

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : de TECHNOLOGIE
Département : Electronique
Domaine : Sciences et Techniques
Filière : Télécommunications
Spécialité : Réseau et télécommunication

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

**Développement d'un système biométrique à partir des
veines du doigt**

Présenté par : ADJOUL Rayene
CHOUFA Nada

Encadrant : AMARA Fethi M.C.B Université d'Annaba

Jury de Soutenance :

BOUGHAZI Mohamed	Prof	Université d'Annaba	Président
AMARA Fethi	M.C.B	Université d'Annaba	Encadrant
BOUTERAA Nadia	M.C.A	Université d'Annaba	Examineur

Année Universitaire : 2021/2022

Dédicace

*C'est avec une joie immense, que je dédie Ce mémoire de fin
d'études à :*

*Mes chers parents pour, leurs sacrifices, leur amour et leur
soutien moral tout le long de mon parcours universitaire.*

Ma chère sœur pour son encouragement permanent.

Tous mes amis qui m'ont soutenue de loin ou de près.

Rayene



Dédicace

Je dédie ce mémoire de fin d'études :

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi **mon père**.*

*A **maman** pour son amour, et qu'elle m'a toujours accordé en témoignage de ma reconnaissance envers sa confiance.*

*A ma chère sœur « **Aya** » et mon frère « **A. Rahim** »*

*A ma meilleur Amie « **Rahma** » pour le nom de l'amitié qui nous réunit,*

Et je n'oublie pas mes amies que j'avais dans ma vie.

Pour nom de nos souvenirs inoubliables.

*A mon binôme « **Rayene** » Avec tous mes souhaits de succès dans leur vie.*

A toute ma famille Et tous ceux qui ont m'aidé à la réalisation de ce travail.

Nada



Remerciement

Nos sincères remerciements en premier lieu à :

*Notre encadrant **M. AMARA. F** qui a accepté de nous encadrer avec plaisir, ainsi pour, son aide, son orientation, son écoute et sa disponibilité afin de réaliser ce projet de fin d'études.*

*Un grand Merci à nos **chers parents** qui n'ont jamais cessé de prier à notre égard et de nous encourager.*

*Sans oublier de remercier tous les **professeurs** de notre département « **Electronique** », pour leur savoir transmis durant nos parcours universitaires.*



Résumé :

Dans ce travail nous nous intéressons à développer un système biométrique pour la reconnaissance des personnes. Ce système est développé en utilisant les veines de doigt comme empreinte dont nous avons évalué notre travail autour de la base de données SDUMLA_HMT.

L'objectif est de trouver le descripteur le mieux adapter à la reconnaissance. Différents descripteurs sont extraits tels que LBP, LPQ, HOG et les SURF. Le classificateur K-NN est utilisé comme classificateur ou différentes distances sont testées.

Les résultats obtenus sont très motivants, le meilleur taux de reconnaissance est obtenu en utilisant le descripteur LPQ dont il atteint 83 %.

Mots clés : système biométrique, reconnaissance, empreinte veineuse, descripteur, classificateur K-NN

Abstract:

In this work we are interested in developing a biometric system for the recognition of people. This system is developed using finger veins as an imprint of which we have evaluated our work around the SDUMLA_HMT database.

The objective is to find the descriptor best suited to recognition. Different descriptors are extracted such as LBP, LPQ, HOG and SURFs. The K-NN classifier is used as a classifier where different distances are tested.

The results obtained are very motivating, the best recognition rate is obtained by using the LPQ descriptor of which it reaches 83%.

Keywords: biometric system, recognition, finger vein , descriptor, K-NN classifier

ملخص :

في هذا العمل ، نحن مهتمون بتطوير نظام القياسات الحيوية للتعرف على الأشخاص. تم تطوير هذا النظام باستخدام عروق الأصابع كبصمة، حيث قمنا بتقييم عملنا حول قاعدة بيانات SDUMLA_HMT.

الهدف هو العثور على الواصف الأنسب للتمييز. يتم استخراج واصفات مختلفة مثل LBP و LPQ و HOG و SURF. يستخدم المصنف K-NN كمصنف حيث يتم اختبار مسافات مختلفة.

النتائج التي تم الحصول عليها محفزة للغاية ، ويتم الحصول على أفضل معدل تمييز باستخدام واصف LPQ الذي يصل إلى 83%.

الكلمات المفتاحية : نظام القياسات الحيوية ، التعرف ، الانطباع الوريدي ، الواصف ، مصنف K-NN

Table des Matières

Dédicace.....	I
Remerciement.....	III
Résumé.....	IV
Table des matières.....	V
Liste des figures.....	VIII
Liste des tableaux.....	X
Liste des abréviations.....	XI
I. Introduction générale.....	2

Chapitre 01 : Généralités sur la biométrie

I.1.Introduction.....	5
I.2.Définition.....	5
I.3.Domaine d'application.....	5
I.3.1.Application commerciales.....	5
I.3.2.Application gouvernementales.....	5
I.3.3.Application légales (juridiques).....	5
I.4.Types de système biométriques.....	6
I.4.1.Biométrie physiologique (morphologique).....	6
I.4.1.1. Empreintes digitales.....	6
I.4.1.2. La géométrie de la main.....	7
I.4.1.3. Biométrie du visage (reconnaissance facile).....	7
I.4.1.4. L'iris.....	8
I.4.2.Biométrie comportementale.....	8
I.4.2.1.La signature dynamique.....	8
I.4.2.2. La reconnaissance vocale.....	9
I.4.3. Biométrie biologiqu.....	9
I.4.3.1. ADN.....	9

I.4.3.2. Identification biométrique par les veines	10
I.4.4.Comparaison des techniques biométriques.....	11
I.5.caractéristiques biométriques.....	12
I.6.Identification biométrique.....	12
I.7.Authentification (vérification) biométrique.....	13
I.8.Conclusion.....	14

Chapitre2 : Système de reconnaissance veines des doigts

II.1.Introduction.....	16
II.2.Le système de reconnaissance veineux.....	16
II.3.Mécanisme de reconnaissance des empreintes veineuses	16
II.4.L'acquisition de l'empreinte.....	18
II.5.Le Prétraitement.....	18
II.5.1.Extraction de ROI.....	18
II.5.2.CLAHE.....	19
II.5.3.Etirement d'histogramme.....	19
II.5.4.Egalisation de l'histogramme.....	19
II.6.L'extraction des caractéristiques.....	20
II.6.1.L'opérateur LBP.....	20
II.6.1.1.LBP de différente taille.....	21
II.6.2.Quantification de la phase locale(LPQ).....	21
II.6.3. Histogramme de Gradient Orienté (HOG)	22
II.6.4. Features from accelerated segment test (FAST).....	23
II.6.5. Maximally Stable Extremal Regions(MSER).....	23
II.6.6. Speeded Up Robust Features (SURF).....	24
II.7.Classification.....	25
II.7.1.Algorithme KNN.....	25
II.7.1.1.KNN en tant que classificateur	25

II.8.La décision.....	26
II.9.Conclusion.....	26

Chapitre 3 : Résultats et discussions

III.1. Introduction.....	28
III.2. Description de la base de données SDUMLA-HMT.....	28
III.2.1. Description de la base de données des veines des doigts.....	28
III.2.2. Préparation de la base des données.....	28
III.3. Environnement de travail.....	29
III.3.1. logiciel.....	29
III.4. Prétraitement.....	29
III.4.1. Le ROI	29
III.4.2. Application de filtre CLAHE	30
III.4.3. Etirement d’histogramme.....	30
III.4.4. Egalisation d’histogramme.....	31
III.5. Recherche de descripteur le plus adapté pour la reconnaissance des personnes par les veines des doigts.....	31
III.5.1.Valeurs obtenues en fonction de la distance City block « ctb ».....	32
III.5.2. Valeurs obtenues en fonction de la distance Cosine « cos ».....	32
III.5.3. Valeurs obtenues en fonction de la distance Euclidian « eu».....	33
III.6. Score final par descripteur.....	33
III.6.1. Descripteur LPQ.....	33
III.6.2. Descripteur LBP.....	33
III.6.3. Descripteur HOG.....	34
III.6.4. Descripteur SURF.....	34
III.6.5. Descripteur FAST.....	34
III.6.6. Descripteur MSER.....	34
III.7. Conclusion.....	34
Conclusion générale et perspective.....	36
Bibliographie.....	37

Liste des figures

Figure I.1: Application biométriques.

Figure I.2: Empreinte digitale.

Figure I.3: La géométrie de la main.

Figure I.4: La reconnaissance faciale.

Figure I.5: L'iris.

Figure I.6: Signature.

Figure I.7: La reconnaissance vocale.

Figure I.8: L'AND.

Figure I.9: Veines de la main.

Figure I.10: Schéma explicatif de l'identification d'un individu.

Figure I.11: Schéma explicatif de l'authentification d'un individu.

Figure II.1: Système de reconnaissance des veines des doigts.

Figure II.2: Scanner d'empreinte veineuse du doigt.

Figure II.3: Exemple de calcul du LBP.

Figure II.4: Ensembles voisins à symétrie circulaire. Les échantillons qui ne correspondent pas exactement à la grille de pixels sont obtenus par interpolation.

Figure II.5: Organigramme de l'ensemble des étapes nécessaire à la construction du descripteur LPQ.

Figure II.6: Procédé du descripteur HOG.

Figure II.7 : Représentation de l'analyse du détecteur FAST.

Figure II.8 : Extraction des différentes composantes du descripteur SURF.

Figure II.9 : Exemple sur le classificateur KNN.

Figure III.1 : Échantillons de la base de données du réseau vasculaire "SDUMLA- HMT".

Figure III.2 : Image brute .

Figure III.3 : La région d'intérêt ROI.

Figure III.4 : Histogramme après l'extraction de ROI.

Figure III.5 : Image avant le filtrage.

Figure III.6 : Image filtré par le filtre CLAHE.

Figure III.7 : Histogramme étiré.

Figure III.8 : Histogramme égalisé.

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Comparaison des technique biométriques.

Tableau III.1 : Résultats obtenues par la distance « **ctb** ».

Tableau III.2 : Résultats obtenues par la distance « **cos** ».

Tableau III.3 : Résultats obtenues par la distance « **eu** ».

Liste des abréviations

ATM : Automated Teller Machine (Guichet automatique).

ADN : Acide Désoxyribose Nucléique.

ROI : Region of Interest (Région d'intérêt).

CLAHE : Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization.

AHE : Adaptive Histogram Equalization.

LBP : Méthode Binaire Locale.

LPQ : Quantification de la Phase Locale.

STFT : Short-Time Fourier Transform.

HOG : Histograms of Oriented Gradients.

SURF : Speeded Up Robust Features.

SIFT : Scale-Invariant Feature Transform.

FAST : Features from Accelerated Segment Test.

MSER : Maximally Stable Extremal Regions.

KNN : k-Nearest Neighbors.



**Introduction
générale**

I. Introduction générale :

L'identification des personnes est une contrainte organisationnelle et sécuritaire pour la société humaine. Dans tous les domaines relationnels entre une personne et une autre, entre une personne et l'administration l'identité est incontournable. L'identification a pour but de donner une identité unique à un individu qui le distingue de toute autre personne. Cette identité doit être attribuée selon des caractéristiques définies par avance comme étant suffisantes pour différencier entre les personnes. Quel que soit le processus d'identification utilisé il doit permettre par la suite d'authentifier l'identité d'une personne au moment voulu.

L'identification des personnes prend la plus grande importance surtout dans le domaine de la sécurité où l'identité d'une personne peut être associée à des activités pouvant nuire à la société tels que la délinquance et le récidivisme, le terrorisme etc. De nos jours il existe plusieurs méthodes pour identifier et authentifier l'identité d'un individu:

Par les empreintes veineuses, l'iris et la rétine, la voix, les empreintes digitales, la reconnaissance faciale, la signature etc. Ce sont des moyens physiques appelés "modalité biométrique". Il est évident que plusieurs méthodes peuvent être combinées ensemble pour plus d'efficacité.

Parmi les nouvelles modalités biométriques utilisées en ce moment, nous nous intéressons aux empreintes veineuses des doigts. L'identification des individus par leurs empreintes veineuses, considérée comme un nouveau membre de la famille des modalités biométriques, est devenue un domaine de recherche très actif durant ces dernières années.

Les veines se trouvant sous la peau ne laissent donc aucune empreinte pouvant être copiée comme l'empreinte digitale. Par contre il est facile de prélever les empreintes digitales sur une surface touchée par une personne et de les copier pour créer une fausse empreinte, ce qui augmente les possibilités d'attaques par des imposteurs sur ces systèmes de sécurité. En outre, la main est également plus exposée aux accidents, ce qui entraîne la perte de certaines de ses caractéristiques. Nous pensons donc que l'identification des personnes par les veines sera plus difficile à contourner.

Nous avons choisi de structurer notre étude autour de trois grands chapitres :

Dans le premier chapitre, nous allons présenter des notions générales sur la biométrie, le fonctionnement d'un système biométrique, domaine d'application, l'architecture, les types de systèmes biométriques et en particulier l'empreinte veineuse et sa place parmi les autres techniques.

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des différentes étapes du système veineux avec leurs caractéristiques: le prétraitement, l'extraction des caractéristiques, et la classification, où nous allons donner une explication théorique des méthodes utilisées pour l'extraction des caractéristiques veineuses: LBP, LPQ et BSIF, et les méthodes utilisées pour classer les expressions veineuses.

Introduction générale

Dans le troisième chapitre nous présentons les résultats expérimentaux obtenus par chaque méthode en analysant leur performance, suivie d'une discussion avec une comparaison est également effectuée entre les méthodes. Afin de choisir la meilleure méthode, qui affiche l'identification la plus proche.



**Chapitre I :
Généralités sur
la biométrie**

I.1.Introduction :

L'essor rapide de la technologie informatique a bouleversé le comportement humain dans le domaine de la sécurité des individus, des entreprises et des états en favorisant des opportunités à la malversation mais aussi en proposant des solutions pour pallier à toute action délictueuse. Le piratage de données d'autrui, le détournement de comptes bancaires, la falsification d'identité dans des buts criminels etc. ont exigés la recherche de nouvelles méthodes d'identification des personnes, la dernière science employée est la biométrie. Des documents biométriques, tels que, passeports et des cartes d'identité sont de plus en plus utilisées dans les différents pays du monde, ainsi que pour traverser la frontière entre deux états.

I.2. Définition :

La biométrie est un « relevé » des caractéristiques biologiques ou physiques d'un individu servant à son identification. La biométrie cherche à donner en premier lieu une identité unique à chaque individu dont elle a mesuré les caractéristiques biophysiques, ces caractéristiques sont ensuite classées dans des bases de données, et en deuxième lieu a authentifié, sans erreurs, l'identité d'un individu qu'on lui propose d'identifier en cherchant dans ses bases de données les caractéristiques se rapprochant le plus possible à ceux de l'individu proposé à l'identification.

I.3.Domaine d'application :

Les domaines d'application de la technologie biométrique sont très larges. Pratiquement tous les domaines nécessitant la vérification (authentification) ou la détermination de l'identité (identification) d'un individu utilisent la biométrie. Par conséquent, l'application de la technologie biométrique peut être divisée en trois groupes principaux [1].

I.3.1.Application commerciales : Telles que l'accès au réseau informatique, la sécurité de données électroniques, le commerce électronique, l'accès d'internet, l'ATM, la carte de crédit, le contrôle d'accès physique, le téléphone portable, la gestion des registres médicaux, l'étude de distances, etc.

I.3.2.Application gouvernementales : Telles que la carte d'identité national, le permis de conduite, la sécurité sociale, le contrôle de passeport, etc.

I.3.3.Applications légales (juridiques) : Telles que l'identification de cadavre, la recherche criminelle, l'identification de terroriste, les enfants disparus, etc...



Figure I.1 : Application biométriques.

I.4.Types de système biométriques :

La biométrie utilise plusieurs sortes de techniques pour identifier et authentifier les individus, d'autant plus qu'elle s'appuie sur la science de l'informatique en perpétuel évolution ce qui lui permet d'être de plus en plus précise dans ses fonctions. Ces techniques décortiquent les caractéristiques physiques, biologiques et comportementales d'une personne.

I.4.1.Biométrie physiologique (morphologique) :

Est basée sur l'identification des traits physiques particuliers, tel que, la reconnaissance des empreintes digitales, de la forme de la main, du visage, de la rétine et de l'iris de l'œil. L'avantage de ces éléments est qu'ils ne changent pas dans la vie d'un individu.

I.4.1.1. Empreinte digitale :

Est le dessin représenté par les crêtes et les sillons présents sur les bouts des doigts de chaque personne. Ce dessin est unique et différent pour chaque individu. L'empreinte digitale est immuable et inaltérable. Elle se reconstitue en effet à l'identique, même en cas de blessure ou de brûlure. Elle joue un rôle déterminant dans les enquêtes judiciaires car elle donne la possibilité de confirmer ou d'infirmer l'identité d'une personne [2].

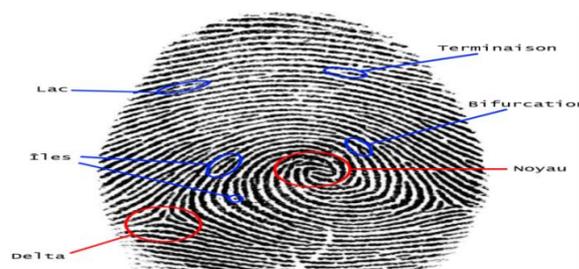


Figure I.2 : Empreinte digitale.

I.4.1.2. La géométrie de la main :

La géométrie de la main humaine, c'est-à-dire les dimensions de la main, sa forme, la longueur et la largeur des doigts, la forme des articulations etc. Est une autre caractéristique servant à l'identification d'une personne. Les images numérisées sont peu volumineuses, comparées à celles de l'empreinte digitale (10 à 20 octets contre 250 à 1000 octets). Mais la forme de la main est moins stable dans le temps que les empreintes digitales. Des déformations des doigts peuvent en effet survenir avec l'âge (arthrite par exemple). Le scanner est plus encombrant que pour les empreintes digitales, ce qui rend la technologie inaccessible aux systèmes portatifs [3].

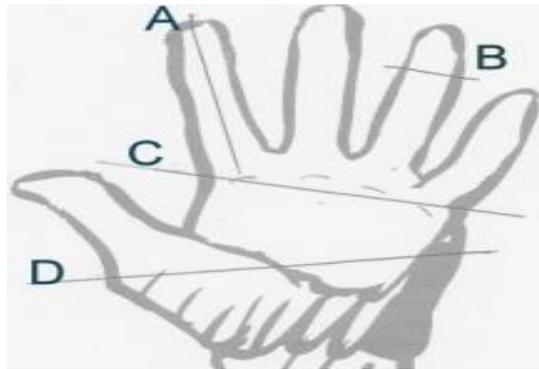


Figure I.3 : La géométrie de la main.

- A : Distance entre l'extrémité de l'index et l'articulation inférieure.
- B : Largeur de l'annulaire, sur toute l'articulation supérieure.
- C : Largeur de la paume sur les 4 articulations inférieures.
- D : Largeur de la paume à partir de l'articulation du pouce.

I.4.1.3. Biométrie du visage (reconnaissance faciale) :

La reconnaissance faciale est un moyen d'identifier ou de confirmer l'identité d'un individu grâce à son visage. Elle consiste à prendre des mesures sur des endroits choisis du visage, pour recueillir un ensemble de données uniques auprès de chaque individu. Les points considérés comme importants sont la distance entre les yeux, la profondeur des orbites, la distance entre le front et le menton, la forme des pommettes, le contour des lèvres, des oreilles et du menton.

Un exemple de l'utilisation de la reconnaissance faciale est donné par l'application grand public sur un téléphone mobile qui identifie son propriétaire seul apte à procéder à son déverrouillage.



Figure I.4 : La reconnaissance faciale.

I.4.1.4. L'iris :

La texture de l'iris de l'œil humain comprend de nombreuses caractéristiques stables qui sont uniques pour chaque individu. Ces caractéristiques varient très peu durant toute la vie d'une personne. Le motif de l'iris est utilisé par la biométrie pour l'identification des individus. Les éléments les plus utilisés du motif de l'iris en biométrie sont la collerette, les taches pigmentaires, les cryptes (petits creux), la couronne ciliaire, la taille des sillons.

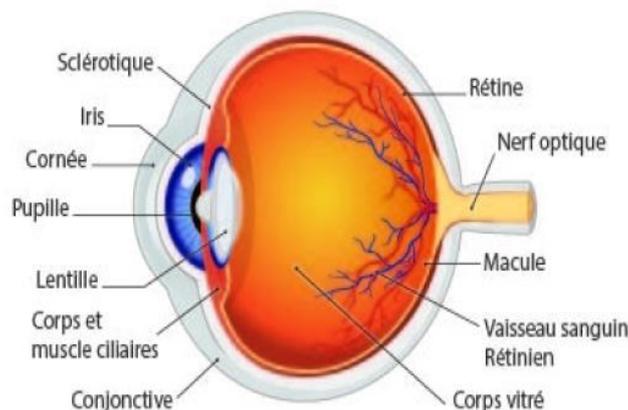


Figure I.5 : L'iris.

I.4.2. Biométrie comportementale :

Dans cette catégorie on peut faire l'analyse de certains comportements d'une personne, comme le tracé de sa signature (la vitesse de déplacement de stylo, les accélérations,...), l'empreinte de sa voix, sa démarche, sa façon de taper sur un clavier (la vitesse de frappe), etc.

I.4.2.1. La signature dynamique :

La vérification de la signature analyse la façon dont un utilisateur signe son nom. Les caractéristiques dynamiques de la signature comme la vitesse et la pression sont aussi importantes que la forme géométrique de la signature. Ce procédé d'identification est utilisé actuellement par les banques, les services postaux, les agences de voyages ou les commerces [4].



Figure I.6 : Signature.

I.4.2.2. La reconnaissance vocale :

L'ensemble des caractéristiques vocales (timbre, hauteur, valence, ...) propre à chaque être humain, forme une véritable empreinte vocale.

Ces caractéristiques sont identifiées afin de les faire correspondre à un modèle de référence, servant ainsi à l'identification. C'est la seule technique qui permette à l'heure actuelle de reconnaître une personne à distance [5].



Figure I.7 : La reconnaissance vocale.

I.4.3. Biométrie biologique :

Est basée sur l'analyse des traces biologiques d'une personne, comme l'ADN, le sang, la salive, l'urine, les odeurs, etc.

I.4.3.1. ADN :

L'analyse génétique de l'ADN, rend possible l'identification d'une personne à partir d'une petite quantité de ses tissus biologiques (bulbe de cheveux, sang, ou tout autre liquide sécrété par le corps humain). L'identification des personnes par rapprochement d'ADN a conduit notamment à la constitution de vastes fichiers dits d'empreintes génétiques qui se développent dans de nombreux pays. En outre, de nouvelles approches visent à établir des corrélations entre d'une part des séquences d'ADN, d'autre part l'origine géographique et/ou des traits

caractéristiques de l'apparence physique des personnes. C'est dire qu'au-delà de l'identification des personnes, leur identité même peut se trouver influencée par ces approches. Qui sont au cœur des biopolitiques contemporaines. Plus généralement, les diverses techniques qui visent à l'identification des personnes agissent sur leur identité sociale [6].

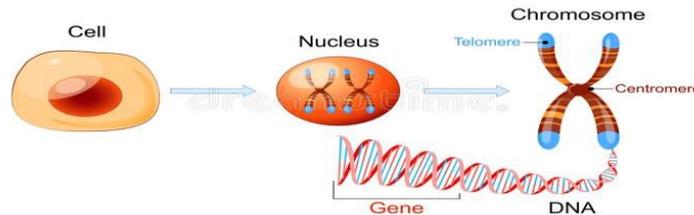


Figure I.8 : L'ADN

I.4.3.2. Identification biométrique par les veines :

Le système de reconnaissance veineux de la main est l'une des toutes dernières technologies biométriques mises en place. Elle repose sur l'identification des schémas vasculaires de la paume, d'un doigt ou du dos de la main d'un individu.

L'enregistrement préalable du motif veineux sous-cutané produit un modèle d'identification unique pour chaque individu. Cette technologie est extrêmement fiable et impossible à falsifier. L'absence directe de contact avec la peau, puisque le système veineux est sous-cutané, empêche toute possibilité de copie et de reproduction du motif veineux. Par contre il est facile de prélever des empreintes digitales sur une surface touchées par une personne et de les copier pour créer une fausse empreinte, ainsi que le visage utilisant des cosmétiques de certaines manières et modèles, et l'utilisation de lentilles de contact peut confondre les mécanismes utilisés, pour identifier l'empreinte oculaire.

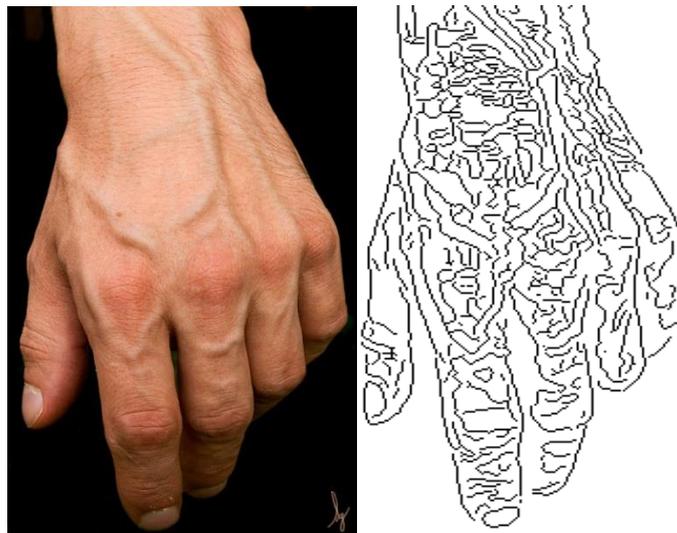


Figure I.9 : Veines de la main.

I.4.4. Comparaison des techniques biométriques :

Il existe de nombreuses technologies biométriques différentes, qui est utilisé selon le besoin de l'utilisateur.

Chaque technologie a des avantages et inconvénient qui différent de l'autre technologie.

Le tableau suivant comparatif des avantages et inconvénients techniques biométriques cité au-dessous [7] :

Technique	Avantage	Inconvénient
Empreinte digitale	- Coût acceptable. -Facilité de mise en place.	-Acceptabilité moyenne -Problème de contraste (Ex : doigt humide)
Géométrie de la main	-Bon acceptabilité. -Très bonne ergonomie.	-Système encombrant. -perturbations possible par des blessures.
L'iris	-Fiabilité -Grande informations contenues dans l'iris.	-Acceptabilité très faible. -Contrainte d'éclairage
Visage	-Absence de contact avec le capteur. -Pas de risque sur la santé. -Bonne acceptabilité.	-Les vrais jumeaux ne sont pas différenciés. -technique trop sensible au changement d'éclairage.
Signature dynamique	-Acceptabilité très forte par utilisateur	-Peu faible
La voix	-Facilité -Disponible via les réseaux téléphoniques.	-Sensibilité aux conditions d'enregistrement (Ex : bruit). -Sensibilité à l'état physique et émotionnel de l'individu.
ADN	-Distinguer les individus avec une grande précision	- Coût élevé
les veines de la main	-Difficile à falsifier - L'absence directe de contact	-Très cher

Tableau I.1 : Comparaison des technique biométriques.

I.5.Caractéristiques biométriques :

La biométrie est une grande partie de nature statistique, car les caractéristiques sont choisies en raison de facteurs spécifiques qui les rendent adaptées à la biométrie tant qu'elles satisfont aux caractéristiques suivantes [8] :

***L'universalité :** doit être un adjectif universel et non présent dans un groupe spécifique de personnes.

***Permanent :** Il ne doit pas être affecté par l'âge et être permanent.

***Mesurable :** Il doit être de petite taille avec des outils techniques simples.

***Facile à utiliser:** Il doit être facile et pratique à mesurer.

***Acceptabilité :** le système doit respecter certains critères (facilité d'acquisition, rapidité...etc.) afin d'être employés.

***Confidentialité :** le processus ne doit pas violer la vie privée de la personne.

***Singularité :** les caractéristiques biométriques doivent être uniques à chaque individu. Elles doivent être suffisantes pour distinguer une personne d'une autre.

***Fiabilité et inviolabilité :** l'attribut doit être impossible de masquer ou de manipuler. Le processus doit garantir un niveau élevé de fiabilité et de reproductibilité.

I.6.Identification biométrique :

L'identification consiste à déterminer l'identité d'une personne. Il s'agit de saisir une donnée biométrique de cette personne, en prenant par exemple une photo de son visage, en enregistrant sa voix, ou en captant l'image de son empreinte digitale. Ces données sont ensuite comparées aux données biométriques de plusieurs autres personnes qui figurent dans une base [9].

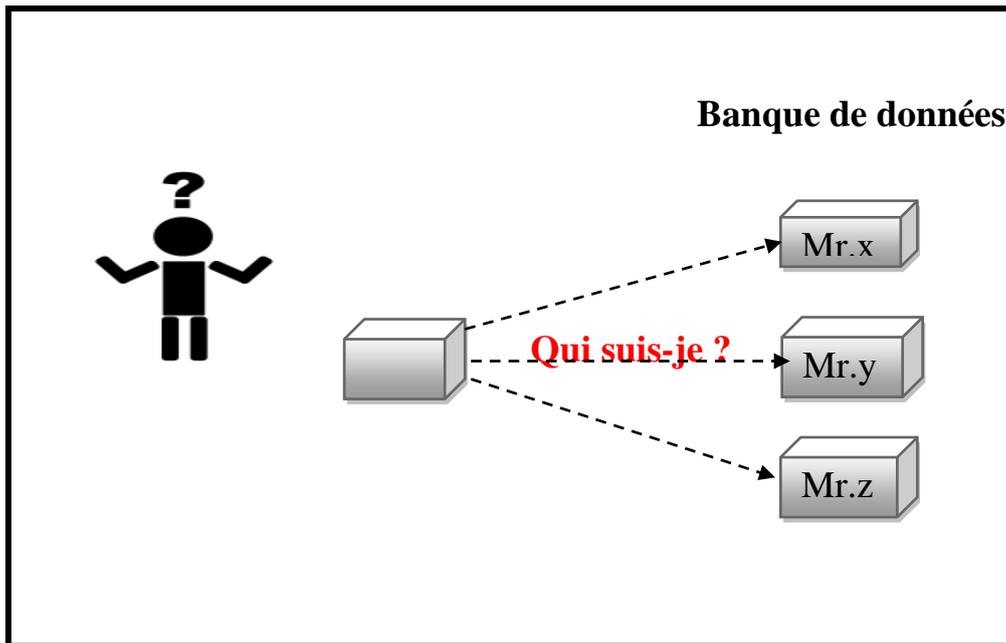


Figure I.11 : Schéma explicatif de l'identification d'un individu.

I.7. Authentification (vérification) biométrique :

Consiste à comparer les données caractéristiques provenant d'une personne, au modèle de référence biométrique, pour vérifier son identité. Le modèle de référence est préalablement enregistré et stocké dans une base de données, dans un équipement ou objet personnel sécurisé. On vérifie ici que la personne présentée est bien la personne qu'elle prétend être [9].

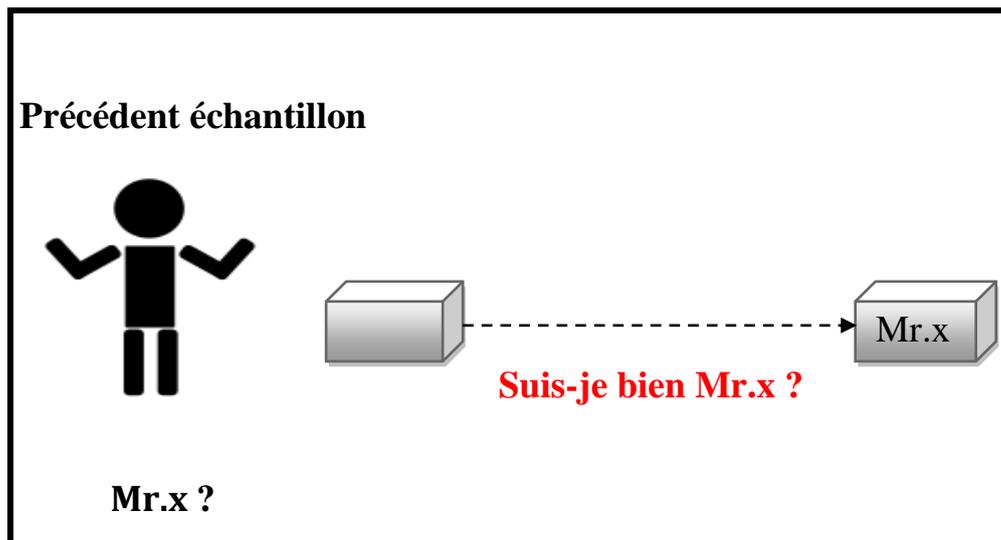
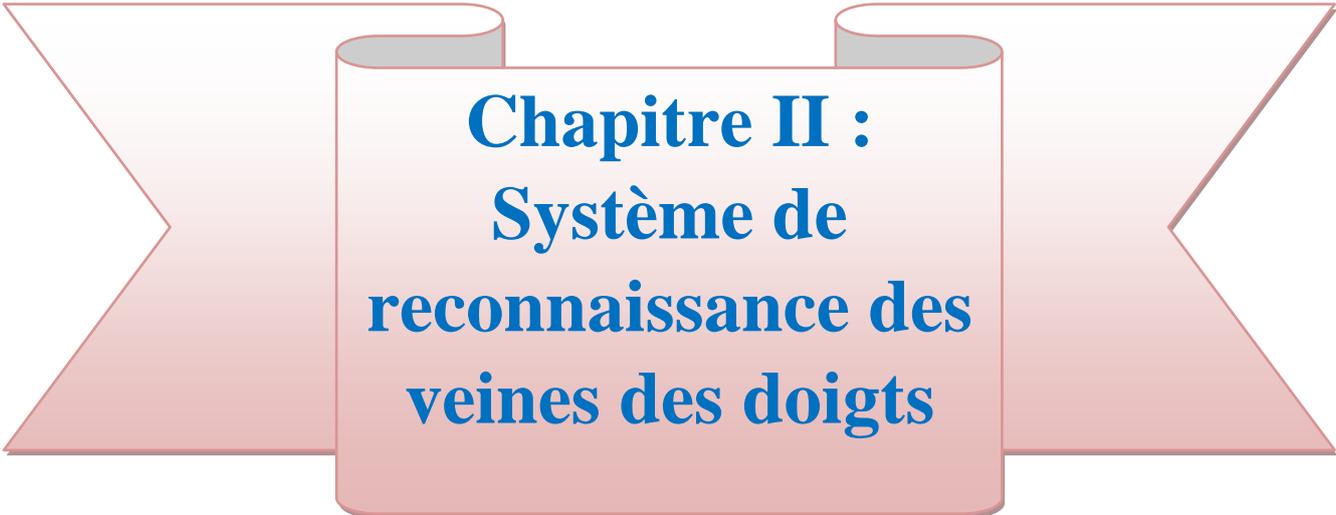


Figure I.12 : Schéma explicatif de l'authentification d'un individu.

I.8.Conclusion :

La biométrie est devenue une technique d'emploi commun à travers le monde pour sa précision d'identification des individus. La biométrie peut allier plusieurs procédés d'identification et authentification pour beaucoup plus de sûreté, comme cité plus haut : identification par les empreintes digitales, par l'œil, par les veines des doigts ou de la main, par l'ADN, par identification faciale etc. La biométrie n'est plus uniquement du domaine de la sécurité policière mais elle tend à devenir un objet grand public, on cite l'exemple des smart phones qui reconnaissent leurs propriétaires grâce à leurs empreintes digitales ou leur visage.



**Chapitre II :
Système de
reconnaissance des
veines des doigts**

II.1.Introduction :

Une nouvelle technique de reconnaissance des personnes est l'identification par l'empreinte du système veineux du doigt. Cette technique est devenue un domaine de recherche très actif durant ces dernières années. Elle utilise l'analyse des images du système veineux du doigt par utilisation de l'ordinateur. Les résultats obtenus dans les processus d'identification sont étroitement liés à la qualité des images dont la lisibilité est de plus en plus améliorée par différents types de filtres.

Les travaux réalisés, jusqu'à présent, sur la reconnaissance des individus par leurs veines se sont basés sur le prétraitement et l'extraction des caractéristiques principales des images des veines des doigts. Afin d'avoir une meilleure classification plusieurs méthodes utilisées pour l'extraction des caractéristiques intéressantes sont l'utilisation des descripteurs LBP, LPQ, HOG, SURF etc.

II.2.Le système de reconnaissance veineux :

La reconnaissance veineuse est une technique informatique qui permet d'identifier une personne en observant l'empreinte du système veineux de son doigt. Cette technique emploie un algorithme consistant à comparer une empreinte, dont on cherche à identifier ou authentifier le propriétaire, avec des empreintes de différentes personnes étiquetées stockées dans une base de données.

II.3.Mécanisme de reconnaissance des empreintes veineuses :

Un système de reconnaissance des veines est un processus (ou algorithme) qui se déroule en plusieurs étapes. Une base de données contenant le plus grand nombre possible d'une image des veines des doigts, est créée préalablement.

L'algorithme consiste à extraire les caractéristiques les plus significatives à partir d'une image pour former un modèle, généralement un vecteur spécifique à chaque image, que le processus prend comme base avec lequel il compare les caractéristiques extraites d'une autre image qu'on lui présente pour décider, si une image identique à cette dernière existe ou non dans la base de données. Ces étapes sont décrites ci-dessous.

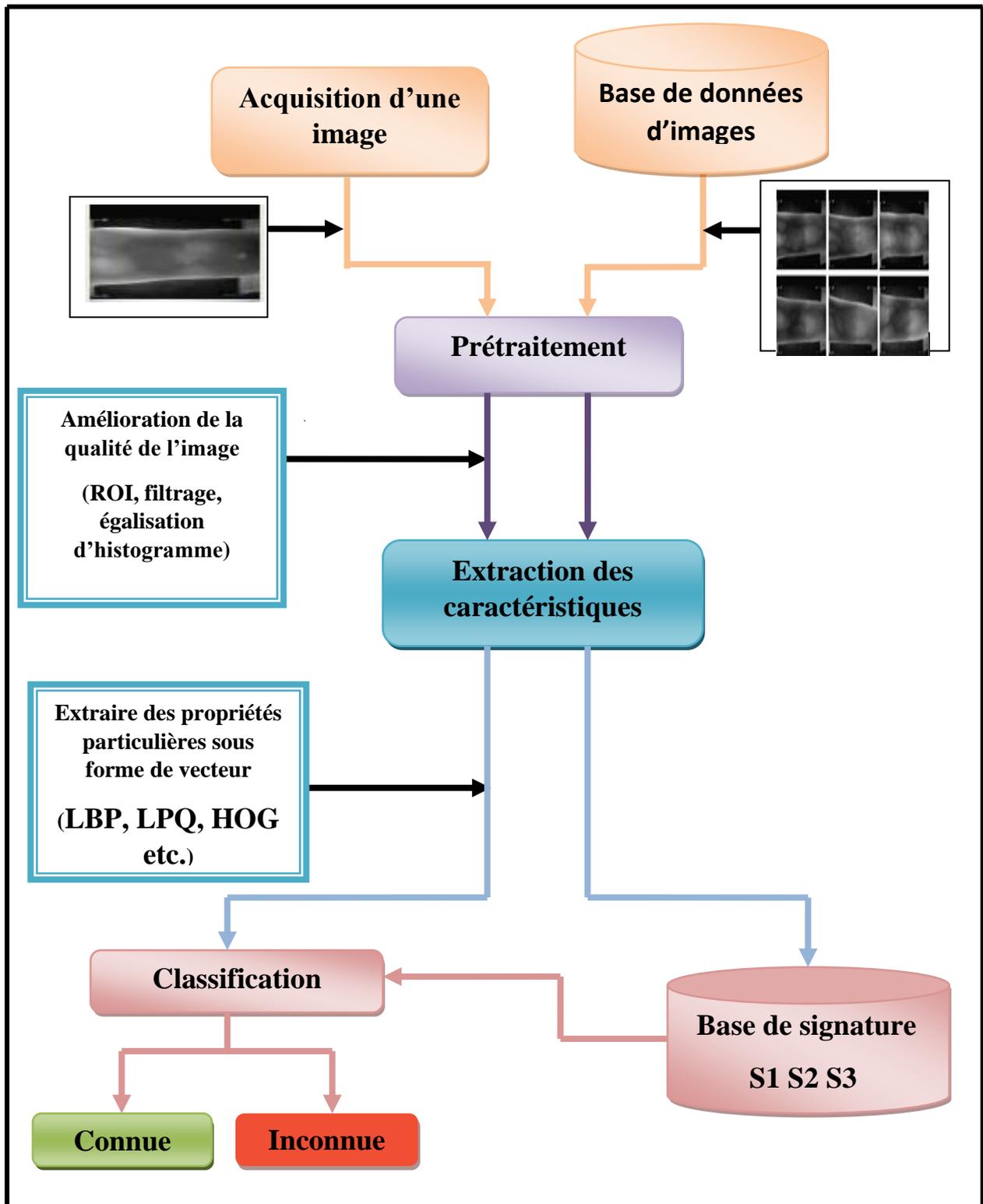


Figure II.1 : Système de reconnaissance des veines des doigts.

II.4.L'acquisition de l'empreinte :

L'acquisition d'une empreinte biométrique est l'étape première de reconnaissance consistant à capturer une image de l'empreinte veineuse du doigt à l'aide d'un scanner digital. La personne pose son doigt sur le capteur du scanner qui enregistre l'image de l'empreinte veineuse, celle-ci étant unique et propre à chaque individu. Une empreinte veineuse est immuable dans le temps sauf dans le cas d'un accident grave apportant un changement dans la structure biologique du système veineux. La difficulté des prises d'empreintes est que celles-ci peuvent être entachées d'erreurs dues à une mauvaise position du doigt sur le capteur ou que le doigt comporte des particules étrangères pouvant fausser la mesure. L'image dans cette étape est dans un état brut comportant généralement du bruit nécessitant un prétraitement avant son exploitation.



Figure II.2 : Scanner d'empreinte veineuse du doigt.

II.5.Le prétraitement :

Dans le monde physique, il y a trois paramètres à considérer : 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. Pour permettre une reconnaissance fiable un prétraitement est alors nécessaire pour éliminer les parasites causés par la qualité des dispositifs optiques ou électroniques lors de l'acquisition de l'image, dans le but de ne conserver que les informations essentielles et donc préparer l'image à l'étape suivante. Il existe plusieurs types de traitement et d'amélioration de la qualité de l'image, telle que : la normalisation, l'égalisation d'histogramme, le filtrage.

II.5.1.Extraction de ROI :

L'image contient des données inutiles qui occupent plus d'espace mémoire d'une part, et influent négativement sur les performances de système d'autre part, comme l'arrière-plan par exemple, ce qui conduit à sélectionner une région des informations applicable qui représente l'unicité de modalité biométrique, cette zone s'appelle ROI (régions d'intérêt).

Chapitre II : Système de reconnaissance des veines des doigts

Les régions d'intérêt (ROI) désignent généralement les régions significatives et importantes des images. L'extraction des régions d'intérêt (ROI) dans les images des veines des doigts permettant d'extraire la zone importante de l'image capturée (le doigt) et enlever les régions indésirables (arrière-plan de l'image), pour éviter le traitement de points d'images non pertinents et accélérer le traitement.

II.5.2. CLAHE :

Ce filtre inclue l'égalisation d'histogramme adaptatif limité par le contraste (CLAHE), l'égalisation d'histogramme et l'égalisation d'histogramme local, peuvent être utilisées pour régler le contraste des images en retraitant l'échelle de gris ou en recalculant la plage de valeurs d'une image. L'égalisation adaptative d'histogramme (AHE) est une technique de traitement d'image informatique utilisée pour améliorer le contraste des images. Elle diffère de l'égalisation d'histogramme ordinaire en ce sens que la méthode adaptative calcule plusieurs histogrammes, chacun correspondant à une section distincte de l'image, et les utilise pour redistribuer les valeurs de luminosité de l'image. Il est donc adapté pour améliorer le contraste local et renforcer les définitions de bords dans chaque région d'une image. Cependant, l'AHE a tendance à sur-amplifier le bruit dans des régions relativement homogènes d'une image. Une variante de l'égalisation d'histogramme adaptative appelée égalisation d'histogramme adaptative limitée par le contraste (CLAHE) empêche cela en limitant l'amplification. Dans le cas de CLAHE, la procédure de limitation de contraste est appliquée pour chaque voisinage à partir duquel une fonction de transformation est dérivée [10].

II.5.3. Etirement d'histogramme :

L'étirement d'histogramme consiste à répartir les fréquences d'apparition des pixels sur la largeur de l'histogramme. Ainsi il s'agit d'une opération consistant à modifier l'histogramme de telle manière à répartir au mieux les intensités sur l'échelle des valeurs disponibles. Ceci revient à étendre l'histogramme afin que la valeur d'intensité la plus faible soit à zéro et que la plus haute soit à la valeur maximale.

De cette façon, si les valeurs de l'histogramme sont très proches les unes des autres, l'étirement va permettre de fournir une meilleure répartition afin de rendre les pixels clairs encore plus clairs et les pixels foncés proches du noir [11].

II.5.4. Egalisation de l'histogramme :

En traitement d'images, l'égalisation d'histogramme est une méthode d'ajustement du contraste d'une image numérique (réduire les imperfections possibles dans les images) qui utilise l'histogramme pour ajuster la distribution des niveaux de gris. Elle consiste à appliquer une transformation sur chaque pixel de l'image, et par conséquent d'obtenir une nouvelle image à partir d'une opération indépendante sur chacun des pixels [12].

II.6.Extraction des caractéristiques :

L'extraction de la signature d'une empreinte biométrique consiste à extraire, à partir d'une image, les caractéristiques particulières utiles à une méthode d'identification donnée (LBP, LPQ, HOG etc.). Ces caractéristiques sont enregistrées sous forme d'un vecteur, qui est unique et propre à chaque individu, et sauvegardées dans une base de données. Pendant la phase d'authentification, les modules acquis de l'extraction d'entités fournissent une représentation des données biométriques à tester.

II.6.1.L'opérateur LBP :

L'opérateur LBP (Local Binary Pattern) est un descripteur de motif de texture il fut introduit par Ojala et al en 1996 [13]. Le LBP travaille avec le niveau de gris d'une image. Il décrit les motifs de texture d'une région en créant un code binaire appelé code LBP .Ce code binaire est converti en valeur décimale, comprise entre 0 et 255.L'image est divisée en blocs de 3*3 pixels dont on extrait de chacun le descripteur LBP en utilisant le pixel central de chaque bloc comme seuil pour les pixels voisins. Les LBP sont ensuite concaténés pour représenter l'image complète.

Le niveau de gris du pixel central (i_c) de coordonnées (x_c, y_c) est comparé à celui de ses voisins (i_n) suivant l'équation :

$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{i=0}^{p-1} s(i_n - i_c) 2^n \quad (1)$$

$$s(i_n - i_c) = \begin{cases} 1 & \text{if } (i_n - i_c \geq 0) \\ 0 & \text{if } (i_n - i_c < 0) \end{cases}$$

P est le nombre de pixels voisins.

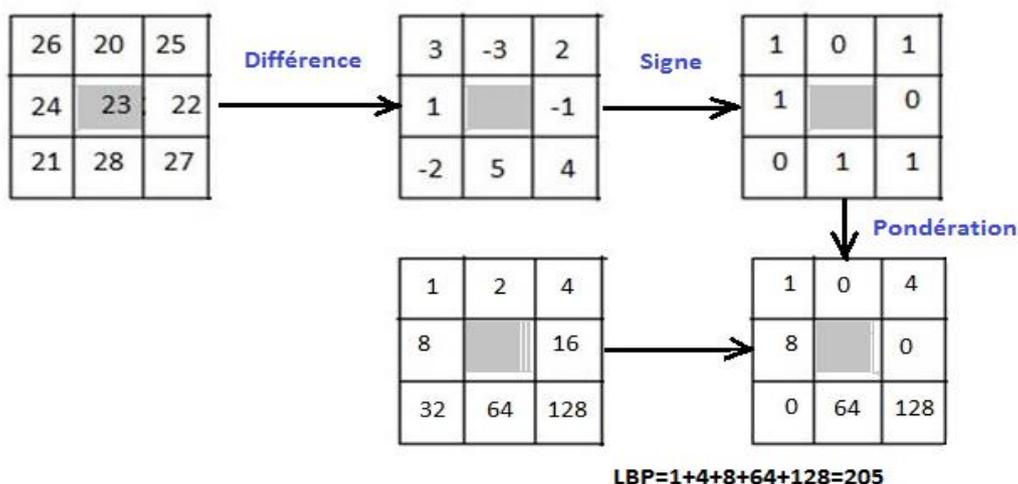


Figure II.3 : Exemple de calcul du LBP.

Le descripteur LBP destiné à l'analyse des textures des images en gris sur ordinateurs compare des niveaux de luminance des pixels pour détecter des points d'intérêt (arêtes,

points, contours, bifurcations) dans une image candidate et qui seront comparés avec les points d'intérêt d'une image modèle dont le but de savoir si les deux images appartiennent à au même objet. Deux variantes des descripteurs LBP ont été présentées : LBP de tailles différentes et LBP uniformes.

II.6.1.1.LBP de différente taille :

L'opérateur LBP a été étendu pour utiliser des quartiers de différentes tailles (Ojala et al. 2002). L'utilisation d'un voisinage circulaire et l'interpolation bilinéaire des valeurs à des coordonnées de pixels non entiers autorisent n'importe quel rayon et nombre de pixels dans le voisinage. La variance de l'échelle de gris du voisinage local peut être utilisée comme mesure de contraste complémentaire. La notation (P, R) utilisée pour les voisinages de pixels, signifie P points d'échantillonnage sur un cercle de rayon R. [14]

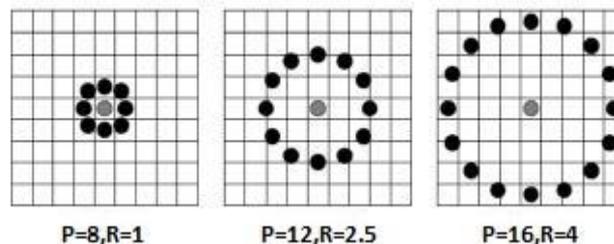


Figure II.4 : Ensembles voisins à symétrie circulaire. Les échantillons qui ne correspondent pas exactement à la grille de pixels sont obtenus par interpolation.

II.6.2.Quantification de la phase locale (LPQ) :

Le descripteur LPQ (Local Phase Quantization) a été proposé pour la première fois par V. Ojansivu and J. Heikkila [15], est utilisé pour la reconnaissance des visages. Des défauts présents sur les images, créés par les mouvements ou les expressions sur un visage, colère, tristesse, rire etc. ou mouvements de l'objectif d'une caméra, sont signalés notamment par du flou sur les images. Le descripteur LPQ est efficace pour la reconnaissance des visages comportant ou non du flou auquel il est invariant. Les informations de phase locales sont extraites à l'aide d'une transformée de Fourier à court terme (STFT) calculé sur un voisinage rectangulaire $M \times N$ de la position de chaque pixel X de l'image $f(x)$ définie par:

$$F_u(X) = \sum_{m \in Nx} h(m-x) f(m) e^{-2j\pi u^T y} = E_u^T f_x \quad (2)$$

Où, E_u de taille $1 \times M2$, est un vecteur avec la fréquence u , et f_x , taille $M2 \times N$, est un vecteur contenant les valeurs des pixels d'image dans Nx à chaque position x .

La méthode LPQ peut être résumée en quatre étapes distinctes. Dans un premier temps, l'opérateur (LPQ) est appliqué sur l'image d'entrée pour obtenir l'image labélisée. Ensuite, l'image obtenue est divisée en petites régions. Pour chacune d'entre elles, un histogramme des étiquettes est construit afin d'obtenir des vecteurs des caractéristiques (Template) locaux. La représentation globale (vecteur des caractéristiques global qui représente l'image entière) est obtenue par combinaison de tous les vecteurs [16].

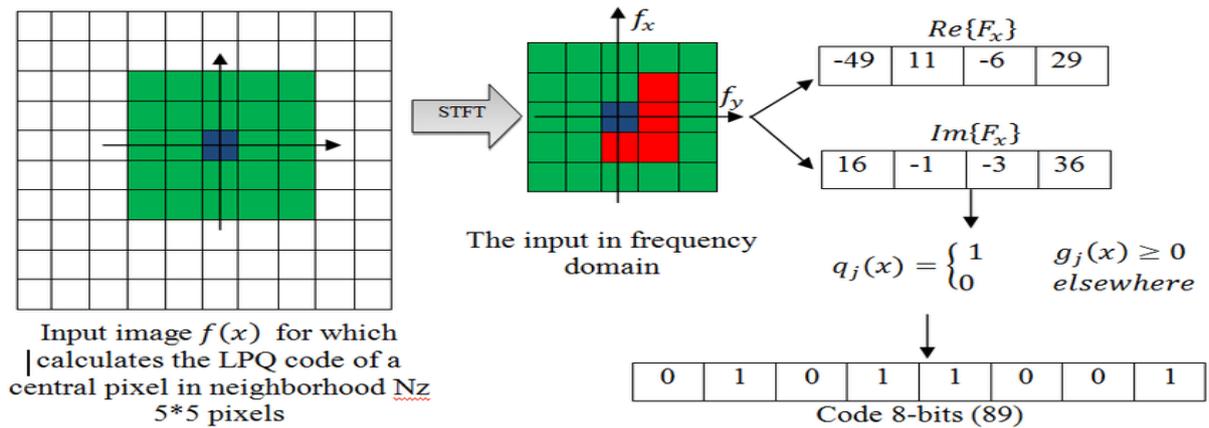


Figure II.5 : Organigramme de l'ensemble des étapes nécessaire à la construction du descripteur LPQ.

II.6.3. Histogramme de Gradient Orienté (HOG) :

Les HOG ont été proposés par Navneet Dalal et Bill Triggs, chercheurs à l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA), à la conférence CVPR de juin 2005 [17]. Les histogrammes de gradients orientés (HOG) se sont avérés être un descripteur efficace pour la reconnaissance d'objets en général et la reconnaissance faciale en particulier. La technique du descripteur HOG compte les occurrences d'orientation de gradient dans des parties localisées d'une image - fenêtre de détection ou région d'intérêt (ROI). La mise en œuvre de ce descripteur peut être obtenue en divisant l'image en petites régions connectées, appelées cellules, et pour chaque cellule on calcule un histogramme des directions de gradient ou des orientations de contour pour les pixels dans la cellule. La combinaison de ces histogrammes représente alors le descripteur. Puisque le descripteur histogramme de gradient orienté opère sur les cellules localisées, la méthode maintient l'invariance à des transformations géométriques et photométriques, ces changements ne feront leur apparition que dans les larges régions d'espaces [18].

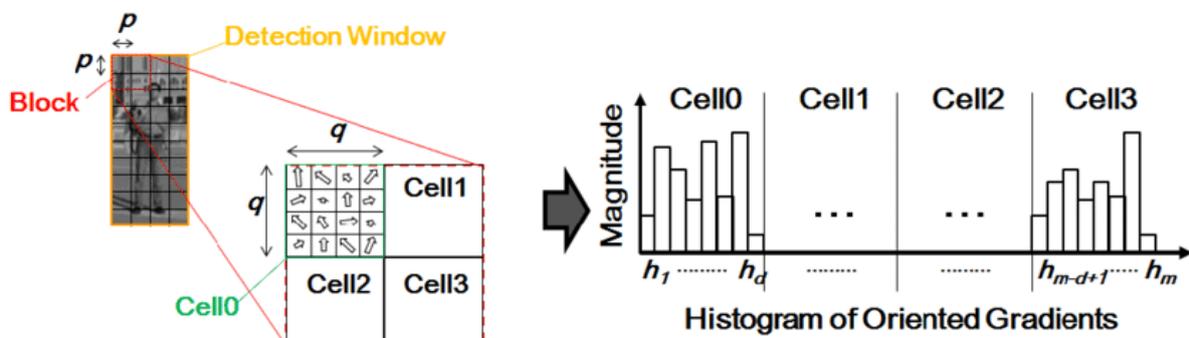


Figure II.6 : Procédé du descripteur HOG

II.6.4. Features from accelerated segment test (FAST):

FAST est un détecteur proposé par Rosten et Drummond [19] pour détecter des points d'intérêt dans une image. Il est devenu un algorithme efficace pour la détection de coin. Un coin est une région avec un changement d'intensité dans deux directions différentes. Dans un premier temps, la valeur $I(x)$ est comparée avec celle des pixels correspondant aux points cardinaux (pixels 1, 5, 9 et 13). Cela permet d'effectuer une sélection préliminaire, en s'appuyant sur le fait qu'un point x est conservé si au moins trois des quatre pixels de comparaison sont, soit plus clairs, soit plus sombres que lui. Le voisinage des points retenus est analysé suivant la figure (II.7) puis classé en trois catégories (sombre, homogène ou claire). Cette classification permet d'extraire rapidement les points d'intérêt de l'image. En effet, dans le cas où douze des seize pixels sont consécutivement dans la même catégorie, x est considéré comme étant un coin [20].

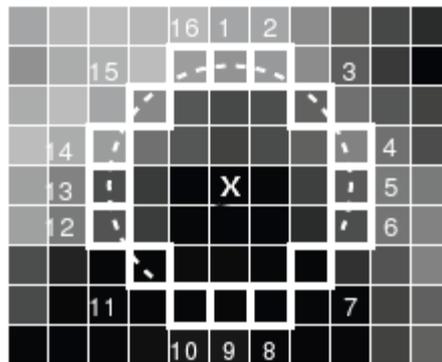


Figure II.7 : Représentation de l'analyse du détecteur FAST

II.6.5. Maximally Stable Extremal Regions (MSER):

Matas et al. proposent en 2002 une approche originale permettant de définir une région d'intérêt robuste aux transformations affines. Dans un premier temps, une étape de classification permet de regrouper en classe chaque pixel de l'image suivant sa valeur d'intensité. L'histogramme ainsi créé permet de déterminer une fonction d'intensité en se basant sur l'aire de chaque classe. En appliquant différents seuillages à cette fonction d'intensité, certaines régions de l'image classifiées vont varier et d'autres non. Les régions d'intérêt correspondent donc à celles qui restent robustes aux différents seuillages. Matas et al. démontrent que les régions d'intérêt ainsi extraites, sont invariantes aux transformations affines, aussi bien photométriques que géométriques [20].

II.6.6. Speeded Up Robust Features (SURF):

Les fonctionnalités robustes accélérées (SURF) sont un détecteur et un descripteur de caractéristiques locales brevetés. Il peut être utilisé pour des tâches telles que la reconnaissance d'objets, l'enregistrement d'images, la classification ou la reconstruction 3D. Il est en partie inspiré du descripteur SIFT (scale-invariant feature transform). La

version standard de SURF est plusieurs fois plus rapide que SIFT et revendiquée par ses auteurs comme étant plus robuste contre différentes transformations d'image que SIFT.

Pour détecter les points d'intérêt, SURF utilise une approximation entière du déterminant du détecteur Hessian blob, qui peut être calculée avec 3 opérations entières en utilisant une image intégrale précalculée. Son descripteur de caractéristique est basé sur la somme de la réponse en ondelettes de Haar autour du point d'intérêt. Ceux-ci peuvent également être calculés à l'aide de l'image intégrale.

Les descripteurs SURF ont été utilisés pour localiser et reconnaître des objets, des personnes ou des visages, pour reconstruire des scènes 3D, pour suivre des objets et pour extraire des points d'intérêt.

SURF a été publié pour la première fois par Herbert Bay, Tinne Tuytelaars et Luc Van Gool, et présenté à la Conférence européenne de 2006 sur la vision par ordinateur. Une application de l'algorithme est brevetée aux États-Unis [21].

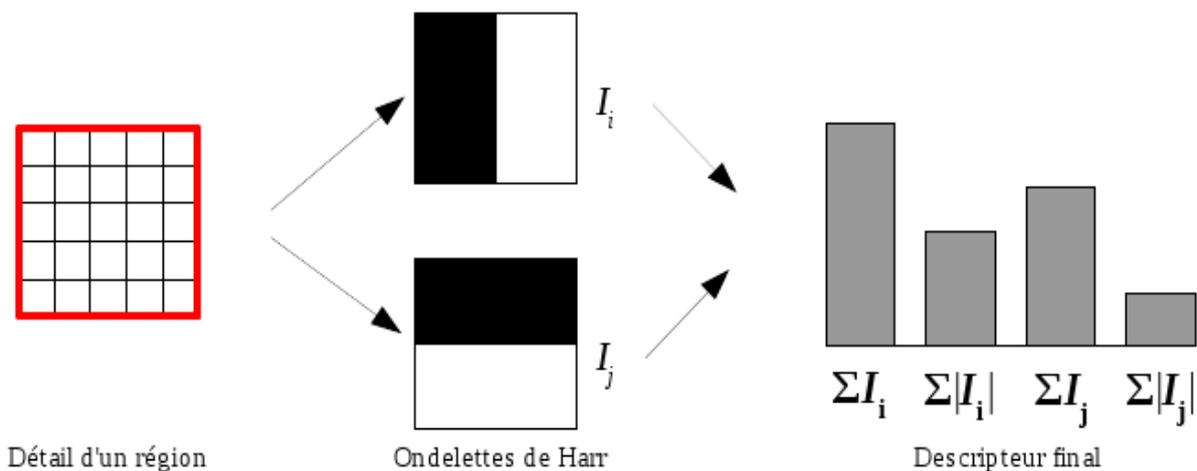


Figure II.8 : Extraction des différentes composantes du descripteur SURF

II.7. Classification :

L'extraction des caractéristiques de la partie biométrique ciblée (doigt) par le processus d'identifications permet la construction d'un modèle qui sera appris par l'algorithme d'identification (étape d'apprentissage). Le modèle généré est le même pour toutes les entités identiques étudiées et seules les caractéristiques sont propres et uniques à chaque entité. En général le modèle est construit comme un vecteur [matrice ligne] pour faciliter la sauvegarde dans une base de données. L'identification se fait, par la suite, par une méthode de classification qui va comparer cet ensemble de caractéristiques avec des enregistrements de références existants dans la base de données spécifique et ainsi trouver la classe à laquelle appartient cette image.

II.7.1.Algorithme KNN :

Les plus proches voisins ou k-Nearest Neighbors (*kNN*) c'est un algorithme d'apprentissage automatique supervisé. Bien qu'il puisse être utilisé à la fois pour les problèmes d'apprentissage automatique basés sur la **régression** et sur la **classification**, il trouve plus d'application en tant qu'algorithme de classification. Il est également connu sous le nom d'algorithme d'apprentissage « basé sur les **instances** », « basé sur la **mémoire** » et « **non paramétrique** ».

II.7.1.1.KNN en tant que classificateur :

KNN effectue des tâches de classification en regroupant des points de données à l'aide de la similarité des caractéristiques. Les nouveaux points de données sont ensuite classés en utilisant la distance du voisin le plus proche. Il stocke ou mémorise tous les cas disponibles dans un ensemble de données et classe ensuite les nouveaux points de données à l'aide d'une mesure de similarité avec son ou ses voisins les plus proches. La similarité est définie par une mesure de distance entre le nouveau point de données et ses voisins les plus proches. Une mesure de distance populaire est la « **distance euclidienne** ». D'autres sont Minswoki, Manhattan, Hamming etc [22].

La distance euclidienne : $d_{(x,y)} = \sqrt{\sum_{i=1}^k (x_i - y_i)^2}$

La distance de Manhattan : $d_{(x,y)} = \sum_{i=1}^k |x_i - y_i|$

La distance de Minkowski: $d_{(x,y)} = (\sum_{i=1}^k (|x_i - y_i|^q))^{1/q}$

« **K** » est un paramètre qui indique le nombre de voisins ou groupements dans lesquels les points de données doivent être regroupés pour le processus de vote. La valeur K est généralement un entier impair positif (1, 3, 5, 7, etc.). Si $k = 1$, alors le point de données est groupé à un seul voisin le plus proche (le plus proche par la distance), si $k = 3$ alors il sera groupé à ses trois voisins les plus proches. Si ces trois voisins appartiennent à des groupes différents, le vote sera effectué en utilisant la distance la plus courte calculée à l'aide de l'une de ses métriques de distance.

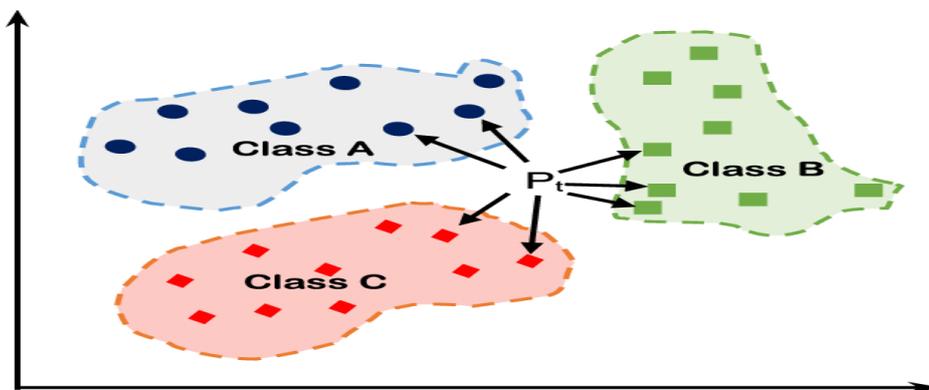


Figure II.9 : Exemple sur le classificateur KNN

Chapitre II : Système de reconnaissance des veines des doigts

KNN peut être résumé comme suit :

1. Charger les données.
2. Initialiser k (définir une valeur pour k ou prendre la valeur par défaut par ScikitLearn).
3. Pour chaque point de données dans l'ensemble de test (données à prédire) :
 - * Calculez la distance entre le point de données de test et le point de données de train le plus proche en utilisant la valeur de k (si $k = 3$, par exemple, calculez la distance entre 3 points les plus proches).
 - * Stockez les distances calculées dans une liste ordonnée par ordre croissant (du plus petit au plus grand).
4. Choisissez ' k ' entrées dans la liste triée (si $k = 3$, 3 valeurs seront sélectionnées).
5. Le vote se fait sur les classes majoritaires présentes (Exemple si 2 voisins sur 3 appartiennent à la même classe alors la classe majoritaire est votée).
6. La classe prévue est rendue sur la base du vote majoritaire.

II.8.La décision :

La dernière étape dans un système de reconnaissance est de déterminer l'identité d'un individu qui se base sur le degré de similitude entre les caractéristiques extraites et les modèles stockés. Le système peut alors décider soit attribuer à l'individu inconnu l'identité correspondant au modèle le plus proche retrouvé dans la base de données, soit rejeter l'individu inconnu.

II.9.Conclusion :

Dans un système d'identification biométrique l'étape primordiale est celle de l'extraction des caractéristiques. Il existe plusieurs méthodes d'extraction des caractéristiques d'une image, se basant sur différents descripteurs, spécialisés pour l'identification des personnes par leurs empreintes veineuses, nous citons les descripteurs LBP, LPQ, HOG, SURF etc.



Chapitre III :
Résultats et
discussions

III.1. Introduction:

Après avoir présenté dans le chapitre précédent les différentes étapes du système de reconnaissance, nous présentons dans ce chapitre un aperçu général sur la phase pratique de notre travail.

Ce dernier chapitre présente les résultats d'évaluation du système de reconnaissance des veines des doigts que nous avons développé, ceci à travers un ensemble de testes de différents extracteurs d'images pour choisir l'extracteur le mieux apte à la méthode biométrique d'identification par les veines des doigts. Les différents résultats des tests obtenus sont par la suite analysés à travers le pourcentage d'exactitude, le temps mis à réaliser l'extraction des caractéristiques significatives ainsi que la distance (ou la similarité) entre deux vecteurs caractéristiques.

III.2. Description de la base de données SDUMLA-HMT :

L'Université de Shandong (SDUMLA) a mis en place une base de données multimodale d'utilisateurs réels. La base de données SDUMLA-HMT (Shandong University Machine Learning and Applications) est accessible au public depuis 2011, elle comprend cinq sous-bases de données (images de visage, images de veines digitales, images d'iris, empreintes digitales et vidéos de démarche). Cette base de données comprend des images réelles capturées à partir de 106 utilisateurs.

Les images de visage sont capturées avec différentes poses, expressions faciales, accessoires et illuminations. Les images d'iris sont capturées avec un éclairage sous infrarouge proche à une distance de 6 cm à 32 cm de l'œil, chaque individu a fourni 10 images d'iris, 5 images pour chaque œil. La base de données d'iris contenait 1060 images BMP d'une taille de 768×576 pixels [23].

III.2.1. Description de la base de données des veines des doigts :

Pour réaliser cette étude, nous utilisons des images issues de la base de données mise à disposition du public par les chercheurs de ce domaine comprenant les images du réseau vasculaire de l'index gauche.

La partie correspondant aux réseaux vasculaires se compose de 636 images, 6 images pour chaque personne. Chaque image est stockée sous forme d'un vecteur colonne d'une taille de 76800 pixels codés uint8. La **figure (III.1)** présente des échantillons de cette base.

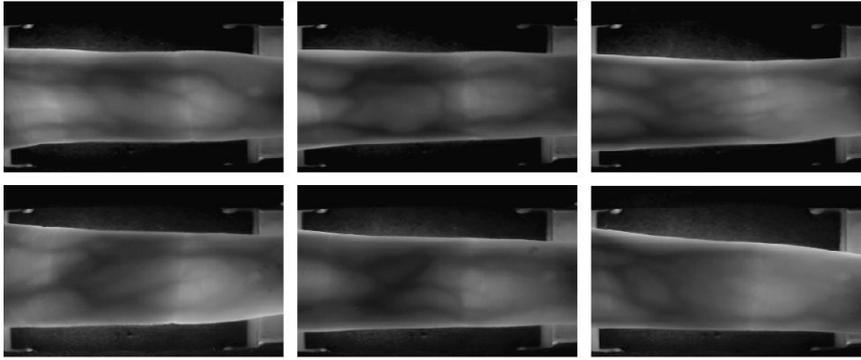


Figure III.1 : Échantillons de la base de données du réseau vasculaire "SDUMLA-HMT"

III.2.2. Préparation de la base de données :

Nous avons utilisé 106 personnes pour l'évaluation de notre système, chaque personne à 6 images des veines des doigts. Les trois premières images de chaque personne servent pour la phase d'apprentissage. D'où on aura 318 images. Les trois images restantes de chaque individu sont utilisées pour la réalisation des différents tests.

III.3. Environnement de travail :

III.3.1. logiciel :

Pour réaliser notre travail on a choisi d'utiliser MATLAB, (matrix laboratory) est un logiciel interactif basé sur le calcul matriciel. Il est utilisé dans les calculs scientifiques et les problèmes d'ingénierie parce qu'il permet de résoudre des problèmes numériques complexes en moins de temps requis par les langages de programmation courant, et ce grâce à une multitude de fonctions intégrées. MATLAB peut être complété par des outils (tool boxes) spécifiques à certains domaines comme le traitement du signal, l'image, l'automatique, les statistiques, la mécanique, le calcul symbolique, les réseaux de neurones etc.

On a utilisé MATLAB R2017a (9.2.0.538062) une version 64-bit de : 23.02.2017

III.4. Prétraitement :

Nous présentons ci-dessous les différentes étapes de l'amélioration d'une image par le prétraitement.

Les images de la base de données étant stockées sous forme de vecteurs colonnes, il faut faire un remodelage pour revenir à la forme originale de l'image.

III.4.1. Le ROI :

L'opération d'extraction du ROI, consiste à éliminer la partie d'arrière plan et de ne garder que la région d'intérêt de l'image.

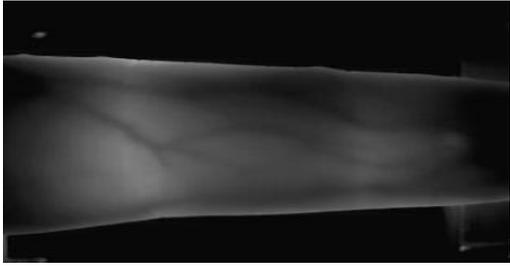


Figure III.2 :Image brute



Figure III.3 : La région d'intérêt ROI

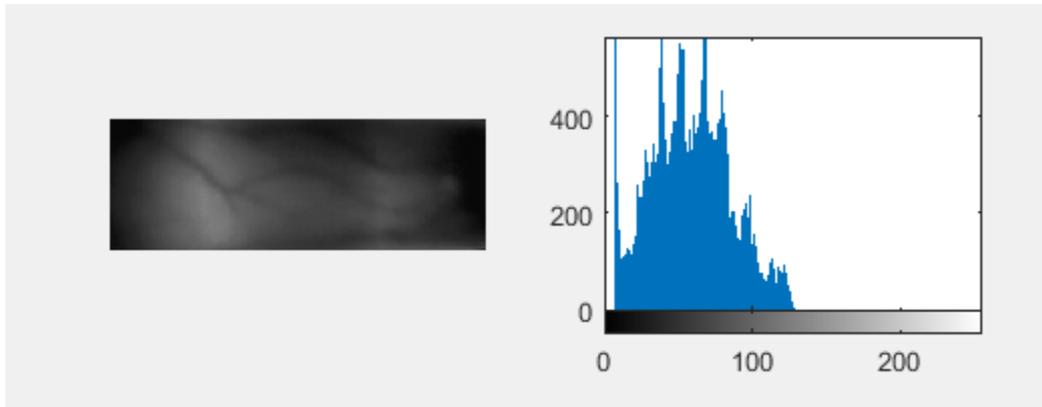


Figure III.4 : Histogramme après l'extraction de ROI

III.4.2. Application de filtre CLAHE :

Le filtrage est un produit de convolution qui fait intervenir le voisinage du pixel. Filtrer une image c'est modifier la valeur d'un pixel en lui appliquant une fonction mathématique.



Figure III.5 : Image avant le filtrage



Figure III.6 : Image filtré par le filtre CLAHE

III.4.3. Etirement d'histogramme :

Les pixels de l'image trop claire, ou sur-exposée, se concentrent dans la partie gauche de l'histogramme.

Pour corriger les défauts liés à l'exposition d'une image, il suffit d'étirer son histogramme. L'objectif d'étirement d'histogramme est d'étendre les valeurs des niveaux de gris de l'image mal exposée, majoritairement répartis dans un sous intervalle $[I_{min}, I_{max}] \subset [0, 255]$, à tout l'intervalle disponible.

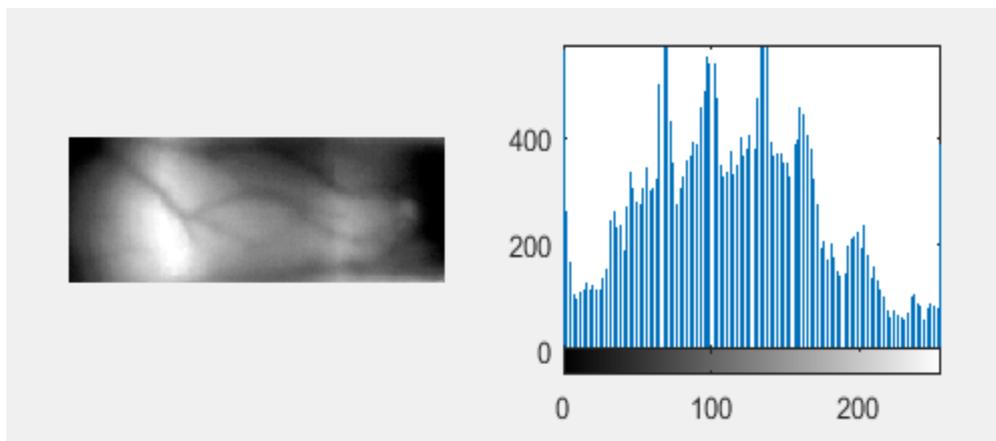


Figure III.7 : Histogramme étiré

III.4.4. Egalisation d'histogramme :

L'égalisation d'histogramme permet de mieux répartir les intensités sur l'ensemble de la plage de valeurs possibles, en « étalant » l'histogramme. L'égalisation est intéressante pour les images dont la totalité, ou seulement une partie, et de faible contraste (l'ensemble des pixels sont d'intensité proches) [24].

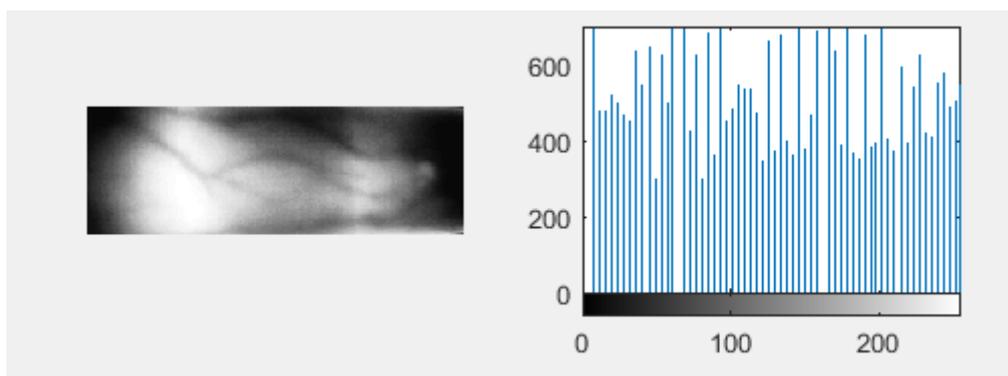


Figure III.8 : Histogramme égalisé

III.5. Recherche de descripteur le plus adapté pour la reconnaissance des personnes par les veines des doigts :

Le score de correspondance est effectué en fonction du voisin le plus proche.

III.5.1. Valeurs obtenues en fonction de la distance City block « ctb » :

Descripteurs	Taux de reconnaissance (%)	Temps d'exécution (s)
LPQ	66.038	28.189
LBP	62.579	12.642
HOG	6.6038	12.465
SURF	5.0314	27.34
FAST	26.73	13.434
MSER	12.893	42.674

Tableau III.1 : Résultats obtenues par la distance « ctb »

Le taux de reconnaissance obtenu en fonction de la distance de similarité ctb (City block distance) est très faible pour tous les descripteurs, le meilleur score est égale à 66.038%, pour un temps de calcul égal à 28.189 secondes réalisés par le descripteur LPQ.

III.5.2. Valeurs obtenues en fonction de la distance Cosine « cos » :

Descripteurs	Taux de reconnaissance (%)	Temps d'exécution (s)
LPQ	83.962	27.355
LBP	82.075	11.749
HOG	7.5472	12.625
SURF	9.7484	27.197
FAST	40.881	13.175
MSER	15.723	41.177

Tableau III.2 : Résultats obtenues par la distance « cos »

Les descripteurs sont bien plus performants en fonction de la distance de similarité cosinus. Les temps de calcul sont plus courts, 11.749 secondes pour LBP alors que les taux de reconnaissance considérablement augmenté, 83.962 % pour LPQ.

III.5.3. Valeurs obtenues en fonction de la distance Euclidienne « eu » :

Descripteurs	Taux de reconnaissance (%)	Temps d'exécution (s)
LPQ	83.962	27.051
LBP	82.075	11.706
HOG	7.5472	12.328
SURF	9.7484	26.759
FAST	40.881	13.069
MSER	15.723	41.205

Tableau III.3 : Résultats obtenues par la distance « eu »

En fonction de la distance de similarité euclidienne on observe une légère amélioration en temps pour les descripteurs les plus intéressants, LPQ et LBP quant aux taux de reconnaissance, ils restent inchangés. La distance "eu" donne les meilleurs résultats. En fonction des résultats observés nous optons pour les valeurs de ce dernier tableau.

III.6. Score final par descripteur :

III.6.1. Descripteur LPQ :

Le descripteur de quantification de phase locale est utilisé dans la classification des textures floues. LPQ est construit pour conserver une image dans les informations locales invariantes aux artefacts générés par différentes formes de flou et de variation d'éclairage.

Des résultats satisfaisants ont été obtenus où le meilleur taux de reconnaissance a atteint 97,5 % pour la langue américaine en utilisant le descripteur LPQ [25].

LPQ donne **le meilleurs taux de reconnaissance** ~84 avec un temps de 27.051 secondes. Il est le mieux adapté pour la reconnaissance par les veines du doigt, mais bien mieux pour la reconnaissance d'image comportant plus de détails, telle qu'une écriture.

Score final : taux de reconnaissance 83.962%, temps de calcul 27.051 secondes.

III.6.2. Descripteur LBP :

C'est un descripteur de texture de motifs réguliers, on observe un taux de reconnaissance appréciable égal à 82 pourcent et **un meilleur score en ce qui concerne le temps** mis pour balayer les 318 images de la base de données égal à **11.706** secondes.

Score final : taux de reconnaissance 82.075%, temps de calcul 11.706 secondes.

III.6.3. Descripteur HOG :

Ce descripteur convient en traitement d'images par ordinateur pour la détection d'objets et de piétons. On n'observe ici un taux de reconnaissance 7,5472 très médiocre malgré un temps d'exécution faible par rapport aux autres descripteurs.

Score final : taux de reconnaissance 7.5472%, temps de calcul 12.328 secondes.

III.6.4. Descripteur SURF :

Descripteur de points d'intérêt invariant à l'échelle et à la rotation. Ce descripteur est inadapté pour la détection des veines par son taux de reconnaissance faible et son temps de calcul assez long.

Score final : taux de reconnaissance 9.7484%, temps de calcul 26.759 secondes.

III.6.5. Descripteur FAST :

Algorithme basé sur une approximation du filtrage gaussien permettant de diminuer considérablement les temps de calculs [26]. En effet on observe un temps de réalisation égal à 13,069 secondes mais un taux de reconnaissance pour l'identification par les veines inférieur à 50 pourcent. Le teste du coefficient de qualité dans la formule de Matlab permettant l'extraction des caractéristiques est obtenu égal à 0.03.

Score final : taux de reconnaissance 40.881%, temps de calcul 13.069 secondes.

III.6.6. Descripteur MSER :

Ce descripteur donne un taux de reconnaissance médiocre de même qu'un temps de calcul le plus long des descripteurs vus plus haut. En réalité les écrits citant ce descripteur l'associent au descripteur SIFT pour de meilleurs résultats.

Score final : taux de reconnaissance 15.723%, temps de calcul 41.205 secondes.

III.7. Conclusion :

Les essais des différents descripteurs pour le choix de l'un d'entre eux pour être, spécifiquement, utilisé pour la reconnaissance des personnes grâce à leurs empreintes veineuses du doigt ont montré que LBP et LPQ sont les plus performants. Leurs taux de reconnaissance sont très proches, mais leur temps de calcul sont très différents, respectivement 11.706 secondes et 27.051 secondes. Il est judicieux d'élire le descripteur LPQ pour l'emploi dans le cas d'une petite base de données en reconnaissance veineuse, alors que dans l'utilisation des bases de temps comportant un grand nombre d'empreintes le temps d'exécution serait considérable, LBP serait alors plus adapté.



**Conclusion
Générale et
perspective**

Conclusion générale et perspective :

Dans ce mémoire nous avons testé six descripteurs de caractéristiques d'images sans chercher les conditions dans lesquelles ils devraient être utilisés car, notre objectif est de voir si un ou plusieurs d'entre eux peuvent convenir à la reconnaissance de personnes par l'analyse des veines de doigts. Nous nous sommes intéressées aux pourcentages d'exactitude ainsi qu'au temps de calcul pris par chaque descripteur à réaliser sa tâche. Nous avons trouvé que le plus performant d'entre eux est le descripteur de motifs binaires locaux (LBP). Celui-ci avec un taux de reconnaissance égal à 82.075 % et un temps de calcul en secondes égal à 11.706, obtenus avec notre méthode de teste, nous paraît le mieux adapté à la reconnaissance par les veines des doigts .Le descripteur LPQ donne un taux de reconnaissance supérieur à celui de LBP (83.962) mais son temps de calcul est 2.3 fois supérieur à celui de LBP, son utilisation avec des bases contenant des milliers de données serait très contraignante en temps de traitement ;LPQ serait plus performant avec des bases de données contenant un nombre de données limité.

A l'avenir nous pensons chercher une méthode pour améliorer le pourcentage d'exactitude par la fusion de plusieurs descripteurs différents déjà existants, spécifiquement, pour la reconnaissance par les veines du doigt.

Bibliographie

Bibliographie :

- [1] Benchennane Ibtissam « Etude et mise au point d'un procédé biométrique multimodale pour la reconnaissance des individus » THÈSE de l'Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf
- [2] <https://www.interpol.int/fr/Notre-action/Police-scientifique/Empreintes-digitales>.
- [3] <http://www.linternaute.com/science/biologie/dossiers/06/0607-biometrie/main.shtml>.
- [4] S.Boudjella, "detection et identification de personne par méthode biométrique" Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.
- [5] <https://vivoka.com/fr/la-biometrie-vocale-est-elle-un-processus-vraiment-fiable/>
- [6] <https://www.ehess.fr/fr/colloque/identit%C3%A9-et-identification-par-ladn>
- [7] Club de la sécurité des Systèmes d'Information Français, Techniques de contrôle d'accès par biométrie, dossier technique de la commission de sécurité physique © Clusif, 2003
- [8] Yeiha KABBARA « Caractérisation des images à Rayon-X de la main par des modèles mathématiques : application à la biométrie » Thèse de doctorat université paris-est université libanaise.
- [9] <https://www.thalesgroup.com/fr/europe/france/dis/gouvernement/inspiration/biometrie>
- [10] <https://www.theobjects.com>
- [11] <https://web.maths.unsw.edu.au/~lafaye/CCM/video/traitimg.htm>
- [12] <https://fr.wikipedia.org/wiki>.
- [13] Descripteurs de Fourier inspirés de la structure du cortex visuel primaire humain Application à la reconnaissance de navires dans le cadre de la surveillance maritime .Amine Bohi, 22 mai 2017.157 P.
- [14] M Pietikäinen - Scholarpedia, 2010 - scholarpedia.org
- [15] V. Ojansivu and J. Heikkila. Blur insensitive texture classification using local phase quantization. In Proc. Int. Conf. on Image and Signal Processing (ICISP08), pages 236-243, 2008.
- [16] T. AHONEN, E. RAHTU, V. OJANSIVU et J. HELKKILA, "Recognition of blurred faces using Local Phase Quantization". Dans Conférence ICPR, pages 1–4, 2008 L. LYERITE, 'Reconnaissance d'objets en vision artificielle : application à la reconnaissance des piétons', thèse doctorat, université Blaise Pascal, 2010

Bibliographie

[17] https://en.wikipedia.org/wiki/Histogram_of_oriented_gradients

[18] N.Dalal, B.Troggs, histograms of oriented gradient for human detection INCVPR, 2015.

[19] Rosten, E., Porter, R. and Drummond, T., Faster and better: A machine learning approach to corner detection. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on 32(1), pp. 105–119, 2010.

[20] <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00697021/document>

[21] https://en.wikipedia.org/wiki/Speeded_up_robust_features .

[22] O.D.Trier, A.K.Jain and T. "Feature extraction methods for character recognition: A Survey, Pattern Recognition", Vol. 29, No. 4, pp. 641-662, 1996.

[23] Y. Yin, L. Liu, and X. Sun, SDUMLA-HMT: A Multimodal Biometric Database. In: Z. Sun, J. Lai, X. Chen, T. Tan (eds) Biometric Recognition. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7098. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011.

[24] <https://fr.wikipedia.org/wiki/%> .

[25] <https://ieeexplore.ieee.org/document/9671153>.

[26] <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-0069702>