour l'identification d'une personne était proposée à l'origine en 1936 par l'ophtalmologue Frank Burch.

- Dans les années 1980, l'idée réapparut avec les films sur James Bond, mais cela restait toujours de la science-fiction.
- En 1987 les ophtalmologues Aran Safir et Léonard Flom ont fait breveter cette idée et en 1989 ils ont demandé à John Daugman d'essayer de créer des algorithmes pour l'identification par l'iris.
- Ces algorithmes que Daugman a fait breveter en 1994, sont la base de tous les systèmes d'identification par l'iris. ils sont basés sur « l'analyse par ondelettes complexe de Gabor non orthogonales », les filtres à valeur complexe sont appliqués sur la texture de l'iris en deux dimensions, et l'information de phase est extraite pour former la signature.
- 1997, Wildes présente un système basé sur « une représentation pyramidale multi résolution des textures d'iris », une image peut être représentée comme une approximation sous-échantillonnée et une ou plusieurs images résiduelles à différentes résolutions. Le système de Wildes utilise 4 sous images à partir d'une pyramide multi résolution comme signature et une mesure de corrélation normalisée pour la classification.
- 1998, Bolse et Boashash ont proposé un algorithme basé sur « zéro-crossing » d'une transformée unidimensionnelle par ondelettes orthogonales.
- 2000, Zhu et AL ont fait des études comparatives entre des ondelettes réelles de Gabor non orthogonales et l'analyse par ondelettes orthogonales DB4, des ondelettes de Gabor multidirectionnelles et de différentes fréquences sont utilisées pour séparer la texture de l'iris en différentes sous-bandes de fréquence.
- 2001, LIM et AL utilisent « une transformée par ondelettes orthogonales » avec une simple ondelette de HAAR, 4 niveaux de transformation sont calculés, une approche par réseau de neurones est utilisée pour faire correspondre deux signatures.
- 2002, TISSE et AL utilisent « la transformée de Hilbert », la fréquence émergente et la phase instantanée servent à générer la signature.
- 2004, RYDGREN et AL, utilisent une transformée en paquets d'ondelette sur trois niveaux en l'appliquant à l'image déroulée de l'iris.
- 2005, NOH et AL construisent une signature d'iris unidimensionnelle qui sert d'entrer à l'algorithme multi résolution ICA [18].

II.3. Architecture d'un système de reconnaissance par l'iris

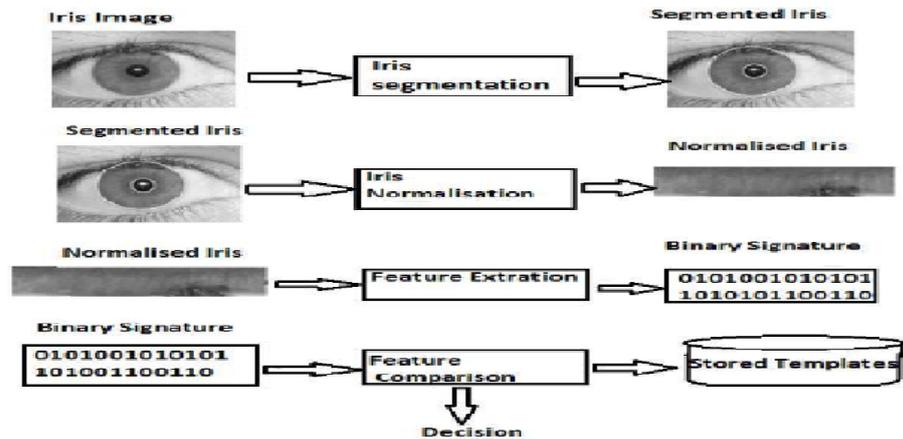


Figure 2.2.L'architecture de système de reconnaissance par l'iris [23].

II.3.1. Acquisition de l'image de l'iris

Premièrement, l'iris est sombre, il faut donc l'éclairer mais en même temps l'iris est sensible à la lumière et de fortes illuminations peuvent engendrer des malaises chez l'utilisateur. Deuxièmement, l'iris est un objet de petite taille, il est alors impératif d'utiliser les focales très puissantes ou de rapprocher l'iris de l'objectif mais non sans risque, car dans ce dernier cas, on rapprocherait l'iris de la source d'illumination ce qui pourrait nuire aux personnes. Enfin, l'iris est une surface dite « Lambertienne », c'est-à-dire une surface qui réfléchit la lumière dans toutes les directions et est situé derrière la cornée un miroir hautement réfléchissant. L'acquisition d'iris acquière une image de 30 à 50 cm. L'iris obtenu a un diamètre compris entre 100 et 200 pixels [22].

II.3.2. Segmentation de l'iris

L'iris et la pupille sont modélisés par deux cercles non nécessairement concentriques et chaque bord de la paupière par deux segments de droite. Le disque de la pupille est localisé par l'application de la transformée de Hough circulaire. La bordure externe de l'iris est déterminée par l'application d'un opérateur integro-différentiel sur une image de gradient. Les frontières haute et basse de la paupière sont délimitées par l'application de la transformée de Hough linéaire. Le reflet de la lumière et de la paupière sur l'iris est minimisé par l'élimination d'une région interne délimitée par les bords bas de la paupière. Cette portion est définie suite à la détermination des points d'intersection des segments de droite avec le cercle externe de l'iris. Les cils sont détectés par seuillage [24].

II.3.3. Normalisation de l'iris

L'iris est un disque percé à l'intérieur par un autre disque plus petit, la pupille. Les deux cercles que constituent les frontières de l'iris avec le blanc de l'œil, ainsi que les frontières de la

pupille avec l'iris ne sont pas parfaitement concentriques. De plus, avec les contractions et les dilatations de l'iris ainsi que la variation des distances d'acquisition entre les personnes et l'objectif, la taille du disque de l'iris n'est pas toujours constante [25]. Les chercheurs sont parvenus à isoler la région de l'iris porteuse d'information et à la placer d'une façon bien déterminée dans une matrice [6].

II.3.4. Extraction de la texture de l'iris

Il s'agit maintenant de traiter cette région d'iris pour localiser les caractéristiques significatives et ainsi permettre l'identification d'un individu déterminé lors d'une comparaison avec d'autres iris.

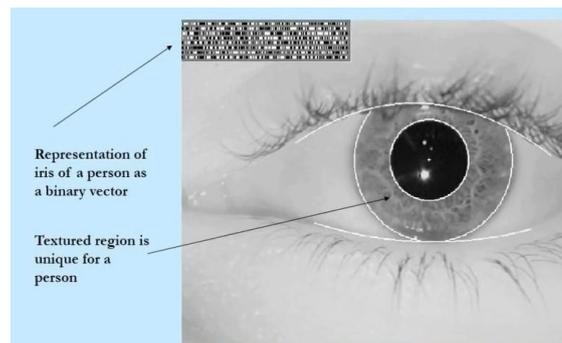


Figure.2.3.Extraction des caractéristiques d'iris [26].

II.3.5. Comparaison et décision

Après que la comparaison est effectuée entre les templates, une valeur numérique de similarité ou de dissimilarité est obtenue. Généralement le résultat de la comparaison est un score qui représente le degré de similarité compris entre 0 (différence totale) et 1 (correspondance parfaite) qui permet au système de prendre la décision appropriée selon les exigences de l'application [6].

III. Partie 02 : Reconnaissance biométrique par visage

La reconnaissance faciale consiste à identifier une personne grâce à son visage d'une manière automatique. En effet, la détection faciale consiste simplement à détecter des visages dans une image. En d'autres termes, elle a pour but de donner une région d'intérêt appelée « bounding box » contenant le visage [27]. Nous vous présentons dans cette partie le principe de fonctionnement du système de reconnaissance de visage et les difficultés trouvées pendant le traitement. Ainsi que les différents Les algorithmes suivis.

III.1.Description de visage

Le visage est une structure tridimensionnelle possédant une configuration « externe », le contour de la face modelé par les saillies osseuses et souligné par les cheveux ou s'inscrit une configuration « interne » formée par l'assemblage formée par l'assemblage des traits : les yeux,

les sourcils, le nez et la bouche. Certaines particularités s'y ajoutent , telles que la pilosité, des lunettes, la texture et la coloration de la peau, les accidents cutanés(une verrue, un grain de beauté...etc.). Sauf exception, tous les visages ont une architecture générale voisine et ne diffèrent que par les subtiles modifications de la configuration externe ainsi que de la forme des éléments internes et de leurs rapports [28].

III.2. Historique de visage

En 1982, deux chercheurs Hay et Young affirment que l'humain, pour reconnaître un visage, utilise les caractéristiques globales et locales qui le composent. Des recherches plus avancées furent effectuées afin de voir si cette capacité de reconnaissance pouvait être reproduite informatiquement. C'est à partir des travaux du professeur Teuvo Kohonen (1989), chercheur en réseaux neuronaux de l'Université d'Helsinki, et des travaux de Kirby et Sirovich (1989) de l'Université Brown du Rhode Island, que fut mis au point par le MIT un système de reconnaissance du visage nommé : EIGENFACE. L'image du visage est captée par une caméra [29].

III.3.Le principe de fonctionnement

Le principe passe par 3 phases nécessaires : l'apprentissage (capture), authentification (reconnaissance) et adaptation (identification), le schéma montre le principe d'application de ces étapes.

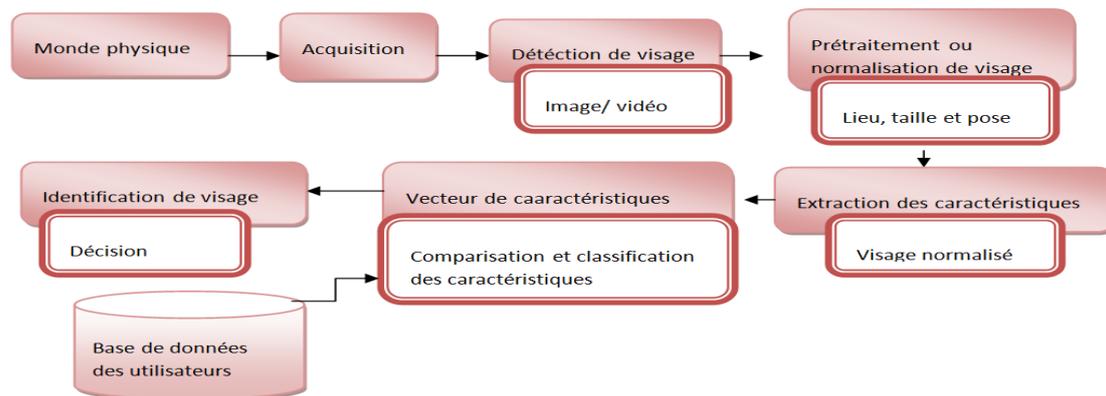


Figure.2.4.Principe de fonctionnement de base d'un système de reconnaissance faciale.

III.3.1.Le monde physique (L'extérieur)

C'est le monde réel en dehors du système avant l'acquisition de l'image. Dans cette étape, nous tenons compte généralement de trois paramètres essentiels : L'éclairage, la variation de posture et l'échelle. La variation de l'un de ces trois paramètres peut conduire à une distance entre deux images du même individu, supérieure à celle séparant deux images de deux individus différents, et par conséquent une fausse identification.

III.3.2.L'Acquisition de l'image

Cette étape consiste à extraire l'image de l'utilisateur du monde extérieur dans un état statique à l'aide d'un appareil photo ou dynamique à l'aide d'une caméra. Après, l'image extraite sera digitalisée ce qui donne lieu à une représentation bidimensionnelle au visage, caractérisée par une matrice de niveaux de gris [30].

III.3.3.Détection de visage

Localisation précise des régions caractéristiques du visage, tels que les yeux, le nez, les sourcils, la bouche, les lèvres, les oreilles, etc. Un visage est considéré correctement détecté si la taille d'image extraite ne dépasse pas 20% de la taille réelle de la région faciale Cette étape peut faire la détection de la couleur de peau, la forme de la tête et il existe plusieurs méthodes détectant les différentes caractéristiques du visage.

III.3.4.Le prétraitement

Le rôle de cette étape est d'éliminer les parasites accompagnants l'image, provoqués par la qualité de ces dispositifs. Ceci est nécessaire car l'image ne peut jamais être sans bruit car le fond et la lumière sont généralement inconnus. Il existe plusieurs types de traitement et d'optimisation de la qualité d'image, tels que la normalisation [31].

III.3.5.Extraction des caractéristiques

Nous devons extraire de l'image les informations qui seront sauvegardées en mémoire pour être utilisées plus tard dans la phase décision. Le choix de ces informations utiles revient à établir un modèle pour le visage, elles doivent être discriminantes et non redondantes [32].

III.3.6.Un dispositif de traitement par comparaison

Entre les canevas biométriques, recueillis à des endroits et des moments différents, selon le processus retenu. Ce dispositif donne lieu à un score de correspondance (exprimé en pourcentage de certitude) [33].

III.3.7.La décision

Pour estimer la différence entre deux images, il faut introduire une mesure de similarité [32]. La figure 2.5 illustre un exemple où nous appliquons les séries de traitements précédentes subits avant de passer à l'étape d'identification.

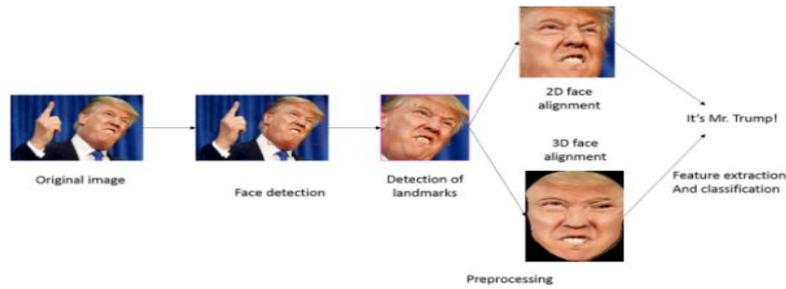


Figure.2.5. Système de reconnaissance de visage [27].

III.4. Difficultés de reconnaissance de visage

Il existe deux types de variations associées aux images de visages : inter et intra sujet. La variation inter-sujet est limitée à cause de la ressemblance physique entre les individus. Par contre, la variation intra-sujet est plus vaste. Il existe des difficultés non nécessaires influées dans l'opération de reconnaissance faciale comme des variations peuvent être dues à la présence de maquillage, d'opérations chirurgicales, de différentes coupes de cheveux, ou encore la présence (absence) de moustaches, de barbes, mais il existe d'autres difficultés considérées principales rencontrées par un système de reconnaissance faciale automatique 2D dans des conditions réelles.

III.4.1. Occultations partielles

Le visage peut être partiellement masqué par des objets dans la scène, ou par le port d'accessoire. Dans le contexte de la biométrie, les systèmes proposés doivent être non intrusifs c'est-à-dire qu'on ne doit pas compter sur une coopération active du sujet. Par conséquent, il est important de savoir reconnaître des visages partiellement occultés. Gross et al ont étudié l'impact du port de lunettes de soleil, et du cache-nez occultant la partie inférieure du visage sur la reconnaissance faciale [34].



Figure.2.6. Exemple d'occultations partielles [34].

III.4.2. Variation de la pose

La variation de pose est considérée comme un problème majeur pour les systèmes de reconnaissance faciale. Quand le visage est de profil dans le plan image (orientation $< 30^\circ$), il peut être normalisé en détectant au moins deux traits faciaux (passant par les yeux). Cependant,

lorsque la rotation est supérieure à 30 °, la normalisation géométrique n'est plus possible [32].



Figure.2.7.Exemples de variation de poses [31].

III.4.3.Changement d'illumination

Le changement d'apparence d'un visage du à l'illumination, se révèle parfois plus critique que la différence physique entre les individus, et peut entrainer une mauvaise classification des images d'entrée [35].



Figure.2.8.Exemple de Changement d'illumination [35].

III.4.4.Expressions faciales

Les éléments faciaux tels que la bouche ou encore les yeux peuvent alors subir des déformations importantes, pouvant faire échouer un système de reconnaissance faciale fondée par exemple sur des points d'intérêt (ceux-ci pouvant ainsi subir d'importantes translations). La bouche est en général l'élément facial qui varie le plus, mais l'aspect des sourcils peut par exemple être grandement modifié [36].

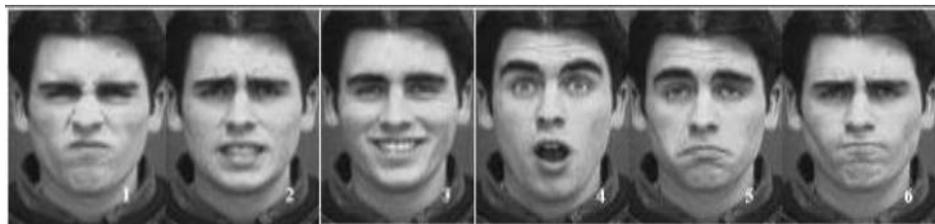


Figure2.9.Exemples de variation d'expressions [20].

III.5.Les algorithmes de reconnaissance faciale

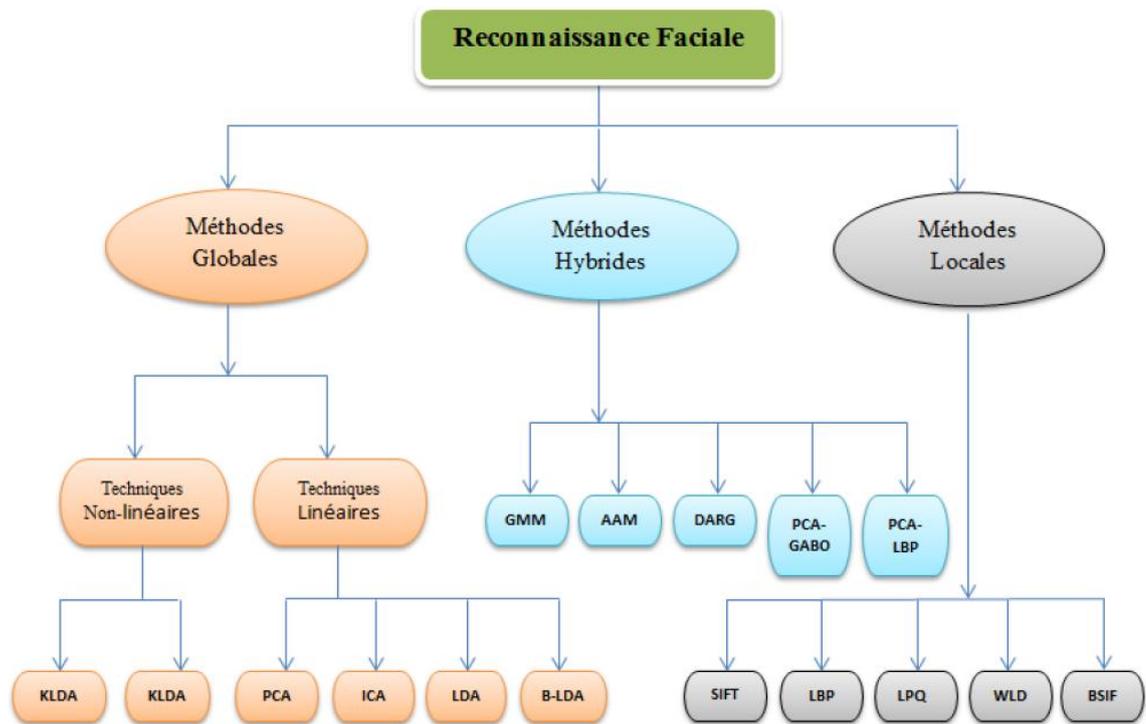


Figure 2.10. Classification des algorithmes principaux utilisés en reconnaissance faciale[6].

III.5.1.Approches globales

Les méthodes globales peuvent être à leur tour classifiées en deux grandes catégories les méthodes linéaires et les méthodes non linéaires appelées aussi méthodes de projections sont basées sur la décomposition de l'image sur un sous espace réduit et sur la recherche d'un vecteur de caractéristiques optimal décrivant l'image du visage à reconnaître. Ainsi, les vecteurs images originaux de grande taille seront projetés dans un espace de plus faible dimension [37].

Parmi les approches les plus importantes réunies au sein de cette classe on trouve:

- L'Analyse en Composantes Principales (**PCA** ou **Eigen Faces**).
- L'Analyse Discriminante Linéaire (**LDA**).
- Machine à Vecteurs de Support (**SVM**).
- Les Réseaux de Neurones (**RNA**).
- L'approche **statistique** et **probabiliste** [38].

III.5.2.Méthodes locales

Les méthodes locales peuvent être classées en deux catégories, les méthodes basées sur les points d'intérêt et celles basées sur l'apparence du visage. Dans le premier cas, on détecte tout d'abord les points d'intérêt et ensuite on extrait des caractéristiques localisées sur ces points d'intérêt. Dans le second cas, on divise le visage en petites régions (ou patches) sur lesquelles les

caractéristiques locales sont extraites directement. En comparaison avec les approches globales, les méthodes locales présentent certains avantages [1].

Alors on peut distinguer **deux pratiques différentes** :

- La première repose sur l'**extraction de régions** entières du visage, elle est souvent implémentée avec une approche globale de reconnaissance de visage.
- La deuxième pratique **extrait des points** particuliers des différentes régions caractéristiques du visage, tels que les coins des yeux, de la bouche et du nez.

Parmi ces approches on peut citer :

- Modèles de **Markov Cachés (Hidden Markov Models (HMM))**.
- L'Algorithme **Elastic Bunch Graph Matching (EBGM)**.
- **Eigen Object (EO)** [38].

III.5.3. Méthodes Hybrides

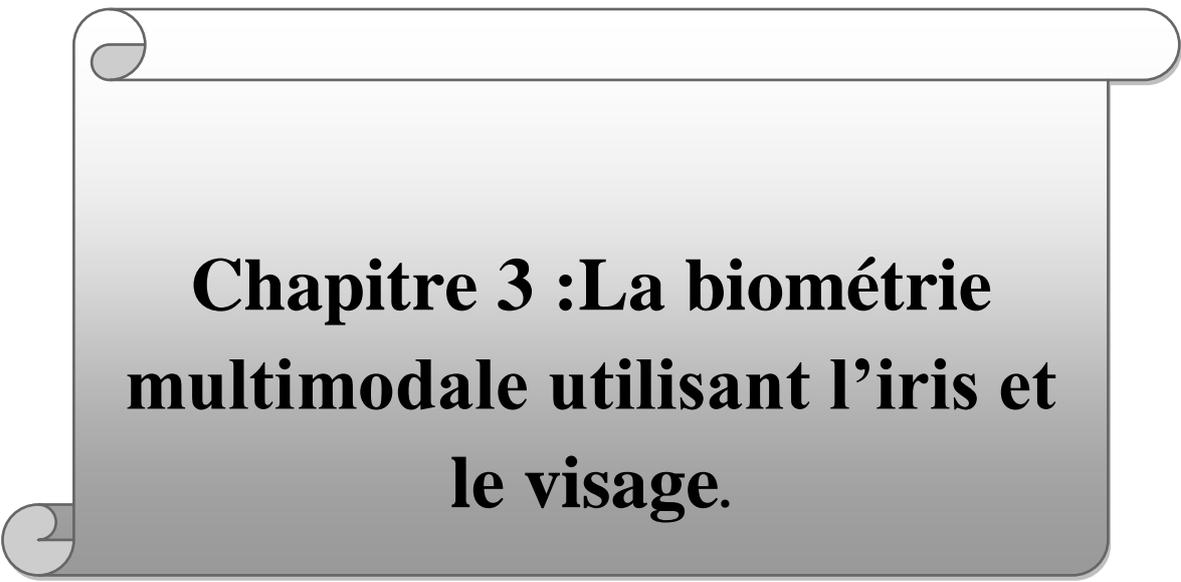
Les méthodes hybrides combinent les avantages des méthodes globales et locales qui combinent la découverte de caractéristiques structurelles avec l'extraction de caractéristiques d'apparence locales. Qui à son tour augmente la stabilité de la performance de reconnaissance lors du changement de forme tels que l'éclairage, les expressions faciales et ainsi de suite. La combinaison efficace des caractéristiques locales et globales reste un problème pour l'instant et il y a peu de travail sur son application au problème de la reconnaissance faciale.

Parmi les techniques de ces méthodes on trouve :

- **LFA** (Local Feature Analysis).
- **EBGM** (Elastic Buch Graph Matching).
- **LG-PCA** (Log Gabor PCA)[31].

IV. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons discuté la reconnaissance par l'iris ainsi que la reconnaissance faciale, nous avons détaillé les différents modules constituant ces deux reconnaissances. En addition, les méthodes les plus connus utilisées sont aussi revus dans ce chapitre. A travers le prochain chapitre ; nous présentons comment faire grâce à la fusion multimodale la combinaison entre les deux modalités.



**Chapitre 3 :La biométrie
multimodale utilisant l'iris et
le visage.**

Chapitre 3 : La biométrie multimodale utilisant l'iris et le visage.

I. Introduction

Les systèmes biométriques unimodaux permettent de reconnaître une personne en utilisant une seule modalité biométrique, mais ne peuvent pas garantir avec certitude une bonne identification. De plus, ces systèmes sont sensibles au bruit introduit par l'unique capteur, à la non-universalité et au manque d'individualité de la modalité biométrique choisie ainsi qu'aux tentatives d'intrusion. La plupart de ces problèmes peuvent être réduits par la mise en place de systèmes biométriques multimodaux utilisant plusieurs signatures biométriques d'une même personne [39]. Alors, construire un système automatisé pour reconnaître des individus à partir d'images faciales de l'iris et d'autres modalités revient à construire un système biométrique multimodal. Un tel système combine plusieurs systèmes biométriques monomodaux en fusionnant les informations fournies par ces derniers. Cette fusion se fait par diverses méthodes, à plusieurs niveaux du système. Dans ce chapitre, nous étudions la fusion des informations issues des deux modalités, le visage et l'iris au niveau des scores de correspondance [40]. Le système de reconnaissance d'iris étudié passe par les étapes de segmentation, de normalisation, d'extraction de caractéristiques et de correspondance dont l'extraction du vecteur de caractéristiques est obtenue par la méthode LBP. La reconnaissance faciale aussi composée des modules de prétraitement, de l'extraction de caractéristiques et de comparaison.

Les scores de l'iris et de visage obtenus sont fusionnés puis normalisés pour pouvoir prendre une décision sur l'identification des personnes. Les images acquises utilisées sont obtenus à partir de deux bases de données, l'une pour l'iris appelée IIT-Delhi-V1, et l'autre pour le visage c'est la base ORL.

II. Fusion multimodale



Figure.3.1.Sources de multiples éléments de preuve d'identité dans les systèmes biométriques multimodaux [41].

II.1.Les types de fusion

Selon les sources d'information qui peuvent être considérées dans un système biométrique multimodal, il existe de nombreux scénarios possibles.

II.1.1. Multi-Capteurs

Nous prenons la même caractéristique biométrique par plusieurs capteurs.

II.1.2. Multi-Instances

Plusieurs acquisitions de la même donnée biométrique sont effectuées, un ensemble de captures de même type.

II.1.3. Multi-Algorithmes

Plusieurs algorithmes sont utilisés dans la phase d'extraction ou dans la phase de la mise en comparaison pour traiter une même caractéristique biométrique.

II.1.4. Multi-Echantillons

Plusieurs échantillons différents de la même modalité sont capturés. Dans ce cas, les différentes données sont traitées par le même algorithme.

II.1.5. Multi-Biométries

Les systèmes multi-biométries utilisent l'information de plusieurs modalités biométriques différentes combinées pour la réalisation de la reconnaissance des individus.

II.1.6. Les Systèmes Hybrides

Les systèmes hybrides concernent les autres types de systèmes : ils sont composés de plusieurs scénarios parmi ceux présentés précédemment [42].

II.2.Les architectures des systèmes biométriques multimodaux

Ces systèmes associent plusieurs systèmes biométriques et nécessitent donc l'acquisition et le traitement de plusieurs données en série ou en parallèle.

II.2.1.L'architecture en parallèle

C'est la plus utilisée, car elle permet d'utiliser toutes les informations disponibles et donc d'améliorer les performances du système.

II.2.2.L'architecture en série

Peut être privilégiée dans certaines applications où la multimodalité est utilisée pour donner une alternative pour les personnes qui ne pouvant pas utiliser la modalité en question [43].

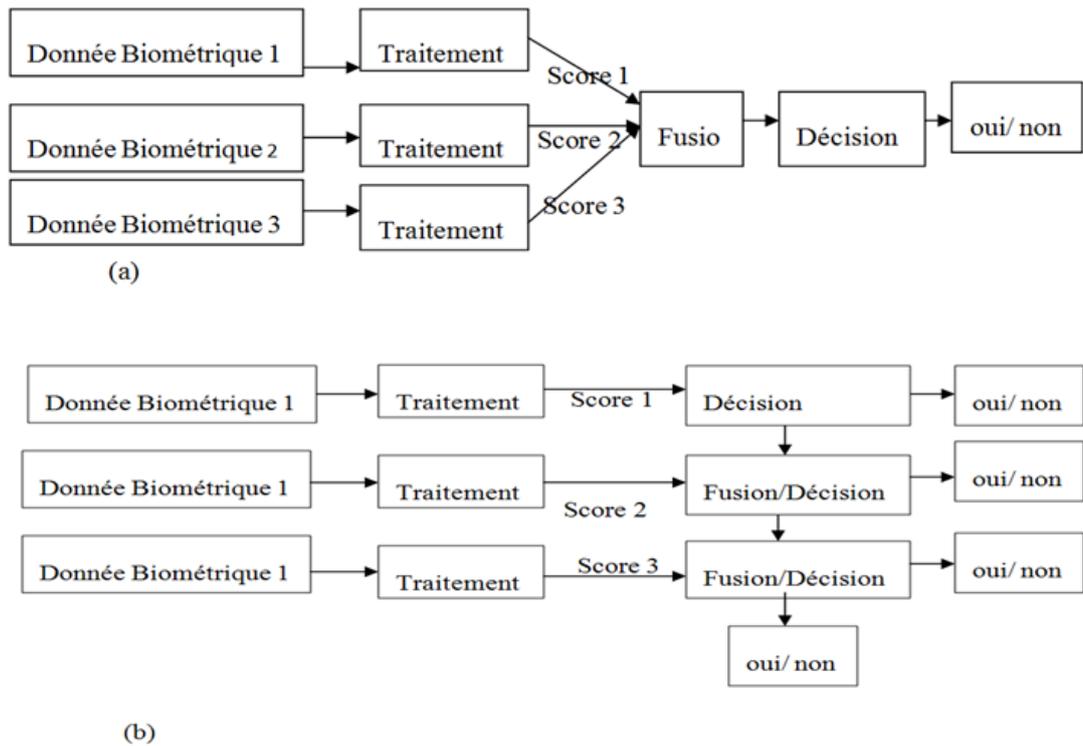


Figure 3.2. Les architectures des systèmes biométriques multimodaux : a) L'architecture en parallèle) L'architecture en série [43].

II.3. Les niveaux de fusion

La fusion biométrique multimodale combine des mesures de différents traits biométriques pour renforcer les points forts et réduire les points faibles des différents processus biométriques fusionnés. Ainsi, la fusion des informations biométriques peut se faire dans différents niveaux [44].

II.3.1. Fusion au niveau capteur

Le traitement des échantillons capturés peut se faire avec un ou plusieurs algorithmes. La fusion au niveau capteur est relativement peu utilisée, car les captures doivent être compatibles entre elles et la correspondance entre les points dans les données brutes doit être connue par avance [45].

II.3.2. Fusion au niveau de données ou caractéristiques

Cette fusion consiste à combiner différents vecteurs de caractéristiques qui sont obtenus à partir des sources suivantes : plusieurs capteurs du même trait biométrique, plusieurs instances du même trait biométrique, plusieurs unités du même trait biométrique ou encore plusieurs traits biométriques. Quand les vecteurs de caractéristiques sont homogènes, un unique vecteur de caractéristiques résultant peut être calculé comme une somme pondérée des vecteurs de caractéristiques individuels.

Lorsque les vecteurs de caractéristiques sont hétérogènes, nous pouvons les concaténer pour former un seul vecteur de caractéristiques [43].

II.3.3.Fusion au niveau score de comparaison

A ce niveau ; une étape de normalisation de scores est nécessaire. Actuellement, cela semble être le niveau de fusion le plus utilisé en raison de sa simplicité. Ce niveau de fusion peut être classé en deux catégories: combinaison et classification. Dans la première approche, un scalaire est obtenu en normalisant les scores dans un domaine commun, puis en combinant ces scores normalisés.

Dans la deuxième approche, les scores sont considérés comme des caractéristiques d'entrée pour un deuxième problème de classification en deux classes de légitime et d'imposteur [44].

II.3.4.Fusion au niveau rang

Est la méthode qui consolide plus de deux résultats d'identification pour améliorer la fiabilité de l'identification des personnes. Quand la sortie de chaque "matcher" biométrique est un sous-ensemble de correspondances possibles triées dans un ordre décroissant de confiance, la fusion peut se faire au niveau rang.[6].

II.3.5.Fusion au niveau de la prise de décision

L'intégration d'information au niveau de décision peut être mise en place, lorsque chaque matcher biométrique décide individuellement de la meilleure correspondance possible selon l'entrée qui lui est présentée [43].

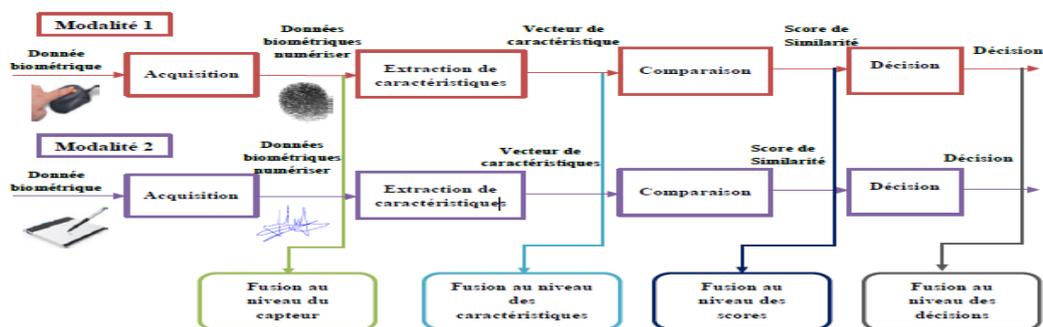


Figure.3.3. Les niveaux de fusion [45].

III. Système multi-biométrique iris-visage basé sur la fusion au niveau des scores.

III.1. Les approches de combinaison de scores

III.1.1. L'approche par classification

Un vecteur de caractéristiques est construit de correspondance donnée en sortie par les matchers individuels ; ce vecteur est ensuite attribué à une des deux classes : « accepté » ou "rejeté". Ainsi, les scores en sortie de différentes modalités peuvent être non-homogènes et aucun traitement n'est requis avant de les envoyer dans le classifieur. Les méthodes utilisées dans notre étude sont :

- la méthode de **statistique de Fisher**,
- les machines à vecteurs de support (**SVM : Support Vector Machine**)

➤ **Les machines à vecteurs de support (SVM)**

Ils ont pour but de définir un hyperplan de séparation entre les deux classes, hyper plan qui minimise l'erreur de classification sur un ensemble d'apprentissage. Cette méthode peut apprendre une séparatrice plus ou moins complexe selon la nature du noyau choisi. Le noyau le plus simple est le noyau linéaire qui correspond à chercher une séparatrice linéaire dans l'espace à N dimensions des scores. Pour cela le concept de marge est utilisé, la marge est la distance quadratique moyenne entre la séparatrice et les éléments d'apprentissage les plus proches de celle-ci appelés vecteurs de support [46].

III.1.2. L'approche par combinaison

Les scores de correspondance individuels sont combinés de manière à former un unique score qui est ensuite utilisé pour prendre la décision finale [18].

III.1.2.1. Les méthodes de combinaisons de scores simples

Se sont des méthodes très simples dont l'objectif est d'obtenir un score final à partir des N scores disponibles s_i pour $i = 1$ à N issus de N systèmes.

$$S = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i \quad (3.1)$$

$$S = \prod_{i=1}^N S_i \quad (3.2)$$

$$S = \min (S_i) \quad (3.3)$$

$$S = \max (S_i) \quad (3.4)$$

$$S = \text{median} (S_i) \quad (3.5)$$

$$S = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_i S_i \quad (3.6)$$

III.1.2.2. Combinaison de scores par logique floue

L'importance de la logique floue réside dans le fait qu'elle s'approche du raisonnement humain par l'intégration et le traitement du caractère approximatif, vague, imprécis ou flou de la connaissance humaine.

➤ **Mesure floue** : Un jeu de fonctions $g: P(Y) \rightarrow [0, 1]$ est appelée une mesure floue si les conditions suivantes sont remplies :

1. Conditions aux limites $(\phi) = 0, g(Y) = 1$
2. Monotonie : $g(A) \leq g(B)$, si $A \subset B$ et $A, B \in p(y)$
3. Continuité : $\lim_{i \rightarrow \infty} g(A_i) = g(\lim_{i \rightarrow \infty} A_i)$, si $\{A_i\}_i^\infty$

est une suite croissante d'ensembles mesurables [32].

III.2. Normalisation

Les méthodes de normalisation de scores ont pour objectif de transformer individuellement chacun des scores issus des systèmes pour les rendre homogènes avant de les combiner [32].

Nous présentons dans la suite, les trois méthodes de normalisation les plus connus :

- **Min-Max (MM)**: Cette méthode normalise les scores bruts appartenant à l'intervalle $[0, 1]$.

$$n = (s - \min(S)) / (\max(S) - \min(S)) \quad (3.7)$$

$\max(S)$ et $\min(S)$ définissent les points d'extrémité du domaine de définition des scores.

- **Z-score (ZS)**: Cette méthode transforme les scores à une distribution avec une moyenne égale 0 et un écart type égale 1.

$$n = (s - \text{moyenne}(S)) / (\text{std}(S)) \quad (3.8)$$

$\text{moyenne}(S)$ et $\text{std}(S)$ désignent respectivement la moyenne et le standard de déviation des scores.

- **Tanh (TH)**: Cette méthode est parmi les techniques statistiques les plus solides. Elle trace les scores de la gamme $(0, 1)$

$$n = 0.5 [\tanh(0.01 (s - \text{moyenne}(S)) / (\text{std}(S)))] \quad (3.9)$$

III.3. Système de reconnaissance par l'iris

Nous étudions dans cette partie la reconnaissance des personnes par l'iris. Le traitement de l'image de l'iris comprend trois étapes. La première est la segmentation qui consiste à appliquer la transformée de Hough linéaire et circulaire afin de détecter les bords de l'iris. Dans la deuxième étape, l'image de l'iris est normalisée puis analysée par un banc de deux filtres de Log-Gabor 1D afin d'extraire les caractéristiques de la texture de l'iris. Pour l'authentification c.-à-d. la mesure de similitude entre deux iris, la distance de Hamming est utilisée avec un seuil calculé au préalable [6]. Les résultats obtenus sur l'ensemble de la base de données IIT-Delhi. La figure 3.4 représente le principe suivi :

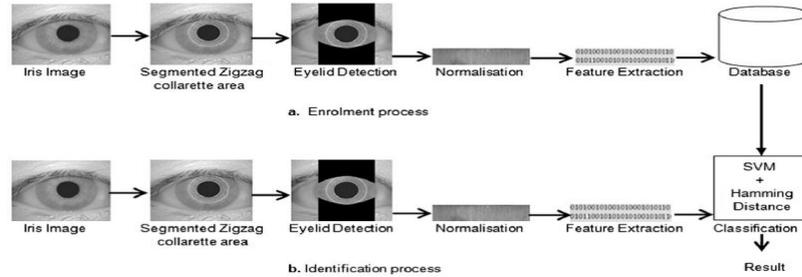


Figure.3.4. Le diagramme de système étudié [46].

III.3.1.Segmentation de l'iris

C'est une étape nécessaire afin d'isoler l'information d'iris de reste de l'image de l'œil, la méthode de Hough circulaire est utilisée d'équation :

$$x_c^2 + y_c^2 - r = 0. \quad (3.10)$$

Tous les étapes de segmentation sont représentées dans la figure 3.5 :

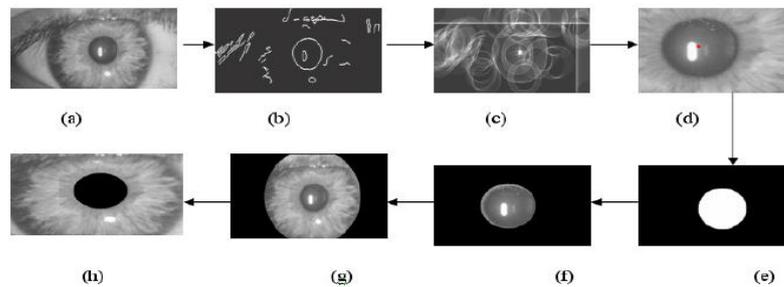


Figure. 3.5. Segmentation d'iris : **a)** L'image d'entrée , **b)** Appliquer le filtre de canny pour la détection de bord pour une valeur de seuil 2, **c)** L'espace de Hough pour localisation , **d)** La projection de point intérieure de pupille de l'image de l'œil , **e)** Matrice binaire avec 1(région blanche) et la région voisine avec des 0 (noire) pour isoler la pupille, **f)** Multiplication de l'image d'entrée avec l'image matrice binaire, **g)** Masque pour la détection de bruit, **h)** Soustraction de l'image d'entrée avec l'image obtenue dans f pour obtenir l'image de sortie [24].

III.3.2.Normalisation de l'iris

Dans le modèle « rubbersheet » introduit par Daugman , dans les frontières de l'iris sont modélisées par deux cercles non concentriques et la texture est représentée par un rectangle qui résulte de la déformation de la zone circulaire entre les deux cercles [47] obtenues après la segmentation .L'iris localisé est déroulé suivant la transformation polaire proposée par Daugman: $I(x(r,q), y(r,q)) \otimes I(r,q)$. Avec I est une image d'iris [48].

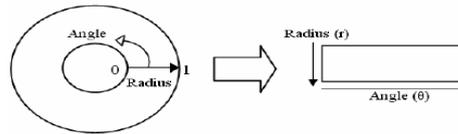


Figure 3.6.Modèle de normalisation de Daugman ; l'image de l'iris segmenté (a) est projetée vers un repère polaire défini par (r, θ) pour avoir une forme rectangulaire (b) [47].

La compensation de la rotation de l'iris sera ainsi effectuée par un processus de décalage horizontal du profil d'iris encodé lors de l'étape de classification pour l'identification des zones de bruit de l'iris, une matrice rectangulaire, appelée « masque », ayant les mêmes dimensions de l'iris normalisé est créé. Ce masque est une matrice binaire qui est nulle partout sauf dans les régions identifiées par la segmentation comme étant du bruit [49].

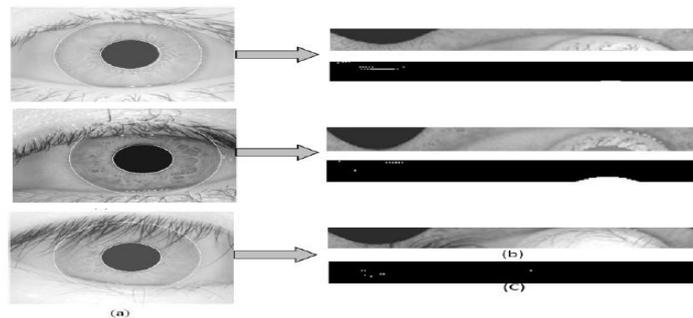


Figure 3.7.Localisation et normalisation de l'image d'Iris, (a) Localisation, (b) Normalisation, (c)Mask[47].

III.3.3.Extraction des caractéristiques

Nouar Larbi a utilisé dans sa thèse de Doctorat la méthode de décomposition en ondelettes de Haar (’’Identification biométrique par fusion multimodale .’’Thèse de doctorat, UNIVERSITE DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES, 2017/2018.)

III.3.3.1.Décomposition en ondelettes de Haar

L'ondelette mère est définie par :

$$H(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \in [0, \frac{1}{2}] \\ -1 & \text{si } x \in [\frac{1}{2}, 1] \end{cases} \quad (3.11)$$

Les désignations H et L représentent respectivement le filtre passe-haut et le filtre passe-bas et HH indique que le filtre passe-haut est appliqué aux signaux des deux axes (lignes puis les colonnes de la matrice associée à l'image). La texture de l'iris est décomposée sur 4 niveaux, et le vecteur de caractéristiques d'un iris est construit en combinant la sous-image HH4 (4ème niveau) avec l'intensité moyenne des 3 autres sous-images HH1, HH2 et HH3 [2].

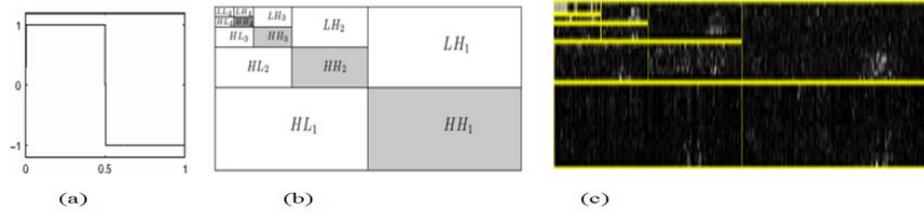


Figure .3.8.Extraction de caractéristiques d’iris : a) Ondelette de Haar , b) et c) forme de décomposition en sous-bandes par l’ondelette de Haar [2].

III.3.3.2.Méthode LBP dans l'analyse de texture et classification d’iris

Pour notre application pratique, nous avons choisi la méthode LBP pour l’extraction de caractéristiques d’iris. Le principe général est de comparer le niveau de luminosité d'un pixel avec les niveaux de ses voisins. Chaque pixel d’une image est étiqueté en seuillant un voisinage de taille (3 ×3) par rapport à la valeur du pixel central. Les résultats conduisent à des codes binaires appelés Motifs Binaires Locaux ou Local Binary Patterns – LBP [41]. Le calcul de la valeur LBP consiste pour chaque pixel à "seuiller" ses huit voisins avec un seuil dont la valeur est le niveau de gris du pixel courant. Tous les voisins prendront alors une valeur 1 si leur valeur est supérieure ou égale au pixel courant et 0 si leur valeur est inférieure [21]. Un seuil est en suite appliqué :

$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{p=1}^p S(g_p - g_c) 2^{p-1} \tag{3.12}$$

$$S(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & x \geq 0 \end{cases} \tag{3.13}$$

avec :- g_c :pixel de niveau de gris(pixel centre).

- g_p : pixel voisin.

- x_c, y_c :les coordonnées de pixel [34].

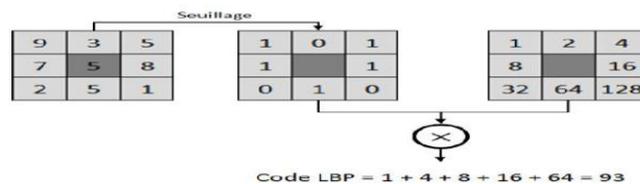


Figure.3.9.Construction d’une forme binaire et calcul du code LBP pour un pixel central [34].

La technique LBP a été étendue ultérieurement en utilisant des voisinages de tailles différentes. Dans ce cas, un cercle de rayon R autour du pixel central est considéré. Les valeurs des P points échantillonnés sur le bord de ce cercle sont prises et comparées avec la valeur du pixel central. On adopte la notation (P, R) pour définir le voisinage de P points de rayon R d'un pixel [32].

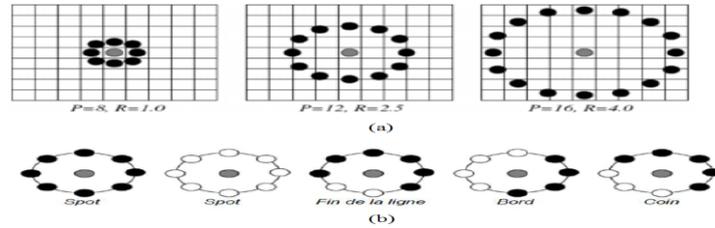


Figure.3.10 :(a) Trois voisinages pour des R et P différents, (b) Textures particulières détectées par LBP [41].

III.3.4.Distance de Hamming

La comparaison de deux iris revient à comparer leurs vecteurs signature. Nous avons utilisé la distance euclidienne (3.6) pour la première variante et la distance de Hamming (3.7) pour la deuxième variante.

$$d_E(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^L (x_i - y_i)^2} \quad (3.14)$$

$$HD_{norm} = 0.5 - (0.5 - HD) \sqrt{\frac{n}{1065}} \text{ avec } HD = \frac{\|(codeA \text{ xor } codeB) \cap maskA \cap maskB\|}{\|maskA \cap maskB\|} \quad (3.15)$$

Où n représente le nombre de bits valide, code A et code B sont deux codes calculés à partir de deux images d'iris par le procédé précédemment décrit et maskA et maskB représentent leurs masques associés. La valeur 1065 est un coefficient de normalisation qui correspond à la moyenne du nombre de bits valides calculé à partir des images masques [24].

III.4.Système de reconnaissance par visage

La conception d'un système de reconnaissance de visage passe par certains modules. Premièrement et après l'acquisition de l'image du visage ; nous appliquons une procédure de prétraitement et une normalisation des moyennes variations MVN. Ensuite, l'application de la procédure d'extraction de caractéristique LBP. Finalement, l'identification de personne vient après une comparaison entre deux vecteurs de caractéristiques, la distance de Hamming a été utilisée.

III.4.1.Extraction des caractéristiques

Pour l'extraction des caractéristiques, Nouar Larbi a adopté la méthode proposée par Struc appelée «Gabor Fisher Classifier à base de phase (PBGFC)» qui a donné les meilleurs résultats avec 2 échelles et 8 orientations. Premièrement, un vecteur de caractéristiques augmentées qui contient les informations de phase de Gabor dérivées d'une nouvelle représentation des images de visage est construit (oriented Gabor phase congruency image (OGPCI)). Ensuite, il applique

LDA pour réduire la taille des vecteurs de caractéristiques utilisés dans la procédure d'appariement [32].

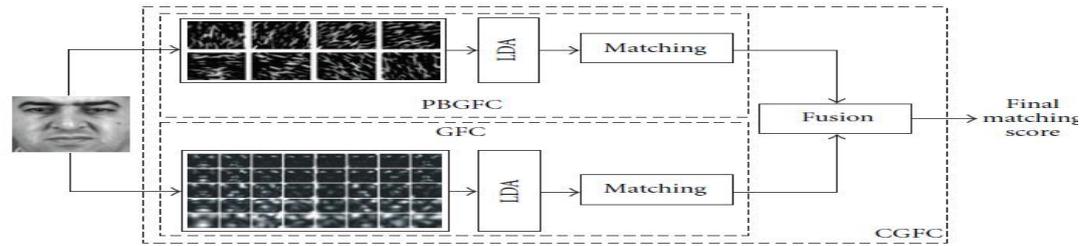


Figure .3.11. Schéma bloc du classificateur Gabor-Fisher complet [50].

III.4.1.1. Analyse Discriminante Linéaire (LDA) :

Connu sous le nom de FisherFaces . Il utilise en effet une étiquette de classe associée à chacune des variables lors de l'apprentissage. Cette technique est donc basée sur un apprentissage supervisée Cela demande donc de diviser au préalable la base d'apprentissage en c classes différentes. Autrement dit, chaque personne de cette base est équivalent à une classe et à chacune d'entre-elles est associée au moins deux images. Ainsi, comme précédemment, la méthode FisherFace consiste à trouver un espace adéquat sur lequel vont être projetées les images de la base d'apprentissage tout comme celles de la base test. L'identification est réalisée en comparant la projection de l'image test avec chacune des projections des images de la base d'apprentissage[35].Le but de LDA est de maximiser les distances interclasses tout en minimisant les distances interclasses, ce qui revient à retrouver la matrice de transformation ULDA qui maximise le critère:

$$W_{opt} = \arg \max_w \left(\frac{|W^T S_b W|}{|W^T S_w W|} \right) \quad (3.16)$$

Ce problème est ramené à un problème de recherche des vecteurs propres de la matrice $S_w^{-1} S_b$ [32].

III.4.1.2. Méthodes de LBP dans l'analyse de texture et classification de visage

Il s'agit d'un descripteur non paramétrique simple mais efficace dont le principe général est de comparer le niveau de luminance d'un pixel avec les niveaux de ses voisins [41].La méthode d'extraction des caractéristiques locales étudiées dans le présent chapitre est celle de: Local Binary Patterns (LBP)

La propriété importante du code LBP est que ce code est invariant aux changements uniformes globaux d'illumination parce que la LBP d'un pixel ne dépend que des différences entre son niveau de gris et celui de ses voisins [32].

Ahonen et Al dans leur méthode, l'image du visage est d'abord divisée en petites régions à partir desquelles les histogrammes LBP sont extraits et concaténés en une seule fonction histogramme représentant la texture locale et la forme globale du visage.[34],le principe de reconnaissance faciale par la méthode LBP est illustré est dans la figure 4.15

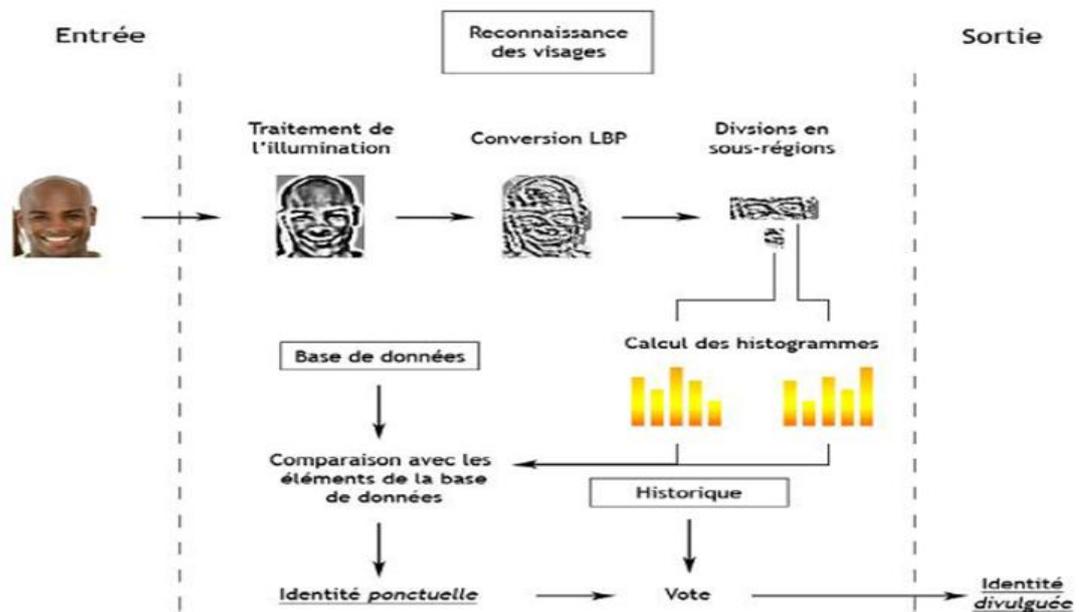


Figure.4.12.Illustration du stage de reconnaissance [34].

III.4.2. Correspondance et décision

la comparaison entre deux vecteurs de caractéristiques extraits, nous utilisons la méthode de la distance de Hamming.

III.5. Architecture du système multi-biométrique

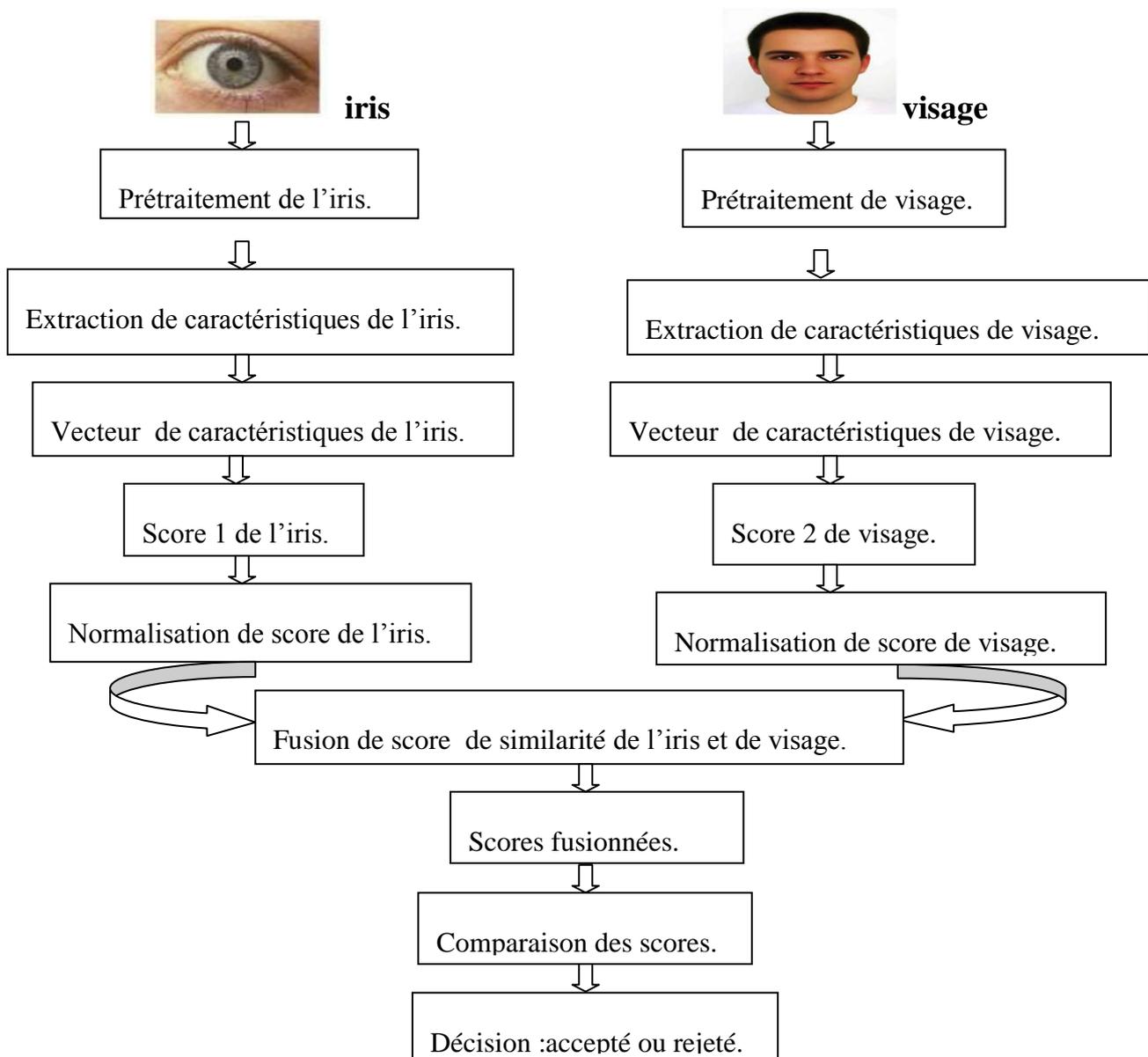


Figure. 3.13. Fusion au niveau score dans un système biométrique multimodal.

- **prétraitement de visage et iris** : Nous appliquons l'opération d'acquisition, de segmentation et de normalisation de l'œil et de visage, pour obtenir l'image de l'iris et

l'alignement de la face de visage 3D. En utilisant les méthodes : égalisation d'histogramme (HE) + normalisation de moyenne-variation (MVN).

- **Egalisation d'histogramme (HE) :** le but de l'égalisation est d'harmoniser la répartition des niveaux de gris de l'image. Elle permet de tendre vers un même nombre de pixels pour chacun des niveaux de l'histogramme. Cette opération vise augmenter les nuances dans l'image et donc son contraste si n_i est le nombre de pixels un niveau i de gris, la probabilité qu'un pixel x de l'image ait un niveau i est :

$$p(x_i) = \frac{n_i}{n}, i \in 0, \dots, L \quad (3.17)$$

Avec n le nombre total des pixels de l'image et L le nombre des niveaux de gris. La probabilité p représente dans ce cas l'histogramme de l'image normalisée $[0, 1]$. Soit c la distribution cumulative de l'histogramme normalisé p , elle est donnée par :

$$C(i) = \sum_{j=0}^i p(x_j) \quad (3.18)$$

L'idée est de trouver une transformation $y = T(x)$ qui, pour chaque niveau x de l'image, produira un niveau y de telle façon que la distribution cumulative des différents niveaux de l'image transformée soit linéaire. Cette fonction est définie par :

$$y_i = T(x_i) = L \frac{C(i)}{n} \quad (3.19)$$

Avec L le niveau maximal de gris [41].

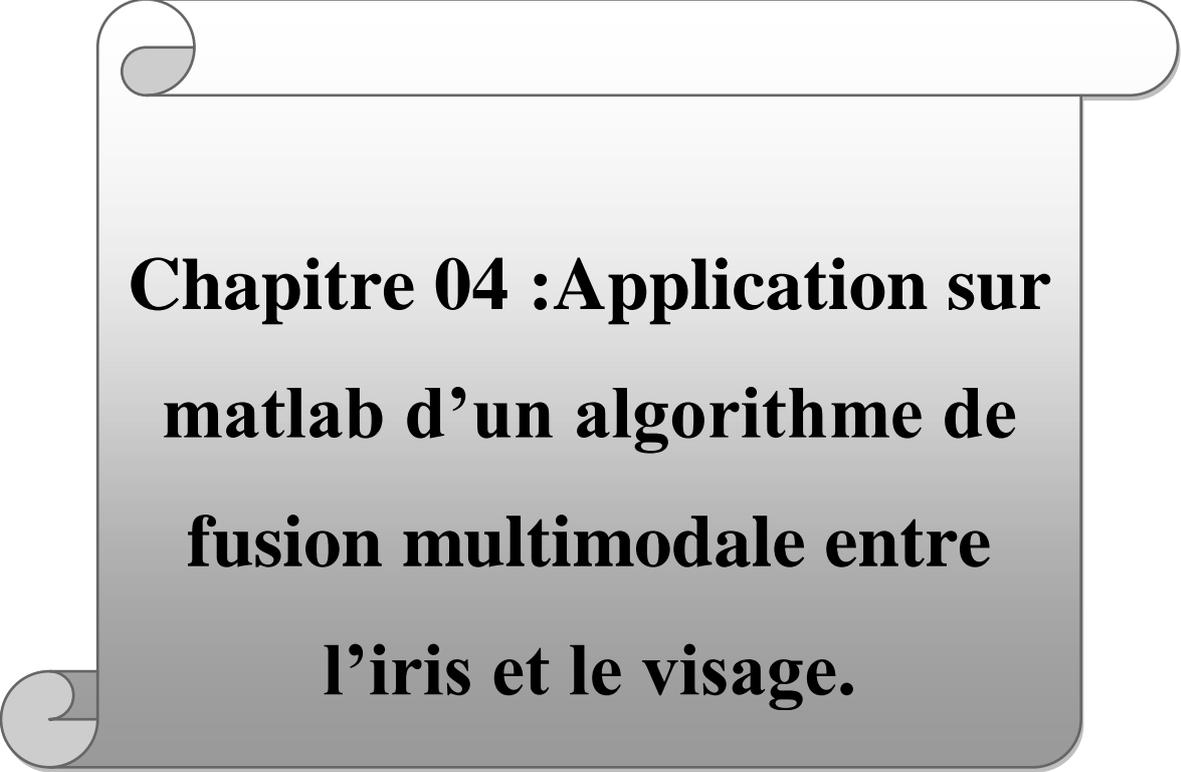
- **Extraction des caractéristiques de l'iris et de visage:** c'est de localiser les caractéristiques significatives d'un individu déterminé. Grâce à la transformée LBP pour l'iris et pour le visage.
- **Obtention de score pour l'iris et de visage :** les scores d'iris obtenues à l'aide de distance de Hamming.
- **Normalisation des scores:** de l'iris et de visage grâce aux méthodes de normalisation connues.
- **Fusion des scores :** les règles de combinaison sont appliquées.
- **Comparaison des scores fusionnées:** permettent l'identification des personnes.

IV. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons accentué notre travail sur la fusion multimodale utilisant deux modalités différentes de la même personne. Les niveaux de fusion sont aussi discutés dans ce

contexte. Par la suite, notre étude a été bien spécifiée en s'orientant vers la reconnaissance biométrique multimodale iris-visage aux niveaux des scores.

Dans le prochain chapitre, nous présentons l'implémentation d'un algorithme de fusion multimodale utilisant l'iris et le visage ainsi que les résultats expérimentaux obtenus.



**Chapitre 04 :Application sur
matlab d'un algorithme de
fusion multimodale entre
l'iris et le visage.**

Chapitre 04 : Application sur matlab d'un algorithme de fusion multimodale entre l'iris et le visage.

I. Introduction

Le chapitre IV présente l'implémentation et le bilan du travail réalisé sous environnement **MATLAB version 7.9.0.529 (R 2009 b)**, nous présentons les résultats de localisation, normalisation, segmentation, extraction des caractéristiques et comparaison de résultats appliquées sur les images d'iris base de donnée IIT DELHI -1. Ainsi, les mêmes opérations sont appliquées pour les images de visage de la base de données ORL. L'étape suivante consiste à faire la fusion multimodale des vecteurs de caractéristiques de visage et l'iris obtenus précédemment, et donner les résultats de fusion trouvées qui seront comparées avec ceux utilisant l'iris et le visage séparément pour prouver l'efficacité de ce système multimodal.

II. le système de reconnaissance d'iris et de visage

II.1. les bases de données utilisées

II.1.1. Base de données IIT DELHI -1

Cette base de données a été acquise au laboratoire de recherche en biométrie de janvier à juillet 2007 à l'aide de JIRIS, JPC1000, d'une caméra CMOS numérique. Le programme d'acquisition d'images a été écrit pour acquérir et enregistrer ces images au format bitmap et est également disponible gratuitement sur demande.

La base de données actuellement disponible est de 224 utilisateurs, toutes les images sont au format bitmap (*.bmp). Tous les sujets de la base de données appartiennent au groupe d'âge 14-55 ans comprenant 176 hommes et 48 femmes. La base de données de 1120 images est organisée en 224 dossiers différents associés chacun à l'identification/numéro entier. La résolution de ces images est de 320-240 pixels et toutes ces images ont été acquises dans l'environnement intérieur [51].

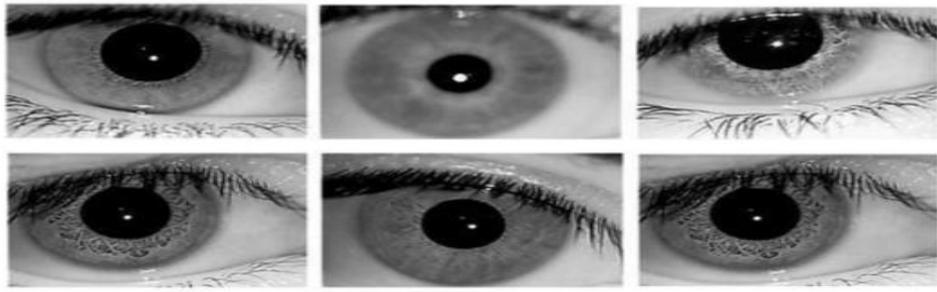


Figure4.1. Echantillons de la base de données IIT DELHI -1 [52].

II.1.2. La base de données ORL (Olivetti Research Laboratory)

Est une base de données de référence pour les systèmes de reconnaissance automatique des visages. En effet tous les systèmes de reconnaissance de visages trouvés dans la littérature ont été testés par rapport à l'ORL, La base de données ORL est constituée de 40 individus, chaque individu possède 10 poses, donc la base contient 400 images. Les poses ont été prises sur des intervalles de temps différents pouvant aller jusqu'à trois mois. L'extraction des visages à partir des images a été faite manuellement. Nous présenterons dans ce qui suit les figures montrant les spécificités de la base de données de référence ORL [50].



Figure.4.2. Exemple d'échantillons de la base ORL [6].

II.2. Schéma reflétant le déroulement d'application

II.2.1. Approche proposée pour le système uni modal iris

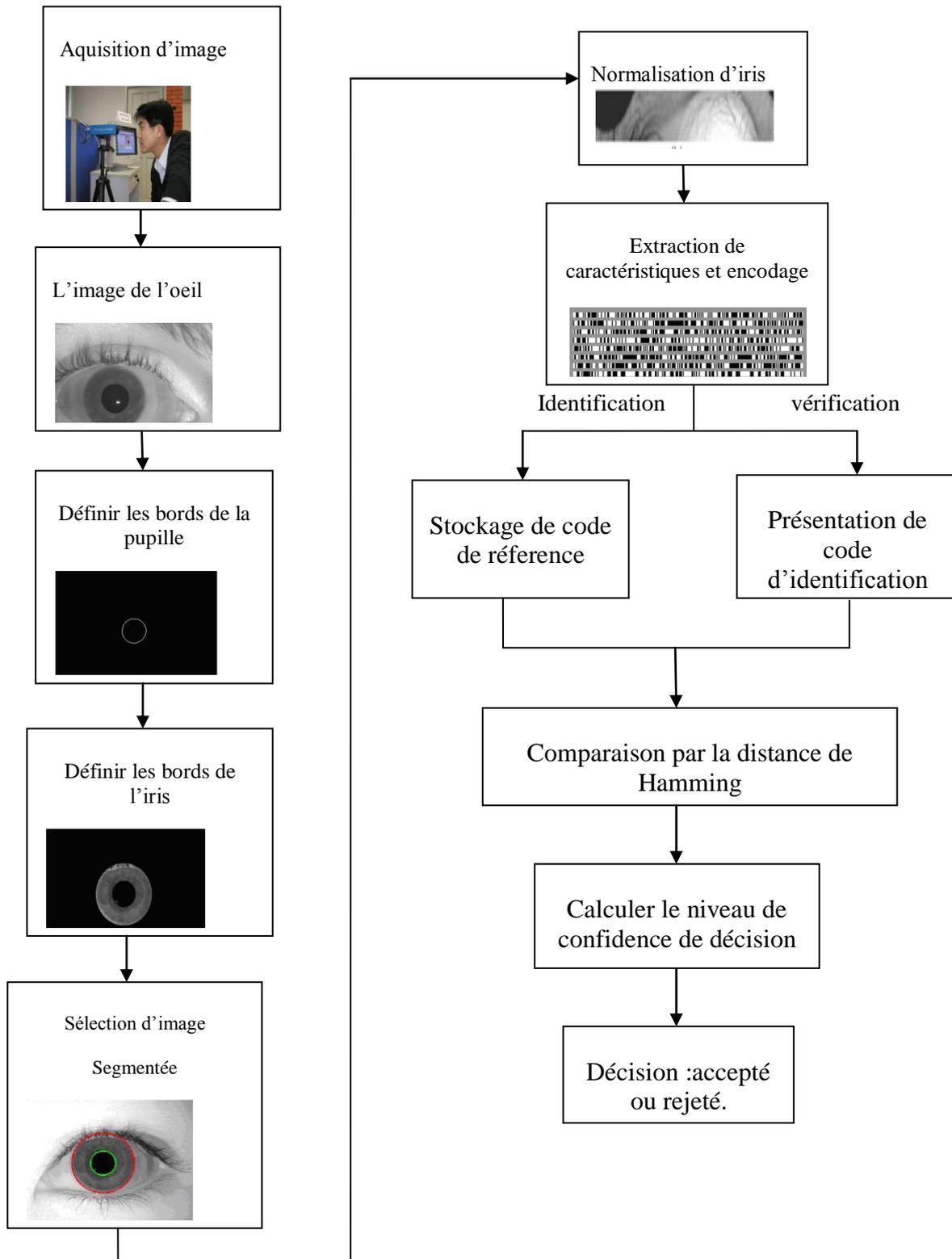


Figure.4.3.Schéma reflétant le déroulement d'application d'iris.

II.2.2.Approche proposée pour le système unimodal visage

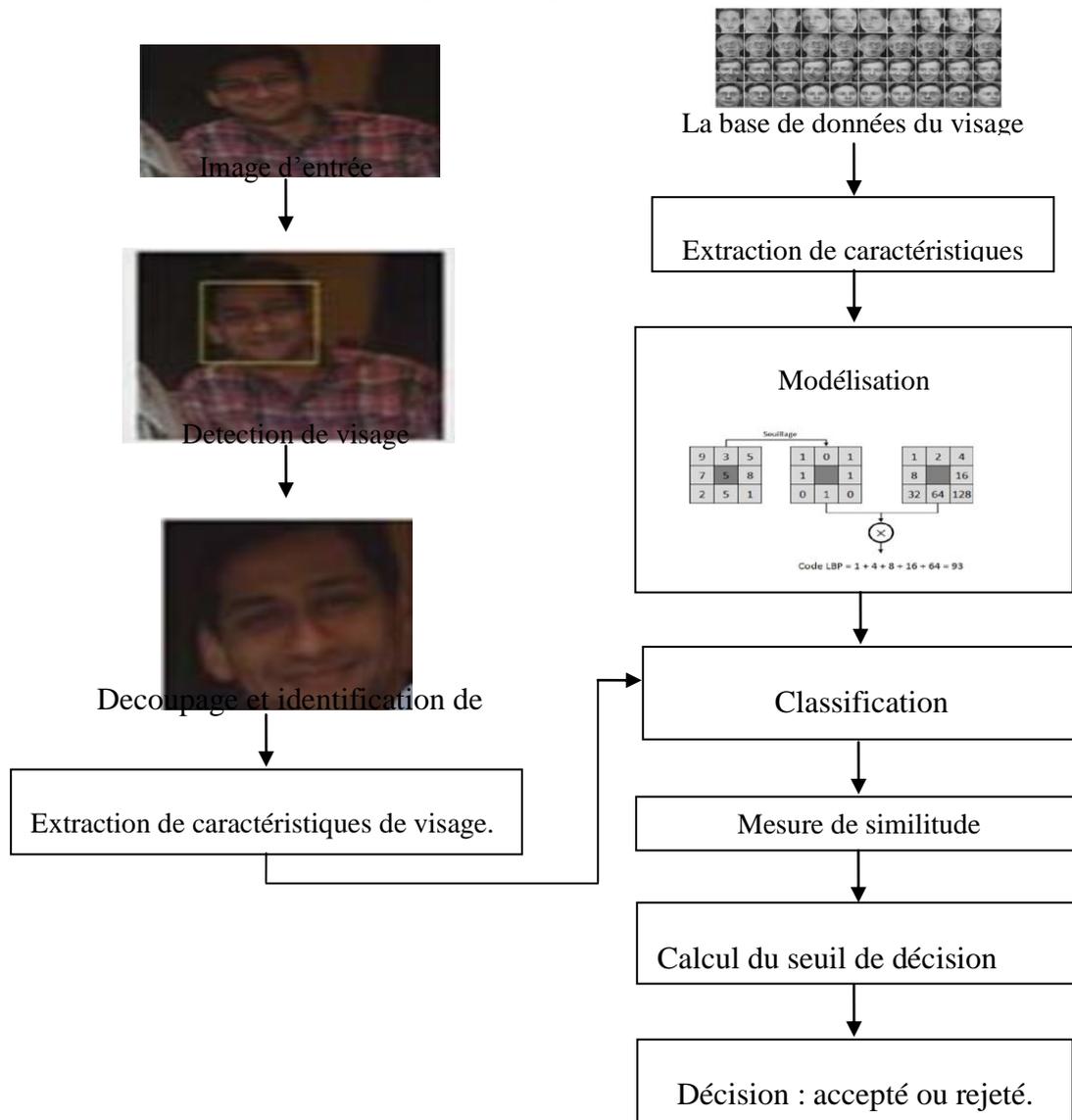


Figure.4.4.Schéma reflétant le déroulement d'application de visage.

II.3. Prétraitement des images du visage et de l'iris

II.3.1. Detection de l'iris

II.3.1.1.Segmentation

- Localisation de la pupille :** la détection de la région de la pupille augmente la vitesse d'exécution et diminue l'erreur, un simple seuillage suffit pour l'obtenir.
- Isolation de la pupille :** L'image binaire obtenue contient la région de la pupille et les cils, nous pouvons isoler les cils pour faire une érosion. La matrice binaire avec 1 (région blanche) et la région voisine avec des 0 (noire) pour isoler la pupille.

- c) **Recherche du contour de la pupille :** Nous utilisons l'algorithme de détection de contours de Canny (voir annexe A).
- d) **Recherche du contour et rayon de l'iris :** Nous cherchons ici du cercle ou bord extérieure de l'iris en appliquant "la Transformation de Hough " circulaire et linéaire (Détection des contours de Canny).

II.3.1.2.Normalisation

La figure 4.6 illustre la région d'iris normalisée d'image- **002_1**- de La base IIT DELHI -1-Iris, dont la région circulaire est transformée en forme rectangulaire. La base de données IIT DELHI -1-Iris donne des images d'iris normalisées directement sans nécessité de passer par la phase de segmentation.

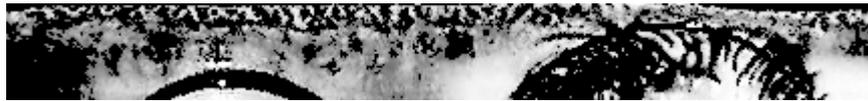


Figure. 4.5. Image normalisée de l'iris de la base IIT DELHI -1-Iris.

II.3.2.Détection de visage

La première étape est le chargement d'une image des 40 images des visages utilisées de la base de données ORL. Le visage est détecté manuellement (voir annexe B).

II.4. Extraction des caractéristiques

II.4.1.Extraction des caractéristiques d'iris et de visage (Encodage ou Feature extraction)

Une fois le code LBP calculé pour tous les pixels de l'image, on calcule l'histogramme de cette image LBP pour former un vecteur de caractéristiques représentant l'image faciale. En réalité, au lieu d'incorporer plus d'informations spatiales au vecteur représentant le visage, nous divisons tout d'abord l'image codée par l'opérateur LBP en petites régions et construisons l'histogramme pour chaque région. Finalement, nous concaténons tous les histogrammes des régions pour former un grand histogramme représentant l'image des caractéristiques faciales. L'efficacité du code LBP comme indice facial s'explique par le fait que le LBP permet de caractériser les détails d'un visage étant donné deux histogrammes de LBP de deux visages, l'étape suivante est d'utiliser une métrique pour calculer la similarité entre ces deux histogrammes (voir annexe B) [35].

II.5. Comparaison(Matching)

II.5. 1.La distance de Hamming

La comparaison de code d'iris extrait avec d'autres codes de référence se fait par le calcul de la distance de Hamming entre eux (voir chapitre 03). La distance de Hamming est aussi utilisée pour la reconnaissance de visage.

Après la comparaison de la distance, si :

- La distance = 0, l'iris est le même (de même personne).
- La distance \neq 0, les deux iris sont indépendants.

III. La fusion multimodale au niveau des scores

La fusion fait au niveau des scores après l'extraction de caractéristique de l'iris et le visage, en faisant une combinaison entre les deux vecteurs obtenus précédemment en tant que vecteur caractéristique bidimensionnel. Dans cette partie, nous allons présenter et discuter les différents résultats obtenus avec les systèmes monomodaux du visage et de l'iris ainsi que les performances du système multi-biométrique. Les mesures de performance utilisées dans notre analyse sont le taux d'acceptation véritable (GAR), False Reject Rate ou le taux de faux rejet(FRR) et le taux d'erreur égal (EER). Nous avons utilisé les différentes normalisations mentionnées précédemment dans le chapitre 3 pour normaliser les scores de correspondance issus du module de comparaison du visage / de l'iris, tandis que pour la fusion, nous utilisons différentes techniques de fusion mentionnées aussi dans le chapitre 3 pour combiner les scores normalisés [6].

III.1. Base de donnée multi-biométrique

L'opération d'identification des personnes par la reconnaissance de l'iris dans notre thème est effectuée par l'utilisation des images des bases de données IIT DELHI -1, dont la base de données ORL est utilisée dans la reconnaissance faciale des personnes. Mais notre but c'est l'identification par la fusion multimodale de l'iris et de visage ; ce qui nécessite la création de base de données multimodale à N individus, nous avons utilisé des images de 40 individus.

III.2. Schéma reflétant le déroulement d'application

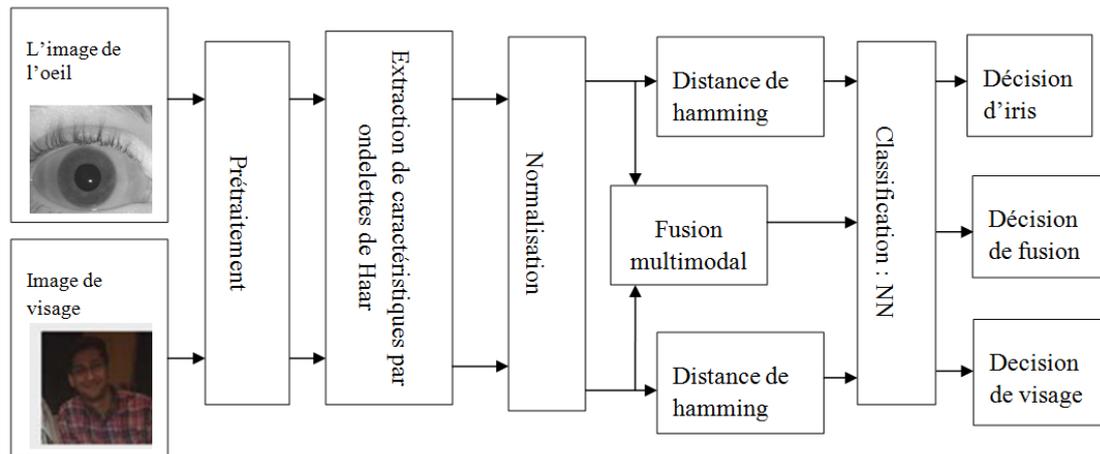


Figure.4.6.Schéma reflétant le déroulement d'application de fusion.

III.3. Les règles de combinaison des scores

Les méthodes de combinaison des scores sont des méthodes très simples dont l'objectif est d'obtenir un score final à partir des N scores disponibles S_i pour $i = 1$ à N issus de N systèmes.

1) La règle produit (Product rule)

La règle de produit simple combine les scores en multipliant tous les scores individuels.

$$S = S_1 * S_2 * \dots * S_n \quad (4.1)$$

2) La règle somme pondérée (Sum rule)

La règle de somme combine les scores en tant que transformation linéaire.

$$S = \sum_{i=1}^N W_i * S_i \quad (4.2)$$

La somme pondérée permet de donner des poids différents W_i à chacun des sous-systèmes en fonction de leur performance individuelle ou de leur intérêt dans le système multimodal.

3) La règle maximum (Max rule)

La règle Max Simple est le score maximum des différentes modalités.

$$S = \max (S_1 S_2 \dots S_n) \quad (4.3)$$

4) La règle minimum (Min rule) :

La règle Min Simple est le score minimum des différentes modalités.

$$S = \min (S_1 S_2 \dots S_n) \quad (4.4)$$

[6]

5) la règle moyenne (Mean rule):

$$S = \frac{(S_1 S_2 \dots S_n)}{n} \quad (4.5)$$

IV. Résultats expérimentaux

Lors de notre simulation sous environnement Matlab, nous avons opté pour les données et méthodes énumérées de 1 à 10 comme détailler ci-dessous :

1. Bases de données :

Pour l'iris nous travaillons avec IIT DELHI-1 iris data base

Pour le visage nous travaillons avec ORL iris data base contient 40 personnes

2. Futur extraction :

Nous avons opté pour LBP (Local Binary Pattern)

3. Matching

Nous avons opté pour Hamming Distance

4. Normalisation

Nous avons opté pour La technique min-max

5. Pour les règles nous utilisons 05 règles (phase de fusion)

1. Product rule
 2. Weighted sum rule
 3. Max rule
 4. Min rule
 5. Mean rule
-

6. Face unimodal

40 personnes et chaque personne ayant 04 images

7. iris unimodal

224 personnes et chaque personne ayant 04 images

Pour la fusion, nous prenons seulement 40 personnes

8. Pour chaque personne, nous prenons 4 images

02 images pour training (Template)

02 images de test

Cela pour l'iris et pour le visage

9. Les scores 80 pour les deux visages et iris

$40 \times 2 = 80$

10. Nombre de scores = $40 \times 39 \times 2 = 3120$

40 est le nombre d'imposteurs= n

$39 = n - 1$

2 : 02 images test

Si nous ajoutons 80 Genuine le nombre devient $3120 + 80 = 3200$

IV.1. Mesure de performances des systèmes uni modaux

Les valeurs de FRR et FAR sont obtenues à partir la courbe « propability density function », la valeur EER est aussi sur le même graphe, c'est le point d'intersection des deux courbes FRR et FAR (les deux valeurs sont égales), après la projection de ce point sur l'axe des ordonnées, nous obtenons sa valeur $GAR = 1 - FRR$.

IV.1.1. Les courbes ROC's

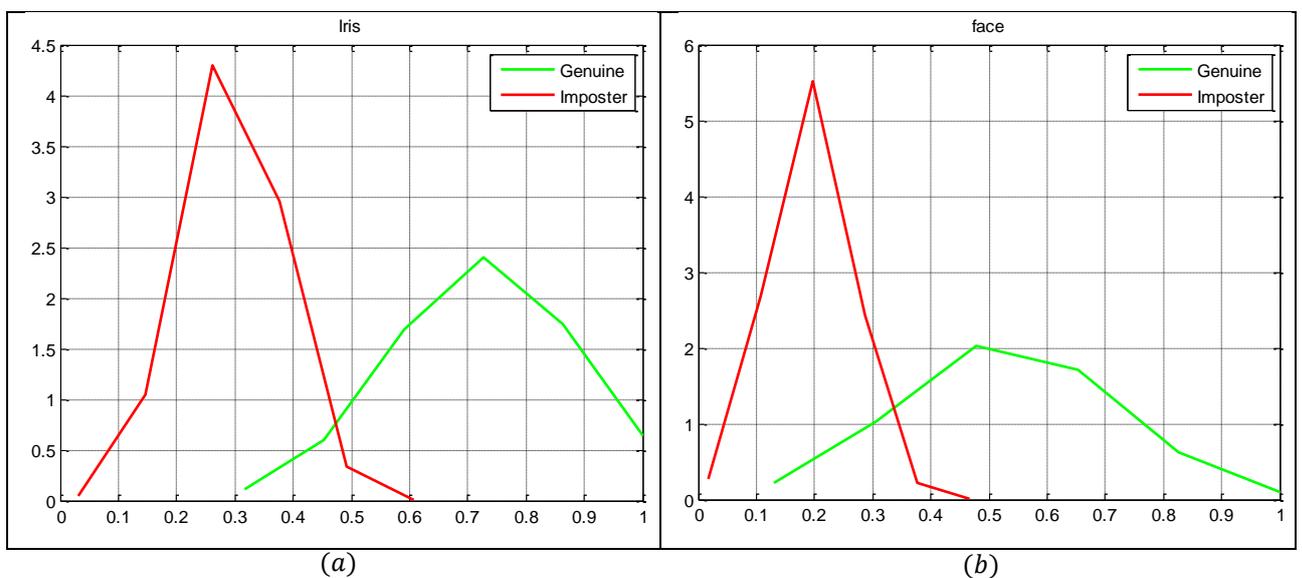


Figure4.7. Les courbes ROC obtenues pour le système uni modal : (a) pour l'iris, (b) pour le visage.

IV.1.2. Illustration du FRR et du FAR

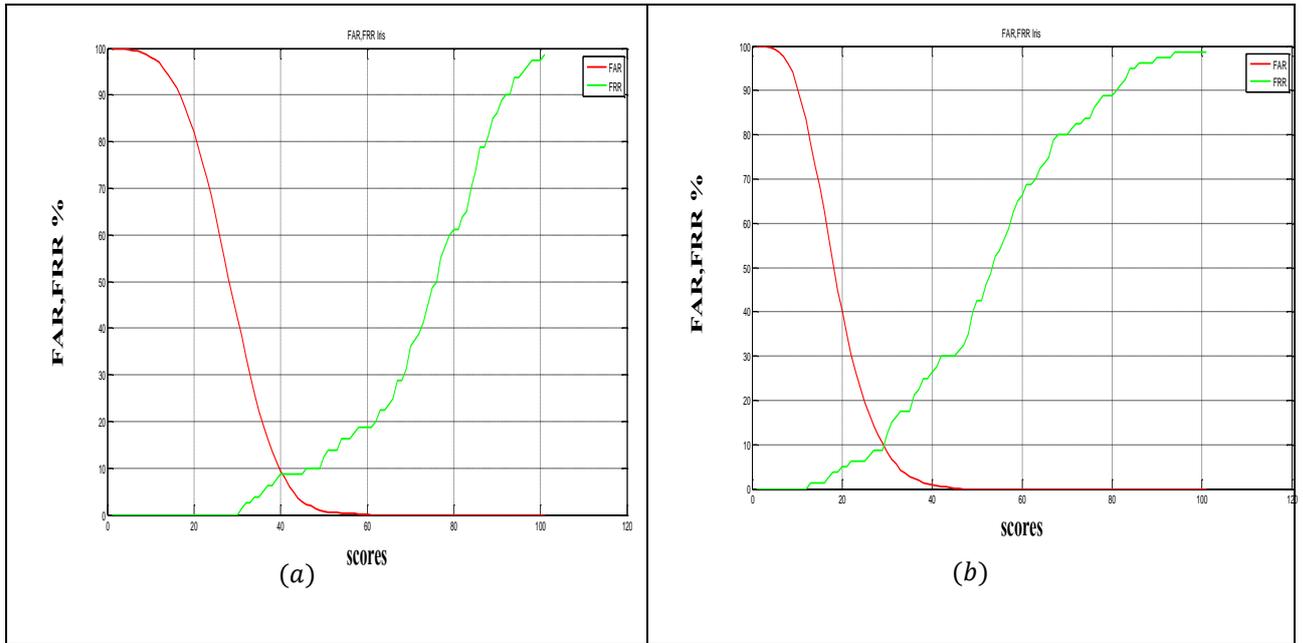


Figure.4.8: Mesures de FAR et FRR obtenues du système uni modal, (a) l'iris, (b) le visage.

IV.1.3. Les fonctions de densités de probabilités

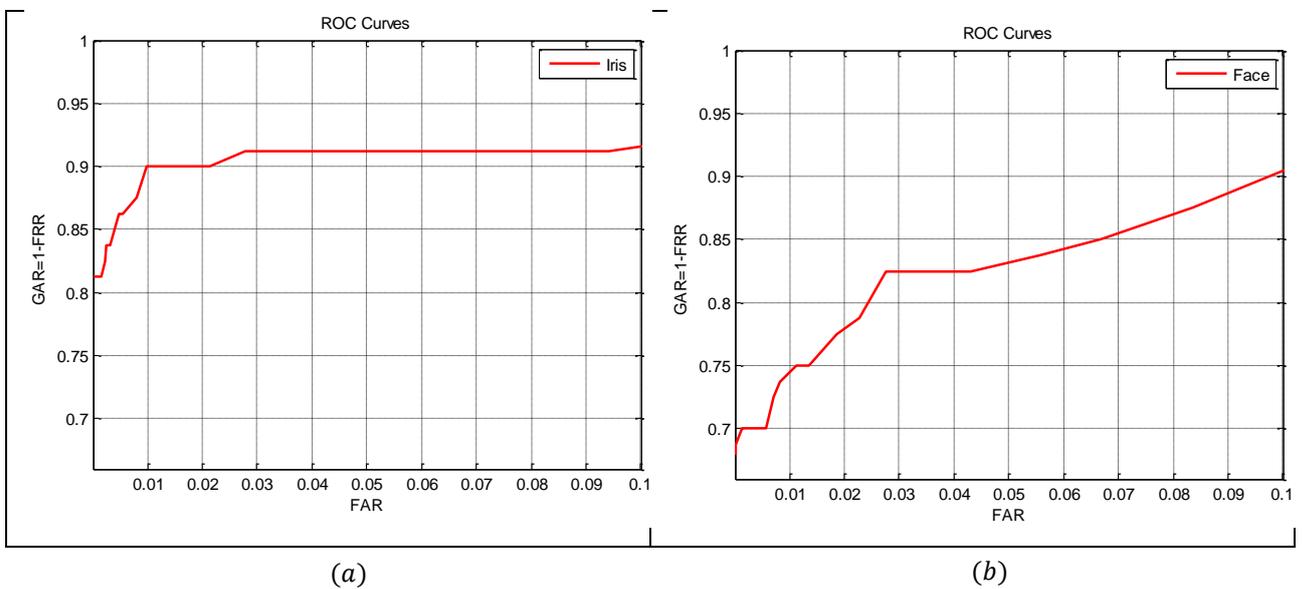


Figure.4.9. Les courbes fonctions densités de probabilités du système uni modal: (a) l'iris, (b) le visage.

Le tableau 4.1 récapitule les résultats relevés des courbes trouvées.

Modalité	FRR	GAR à 0.01% FAR	EER
Iris uni modal	9%	91%	8.75%
Visage uni modal	26%	74%	9.8274%

Tableau 4.1. Les valeurs d'EER, FRR et GAR obtenues du système uni modal de l'iris et du visage.

IV.2. Mesure de performances du système multimodal

IV.2.1. Les courbes ROC's

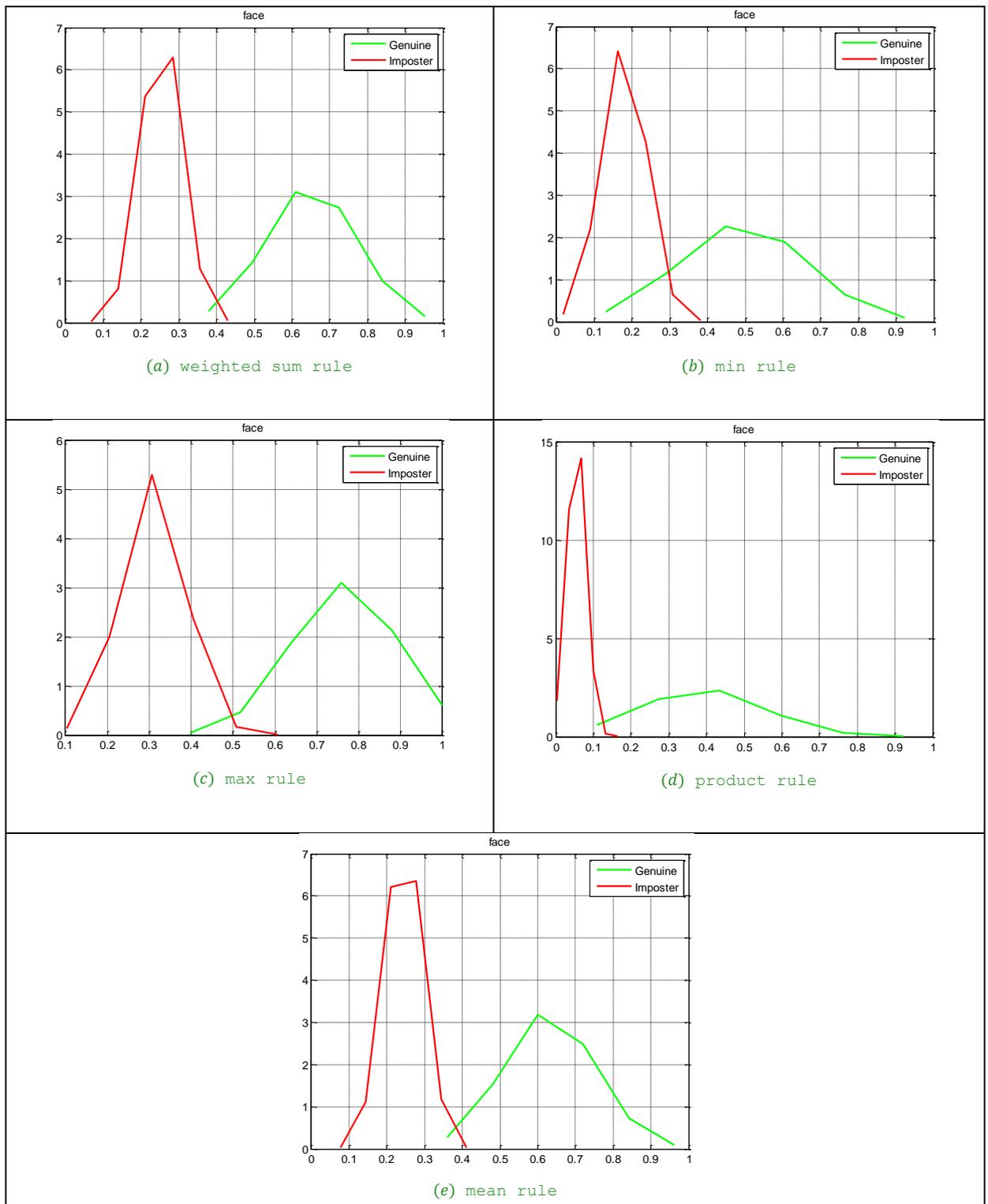


Figure.4.10. Les courbes ROC du système multimodal pour différentes règles: (a) weighted rule, (b) min rule, (c) max rule, (d) Product rule, (e) mean rule.

IV.2.2. Illustration du FRR et du FAR

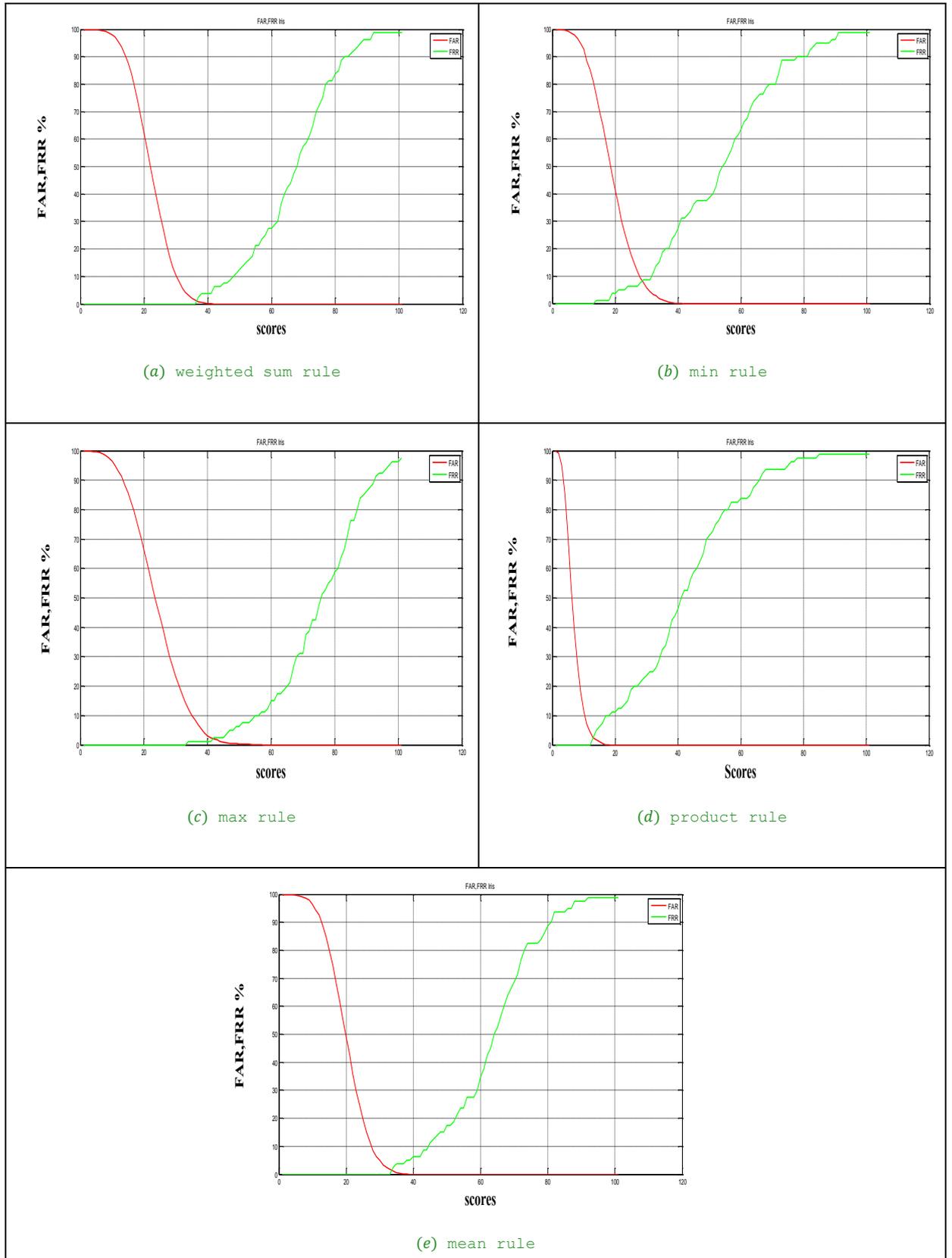


Figure.4.11. Les courbes FAR et FRR du système multimodal pour différentes règles: (a) weighted rule, (b) min rule, (c) max rule, (d) Product rule, (e) mean rule.

IV.2.3. Les courbes des fonctions de densités de probabilités

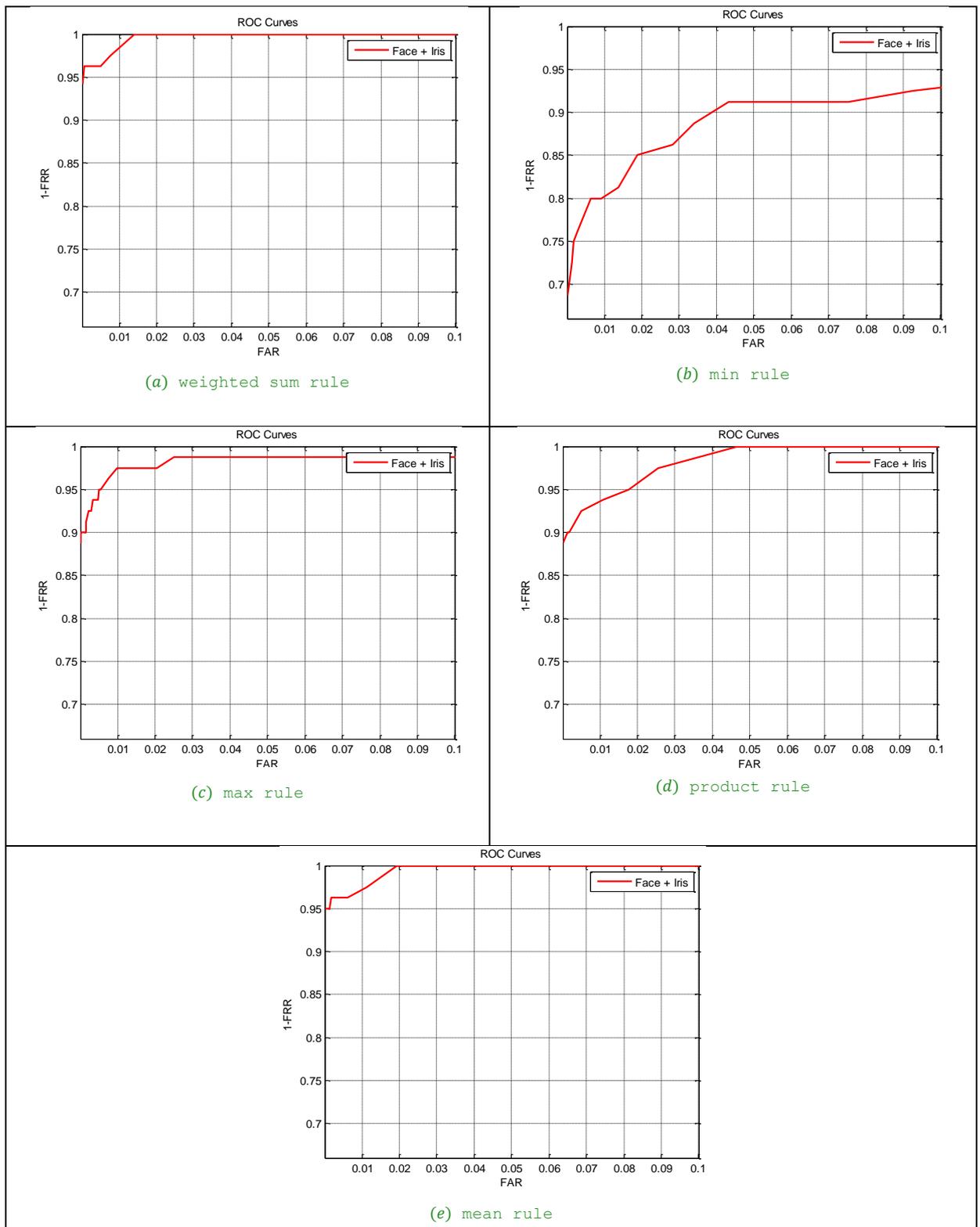


Figure.4.12. Les courbes des fonctions de densité de probabilités du système multimodal pour différentes règles:(a) weighted rule, (b) min rule, (c) max rule, (d) Product rule, (e) mean rule.

Le tableau 4.2 récapitule les résultats relevés des courbes trouvées.

La règle de normalisation	Mesure de performances		
	FRR	EER	GAR à 0.01% FAR
weighted rule	1.5%	1.1224%	98.5%
Min rule	20%	8.2369%	80%
Max rule	2.5%	2.1698%	97.5%
Product rule	6.5%	2.55484%	93.5%
Mean rule	2.5%	1.4563%	97.5%

Tableau 4.2. Les mesures de EER, FRR et du GAR obtenues pour le système multimodal (iris - visage).

IV.3. Comparaison des scores fusionnés

		GAR à 0.01% FAR	FRR	EER
Face uni modal		74%	26%	9.8274%
Iris uni modal		91%	9%	8.75%
Fusion Iris-Face	Weighted sum rule	98.5%	1.5%	1.1224%
	Min rule	80%	20%	8.2369%
	Max rule	97.5%	2.5%	2.1698%
	Product rule	93.5%	6.5%	2.55484%
	Mean rule	97.5%	2.5%	1.4563%

Tableau 4.3. Tableau comparatif des mesures de EER, FRR et du GAR pour le système monomodal et le système multimodal (iris - visage).

Compte tenu des résultats récapitulés dans les tableaux 4.1 et 4.2 et les graphes illustrés dans les figures 4.11, 4.12 et 4.14, nous remarquons que le système multimodal hybride proposé donne d'excellents résultats en termes d'EER (de 1.1224% à 8.75%) et de GAR (de 98.5% à 74%), et FRR (de 1.5% à 9%) et présente une amélioration significative par rapport à la biométrie monomodale.

Par exemple, pour la règle de fusion product rule nous trouvons :
 l'EER = 1.4563%, GAR = 93.5%, et FRR = 6.5% pour le système multimodal, tandis que pour les systèmes monomodaux (visage, iris) nous trouvons :
 l'EER = 9.8274%, GAR = 74%, et FRR = 26% cas du visage

$EER = 8.75\%$, $GAR=91\%$ =, et $FRR =9\%$ cas de l'iris

Alors, Les résultats obtenus confirment que la multimodalité biométrique permet d'obtenir de meilleurs résultats par rapport à l'uni-modalité, surtout lorsqu'on utilise des modalités non corrélées comme c'est le cas de le visage et l'iris

V. Conclusion

Ce chapitre a été consacré en premier lieu à la présentation des structures de données ainsi que l'implémentation du système. La fusion des deux modalités sur un même système par l'intégration des deux scores dans un seul module basé sur la classification par la méthode des LBP, a grandement amélioré la performance du système. Les résultats obtenus confirment que la multi-biométrique permet d'obtenir de meilleurs résultats par rapport à l'uni-modalité, surtout lorsque nous utilisons des modalités non corrélées comme c'est le cas du visage et l'iris.

Conclusion Générale et Perspectives

Dans ce mémoire, nous avons traité la biométrie qui est un domaine ancien, apparaît au 19^{ème} siècle, un domaine mérite l'intérêt d'étude grâce à son grand rôle à l'identification et à la sécurité. En effet, pendant les premières années de l'application de la biométrie, l'homme utilisait les systèmes biométriques monomodaux mais ils sont plutôt adaptés à un niveau de sécurité moyen, alors qu'un niveau de sécurité plus élevée nécessite l'utilisation de deux modalités biométriques ou plus si on peut, ce qui nous offre des systèmes multimodaux, plus performants et plus sûrs. Pour cette raison, notre travail s'est accentué sur la biométrie multimodale qui intègre l'iris et le visage afin de créer un système multi-biométrique plus performant.

Au chapitre un, nous nous sommes intéressés à une vue générale sur le système biométrique, nous avons présenté la notion de biométrie, son histoire, son architecture et les mesures de performances d'un tel système biométrique. A travers le chapitre deux, nous avons étudié séparément la reconnaissance biométrique utilisant l'iris puis celle utilisant le visage. Courant le chapitre trois, nous avons détaillé les différents niveaux de fusion et de nombreuses techniques de fusion possibles dans un système biométrique multimodal. Le dernier chapitre a été réservé à l'étude pratique à travers le développement et l'implémentation de trois algorithmes sous environnement Matlab, les deux premiers pour la biométrie uni modale utilisant l'iris et le visage séparément, quant au troisième est une fusion multimodale entre l'iris et le visage. Pour l'iris nous avons utilisé une base de données connue sous le nom IIT DELHI -1, dont laquelle la répartition en classes est composée principalement par des images d'Iris de personnes asiatiques. Pour l'expérience sur le visage, la base de données ORL est utilisée.

Les résultats obtenus montrent que le système multimodal proposé permet d'obtenir une meilleure précision de reconnaissance par rapport aux systèmes uni modaux avec une bon performance de FRR ,ce qui signifie une très bonne amélioration du GAR à 0.01% FAR pour la modalité iris et pour la modalité visage. Les résultats montrent également que notre système est mieux que d'autres systèmes multi-biométriques existants basés sur la fusion de l'iris et du visage à différents niveaux de fusion. Dans ce travail, nous comptons comparer les performances d'un système biométrique multimodal utilisant des bases de données chimériques avec celles d'un système se servant de bases de données d'utilisateurs réels.

Références

- [1] Nasri, M.2013.''Transformation non linéaire KPCA et KLDA pour l'authentification de visage.'' Mémoire magister, UNIVERSITE DE M'SILA,2012/2013.
- [2] Haroun, D.2010.''Identification basée sur le code d'iris.'' Mémoire magister, UNIVERSITE FERHAT ABBAS DE SETIF UFAS (ALGERIE), 29/06/2010.
- [3] Djeli, A.2016.'' Reconnaissance de personnes utilisant la multi-représentation de l'iris.'' Mémoire master, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, 31/05/2016.
- [4] Hafnaoui, F et Debbakh, K.2018.'' Système de Reconnaissance des Personnes par l'Iris Biométrique.'' Mémoire master, Université Larbi Ben M'Hidi Oum El Bouaghui, 2017/2018.
- [5] Draoui, K.2011.'' Identification des personnes par l'iris en utilisant la méthode des paquets d'ondelettes.'' Mémoire magister, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, 12/Octobre/2011.
- [6] Nouar, L.2018.''Identification biométrique par fusion multimodale.''Thèse de doctorat, UNIVERSITE DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES, 2017/2018.
- [7] Boureneb, A.2019.'' Identification des personnes par leurs empreintes palmaire.'' Mémoire master, Université 8Mai 1945 – Guelma, Juillet 2019.
- [8] Hedjaz, H.2018.''Identification de personnes par signature manuscrite.''Thèse de doctorat, UNIVERSITE 8 MAI 1945 –GUELMA, 2018.
- [9] Nabil, H.2017.'' Méthode hybride en biométrie:Application à la paume de la main & l'Oreille.'' Thèse de doctorat, Université 08 Mai 1945 - Guelma, 2016 / 2017.
- [10] Barki, H. 2013.''Détection et reconnaissance de visage.'' Mémoire magister, UNIVERSITE FERHAT ABBAS DE SETIF U.F.A.S (ALGERIE), 2012/2013.
- [11] Djebbar, S. 2011.'' Système de vérification de l'identité de personne par reconnaissance de l'iris.'' Mémoire master, Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi, 24 /09/2011.
- [12] Bonazza, P. 2019.''Identification'' Système de sécurité biométrique multimodal par imagerie, dédié au contrôle d'accès.''Thèse de doctorat, L'UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE, 21 /Juin /2019.
- [13] Tahirou, D and Sobabe, A and Antoine,V.''Incorporating Metadata in Multibiometric Score-Level Fusion: an Optimized Architecture.'' International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) November 2019, Volume-9 Issue-1, 16,ISSN: 2278-3075.

- [14] Berkani, C et Gatrani, M. 2012. "Détection et Reconnaissance de Visage." Mémoire master, UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI OUM EL BOUAGHI ,2011/2012.
- [15] SAMAI, Y. 2012. "Reconnaissance de l'Iris humain en utilisant les méthodes de l'Intelligence Artificielle." Mémoire magister, Université UNIVERSITE EL HADJ LAKHDAR BATNA, 01/07/2012.
- [16] Boukraa, F. 2016. "Caractéristiques biométrique pour l'identification." Mémoire magister, Université UNIVERSITE AHMED BEN BELLA ORAN, 07/avril/2016.
- [17] Perronnin, F et Luc DUGELAY, J . " Introduction à la Biométrie -Authentification des Individus par Traitement Audio-Vidéo." Traitement du Signal, Volume 19, n°4,265 pages, 2002.
- [18] Morizet, N.2009. " Reconnaissance Biométrique par Fusion Multimodale du Visage et de l'Iris." Thèse de doctorat, École Doctorale d'Informatique, Télécommunications et Électronique de Paris,18 Mars 2009.
- [19] <http://www.infcom.rnu.tn/content/pdf/cours/aline-saidane/systeme-identification/Cours-biometrie-presentation>,30 Avril 2019.
- [20] Buysens, P. 2011. " Fusion de différents modes de capture pour la reconnaissance du visage appliquée aux e-transactions." Thèse de doctorat, Université de Caen Basse-Normandie, Le 4 Janvier 2011.
- [21] Ouamane, A.2015. " Reconnaissance Biométrique par Fusion Multimodale du Visage 2D et 3D." Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider – Biskra, 11 Juin 2015.
- [22] Krichen,E.2007. " Reconnaissance des personnes par l'iris en mode dégradé." Thèse de doctorat, l'Institut National des Télécommunications en co-accréditation avec l'Université d'Evry-Val d'Essonne, 4 octobre 2007.
- [23] <https://www.semanticscholar.org>,4 November 2019.
- [24] Feddaoui, N et Hamrouni, K . " Reconnaissance de l'iris par filtrage de Gabor et deux variantes de descripteurs de texture." Laboratoire LSTS BP-37, Le Belvédère 1002, Tunis, Tunisie,7 pages.
- [25] Lekmiti, S.2017. "Critère d'évaluation de la qualité d'image d'iris." Mémoire master, UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA, 2017.
- [26] <http://www.youtube.com/upload> ,vidéo:how Bio-metric human iris recognition is done,30 avr.2013.
- [27] <https://medium.com>,2020.

- [28] <https://pouirlascience.fr/sd/neurosciences/la-reconnaissance-des-visages-et-ses-anomalies,juin2020>.
- [29] Benchennane, I. 2016. '' Etude et mise au point d'un procédé biométrique multimodale pour la reconnaissance des individus.'' Thèse de doctorat, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, 2015 / 2016.
- [30] Meramreia, N. 2016.'' Reconnaissance de visages par Analyse Discriminante Linéaire(LDA).''Mémoire de master, UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA, 2016.
- [31]Guerroudj, B et Brahmin, M.2018.'' Implémentation d'un système de reconnaissance de visages à base de PCA.''Mémoire de master, Université Djilali Bounaama Khemis Miliana,2017/2018.
- [32] Saad, N.2018. '' Reconnaissance tridimensionnelle du visage.'' Thèse de doctorat, Université MOHAMED KHIDER, Biskra, 2018.
- [33] <http://www.laquadrature.net,3 juin2020>.
- [34] Mekkani, S, M. 2014.'' Reconnaissance de visage.''Mémoire de master Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi, 04/06/2014.
- [35]Ait mansour, M et Chihab,M. 2015.'' Détection de visage par la méthode d'Analyse en Composantes Principales (ACP).'',Projet de fin d'études,UNIVERSITE CADI AYYAD MARRAKECH, 27/04/2015.
- [36] Boudjellal, S.'' Détection et identification de personne par méthode biométrique.'' Mémoire magister, Université Mouloud MAMMARI de TIZI-OUZOU (UMMTO).
- [37] <https://www.thesis.univ-biskra.dz,2020>.
- [38] <https://scholar.google.com,2019>.
- [39] Messaoudi, F et Benyettou,M,D.'' Identification Biométrique Multimodale.'' Département d'Informatique, Faculté des Sciences,Université des Sciences et de la Technologie d'Oran(USTO), Algérie,[1-6].
- [40] Kairi-Hili, N. 2016. '' Biométrie multimodale basée sur l'iris et le visage.'' Thèse de doctorat, Université L'UNIVERSITE DE TUNIS EL MANAR et de L'UNIVERSITE PARIS-SACLAY préparée à l'Université d'Evry Val d'Essonne, 24 Mai 2016.
- [41] Béchairia, N.2019.'' Reconnaissance du Visage dans des conditions d'éclairage Variant. ''Mémoire de master, Université 8 Mai 1945 Guelma, Juin 2019.

- [42] Ghalem, K G.2018. "Authentification et identification de personnes par fusion d'information provenant des images de l'iris de l'oeil droite et de l'oeil gauche ."Thèse de doctorat, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran(USTO), Algérie,2017/2018.
- [43] Hanene,G.2014. " Identification de personne par fusion de différentes modalités biométriques. "Thèse de doctorat, Sous le sceau de l'Université européenne de Bretagne :Télécom Bretagne, 23 Janvier 2014.
- [44] Hafsi, T.2016. " Reconnaissance Biométrique Multimodale basée sur la fusion en score de deux modalités biométriques:l'empreinte digitale et la signature manuscrite curvise en ligne"UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA, 2016.
- [45] Himanshu, R and Anamika, Y. " Iris recognition using combined support vector machine and Hamming distance approach."Expert Systems with Applications, journal homepage: www.elsevier.com/locate/eswa, 3 pages, 2014.
- [46] Oumane,A. 2011. " Etude de la fusion de modalités pour l'authentification en biométrie (visage, voix)." Mémoire magister, Université Mohamed Khider – Biskra, 07/12/ 2011.
- [47] Haniched, A et Khenfer,N. " Un Système Efficace D'identification Des Personnes Par Iris." 4th International Conference on Computer Integrated Manufacturing CIP'2007, 03-04 November, 2007,4 pages.
- [48] Hilal, A.2013. "Système d'identification à partir de l'image d'iris et détermination de la localisation des informations Spécialité ."Thèse de doctorat, l'Université Libanaise - Beyrouth - Liban, 2013.
- [49] Khefif, B.2013. " Mise au point d'une application de reconnaissance faciale." Mémoire master, Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen, 2012/2013.
- [50] Vitomir, S et Nikola, P. " The Complete Gabor-Fisher Classifier for Robust Face Recognition." EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, Volume 2010, Article ID 847680, 26 pages, 2010.
- [51] <https://www.comp.polyu.edu.hk> ,3 juin 2020.
- [52] <https://www.researchgate.net/figure/Un-apercut-de-la-base-de-donnees-IIT,2020> .

Annexe A

I. L'Algorithme de segmentation de l'iris

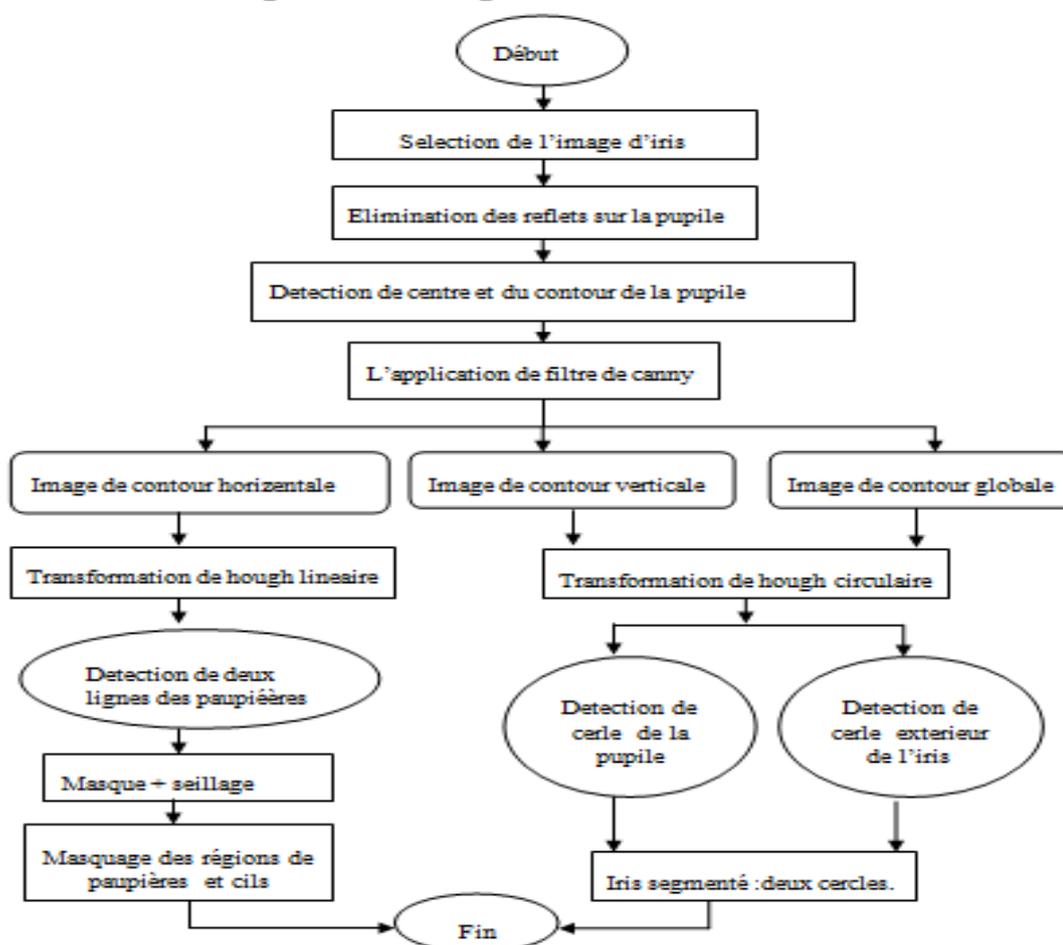


Figure.A.1.L'organigramme d'algorithme de segmentation d'iris.

Pour obtenir la région de la pupille on utilise un simple seuillage binaire, alors on cherche du cercle intérieur de l'iris (le bord iris-pupille).

Mais le problème c'est que l'image binaire obtenue contient la pupille et cils, alors il faut supprimer la région de cils .Puis, l'éliminer le reflet apparu sur la pupille.

- L'étape suivante est de rechercher le centre et le contour de la pupille par l'utilisation du filtre de canny. Ce qui permet d'obtenir les contours en blanc sur un arrière plan noir.
- Après obtention du cercle intérieur de l'iris, on cherche le cercle extérieur de l'iris par la transformation de Hough (Détection des contours de Canny), qu'elle fournit le rayon exact du bord extérieur de l'iris, ainsi que les coordonnées du centre, le filtre gaussien est utilisé avec un écart type sigma

I.1.L'algorithme du filtre de canny

I.1.a. Réduction du bruit : Permet d'éliminer les pixels isolés qui pourraient induire de fortes réponses lors du calcul du gradient en utilisant le filtre gaussien 2D : $G(x,y) =$

$$\frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

I.1.b. L'application du gradient d'intensité : qui retourne l'intensité des contours. L'opérateur utilisé permet de calculer le gradient suivant les directions X et Y. La valeur du

gradient en un point est donné par : $|G| = |G_x| + |G_y|$ avec $G_y = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$ et

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

I.1.c. Direction des contours : Nous déterminons les orientations des contours par :

$\theta = \arctan\left(\frac{G_x}{G_y}\right)$ ce qui permet d'obtenir une carte des gradients d'intensité en chaque point de l'image accompagnée des directions des contours.

I.1.d. Suppression du non-maxima : seuls les points correspondant à des maxima locaux sont considérés comme correspondant à des contours, et sont conservés pour la prochaine étape de la détection. Un maximum local est présent sur les extremas du gradient, c'est-à-dire là où sa dérivée s'annule. Nous utilisons l'orientation d'image qui donne angle d'orientation normale de 0 à 180 degrés (positives).

I.1.e. Seuillage des contours: La différenciation des contours sur la carte générée se fait par seuillage à hystérésis, nous devons utiliser un seuil haut et un seuil bas, on les compare par l'intensité du gradient de chaque point. Si l'intensité du gradient à chaque point du contour :

- Inférieur au seuil bas, le point est rejeté.
- Supérieur au seuil haut, le point est accepté comme formant un contour.
- Entre le seuil bas et le seuil haut, le point est accepté s'il est connecté à un point déjà accepté.

La taille du filtre gaussien et les valeurs des seuils déterminent le temps de calcul de l'algorithme.

I.2. Etapes d'une détection des contours par le filtre de canny

- Convolution de l'image initiale avec un filtre passe-bas gaussien bidimensionnel.
- Convolution de l'image lissée avec le filtre de Canny ou la dérivée du gaussienne dans les directions horizontale et verticale.
- Calcul du module du gradient à partir des deux images représentant les gradients de l'image filtrée passe-bas dans les directions horizontale et verticale.

I.3. Détermination du rayon R_p et du centre de la pupille $C_p(x_p, y_p)$

$$R_p = (x_{max} - x_m) / 2 \quad (1)$$

$$x_p = R_p + x_m, \quad y_p = R_p + y_{min} \quad (2)$$

Nous déterminons le rayon de l'iris R_i à partir du centre de la pupille $C_p(x_p, y_p)$, nous avançons jusqu'à trouver un deuxième contour. Nous notons alors le point (X_i) où nous sommes arrivés: il appartient au bord de l'iris. Alors l'expression du rayon d'iris est : $R_i = (x_i - x_p)$

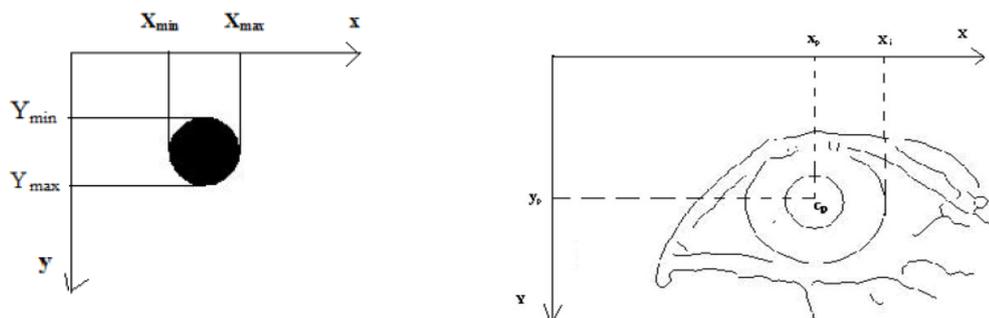


Figure A.2. a) Détermination du Rayon de l'iris, b) Détermination du rayon et du centre de la pupille.

II. Normalisation d'iris et d'extraction de caractéristiques :

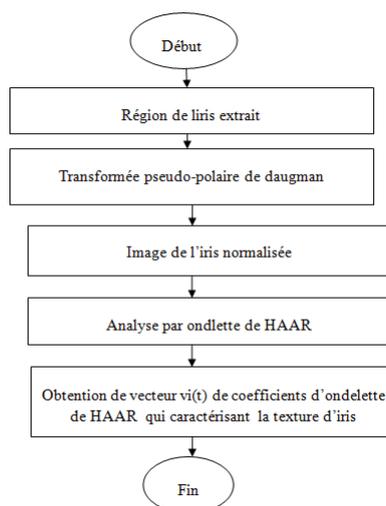


Figure.A.3. l'organigramme d'algorithme de normalisation et d'extraction de caractéristiques d'iris.

III. Codage de l'iris

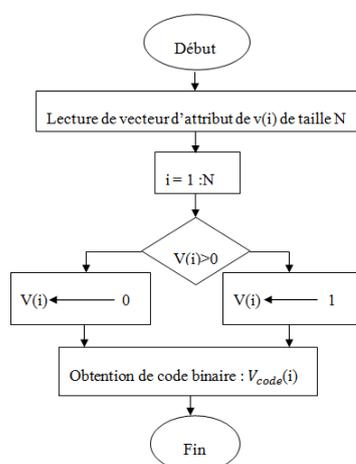


Figure.A.4 .L'organigramme d'algorithme de codage d'iris.

IV. Comparaison par l'utilisation de la distance de Hamming

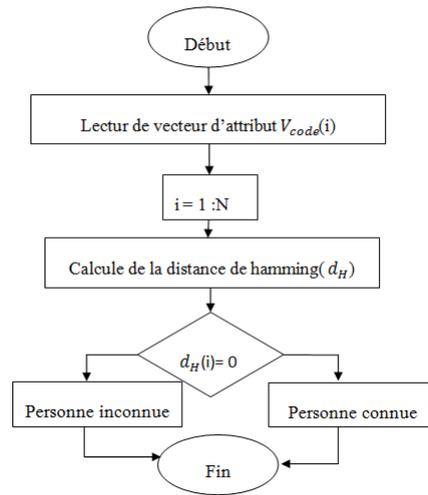


Figure.A.5.L'organigramme d'algorithme de distance de Hamming.

I. Les étapes à suivre lors de la reconnaissance faciale

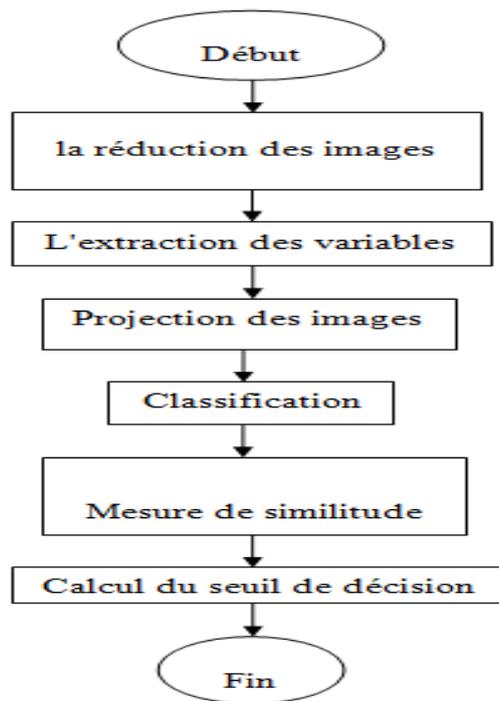


Figure.B.1. L'organigramme d'algorithme de reconnaissance faciale.

Projection des images

- Le vecteur image X_i se transforme en un vecteur Y_i par la relation : $Y_i = V^T \times X_i$

$V^T = (V_1, V_2, \dots, V_i, \dots, V_m)^T$ avec $V_i, i = 1, \dots, m$: sont les vecteurs propres.

Mesure de similitude

Une fois que les images sont projetées dans un sous-espace, il reste à déterminer quelles sont les images semblables. Il y a beaucoup de mesures possibles de distance et de similitude, parmi les quelles on cite :

A. La norme L1 : C'est la somme de la différence entre les valeurs absolues entre les composantes des deux vecteurs A et B. Elle est donnée par la relation suivante : $L_1 = \sum_{i=1}^N |A_i - B_i|$

B. La norme L2 : Connue aussi sous le nom norme euclidienne, c'est la somme de la différence au carré entre les composantes des deux vecteurs A et B. Elle est donnée par l'équation suivante :

$$L_2 = \sum_{i=1}^N (A_i - B_i)^2$$

C. Corrélation : Elle mesure le taux de changement entre les composantes des deux vecteurs A et B . Elle est donnée par la relation :

$$\text{Corr}(A,B) = \frac{\sum_{i=1}^N (A_i - \mu_A)(B_i - \mu_B)}{\sigma_A \sigma_B}$$

Où : σ_A = l'écart type de A , μ_A = la moyenne de A_i

σ_B = l'écart type de B , μ_B = la moyenne de B_i

Calcul du seuil de décision

Le processus d'authentification revient essentiellement à une comparaison à un seuil qui doit être comme un agent (qui prend la décision) décidant une identité d'un client ou un imposteur. Le seuil est déterminé en calculant les distances interclasse et les distances extra classe. Les distances interclasse sont calculées entre les mêmes individus (les mêmes clients).

Les distances extra classe sont calculées entre les différents individus (les imposteurs et les clients). Finalement le seuil de décision est juste le milieu entre la distance maximale interclasse et la distance minimale extra classe.

II. L'algorithme de la réduction des images de visage:

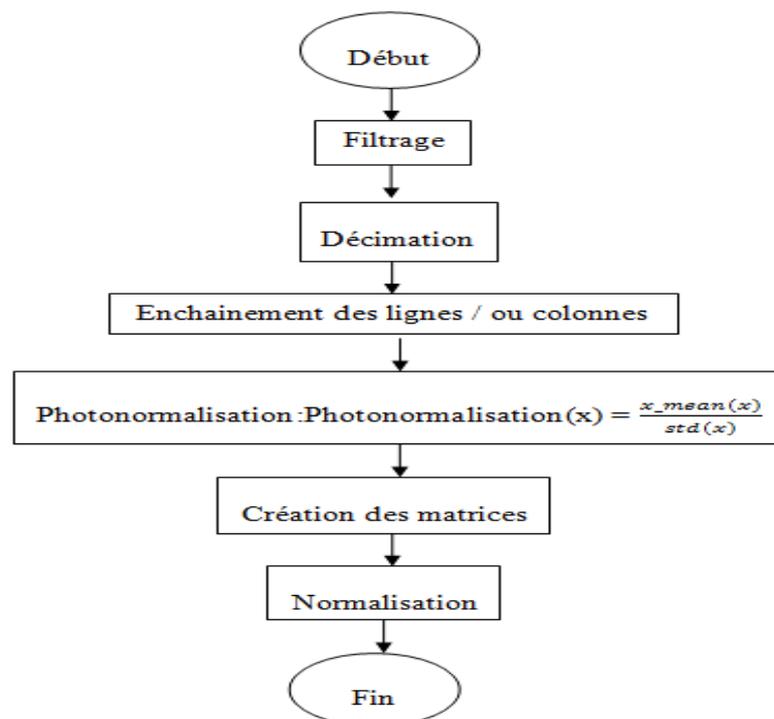


Figure.B.2. L'organigramme d'algorithme de la réduction des images de visage.

Le découpage de l'image

Consiste à conserver les maximums des variations intrinsèques du visage, et de supprimer les autres informations comme les cheveux et les éléments de l'habit qui ne servent à rien dans le processus d'authentification.



Figure B.3.Image de visage a)avant découpage b) après découpage.

Filtrage

Permet précisément de supprimer les fréquences des bruits qui ne correspondent pas aux fréquences du contenu de l'image, nous avons utilisé le filtrage passe bas qui élimine les hautes fréquences, de manière à respecter les conditions d'échantillonnage.

Décimation

Elle consiste à ne prendre qu'un pixel sur deux. Cela réduit bien entendu la résolution des images. L'image de visage passera ainsi d'une dimension vers une dimension de après le découpage et la décimation.

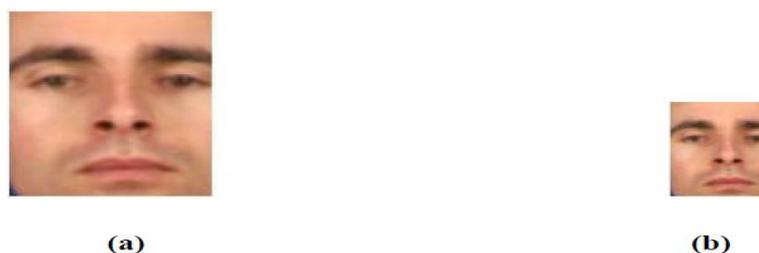


Figure B.4.Image de visage a)avant décimation b) après décimation.

Enchaînement des lignes / ou colonnes

C'est la conversion de la matrice image vers un vecteur. On extrait de l'image les trois matrices des composantes couleurs : Rouge, Vert et Bleu. Puis nous faisons la conversion de l'image couleur vers une image en niveau de gris selon la formule suivante :

$$Y = 0.3 \times R + 0.59 \times V + 0.11 \times B \text{ Où}$$

R : La composante couleur rouge.

V : La composante couleur vert.

B : La composante couleur bleu.

La photo normalisation a un double effet

D'une part elle supprime pour tout un éventuel décalage par rapport à l'origine et ensuite elle supprime tout effet d'amplification (multiplication par un scalaire).

Création des matrices

L'ordonnancement des vecteurs images cote à cote va créer la matrice d'apprentissage.

Normalisation

La normalisation s'applique à un groupe d'images permet d'assurer l'homogénéité des données, pour chaque composante, nous retirons la moyenne de cette composante pour toutes les images et nous la divisons par la déviation standard. Il s'agit d'une étape classique d'un processus de classification.

III. L'Algorithme de l'extraction des variables

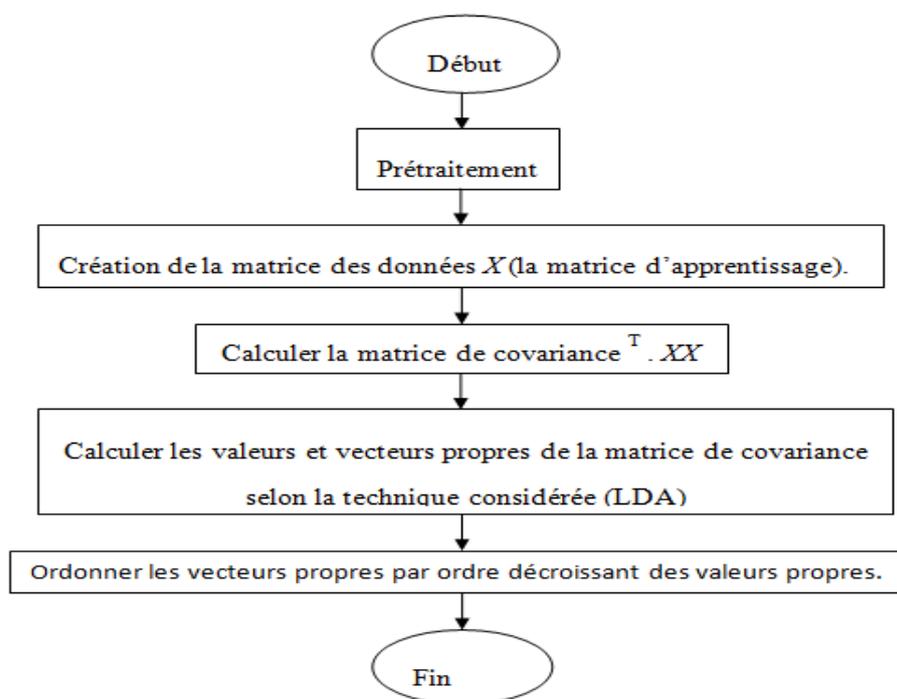


Figure.B.5.Organigramme d'algorithme de l'extraction des variables.

IV. l'organigramme général de reconnaissance de visage par la méthode LBP

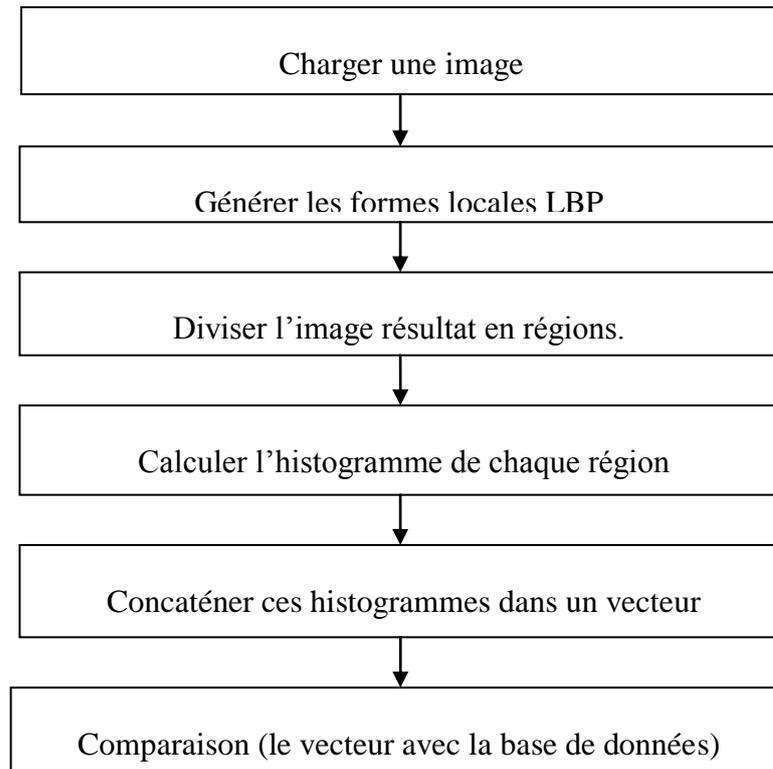


Figure.B.6.Organigramme d'algorithme de reconnaissance de visage par la méthode LBP.

V. Le diagramme pour calcul le LBP

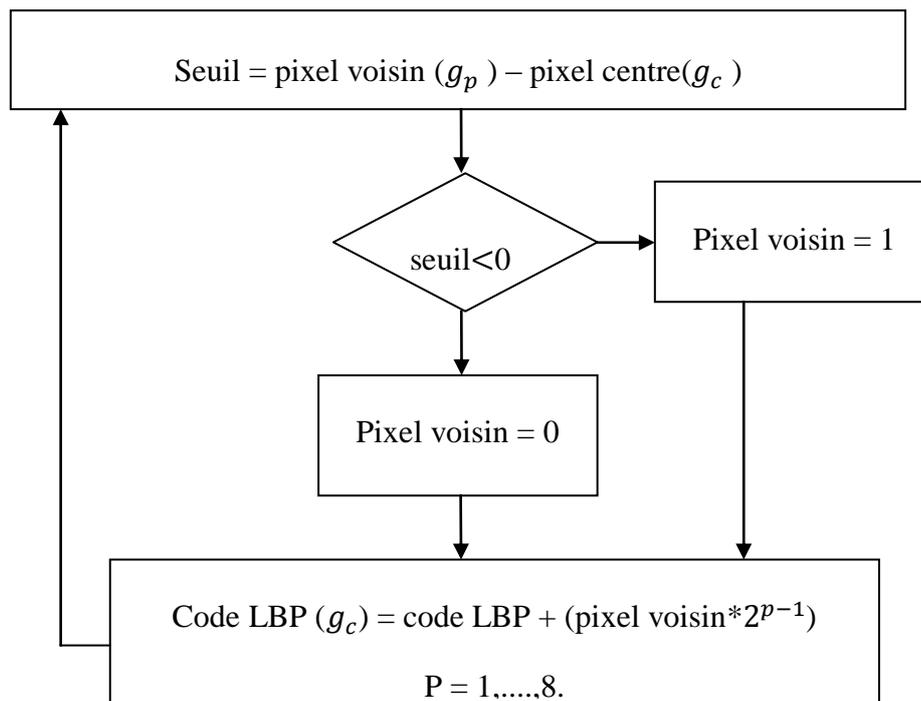


Figure.B.7.Organigramme d'algorithme de calcul de LBP.

Résumé

Les systèmes biométriques monomodaux souffrent de multiples limitations telles que le bruit introduit par le capteur dans les données collectées, la susceptibilité aux falsifications, et le manque d'individualité ainsi que la sensibilité aux attaques. L'utilisation de la multi-biométrie nous permet de surmonter ces problèmes et ainsi obtenir de meilleures performances en termes de taux de reconnaissance.

Dans ce mémoire de master, Nous avons étudié un système multimodal qui intègre deux modalités à savoir l'iris et le visage. La fusion au niveau des scores de correspondance est utilisée comme méthode d'intégration des deux modalités précédentes, la fusion est faite après l'extraction de caractéristique de l'iris par l'algorithme de « l'ondelette de Haar » et par l'algorithme de « Phase-Based Gabor Fisher Classifier (PBGFC) » pour le visage.

Les tests ont été achevés sur la base de données IIT-Delhi-1-Iris et ORL-visage. Nous avons implémenté cet algorithme d'identification avec le logiciel MATLAB (R 2009 b). Les résultats de comparaison ont prouvé l'efficacité de ce système multimodal par rapport à ceux utilisant l'iris et le visage séparément.

Les mots clés :

La biométrie-Fusion-Visage-Iris.

Abstract

Unimodal biometric system suffers from multiple limitations such as the noise introduced by the sensor into the collected data, susceptibility to spoof attacks, lack of individuality as well as sensitivity to attacks, which allows us through the use of multi-biometrics to overcome these problems and achieve better performances in terms of recognition rates.

In this master memory, we propose two multimodal systems that integrate two modalities, namely the iris and the face.

matching score fusion used as method of enhancement of two preceding modalities, the fusion is do after feature extraction of the iris by, Haar wavelet algorithm and Phase-Based Gabor Fisher Classifier (PBGFC) algorithm for face.

The tests does completes on IIT-Delhi-1-Iris and ORL-Visage databases. We did implement this recognition algorithms with MATLAB(R 2009 b).

The results off commparaison proven efficiency of our system in comaparision to existing works wich uses iris and face separately.

Keywords: Biometrie - Fusion-Face-Iris.

الملخص

أنظمة القياسات الحيوية الاحادية تعاني من قيود متعددة مثل الضوضاء التي يدخلها المستشعر في البيانات المجمعة، التعرض للمحاكات، عدم وجود الفردية و الحساسية للهجمات، وإمكانية التقليد. استعمال أنظمة بيومترية متعددة يسمح لنا بالتغلب على هذه المشاكل و الحصول على أداء عال من حيث معدل التعرف. في هذا الموضوع قمنا بدراسة نظام بيومتري متعدد الذي يجمع و يدمج بين ميزتين هما قزحية العين وشكل الوجه دمج النتائج هي الطريقة المتبعة لجمع معلومات الخاصيتين السابقتين، الدمج يكون بعد استخلاص النتائج قزحية العين عن طريق استعمال خوارزمية Haar Ondelette و خوارزمية Phase-Based Gabor Fisher Classifier (PBGFC) بالنسبة للوجه.

قاعدة البيانات المستعملة للتشخيص هي قاعدة صور قزحية العين IIT-DELHI-V1 و قاعدة صور الوجه ORL. قمنا بتطبيق هذه الخوارزمية عن طريق برنامج MATLAB-R 2009 b المقارنات أثبتت فعالية هذا النظام بالنسبة لأعمال و دراسات مسبقة منفصلة لكل من قزحية العين و الوجه. **الكلمات المفتاحية :** القياسات الحيوية-دمج-قزحية العين- الوجه.