République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Universite DR.Yahia Fares De Médéa

Faculte de La Téchnologie

Département de Génié électrique

Projet de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme

De master en télécommunication

Spécialité : Systémes de Télécommunications

Thème

Extraction des traits de veine de doigt basée sur le suivi des lignes répétés (SLR)

Proposé et dirigé par :

Mr : Boucherit Ismail

Préparé et présenté :

M^{lle} : Hasnaoui Amel

M^{lle} : Nasri Siham

Soutenu publiquement Devant les jury:

Mr : Lachenani Ismail	MAA	président	U .Y. F Médéa
Mr : Essaid Billel	MAA	Examinateur	U.Y.F Médéa

Année Universitaire: 2017-2018

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts,

la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur

Ma mère qui j'adore.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel mon

soutien moral et source de joie et de bonheur,

celui qui s'est toujours sacrifié pour me

Avoir réussir, que dieu vous garde et protège,

A toi mon père.

A mes très chér(e) frére et sœur.

A toute ma famille .

A mes chers (es)amis(es) .

Amel Hasnaoui

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur

Ma mère qui j'adore.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me

Avoir réussir, que dieu vous garde et protège,

A toi mon père.

A mon soutien de vie mes frères : Abd elnour ,Ibrahim,Hannachi,Mohamed,Faycal,Fouad

A mes sœurs qui sans nés de mère : Radhia et Kenza

A mon pur ange :Achraf

A mes grands parents

A mon fiancé qui me soutient et m'encouragé : Islam

A mes oncles, ma tante et mes cousins et cousines

A ma belle mère : Fatiha et mon beau père : Souliman

A mes chers neuves :Adam et Abd eldjalil

A ma nièce :Kholoud

A ma source de courage et fidélité mes très chères amis : Zohra, Soumia,Nawal

et mon binôme : Amel

A mes amis , Amina, Hedia., Assia ,Sarah,Fayza,Selma,Nabila

Amon frére qu'est sans née par mére : Abd elghani

A mes profs : Saïd Zohra,Missili Lakhadar

Atout mes amis de M2 Télécommunications

A la famille Nasri et Kaouachi

Nasri SIHAM

Remerciement

Nous tenons à remercier avant tout notre ,الله le très miséricordieux, qui grâce à lui nous somme arrivées a ce travail.

Nous tenons à exprime notre gratitude et nous présentons notre spécial remerciements à nous encadreurs :

Mr :Boucherite Ismail

Pour ses conseils précieux et pour toutes les commodités et qu'il nous a apportées durant notre étude et réalisation de ce travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous les enseignants de spécialité :

Télécommunication.

Nous remercions tous les membres de jury qui nous faisons l'honneur de participer

à l'examen de ce travail.

Enfin, un grand merci a tous ceux qui ont participé de prés ou de loin, au bon déroulement de ce travail.

Résumé

ملخص

في هذه السنوات الأخيرة ، تلعب القياسات الحيوية دورا مهم جدا في ميدان امن وحماية خصوصية الأفراد باستعمال خصائصهم الفيزيولوجية كالوجه ، البصمات الرقمية ، قزحية العين أو الخصائص السلوكية كالصوت ، الإمضاء ، الضرب على لوحة الحروف

القياسات الحيوية باستعمال الاوردة أخذت جزءا اكبر في ميدان البحث العلمي .

العمل المنجز في إطار هذه المذكرة يركز على الجزء المتمثل في مرحلة الاستخلاص في نظام التعرف الخاص بأوردة الإصبع وذلك باستعمال طريقة الخطوط المتتالية

الكلمات المفتاحية البيومترية ، استخلاص وريد الإصبع ، معالجة الصور

Résumé :

Dans ces dernières années la biométrie joue un rôle très important dans le domaine de sécurité et la protection de la vie privée des personnes par l'utilisation de leurs caractéristiques physiologique comme le visage ,les empreintes digitales ,l'iris ou bien comportemental comme la voix ,la signature ,le rythme de frape clavier .La biométrie des veines a pris une partie plus en plus importante dans le domaine de la recherche.

Le travail effectué dans le cadre de ce mémoire porte sur la partie d'extraction dans le système de reconnaissance basé sur les veines de doigt en utilisant la méthode de suivi des lignes répétée.

Mots clé : La biométrie, Extraction de veines de doigt, traitement d'image.

Abstract :

In recent years, biometrics play a very important role in the field of security and the protection of the privacy of individuals by the use of their physiological characteristics such as face, fingerprints, iris or behavioral like voice. , the signature, the rhythm of frape keyboard. The biometry of veins has taken an increasingly important part in the field of research.

the work done in this memoir deals with the extraction part in the finger vein-based recognition system using the repeated line tracking ethod.

Keywords: Biometrics, Extraction of finger veins, image processing.

Sommaire

Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des abréviation
Introduction générale 01

Chapitre I : Généralité sur la biométrie

Introduction 02
I.1 définition de la biométrie 02
I.2 Un bref historique de la biométrie 02
I.3 L'intérêt de la biométrie 03
I.4 Les techniques de modalité biométrique 03
I.4.1 Analyse morphologiques 05
I.4.1 A- L'empreint digital 05
I.4.1 B- Forme de la main 06
I.4.1 C- Reconnaissance facial 07
I.4.1 D- La rétine 08
I.4.1 E- Les veines 09
I.4.1 F- Iris de l'œil 10
I.4.1 G- Voix 11
I.4.2 Analyse comportementale 12
I.4.2 A- La signature dynamique 12
I.4.2 B- Dynamique de frappe au clavier 13
I.4.3 Analyse biologique 14
I.4.3 A- ADN 14
I.5 Système biométrique et ses modules de fonctionnements 15
I.5.1 Principe de fonctionnement 16
I.5.2 Les paramètres de performances d'un système biométrique 17
I.6 Applications de la biométrie 18
I.6.1 Service public 18
I.6.2 Pouvoir judicaire 18
I.6.3 Secteur de la banque 18
I.6.4 Accès physique et logique 18
Conclusion 19

Chapitre II : Traitement d'image

Introduction 20
II.1 définition d'une image 20
II.2 Image numérique(numérisée) 20
II.3 Caractéristique d'une image numérique 21
II.3.1 Pixel 21
II.3.2 La texture 22
II-3-3 Dimension 22
II-3-4 Résolution 22
II-3-5 Bruit 22
II-3-6 Histogramme 22
II-3-7 Luminance 23
II-3-8 Contraste 23
II-3-9 Contours et textures 23
II-4 Types d'mages 24
II-4-1 Images binaires (en noir et blanc) 24
II-4-2Images à niveaux de gris (Monochromes) 24
II-4-3 Images en couleurs (Polychromes) 24
II-5 Système de traitement d'image 24
II.5.1 Acquisition et numérisation 25
II.5.2 Visualisation 25
II.5.3 Prétraitement d'images 25
II.6 Les approches de la segmentation d'images 26
II.6.1 Définition de la segmentation 26
II.6.2 Extraction de contours 26
II.7 Les limites de segmentation par contour 27
II.8 Capteur d'image 28
II.8.1 définition 28
II.8.2Capteur d'image infrarouge 28
II.8.3 Principe de fonctionnement de capteur infrarouge 28
II.8.4 Des exemples sur les capteurs infrarouges 29
II.8.4 A- capteur d'image FPA 29
II.8.4 B- Capteur d'image FPA 30
II.8.4 C- Capteur d'image CMOS monochrome 30
II.8.5 les capteurs infrarouges dans le domaine biométrique 31
II.8.5 A- Reconnaissance par réseaux veineux du doigt 31
II.8.5 B- Lecteur empreinte sur badge 32
II.8.5 C- Capteur biométrique lecteur de veines du doigt 33
II.8.5 D- Lecteur biométrique du réseaux veineux 33
II.8.5 E-Reconnaissance de la main en 3d 34
Conclusion 34

Chapitre III : Méthode d'extraction des veines de doigt

Introduction 35

III.1 Extraction des veines 35

III.1.1Procedure 35

III.1.1-A Acquisition d'une image infrarouge du doigt 37

III.1.1 –B Normalisation de l'image 38

III.2. Problèmes techniques 38

III.3 Extraire et assortir les motifs de la veine 38

III.3.1 Garder l'extraction robuste 38

III.3.1.1 Essais répétés du suivi de la ligne noire 38

III.3.1.2 Extraction des motifs de la veine 40

III.3.2 Réduction des coûts de calcul 40

III.3.2.1 Éliminer les opérations de suivi inutiles 40

III 3.2.2 Réduire la taille du motif 40

III.3.3 Algorithmes 41

III.3.3.1 Extraction de caractéristiques 41

Conclusion 46

Conclusion générale 47

Bibliographie 48

Liste des figures

Figure I-1 Classification des différentes modalités biométriques 04
Figure I-2 Différentes modalités biométriques 04
Figure I-3 Le processus de reconnaissance par empreinte digitale 05
Figure I-4 La géométrie de la main 06
Figure I-5 Traits de visage 07
Figure I-6 Photo de rétine 08
Figure I-7 : Réseau de veines 09
Figure I-8 Photo d'iris 10
Figure I-9 la voix 11
Figure I-10 la signature dynamique 12
Figure I-11 Dynamique de frappe au clavier 13
Figure I-12 ADN 14
Figure I-13 : Architecture d'un système biométrique 15

Figure II-1 Représentation d'image numérique 21
Figure II-2 Groupe de pixel formant la lettre A 21
Figure II-3 Histogramme et palette associés à une image 23
Figure II-4 Schéma d'un système de traitement d'image 24
Figure II-5 Exemple de segmentation d'image 26
Figure II-6 Différents types de contours : marche, toit et pointe 27
Figure II-7 principe d'un capteur 28
Figure II-8 capteur d'imagerie infrarouge / LWIR 640 x 480 pix, 17 µm | PICO640E-041 29
Figure II-9 Capteur d'image FPA / infrarouge / linéaire MWIR (3 - 4.6 µm), 128 pixels | LUXELL 128 30
Figure II-10 Capteur d'image CMOS monochrome / infrarouge / pour faible luminosité 3 - 4.5 V | LX1977 30
Figure II-11 lecteur biométrique veines du doigt zx-4000 31
Figure II-12 lecteur biométrique extérieur zx-120 biolite net 32
Figure II-13 Capteur biométrique BIO-VEINZ 33
Figure II-14 Lecteur biométrique BIOVEIN 33
Figure II-15 Lecteur biométrique zx-50 hand pass handkey 34

Figure III-1 Transmission de lumière 36
Figure III-2 Principe d'identification personnelle à l'aide de modèles de veines digitales 36
Figure III-3 Prototype du dispositif d'imagerie de la veine digitale (a) et exemples d'images infrarouges d'un doigt (b, c) 37
Figure III-4 a) Profil de luminosité tran04sversal d'une veine. . b) Position de la section transversale 39
Figure III-5 Détection de la ligne sombre 40
Figure III-6 Schéma bloque des étapes d'extraction des caractères 41
Figure III-7 a) Efficacité de l'extraction du modèle veine de doigt d'une image 45

infrarouge. b) Distribution de la valeur dans l'espace du lieu

Figure III-8 : a) Efficacité de l'extraction du modèle veine de doigt d'une image infrarouge. b) Distribution de la valeur dans l'espace du lieu 45

Liste des tableaux

Tableau I.1 Avantages et Inconvénient de L'empreinte digitale **.**

Tableau I.2 Avantages et Inconvénient de la forme de la main .

Tableau I.3 Avantages et Inconvénient de trait de visage.

Tableau I.4 Avantages et Inconvénient de la rétine.

Tableau I.5 Avantages et Inconvénient des veines.

Tableau I.6 Avantages et Inconvénient de l'iris .

Tableau I.7 Avantages et Inconvénient de la voix.

Tableau I.8 Avantages et Inconvénient de la signature dynamique.

Tableau I.9 Avantages et Inconvénient de dynamique frappe au clavier

Tableau I.10 Avantages et Inconvénient de l'ADN

Liste d'abréviations

SLR: suivie des lignes répétées

ADN: Acid Désoxyribose Nucléique .

RRR : Rank-one Recognition Rate.

CMC: Cumulative Match Characteristics.

FRR: False Rejection Rate .

FAR: False Accept Rate

EER: Equal Error Rate

ROC : Receiver Operating Characteristic

CCD: Charged Coupled Device

BD: Base de données .

IR: infrarouge

Au fil de temps, l'être humain a essayé toujours et à chaque fois d'améliorer sa vie sur plusieurs domaines surtout de vivre en sécurité (d'être sécurisé dans les lieux public, sécurisé de toute sorte de vol…)et Avec le développement technologique rapide, la sécurité devient l'un des sujets le plus préoccupant au sein de notre société et qui pose un délicat problème pour les citoyens, les entreprises et le gouvernement au niveau de la protection des informations et des données sensibles contre le vol. la biométrie est une révolution dans le domaine de la sécurité, elle est devenue l'une des tâches les plus importantes qui intéresse plusieurs chercheurs . Dans les applications de contrôle d'accès, la biométrie constitue une solution efficace, simple et surtout pas chère, qui assure de bonnes performances. La biométrie est la reconnaissance automatique d'une personne , elle regroupe aussi toutes les caractéristiques ou traits physiologique et comportementale personnels automatiquement mesurables, robustes et distinctives qui peuvent être utilisées pour identifier un individu ou pour vérifier l'identité prétendue d'un individu. Parmi les technologies biométrique la biométrie des veines.

Le système biométrique des veines de doigt se compose de plusieurs étapes essentielles comme l'acquisition d'image, l'étape de prétraitement, étape d'extraction et l'étape de correspondance ou de comparaison. Dans ce mémoire nous concentrons sur l'étape d'extraction des veines de doigt basée sur la méthode de suivi des lignes répétés, appliquée sur des infrarouges.

Notre mémoire est scindé en trois chapitres :

Dans le premier chapitre nous avons défini la biométrie ainsi que les différentes techniques biométriques utilisées. Ce chapitre est finalisé par un aperçu sur les principaux domaines d'application de la biométrie

Le deuxième chapitre est consacré à des notions de base sur le traitement d'image et les capteurs en générale.

Le troisième chapitre. on exposera dans ce chapitre, la méthode utilisée pour l'extraction des caractéristiques des veines de doigt .

Enfin, nous terminerons ce mémoire par une conclusion générale.

Introduction :

Avec le développement technologique rapide, la sécurité devient l'un des sujets le plus important au sein de notre société et qui pose un délicat problème pour les citoyens, l'identification d'une personne devient essentielle pour protéger la vie privée et la propriété. , les entreprises et le gouvernement ont essayés toujours et à chaque fois d'améliorer la vie de ses citoyens sur plusieurs domaines surtout de vivre en sécurité (d'être sécurisé dans les lieux public, sécurisé de toute sorte de vol…).

Dans ce chapitre, on donne quelques notions et définitions de base liées à la biométrie. Nous introduirons aussi le principe de fonctionnent d'un système biométrique et ses performances

I.1 Définition de la biométrie :

Le mot biométrie est une traduction du mot anglais « biométrics » qui correspond en français à l'anthropométrie. Il désigne dans un sens très large l'étude quantitative des êtres vivants, [1]

On peut aussi la définir comme suit : c'est l'analyse mathématique de toutes caractéristiques physiques ou traits personnels automatiquement mesurables, permanents et distinctives qui peuvent être utilisées pour identifier un individu ou pour vérifier l'identité prétendue d'un individu. [2]

I.2 Un bref historique de la biométrie :

La biométrie est connue depuis longtemps, dans la Chine, Joao de Barros. Il a écrit que les marchands chinois relevaient les empreintes des mains et des pieds des enfants sur du papier en utilisant de l'encre afin de les distinguer les uns des autres.

Au début du XVIIIème siècle que le Docteur Henri Faulds développe l'utilisation de traces de doigt pour l'identification des personnes. A la même époque, l'anglais Francis Galton crée une table de statistiques basée sur les tailles et les poids des personnes. Il met au point la méthode « Fingerprints».

En 1881, le médecin italien Cesare Lombroso tente de prouver que l'humain criminel présente des caractéristiques repérables et stables.

En 1885, Alphonse Bertillon ne laisse cependant pas de côté cette hypothèse, responsable de l'identité judiciaire en France, il construit « le Bertillonnage», ce dernier détruit après une erreur judiciaire.

Après l'échec du Bertillonage, la police utilise la technique de l'empreinte digitale bien développée par Rechard Henry.

Au XIXème siècle, la police criminelle avancée la recherche du fait de la multiplication des Analyses d'indices Biologiques (ADN).

Dans les trois dernières décennies, la biométrie a évolué d'une seule méthode simple (empreintes digitales) vers plus de dix méthodes discrètes.

Cependant le développement de l'industrie, fait ainsi le souci du public concernant les libertés et l'intimité. Des lois et des règlements continuent à être rédigés et des normes commencent à être mises en place.

Aujourd'hui, la biométrie est une technologie à part entière qui utilise des critères permanents, uniques et infalsifiables. Elle permet de garantir la sécurité des accès aux environnements physiques et numériques et révolutionne du même coup le business et le commerce. [3]

I.3 L'intérêt de la biométrie :

Praticité : Les mots de passe comme les cartes de crédit, les cartes de débit, les cartes d'identité ou encore les clés peuvent être oubliés, perdus, volés et copiés. En plus, aujourd'hui tous et chacun doivent se rappeler une multitude de mots de passe. D'autre côté la biométrie serait immunisée contre ce genre de maux en plus qu'elle serait simple et pratique,

Sécurité: La biométrie serait plus sécuritaire que les méthodes actuellement utilisées. Elle permettrait une identification précise. Aussi, elle permettrait d'améliorer la sécurité des documents, La biométrie serait capable de réduire, sans l'éliminer, le crime et le terrorisme car, à tout de moins, elle complique la vie des criminels et des terroristes. [4]

I.4 les techniques de modalité biométrique :

La biométrie est basée sur l'analyse de données liées à l'individu et peut être classée en trois grandes catégories :

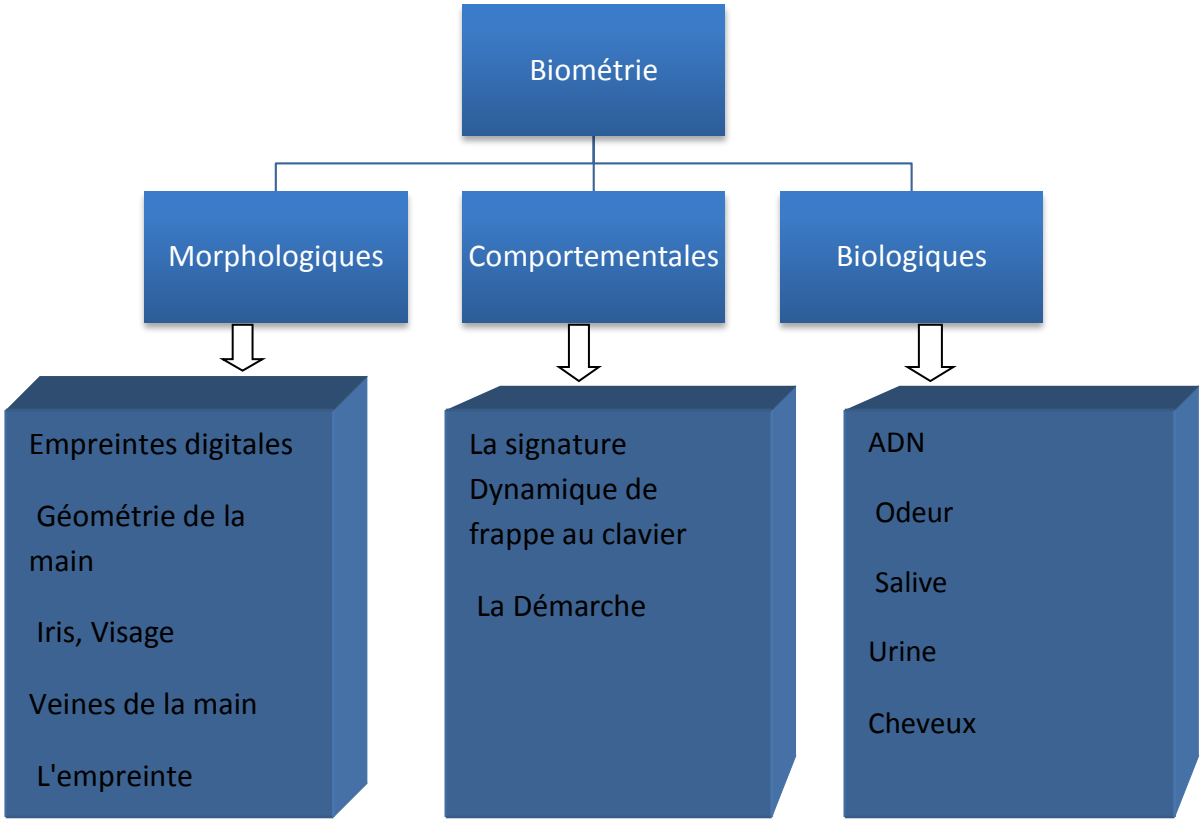


Figure I-1 : Classification des différentes modalités biométriques

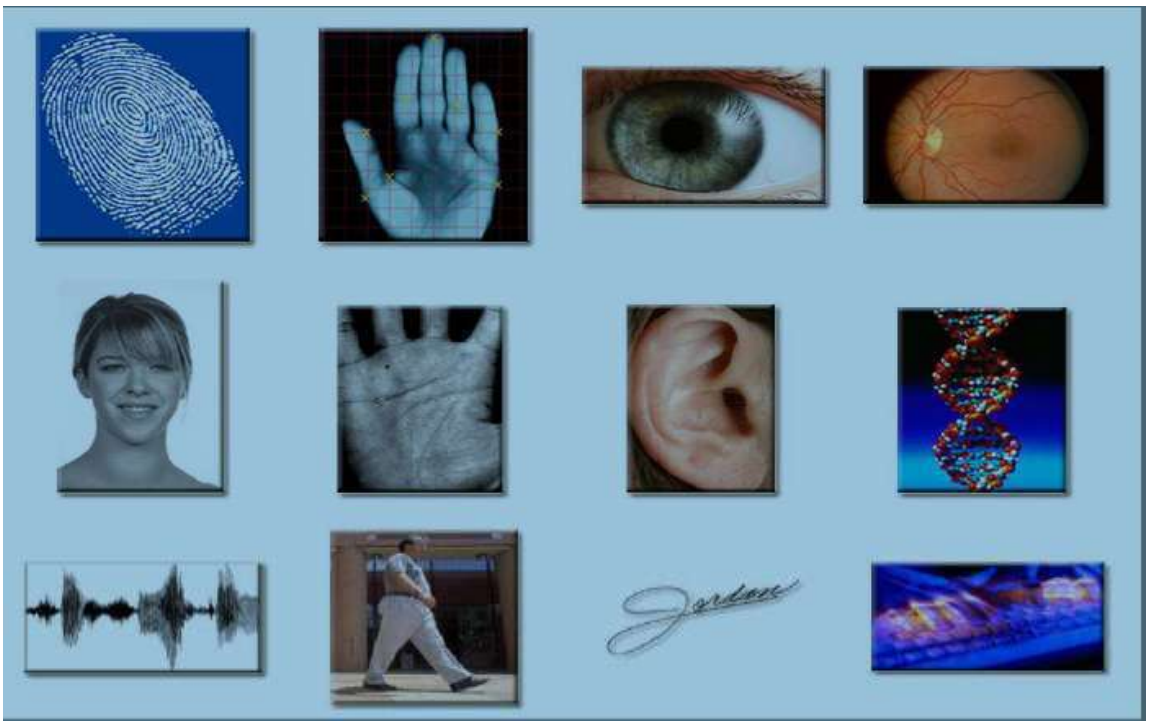


Figure I-2: Différentes modalités biométriques

I.4.1 Analyse morphologiques

A– L'empreinte digitale :

Les systèmes biométriques utilisant l'empreinte digitale sont les plus utilisés. Des solutions de plus en plus abordables et performantes sont proposées par les constructeurs. On voit de plus en plus placer des lecteurs d'empreintes digitales sur des micros ordinateurs ou des téléphones portables pour sécuriser leurs utilisations et cela devient de plus en plus commode et accepté par le grand public [2]



Figure I-3 : L' empreinte digitale.

Tab I.1 Avantages et Inconvénient de L'empreinte digitale [5]

Avantages	Inconvénients
• La technologie la plus éprouvée techniquement et la plus connue du grand public. • Petite taille du lecteur facilitant son intégration dans la majorité des applications (téléphones portables, PC). • Faible coût des lecteurs grâce aux nouveaux capteurs de type "Chip silicium". • Traitement rapide	• Besoin de la coopération de l'utilisateur (pose correcte du doigt sur le lecteur). • Certains systèmes peuvent accepter un moulage de doigt ou un doigt coupé (la détection du doigt vivant permet d'éviter ce type d'usurpation)

B: Forme de la main :

Cette méthode consiste à déterminer les caractéristiques de la main d'un individu : sa forme, la longueur, la largeur, la courbure des doigts,…etc. Les systèmes de reconnaissance de la géométrie de la main sont simples d'usage. L'utilisateur doit poser la paume de sa main sur une plaque qui possède des guides afin de l'aider à positionner ses doigts. La géométrie de la main a un faible pouvoir discriminant et les systèmes peuvent être facilement trompés par de vrais jumeaux ou même par des personnes de la même famille. Il existe une alternative à la géométrie de la main : la géométrie des doigts qui s'appuie sur la forme du majeur et de l'index. [2]



Figure I-4 : la géométrie de la main.

Tab I.2 Avantages et Inconvénient de la forme de la main [5]

Avantages	Inconvénients
• Facile à utiliser, Il a une grande acceptation. • Après l'utilisation, la main resté propre et ne laisser aucune trace. Presque disponible par tous les individus	• Pourrait être similaire dans des jumeaux ou des membres de la famille. • Il n'est permanent en termes de changements tels que le vieillissement.

C- Reconnaissance facial:

La reconnaissance à partir du visage se base sur les caractéristiques jugées significatives comme l'écart entre les yeux, la forme de la bouche, le tour du visage, la position des oreilles. Il existe plus de 60 critères fondamentaux. [6]



Figure I-5 : Reconnaissance facial

Tab I.3 Avantages et Inconvénient de trait de visage. [5]

Avantages	Inconvénients
• Très bien accepté par le public • Ne demande aucune action de l'usager (peu intrusive), pas de contact physique • Technique peu coûteuse	• Technologie sensible à l'environnement (éclairage, position, expression du visage...) • Les vrais jumeaux ne sont pas différenciés • Sensible aux changements (barbe, moustache, lunette, piercing, chirurgie...

D - La rétine :

La biométrie par la rétine procure également, un haut niveau en matière de reconnaissance. Cette technologie est bien adaptée pour des applications de haute sécurité (sites militaires et nucléaires, salles de coffres forts, etc.). La disposition des veines de la rétine assure une bonne fiabilité et une haute barrière contre la fraude. L'utilisateur doit placer son œil à quelques centimètres d'un orifice de capture situé sur le lecteur de rétine. Il ne doit pas bouger et doit fixer un point vert lumineux qui effectue des rotations. A ce moment, un faisceau lumineux traverse l'œil jusqu' aux vaisseaux sanguins capillaires de la rétine. Le système localise et capture ainsi environ 400 points de référence. Après la capture d'une image de la rétine, le logiciel du dispositif de lecture découpe un anneau autour de la fovéa. Il repère l'emplacement des veines et leur orientation. Puis il les codifie dans un gabarit. Les algorithmes de l'opération restent relativement complexes. [3]



Figure I-*6* : Photo de rétine.

Tab I.4 Avantages et Inconvénient de la rétine. [2]

Avantages	Inconvénient
• L'empreinte rétinienne est peu exposée aux blessures (coupure, brûlure) • Les taux de faux rejet et de fausse acceptation sont faibles • Très difficile, voie impossible, à imiter • La rétine est différente chez les vrais jumeaux • La rétine est stable durant la vie d'un individu	• Système intrusif, il faut placer l'œil près du capteur • Mauvaise acceptation du public (l'œil est un organe sensible) • Coût plus important que d'autres technologies • Pas adapté pour un flux de passage important

E-Les veines :

Les techniques basées sur les veines ont été développées en se basant sur le fait que chaque personne à des formes de veines différentes sous la peau. Cette technique récente semble prometteuse. Elle sonde par infrarouge le dessin du réseau veineux, soit du doigt, soit de la main. Les premiers produits viennent d'être mis sur le marché. Des espoirs peuvent être fondés sur cette technologie qui présente de nombreux avantages, car elle permet de prendre une empreinte sans contact et sans laisser de trace, elle est en outre très difficile à déjouer par un imposteur. [7]

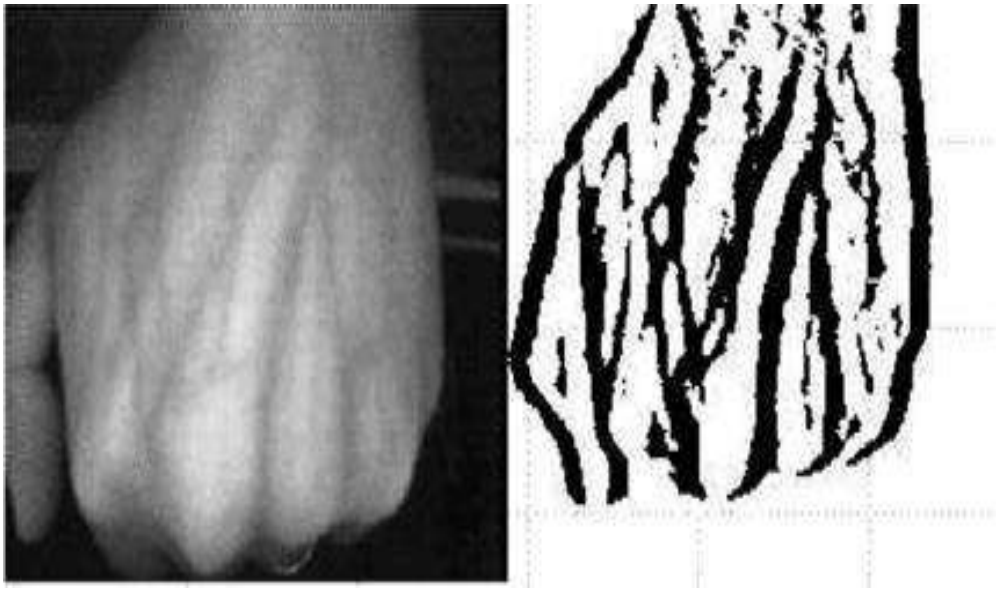


Figure I-7 : Réseau de veines

Tab I.5 Avantages et Inconvénient des veines. [8]

Avantages	Inconvénients
•Ne nécessite pas de contact. • Difficile à falsifier	• Très cher

F - Iris de l'œil :

La première utilisation du motif de l'iris comme moyen de reconnaissance remonte à un manuel d'ophtalmologie écrit par James Hamilton Doggarts et datant de 1949. L'identification par l'iris utilise plus de paramètres que les autres méthodes d'identification et le résultat et d'une très grande fiabilité. La probabilité de trouver deux iris suffisamment identiques pour être confondues est de $1/10^{72}$ selon les estimations de Daugmann. [2]

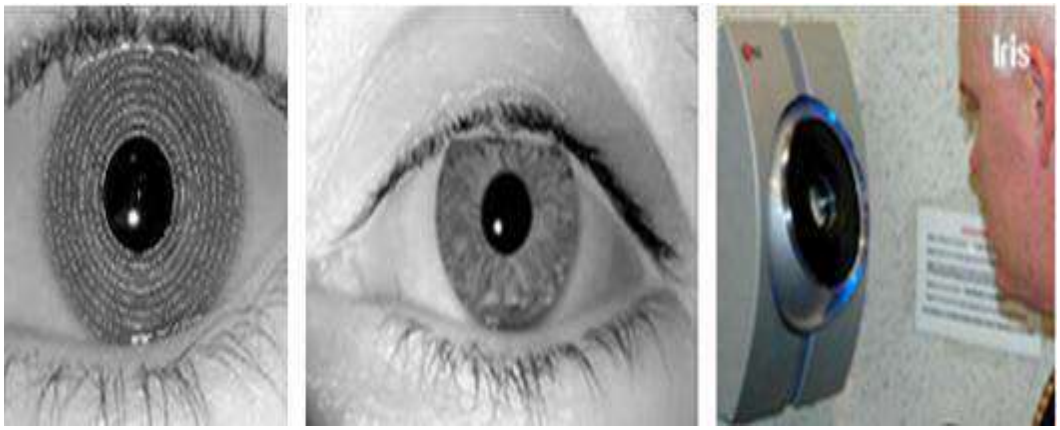


Figure I-8 : Photo d'iris

Tab I.6 Avantages et Inconvénient de l'iris [2]

Avantages	Inconvénients
• L'iris contient une grande quantité d'information • Pas de confusion pour les vrais jumeaux	• L'iris peut être facilement photographié

G - voix :

La voix humaine varie d'une personne à l'autre et peut se constituer de composantes physiologiques et comportementales. L'identification par la voix basée sur la forme et la taille des appendices (bouche, cavités nasales et les lèvres) utilisées dans la synthèse du son. La reconnaissance des locuteurs est plis utilisés par les téléphones, les corps policiers, les hôpitaux…etc. [5]

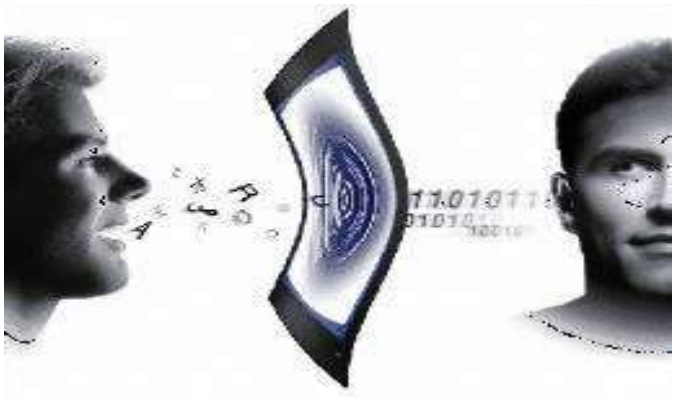


Figure I-9 : la voix

Tab I.7 Avantages et Inconvénient de la voix. [2]

Avantages	Inconvénients
• Très bien acceptée parce que la voix est un signal naturel à produire • Dynamique des ondes produites sont uniques	• Biométrie moins permanant. • Caractéristiques comportementales changent avec le temps. • Possibilité de fraude par enregistrement. • Sensibilité aux bruits lors d'acquisition.

I.4.2: Analyse comportementale :

A- la signature dynamique :

C'est une écriture personnelle d'un individu, la vérification de la signature est basée sur deux modes :

Mode statique : la vérification de la signature statique met l'accent sur les formes géométriques de la signature, dans ce mode en générale la signature est normalisée à une taille connue ensuite décomposer en élément simple.

Mode dynamique : il utilise les caractéristiques dynamiques telles que l'accélération, la vitesse et les profils de trajectoire de la signature [5]



Figure I-10 : la signature dynamique

Tab I.8 Avantages et Inconvénient de la signature dynamique. [2]

Avantage	Inconvénients
• Très acceptable par l'utilisateur. • Peut protéger l'ensemble de vos fichiers personnels	• Grande variabilité durant le temps (vous ne pouvez pas maintenir la même forme de la signature pour toute la vie). • Grande possibilité de fraude

B-Dynamique de frappe au clavier :

La dynamique de la frappe au clavier est une caractéristique propre de l'individu, c'est la transposition de la graphologie aux moyens électronique. C'est une méthode base sur la façon d'utiliser ou de taper sur un clavier. Les paramètres pris en compte sont généralement les durées entre frappes. La fréquence des erreurs et la durée de la frappe. En revanche elle dépend de l'état physique et psychique de la personne (âge. maladie….) qui feront varier la qualité de la frappe. [2]



Figure I-11 : Dynamique de frappe au clavier

Tab I.9 Avantages et Inconvénient de dynamique frappe au clavier. [8]

Avantage	Inconvénients
• Acceptation forte par l'utilisateur. • Sécurité bien précise	• N'est pas plus pratique. • N'est pas permanent durant toute la vie (âge, émotion, fatigue).

I.4.3: Analyse biologique :

A-ADN :

L'ADN est un liquide biologique est analysé à travers des méthodes simples telles que l'analyse du groupe sanguin, de différentes protéines ou enzymes. La plupart de ces analyses furent vite abandonnées en faveurs du profilage ADN, appelé aussi empreinte génétique, vu sa haute discrimination et robustesse. L'analyse la plus commune de l'ADN est basée sur les séquences répétées en tandem courtes, appelées aussi microsatellites ou STR (Short Tandem Repeats) qui ne font pas partie des portions codant des protéines et qui présentent des caractères distinctifs. L'ADN présente une percée majeure dans la criminalistique pour l'identification des personnes inconnues ou pour déterminer la source des échantillons biologiques laissées dans les lieux de crime. [2]

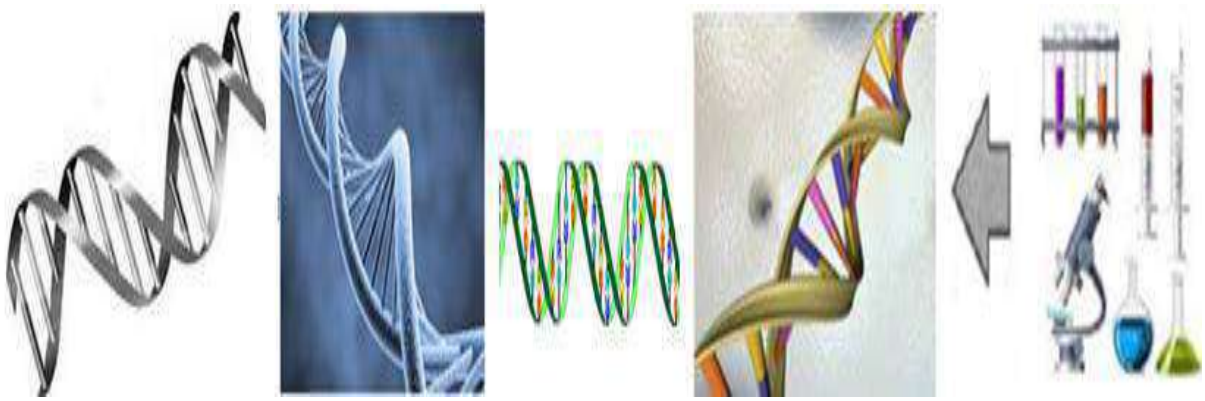


Figure I-12 : ADN

Tab I.10 Avantages et Inconvénient de l'ADN [2]

Avantage :	Inconvénients :
• Distinguer les individus avec une grande précision • Il facilite la détection des délinquants	• Lente pour obtenir les résultats • Avoir un coût élevé [8]

Pour que les caractéristiques, propre à chaque individu, puissent être qualifiées de modalités biométriques, elles doivent être :

– **universelles** (existent chez tous les individus),

– **uniques** (possibilité de différencier un individu par rapport à un autre),

– **permanentes** (peuvent évoluer dans le temps),

– **enregistrables** (possibilité d'enregistrer les caractéristiques d'un individu avec son accord),

– **mesurables** (possibilité de comparaisons futures). [2]

I.5 systèmes biométrique et ses modules de fonctionnements :

Un système de contrôle biométrique est un système automatique de mesure basé sur la reconnaissance de caractéristiques propres à un individu : physique, comportement.

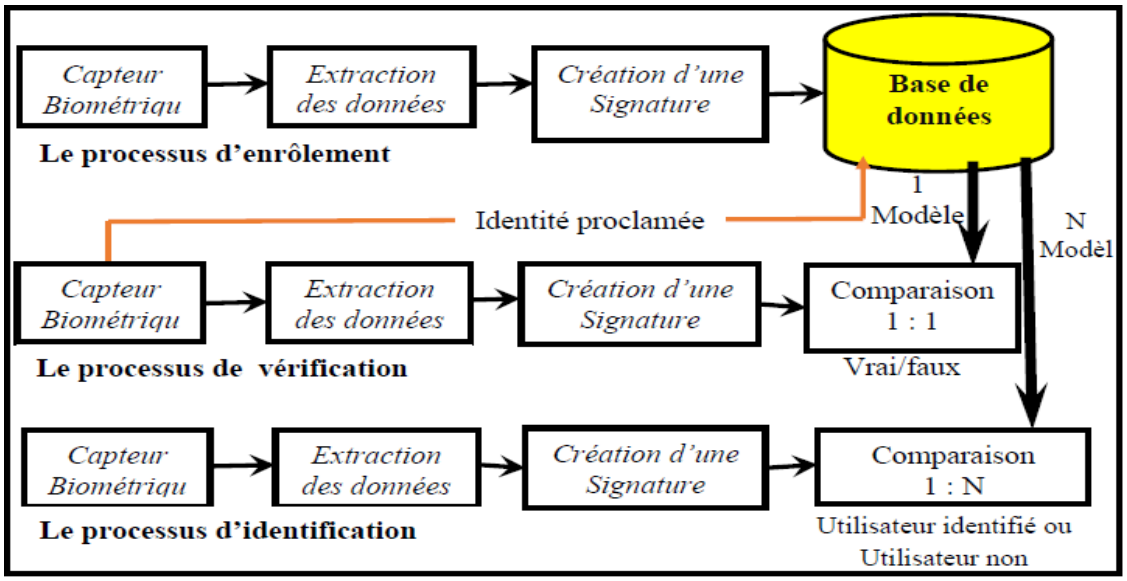


Figure I-13 : Architecture d'un système biométrique.

Il peut être représenté par quatre modules principaux :

1. **Le module de capture** est responsable de l'acquisition des données biométriques d'un individu (cela peut être un appareil photo, un lecteur d'empreintes digitales, une caméra de sécurité, etc.,)
2. **Le module d'extraction** de caractéristiques prend en entrée les données biométriques acquises par le module de capture et extrait seulement l'information pertinente afin de former une nouvelle représentation des données. Généralement, cette nouvelle

représentation est censée être unique pour chaque personne et relativement invariante aux variations intra-classes,

3. **Le module de correspondance** compare l'ensemble des caractéristiques extraites avec le modèle enregistré dans la base de données du système et détermine le degré de similitude (ou de divergence) entre les deux.
4. **Le module de décision** vérifie l'identité affirmée par un utilisateur ou détermine l'identité d'une personne basée sur le degré de similitude entre les caractéristiques extraites et le(s) modèle(s) stocké(s). [10]

I.5.1 Principe de fonctionnement :

-Capture de l'information à analyser (image ou son).

-Traitement de l'information et création d'un fichier " signature/gabarit " (éléments caractéristiques de l'image), puis mise en mémoire de ce fichier de référence sur un support (disque dur, carte à puce, code barre).

-Dans la phase de vérification, l'on procède comme pour la création du fichier "signature/gabarit " de référence, ensuite on compare les deux fichiers pour déterminer leur taux de similitude et prendre la décision qui s'impose.

Les informations stockées ne sont en jamais les images d'origine, mais un modèle mathématique des éléments qui distinguent l'échantillon biométrique d'un autre. Ce modèle est appelé un " gabarit " ou " signature ". De cette manière, on obtient alors des fichiers de très petite taille. Par exemple, l'image d'origine d'une empreinte digitale à une taille de l'ordre de **100 000** octets, et son gabarit une taille de l'ordre de **500** octets.

La création d'un gabarit s'effectue pendant la phase d'enrôlement qui est l'opération de génération et d'enregistrement du gabarit ainsi que des informations sur l'identité de la personne comme son nom, son prénom, son identifiant (numéro d'identification personnel). Dans cette phase, la qualité de l'image de l'échantillon biométrique pour le gabarit est primordiale pour la pleine satisfaction de l'utilisation du dispositif biométrique.[11]

I.5.2 Les paramètres de performances :

Les paramètres suivants sont utilisés pour la mesure de la performance standard d'un système biométrique d'identification.

1) Taux de reconnaissance (Rank-one Recognition Rate): Il mesure le pourcentage des entrées qui sont correctement identifiées.

2) Cumulative Match Caractéristiques (CMC): La courbe CMC donne le pourcentage de personnes reconnues en fonction d'une variable que l'on appelle le rang [2]. On dit qu'un système reconnaît au rang 1 lorsqu'il choisit la plus proche image comme résultat de la reconnaissance. On dit qu'un système reconnaît au rang 2, lorsqu'il choisit, parmi deux images, celle qui correspond le mieux à l'image d'entrée, etc. On peut donc dire que plus le rang augmente, plus le taux de reconnaissance correspondant est lié à un niveau de sécurité faible. Les paramètres suivants sont utilisés pour la mesure de la performance standard d'un système biométrique avec un scénario de vérification.

Les paramètres suivants sont utilisés pour la mesure de la performance standard d'un système biométrique de vérification.

1) Taux de Faux Rejet (TFR) ou (False Reject Rate, FRR): ce taux représente le pourcentage de personnes censées être reconnues mais qui sont rejetées par le système.

2) Taux de Fausse Acceptation (TFA) ou (False Accept Rate, FAR): ce taux représente le pourcentage de personnes censées ne pas être reconnues mais qui sont tout de même acceptées par le système.

3) Taux d'Égale Erreur TEE ou (Equal Error Rate, EER): Ce taux est calculé à partir des deux premiers critères et constitue un point de mesure de performance courant. Ce point correspond à l'endroit où TFR = TFA, c'est-à-dire le meilleur compromis entre les faux rejets et les fausses acceptations.

4) Receiver Operating Characteristic (ROC): La courbe ROC est une démonstration visuelle du compromis entre les TFA et le TFR liées à un seuil variable.[12]

I.6 Application de la biométrie :

La biométrie répond aux exigences de sécurité par les secteurs particuliers et les entreprises dans tous les pays. La sécurité biométrique couvre presque tous les domaines. Aujourd'hui, La sécurité biométrique est utilisée dans l'accès aux réseaux et aux systèmes d'information, paiement électronique et cryptage des données etc.…

I.6.1 Service public :

- Le contrôle et la sécurité des bâtiments gouvernementaux frontière.
- Contrôle les immigrants qui entrent et sortent du pays.
- Utilisés dans les aéroports et la santé.
- Aidant à passer de la carte d'assurance sociale.

I .6.2 Pouvoir judiciaire ;

- L'utilisation des empreintes digitales pour prouver certains faits concernant l'infraction pénale
- L'utilisation de l'ADN extrait du sang ou des cheveux dans la scène du crime pour obtenir le criminel

I.6.3 Secteurs des banques :

- Les transactions bancaires (retraits en espèces, les cartes bancaires, paiement par le téléphone et Internet).
- La réduction de la proportion de la fraude grâce à l'intégration des cartes à puce avec A reconnaissance des empreintes digitales.

I.6.4 Accès physique et logique :

Ceci se rapporte au contrôle d'accès physique comme la sécurisation des lieux (bâtiment ou une pièce) ou le contrôle d'accès logique comme la sécurisation d'une session informatique (ordinateur ou base de données). [6]

Conclusion :

Dans ce chapitre on a abordé quelques notions et définitions de base liées à la biométrie et ses diverses technologies, les principaux modules des systèmes biométriques et comment mesurer leurs performances ainsi que les domaines d'applications.

Introduction :

L'utilisation des images est aujourd'hui devenue courante dans nombreux d'applications. Leur grande efficacité a été ainsi mise en évidence pour l'analyse d'observations dans des domaines aussi variés que l'espace et l'industrie, ou lors d'applications militaires et médicales

Des progrès importants ont aussi été réalisés dans le domaine des capteurs radiométriques rendant possible l'utilisation des bandes spectrales depuis le visible jusqu'à l'infrarouge lointain [12].

Le traitement d'image peut être défini comme l'ensemble des méthodes et techniques opérant sur l'image afin d'extraire les informations pour fournir une image plus perceptible à l'œil humain.

Dans ce chapitre nous présentons quelques notions de base du domaine de traitement d'image numérique et des différentes applications et ces techniques aux images infrarouges .ainsi que des généralités sur les capteurs.

II.1 Définition d'une image:

L'image est une représentation d'une personne ou d'un objet par la peinture, le dessin, la photographie, le film, etc. .... C'est aussi un ensemble structuré d'informations qui, après l'affichage sur l'écran, ont une signification pour l'œil humain. Elle peut être décrite sous la forme d'une fonction I(x, y) analogique continue, définie dans un domaine borné, tel que x et y sont les coordonnées spatiales d'un point de l'image et I est une fonction d'intensité lumineuse et de couleur. Sous cet aspect, l'image est inexploitable par la machine, ce qui nécessite sa numérisation. [13]

II.2 Image numérique (numérisée) :

L'image numérique est l'image dont la surface est divisée en éléments de taille fixe appelés cellules ou pixels, ayant chacun comme caractéristique un niveau de gris ou de couleurs.

La numérisation d'une image est la conversion de celle-ci de son état analogique en une image numérique représentée par une matrice bidimensionnelle de valeurs numériques f(x,y), comme la montre la figure où :

x, y : coordonnées cartésiennes d'un point de l'image.

f(x, y) : niveau d'intensité. [13]

La valeur en chaque point exprime la mesure d'intensité lumineuse perçue par le capteur.

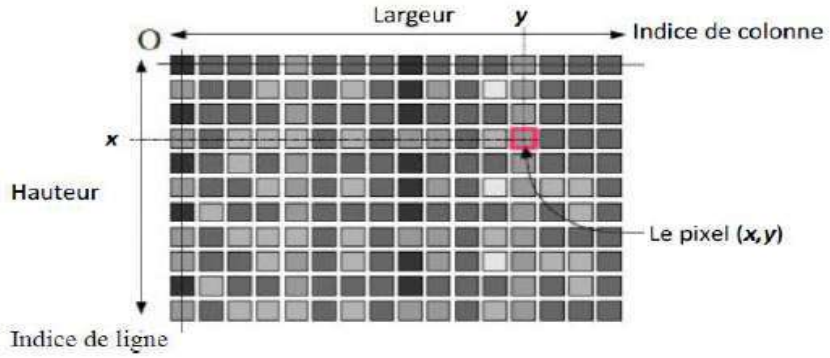


Figure II-1: Représentation d'image numérique.

II.3 Caractéristiques d'une image numérique :

L'image est un ensemble structuré d'informations caractérisé par les paramètres suivants:

II.3.1 Pixel :

Contraction de l'expression anglaise " Picture Eléments ": éléments d'image, le pixel est le plus petit point de l'image, c'est une valeur numérique représentative des intensités lumineuses.

Si le bit est la plus petite unité d'information que peut traiter un ordinateur, le pixel est le plus petit élément que peuvent manipuler les matériels et logiciels sur l'image. La lettre A, par exemple, peut être affichée comme un groupe de pixels dans la figure ci-dessous. [1]

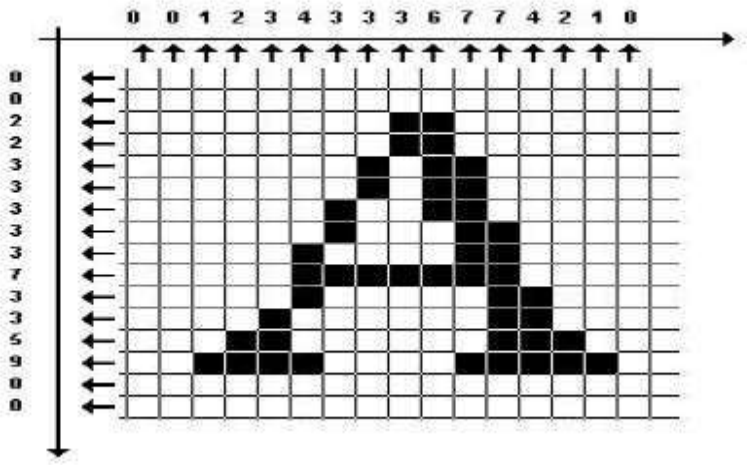


Figure II-2 : Groupe de pixel formant la lettre A

II.3.2 La texture :

Une texture est une région dans une image numérique qui a des caractéristiques homogènes. Ces caractéristiques sont par exemple un motif basique qui se répète .la texture est composée de Texel, l'équivalent des pixels. [15]

II.3.3 Dimension :

C'est la taille de l'image. Cette dernière se présente sous forme de matrice dont les éléments sont des valeurs numériques représentatives des intensités lumineuses (pixels). Le nombre de lignes de cette matrice multiplié par le nombre de colonnes nous donne le nombre total de pixels dans une image [16]

II.3.4 Résolution :

C'est la clarté ou la finesse de détails atteinte par un moniteur ou une imprimante dans la production d'images. Sur les moniteurs d'ordinateurs, la résolution est exprimée en nombre de pixels par unité de mesure (pouce ou centimètre). On utilise aussi le mot résolution pour désigner le nombre total de pixels affichables horizontalement ou verticalement sur un moniteur; plus grand est ce nombre, meilleure est la résolution [17]

II.3.5 Bruit :

Un bruit (parasite) dans une image est considéré comme un phénomène de brusque variation de l'intensité d'un pixel par rapport à ses voisins, il provient de l'éclairage des dispositifs optiques et électroniques du capteur [18]

II.3.6 Histogramme :

L'histogramme des niveaux de gris ou des couleurs d'une image est une fonction qui donne la fréquence d'apparition de chaque niveau de gris (couleur) dans l'image. Il permet de donner un grand nombre d'information sur la distribution des niveaux de gris (couleur) et de voir entre quelles bornes est repartie la majorité des niveaux de gris (couleur) dans le cas d'une image trop claire ou d'une image trop foncée [17]

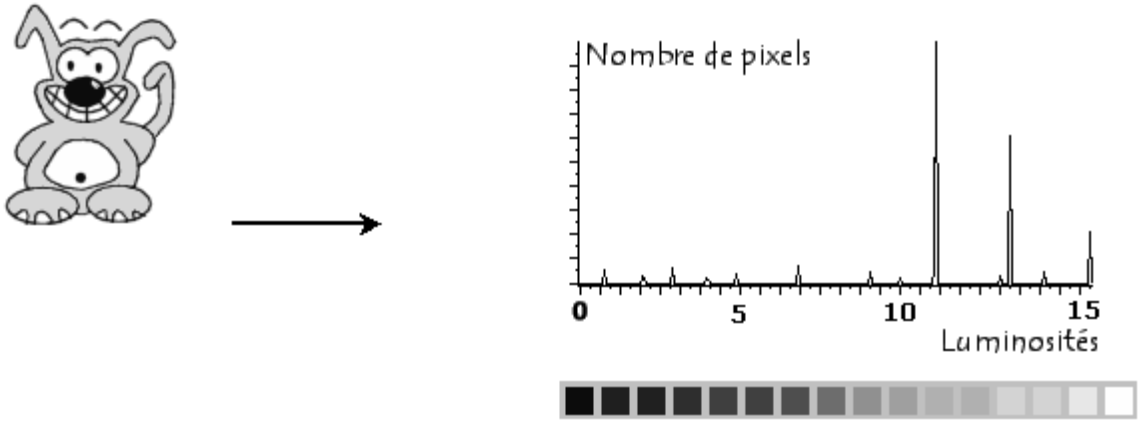


Figure II-3 : Histogramme et palette associés à une image

II.3.7 Luminance :

C'est le degré de luminosité des points de l'image. Elle est définie aussi comme étant le quotient de l'intensité lumineuse d'une surface par l'aire apparente de cette surface, pour un observateur lointain [13]

II.3.8 Contraste :

C'est l'opposition marquée entre deux régions d'une image, plus précisément entre les régions sombres et les régions claires de cette image. Le contraste est défini en fonction des luminances de deux zones d'images.

Le contraste C est défini par le rapport :

$$C = \frac{L1 - L2}{L1 + L2} \qquad \text{……(1)}$$

L1 et L2 sont les degrés de luminosité respectivement de deux zones voisines A1 et A2 d'une image, [18]

II.3.9 Contours et textures :

Les contours représentent la frontière entre les objets de l'image, ou la limite entre deux pixels dont les niveaux de gris représentent une différence significative. Les textures décrivent la structure de ceux-ci. L'extraction de contour consiste à identifier dans l'image les points qui séparent deux textures différentes [15]

II.4 Types d'images :

On distingue trois types d'images

II.4.1 Images binaires (en noir et blanc) :

Les images binaires sont les plus simples. Bichromes (dont les pixels ne peuvent avoir que les valeurs 0 et 1).

Le 0 correspond à un pixel noir et 1 à un pixel blanc. Le niveau de gris est donc codé sur un seul bit. [13]

II.4.2Images à niveaux de gris (Monochromes)

Le niveau de gris est la valeur de l'intensité lumineuse en un point. La couleur du pixel peut prendre des valeurs allant du noir au blanc en passant par un nombre fini de niveaux intermédiaires. Donc pour représenter les images à niveaux de gris, on peut attribuer à chaque pixel de l'image une valeur correspondant à la quantité de lumière renvoyée. Cette valeur peut être comprise par exemple entre 0 et 255. [13]

II.4.3 Images en couleurs (Polychromes)

Elle est obtenue par la combinaison de trois couleurs dites primaires : rouge, vert et bleu(RVB) .chaque couleur est codée comme une image à niveaux de gris, avec des valeurs allants de 0 à 255 .pour R=V=B=0 nous auront un noir pur, et pour R=V=B=255 . [13]

II.5 Système de traitement d'image :

Un système de traitement numérique d'images est composé de :

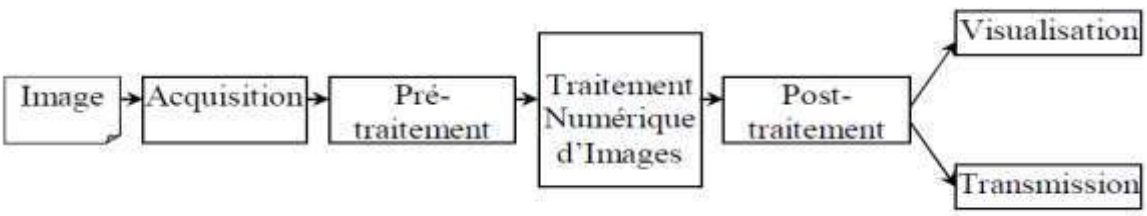


Figure II-4 : Schéma d'un système de traitement d'image

II.5.1 Acquisition et numérisation :

L'acquisition d'images constitue un des maillons essentiels de toute chaîne de conception et de production d'images. Pour pouvoir manipuler une image sur un système informatique, il est avant tout nécessaire de lui faire subir une transformation qui la rendra lisible et manipulable par ce système. Le passage de cet objet externe (l'image d'origine) à sa représentation interne (dans l'unité de traitement) se fait grâce à une procédure de numérisation. Ces systèmes de saisie, dénommés optiques, peuvent être classés en deux catégories principales : les caméras numériques et les scanners. [19]

II.5.2 Visualisation:

Tout système de traitement d'image est doté d'un dispositif de visualisation qui permet l'affichage des images.

L'utilisation de différents types de restituteurs permet de transformer le signal numérique qu'est la matrice image en un signal an alogique visible par l'œil de l'observateur.

Pour cela, différents types de supports peuvent être employés : moniteur vidéo, clichés photographiques, Impression sur papier. Dans tous les cas et pour chaque échantillon de l'image numérique, on recrée un nouvel élément d'image ou un nouveau pixel dont on choisit la forme de façon à reconstituer une image analogique qui soit la plus proche possible de l'image avant numérisation compte tenu des erreurs introduites lors de l'acquisition, de la numérisation et de la transmission[19]

II.5.3 Prétraitement d'images :

Cette phase a lieu juste après l'acquisition des images et a pour objectif d'améliorer la qualité de l'image en vue de sa segmentation.

Le temps de traitement (temps CPU) est très important. C'est un facteur décisif, il doit être le plus petit possible. Ceci implique que les opérateurs doivent être locaux, c'est-`a-dire qu'ils doivent intervenir sur un nombre limité de pixels et essentiellement sur des pixels dans le voisinage proche du pixel courant.

Les techniques de prétraitements les plus courantes qu'on va présenter sont :

- La modification d'histogramme,
- La réduction du bruit par filtrage [17]

II.6 Les approches de la segmentation d'images :

II.6.1 Définition de la segmentation :

La segmentation est une des étapes critiques de l'analyse d'images qui conditionne la qualité des mesures effectuées ultérieurement. C'est généralement une première étape d'un traitement plus complexe comme la reconnaissance de formes**.** Elle permet de cerner les formes des objets sur lesquels doit porter l'analyse.de délimiter des régions (l'intérêt et de les extraire du fond). Une bonne méthode de segmentation sera celle qui permettra d'arriver à une bonne interprétation**.** Elle devra donc avoir simplifié l'image sans pour autant en avoir trop réduit le contenu.[13]

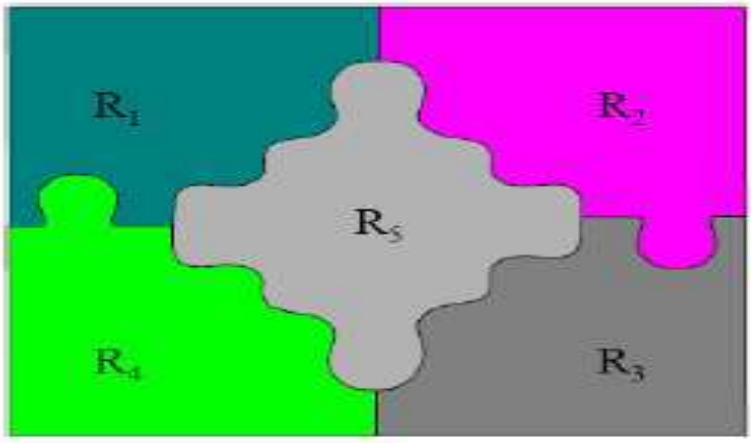


Figure II-5: Exemple de segmentation d'image

II.6.2 Extraction de contours :

La détection de contour est une étape préliminaire à de nombreuses applications de l'analyse d'images. Les contours constituent en effet des indices riches, au même titre que les points d'intérêts, pour toute interprétation ultérieure de l'image. Les contours dans une image proviennent des :

- discontinuités de la fonction de réflectance (texture, ombre),
- discontinuités de profondeur (bords de l'objet),

et sont caractérisés par des discontinuités de la fonction d'intensité dans les images. [17]

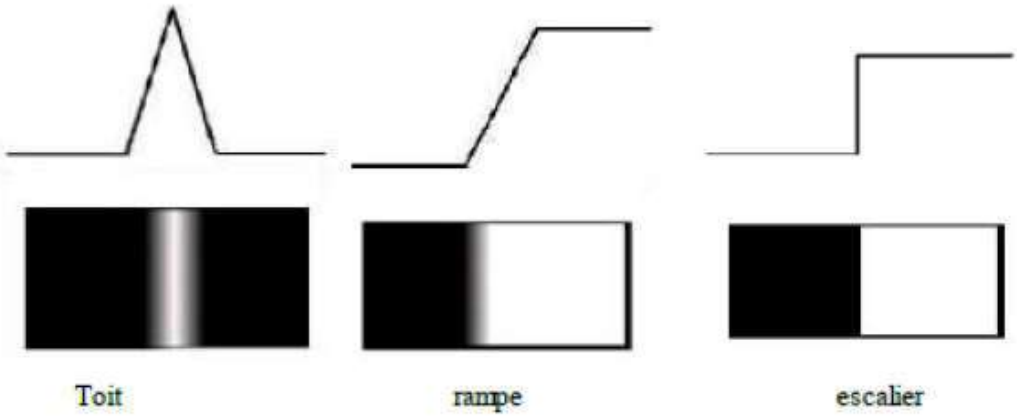


Figure II-6 : Différents types de contours

II.7Les limites de segmentation par contour

Les principales limites des méthodes de détection de contour sont les suivantes :

- Les contours extraits selon les méthodes classiques souvent ne correspondent pas nécessairement à la limite des objets. Dans de nombreuses images de basse qualité, quelques-unes des méthodes produisent des faux contours.

- Les techniques de détection de contour dépendent de l'information contenue dans le voisinage local de l'image. Il n'y a pas d'information globale.

- Après l'extraction des points de contours, ces derniers sont reliés afin de déterminer les frontières. Le processus de fermeture des contours peut parfois conduire à des discontinuités et des lacunes dans l'image.

- Il est souvent difficile d'identifier et de classer les contours parasites. [13]

II.8 Capteur d'image :

II.8.1 définition :

Un capteur transforme une grandeur physique en une grandeur normée, généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande. [20]

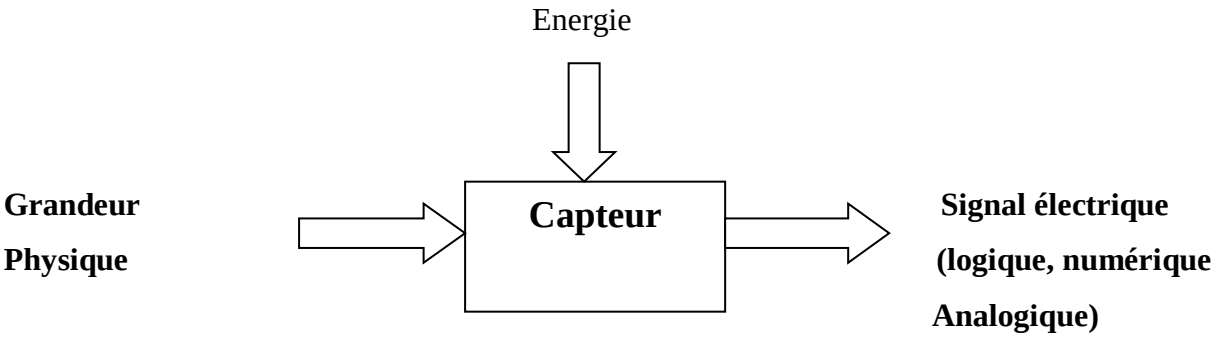


Figure II-7 : principe d'un capteur

II.8.2 Capteur d'image infrarouge :

Sont des dispositifs de détection IR détectent longueurs d'onde infrarouges, ou de la lumière constitués de rayonnement électronique avec une longueur d'onde comprise entre 0,7 à 1000 microns, un système de mesure égale à un millionième de mètre. Cette gamme de longueur d'onde représente la bande infrarouge, qui émet des températures de rayonnement détectable par des capteurs infrarouges [21]

II.8.3 Principe de fonctionnement de capteur infrarouge

Un capteur infrarouge IR est l'œil électronique qui se trouve sur de nombreux appareils qui viennent avec une télécommande. La commande à distance transmet un faisceau infrarouge, invisible à l'œil humain, sur une distance fixe de l'appareil, qui suit les instructions de transmission codées de chaque bouton de la télécommande. Par exemple, en appuyant sur "Pause" sur la télécommande du lecteur de DVD provoque l'arrêt du moteur tourner le disque dans le lecteur DVD, [21]

II.8.4 Des exemples sur les capteurs infrarouges :

A-capteur d'image FPA / infrarouge 2048 × 2048 px | HAWAII-2RG™

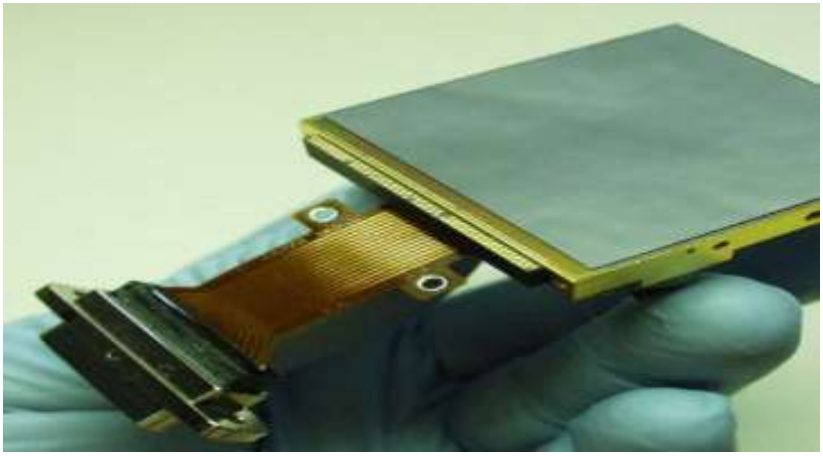


Figure II-8 : capteur d'image FPA / infrarouge 2048 × 2048 px

Description :

Le HAWAII-2RG ™ (H2RG) de 2048 × 2048 pixels est le circuit intégré de lecture le plus moderne pour l'astronomie visible et infrarouge dans les applications de télescopes au sol et spatiaux.

Grand réseau (2048 × 2048 pixels) avec un pas de pixel de 18 µm.

Compatible avec les détecteurs visibles PIN HyviSI ™ de Teledyne Imaging Sensors (TIS) et infrarouge (IR) HgCdTe, permettant la détection de n'importe quelle bande spectrale depuis les rayons X mous jusqu'à 5,5 µm.

Entièrement compatible avec l'électronique Focal Plane TIS SIDECAR ™. [22]

B- Capteur d'image FPA / infrarouge / linéaire MWIR (3 - 4.6 µm), 128 pixels | LUXELL 128

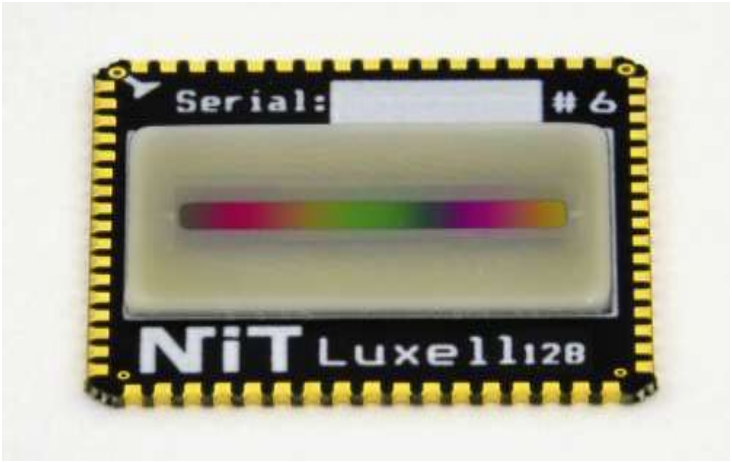


Figure II-9 : Capteur d'image FPA / infrarouge / linéaire MWIR (3 - 4.6 µm), 128 pixels | LUXELL 128

Description :

Le LUXELL 128 est intégré avec un filtre variable linéaire. Il est bien adapté pour diverses applications de spectroscopie. Un filtre linéaire spectral allant de 2,995 microns à 4,5 microns est incorporé. Il est livré sur un emballage propriétaire basé sur les étapes TEC. L'unité est idéale avec le module LUXELL CORE. Il s'agit d'une taille de pixel de 1000 microns et de pas de pixel de 100 microns. [22]

C-Capteur d'image CMOS monochrome / infrarouge / pour faible luminosité 3 - 4.5 V | LX1977

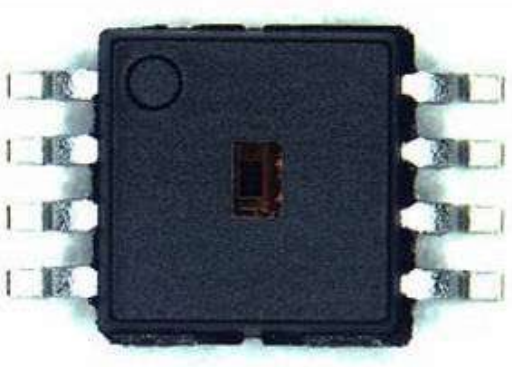


Figure II-10 : Capteur d'image CMOS monochrome / infrarouge / pour faible luminosité 3 - 4.5 V | LX1977

Description :

Le LX1977 est un capteur de lumière ambiante (ALS) basé sur CMOS avec une interface SMBus compatible I2C. Cet appareil est idéal pour contrôler les systèmes d'éclairage d'arrière-plan des produits de consommation à faible coût tels que la télévision, les ordinateurs portables, les appareils portatifs ou les appareils médicaux. Le LX1977 est disponible dans un boîtier MSOP à 8 broches et est opérationnel dans la plage de température ambiante de -40 ° C à 85 ° C [22].

II.8.5 les capteurs infrarouges dans le domaine biométrique :

C'est un peu le match du moment dans le petit monde de la biométrie grâce à des capteurs issus de la recherche en photonique. Les premiers comme les secondes sont propres à chaque individu et uniques, et cela permet de s'assurer d'une identité. Mis au point à l'origine par Hitachi pour assurer le suivi du fœtus, [23]
Il existe plusieurs exemples du capteur biométrique :

A-Reconnaissance par réseaux veineux du doigt



Figure II-11 : Lecteur biométrique veines du doigt zx-4000

Description :

Le Lecteur Biométrique **ZX-4000 FingerVein** bénéficie de la nouvelle plate forme 4G de Bioscrypt intégrant la technologie de Reconnaissance du **Réseau Veineux du doigt.**

Cette technologie du réseau veineux du doigt permet une reconnaissance « sans trace » garantissant l'identité de la personne qui veut accéder à un local.

Le **ZX-4000 FingerVein** est un lecteur biométrique **compact, rapide et puissant** qui peut s'intégrer dans une architecture classique avec différents contrôle d'accès existant. [24]

B- LECTEUR EMPREINTE SUR BADGE



Figure II-12 : Lecteur biométrique extérieur zx-120 biolite net

Description :

Le Lecteur Biométrique **ZX-120** permet au choix de gérer les empreintes seules, les empreintes sur cartes ou les cartes seules. Cela permet une souplesse d'utilisation.
A l'aide d'une station d'enrôlement ZX-115, le logiciel BiomAccess enrôlement permet d'enregistrer les individus et de créer leur badge contenant l'empreinte. La station d'enrôlement ZX-106 pourra être utilisée pour le stockage d'empreintes dans le lecteur.

Le lecteur biométrique **ZX-120** est spécialement prévu pour l'extérieur. [25]

C-Capteur biométrique lecteur de veines du doigt



Figure II-13 : Capteur biométrique BIO-VEINZ

Description :

Le lecteur BIO-VEINZ utilise un scanner biométrique fait par Hitachi qui lit les veines du doigt pour identifier la personne. Il provient de la recherche médicale. Chaque personne à un modèle de veine unique, il ne peut donc avoir deux personnes ayant la même disposition de veines. Dans la phase d'enregistrement, le doigt est illuminé par les côtés par des faisceaux de lumière. Un senseur optique enregistre les images et les mémorise dans le hardware/l'ordinateur/la carte dépendant de la configuration. Dans son usage pour le contrôle d'accès ou de présence, le lecteur compare limage stockée avec le doigt sur le lecteur et accepte ou non l'accès. [26]

D- Lecteur biométrique des réseaux veineux



Figure II-114: Lecteur biométrique BIOVEIN

Description :

BIOVEIN est le premier lecteur de reconnaissance biométrique du réseau veineux des doigts de la main basé sur la technologie Finger Vein d'Hitachi

Cette technologie révolutionnaire permet de conjuguer libertés individuelles, sécurité absolue et un grand confort d'utilisation. [27]

E-Reconnaissance de la main en 3D



Figure II-15: Lecteur biométrique zx-50 hand pass handkey

Description :

Le Lecteur Biométrique **ZX-50** apporte une totale sécurité et l'avantage de la technologie biométrique.

Le **ZX-50** utilise la technologie d'analyse de la morphologie de la main en 3D. Il vérifie la taille et la forme de la main d'une personne en moins d'une seconde. Les avantages de la sécurité biométrique étaient auparavant réservés aux applications de haute sécurité, grâce au Lecteur Biométrique **ZX-50**, elles sont désormais accessibles aux activités les plus courantes [28]

Conclusion :

Les prétraitements d'images permettent d'améliorer la qualité de l'image en vue de traitements ultérieurs.

Nous avons introduit dans ce chapitre les notions de base de traitement d'images et ses différentes techniques. Ainsi que les différents capteurs d'image.

Introduction :

Une veine est un vaisseau sanguin qui transporte le sang des organes vers le cœur.

La veine de doigt est une biométrie physiologique unique pour identifier des individus basés sur les caractéristiques physiques et les attributs des modèles veineux dans le doigt humain.

La biométrie des veines digitales apparaît comme la méthode infaillible d'identification personnelle automatisée [29] car le motif veineux est une caractéristique interne, donc il est plus sûr que d'autres caractéristiques biométriques. Les informations sur les veines de doigt ne peuvent pas être copiées ou volées intentionnellement [30]

L'extraction d'objets veineux est la première étape cruciale du processus. Le but est d'obtenir des crêtes veineuses à partir du fond. La performance de la reconnaissance est largement liée à la qualité de l'extraction des objets veineux. La pratique standard consiste à acquérir des images de veines digitales en utilisant la spectroscopie dans le proche infrarouge[29], Hitachi a travaillé sur le développement d'une nouvelle application pour l'authentification de veine de doigt sur Internet « banking » et la connexion aux applications métier. Le dispositif de capture du motif veineux est relativement petit comparé à ceux d'autres dispositifs de capture biométriques. [30]

Dans ce chapitre, nous utilisons une méthode d'extraction des veines basée sur le suivi de ligne répéter, qui commence à différentes positions. Les lignes sombres locales sont identifiées et le suivi des lignes est exécuté en se déplaçant le long des lignes, pixel par pixel.

II.1 Extraction des veines : [30]

A fin d'élaboration de notre système nous avons utilisé le logiciel Matlab 2013 et son environnement interactif, est un langage de haut niveau qui permet l'exécution de tâches nécessitant une grande puissance de calcul et dont la mise en œuvre sera bien plus simple et rapide

II.1.1Procedure :

La procédure pour l'identification personnelle en utilisant des modèles de veines dans un doigt est représentée sur la figure III- 2. Les détails sont décrits ci-dessous.

Mais on va concentrer notre étude dans ce mémoire à la partie d'extraction

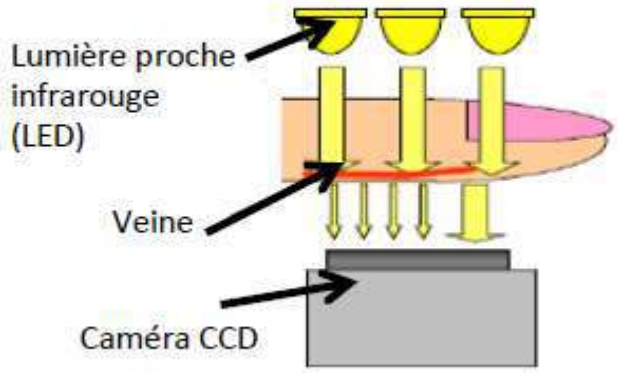


Figure III-1 : Transmission de lumière

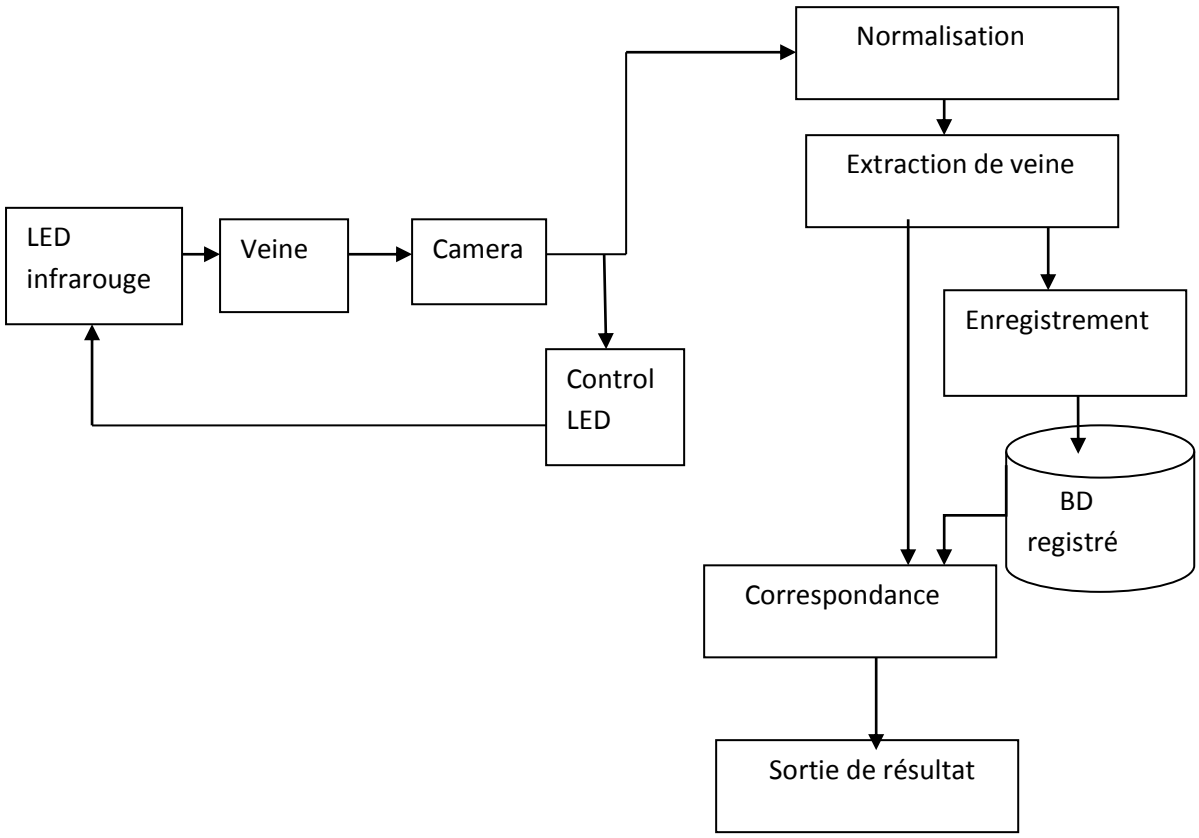


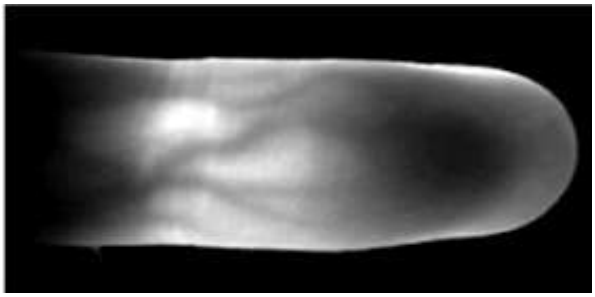
Figure III -2 : Principe d'identification personnelle à l'aide de modèles de veines digitales

III.1.1-A : Acquisition d'une image infrarouge du doigt :

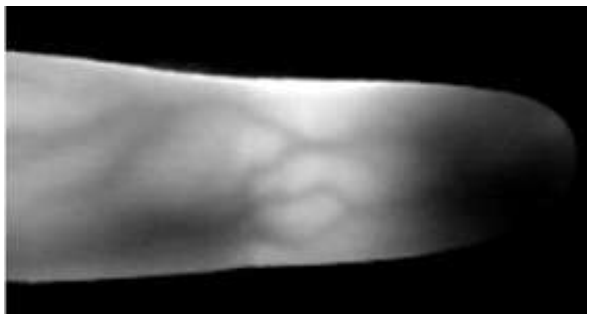
Un dispositif d'imagerie spécial est utilisé pour obtenir l'image infrarouge d'un doit.
Une lumière infrarouge irradie l'arrière de la main et la lumière passe à travers le doigt. Une caméra située dans la paume de la main capture cette lumière. L'intensité de la lumière de la LED est ajustée en fonction de la luminosité de l'image La figure III-3a montre un prototype de dispositif d'imagerie. Il mesure 7 cm (large) × 6 cm (long) × 4 cm (haut) et possède une caméra CCD de 1/3 pouce. L'appareil est constitué de pièces bon marché.
Comme l'hémoglobine dans le sang absorbe la lumière infrarouge, le motif des veines du côté palmaire du doigt est capturé sous forme d'ombres. De plus, la transmit tance de la lumière infrarouge varie avec l'épaisseur du doigt. Comme cela varie d'un endroit à l'autre, l'image infrarouge contient un ombrage irrégulier. Sur la figure III-3 b et III-3 c sont des exemples d'images capturées.



(a) Dispositif d'imagerie



(b) l'image de la veine de doigt (1)



(c) Image de la veine de doigt (2)

Figure III -3 : Prototype du dispositif d'imagerie de la veine digitale (a) et exemples d'images infrarouges d'un doigt (b, c)

III.1.1-B : Normalisation de l'image :

L'emplacement et l'angle du doigt dans l'image nécessitent une certaine forme de normalisation, car ces qualités varient à chaque fois. La normalisation bidimensionnelle est faite en utilisant le contour du doigt en supposant que l'emplacement tridimensionnel et l'angle du doigt sont constants.

III.2. Problèmes techniques : [30]

Le problème technique pour un système d'identification personnel basé sur les modèles de veines digitales est l'extraction robuste des motifs des veines des doigts malgré la présence d'un bruit irréguliers. Pour exécuter une identification personnelle avec un degré élevé de précision, seul le motif des veines doit être extrait de l'image infrarouge. Cependant, l'image contient également un ombrage et un bruit irréguliers (figures III- 3b et c). Un système d'identification personnelle pratique nécessite donc une robustesse face à ces facteurs.

III.3 Extraire et assortir les motifs de la veine :[30]

III.3.1 Garder l'extraction robuste :

Pour l'extraction robuste des modèles de veine du doigt à partir des images non uniformes, dans la méthode SLR. L'extraction des motifs est basée sur le nombre de fois que les lignes de suivi passent à travers les points.

III.3.1.1 Essais répétés du suivi de la ligne noire

Le profil transversal d'une veine apparaît comme une vallée, comme indiqué dans la Figure III. 4. La profondeur de la vallée varie avec l'ombrage de l'image. Cependant, la vallée reste détectable. Par conséquent, les profils nous donnent une méthode robuste de détection des veines.

L'opération de suivi de ligne commence à n'importe quel pixel de l'image capturée. La position actuelle des pixels est appelée "point de suivi actuel" et est déplacée pixel par pixel le long de la ligne sombre. La profondeur du profil transversal est vérifiée autour du point de suivi actuel. La figure 4 montre un exemple de la relation spatiale entre le point de suivi actuel (xc, yc) et le profil transversal. Le pixel p est un voisin du point de suivi actuel dans la direction supérieure droite. Le profil Transversal s-p-t ressemble à une vallée. Par conséquent, le point de suivi actuel est sur une ligne sombre.

La direction de cette ligne sombre peut être détectée en vérifiant la profondeur de la vallée avec θi variable.

Cela nous donne le θi auquel la vallée est la plus profonde. Après cela, le point de suivi actuel se déplace vers le pixel le plus proche de cette direction, pixel p. Si la vallée n'est détectable dans aucune direction θi, le point de suivi actuel n'est pas sur une ligne sombre et une nouvelle opération de poursuite commence à une autre position.

Pour le suivi de ligne lisse, un attribut qui restreint les augmentations de la courbure globale du locus est ajouté au point de suivi. Cet attribut est appelé "l'attribut de direction de mouvement".

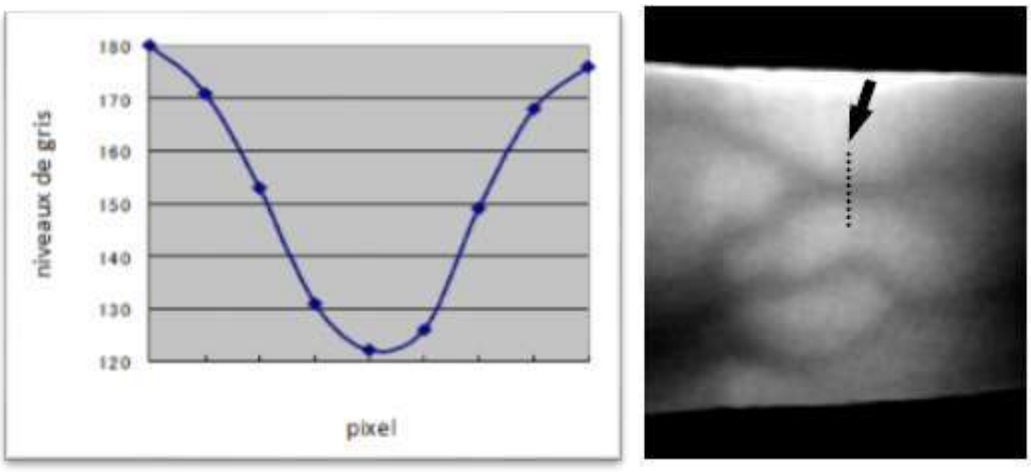
Concrètement, cela limite la sélection parmi les huit pixels voisins de la position du point de suivi suivant.

Si une opération de suivi de ligne est effectuée, seulement une partie des veines de l'image sera suivie. Pour résoudre ce problème, des séquences de suivi de veines sont démarrées à différentes positions qui sont déterminées de sorte que les essais de suivi de ligne sont menés uniformément à travers l'image.

Le point de suivi actuel peut suivre une région de bruit par hasard, cependant, les lignes sombres sont de plus en plus suivies plus souvent avec des opérations répétées. Cela rend l'extraction robuste des modèles de veines du doigt.

Le nombre de fois que chaque pixel est devenu le point de suivi actuel est enregistré dans une matrice appelée "espace de lieu".

La taille de l'espace du lieu a le même nombre de pixels que l'image capturée.



a **b**

Figure III-4 : a) Profil de luminosité transversal d'une veine. b) Position de la section transversale

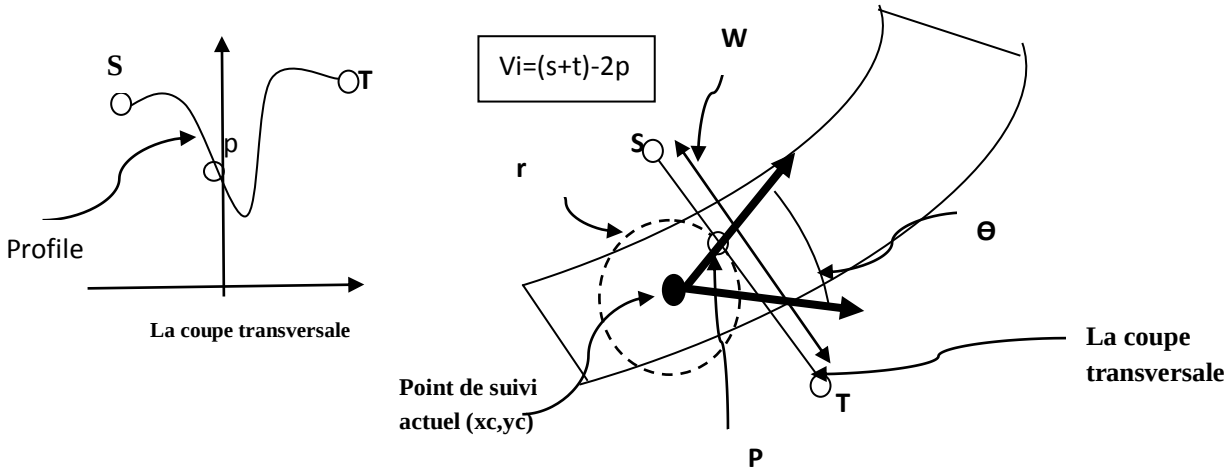


Figure III -5 : Détection de la ligne sombre

III.3.1.2 Extraction des motifs de la veine :

Les positions dans l'espace du lieu où sont stockées les valeurs élevées sont fréquemment suivies dans la procédure de suivi des lignes. Autrement dit, les positions avec des valeurs élevées dans l'espace du lieu ont des probabilités élevées d'être les positions des veines. Par conséquent, les chemins des veines des doigts sont obtenus en tant que chaînes de positions de haute valeur dans l'espace du lieu.

III.3.2 Réduction des coûts de calcul :

III.3.2.1 Éliminer les opérations de suivi inutiles

L'élimination de certains points de départ pour le suivi de ligne réduit les coûts de calcul tout en conservant la précision dans l'extraction. Dans cette étude, le point de départ de chaque opération de suivi de ligne est déterminé en utilisant la méthode de Carlo [7].

III.3.2.2 Réduire la taille du motif :

Plus le gabarit est petit, plus le calcul est rapide; c'est-à-dire que la réduction de la taille de l'espace du locus conduit à un calcul plus rapide.

Comme la structure des veines a une structure clairsemée en général, l'information requise pour l'identification personnelle est conservée.

III.3.3 Algorithmes : [30]

III.3.3.1 Extraction de caractéristiques :

La méthode d'extraction de caractéristiques est décrite dans cette section.

F (x, y) est l'intensité du pixel (x, y), (xc, yc) est la position du point de suivi actuel du suivi de ligne dans l'image, Rf est l'ensemble des pixels dans le contour du doigt, et Tr est l'espace du lieu. Supposons que le pixel en bas à gauche de l'image be (0, 0), la direction positive de l'axe des abscisses doit être vers la droite dans l'image, la direction positive de l'axe des y doit être vers le haut dans l'image et Tr (x, y) doit être initialisée à 0.

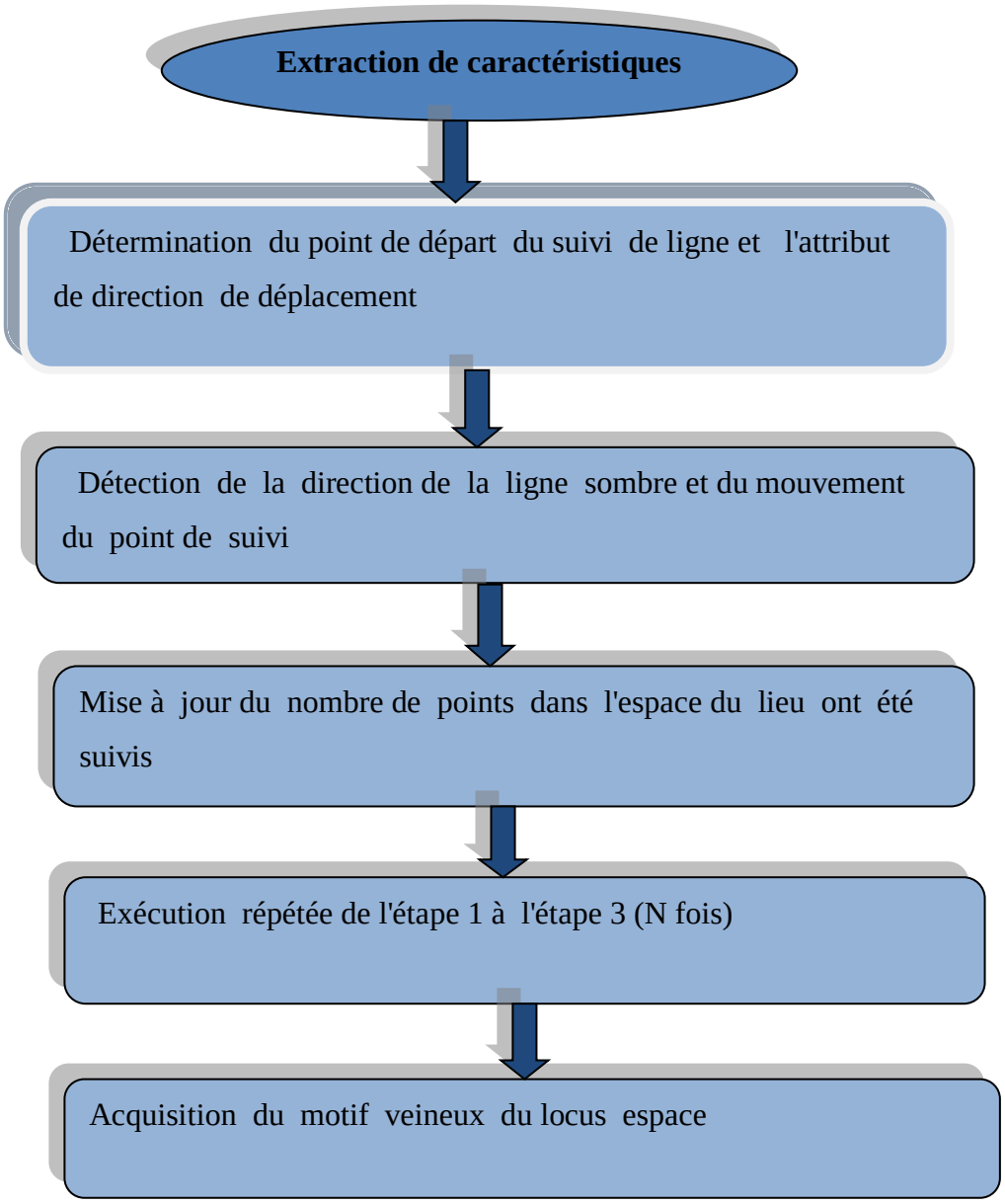


Figure III-6 : Schéma bloque des étapes d'extraction des caractéristiques des veines.

Les détails de chaque étape sont décrits ci-dessous :

Étape 1: **Détermination du point de départ du suivi de ligne et l'attribut de direction de mouvement.**

Le point de départ pour le suivi de ligne est (xs, ys), une paire de nombres aléatoires sélectionnés à partir de Rf. C'est-à-dire que la valeur initiale du point de suivi actuel (xc, yc) est (xs, ys). Après cela, l'attribut de direction de déplacement Dlr, Dud est déterminé. Dlr, Dud sont les paramètres qui empêchent le point de suivi de suivre un chemin avec une courbure excessive. Dlr et Dud sont indépendamment déterminés comme suit:

$$Dlr = \begin{cases} (1,0) (\text{if } Rnd(2) < 1) \\ (-1,0) \text{ (otherwise);} \end{cases} \quad (1)$$

$$Dud = \begin{cases} (0,1) (\text{if } Rnd(2) < 1) \\ (0,-1) \text{ (otherwise);} \end{cases} \quad (2)$$

où Rnd (n) est un nombre aléatoire uniforme entre 0 et n.

Étape 2: Détection de la direction de la ligne noire et mouvement du point de suivi

Cette étape est composée de plusieurs sous-étapes sont décrits ci-dessous :

Étape 2-1: Initialisation de la table de position du lieu Tc

Les positions sur lesquelles le point de suivi se déplace sont stockées dans la table de position du lieu, Tc. La table est initialisée dans cette étape.

Etape 2-2: Détermination de l'ensemble des pixels Nc auxquels le point de suivi actuel peut se déplacer

Un pixel sur lequel se déplace le point de suivi actuel (xc, yc) doit être dans la région du doigt, n'ont pas été une précédente (xc, yc) dans le cycle actuel de suivi, et être l'un des les pixels voisins de (xc, yc).

Par conséquent, Nc est déterminé comme suit:

$Nc = \overline{Tc} \cap Rf \cap Nr(xc, yc)$, (3)

Par conséquent, Nc est déterminé comme suit: Où Nr (xc, yc) est l'ensemble des pixels voisins de (xc, yc), sélectionné comme suit:

$$Nr(xc, yc) = \begin{cases} N3(Dlr)(xc, yc)(if\ Rnd(100) < plr); \\ N3(Dud)(xc, yc)(if\ plr + 1 \leq Rnd(100) < plr + pud \\ N8(xc, yc)\big(if\ plr + pud + \&1 \leq Rnd(100)\big)\ , \end{cases} \quad (4)$$

où N8 (x, y) est l'ensemble des huit pixels voisins d'un pixel (xc, yc) et N3 (D) (x, y) est l'ensemble des trois pixels voisins de (xc, yc) dont la direction est déterminée par la l'attribut de direction en mouvement D (défini comme (Dx, Dy)).
N3 (D) (x, y) peut être décrit comme suit:

$$N3(D)(x, y) = \{(Dx+x, Dy+y), (Dx-Dy+x, Dy-Dx+y), (Dx+Dy+x, Dy+Dx+y)\}. \quad (5)$$

Paramètres plr et pud dans Eq. 4 sont la probabilité de sélectionner les trois pixels voisins dans la direction horizontale ou verticale, respectivement, comme Nr (xc, yc). Les veines dans un doigt ont tendance à courir dans la direction de la longueur du doigt. Par conséquent, si nous augmentons la probabilité que N3 (Dlr) (xc, yc) soit sélectionné comme Nr (xc, yc), nous obtenons une représentation fidèle du motif des veines du doigt. Dans les expériences préliminaires, d'excellents résultats sont obtenus lorsque plr = 50 et pud = 25.

Étape 2-3: Détection de la direction de la ligne sombre à proximité du courant point de suivi.

Pour déterminer le pixel vers lequel le point de suivi actuel (xc, yc) doit se déplacer, l'équation suivante, appelée fonction d'évaluation de ligne, est calculée. Cela reflète la profondeur des vallées dans les profils transversaux autour du point de suivi actuel (figureIII-4):

$$Vl = \max_{(xi,yi)\in Nc} \{F(xc + r\cos\theta i - \frac{W}{2}\sin\theta i, yc + r\sin\theta i + \frac{W}{2}\cos\theta i) + F(xc + r\cos\theta i + \frac{W}{2}\sin\theta i, yc + r\sin\theta i - \frac{W}{2}\cos\theta i) - 2F(xc + r\cos\theta i, yc + r\sin\theta i)\}, \quad (6)$$

Où W est la largeur des profils, r est la distance entre (xc, yc) et la section transversale, et θi est l'angle entre le segments de ligne (xc, yc) - (xc + 1, yc) et (xc, yc) - (xi, yi).

Dans ce chapitre , en considérant que l'épaisseur des veines est visible dans les images capturées, ces paramètres sont définis à W = 17 et r = 1.

Étape 2-4: Enregistrement du locus dans le tableau de position du locus Tc et déplacement du point de suivi

Le point de suivi actuel (xc, yc) est ajouté à la locus position table Tc. Après cela, si Vl est positif, (xc, yc) est alors mis à jour à (xi, yi) où Vl est maximum.

Étape 2-5: Exécution répétée des étapes 2-2 à 2-4

Si Vl est positif, passez à l'étape 2-2; si Vl est négatif ou nul, laissez l'étape 2 et passez à l'étape 3, puisque (xc, yc) n'est pas dans l'obscurité ligne.

Étape 3: Mise à jour du nombre de points dans l'espace du lieu ont été suivis

Les valeurs des éléments dans l'espace de lieu Tr (x, y) sont incrémentées $\forall (x, y) \in Tc$.

Étape 4: Exécution répétée des étapes 1 à 3 (N fois)

Les étapes 1 à 3 sont ainsi exécutées N fois. Si le nombre de répétitions N est trop petit, une extraction de caractéristiques insuffisante est effectuée. Si, en revanche, N est trop grand, les coûts de calcul sont inutilement augmentés. Grâce à une expérience, nous déterminons que N = 3000 est la limite inférieure pour l'extraction de caractéristiques suffisantes.

Étape5: Acquisition du réseau de veines à partir de l'espace du locus

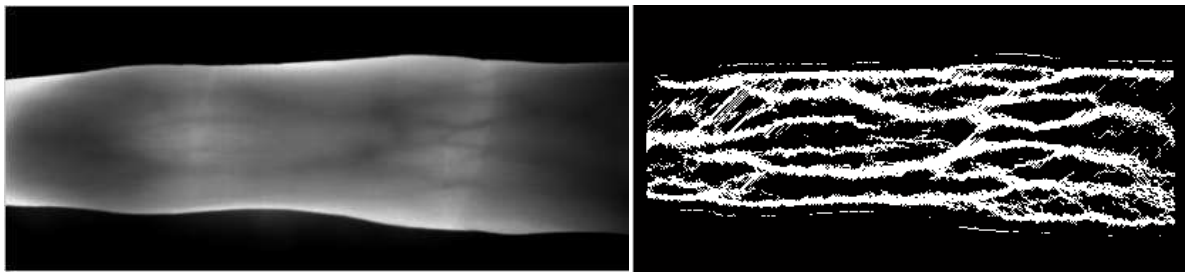
Le nombre total de fois où le pixel (x, y) a été le point de suivi actuel dans l'opération de suivi de ligne répétitive est stocké dans l'espace de lieu, Tr (x, y). Par conséquent, le modèle de veine de doigt est obtenu sous forme de chaînes de valeurs élevées de Tr (x, y).

Résultats d'extraction :

La figure III.7 montre un résultat d'extraction de la veine digitale. La figure 5a est l'image infrarouge à partir de laquelle la figure 5b est produite en tant que distribution de valeurs dans Tr (x, y). Les valeurs les plus élevées sont affichées sous la forme de pixels plus lumineux.

A- Pour :

N=3000 ; r=1 ; W=17



a **b**

Figure III-7 : a) Efficacité de l'extraction du modèle veine de doigt d'une image infrarouge.
b) Distribution de la valeur dans l'espace du lieu

B- pour :

N=1000 ; r=1 ; W=11

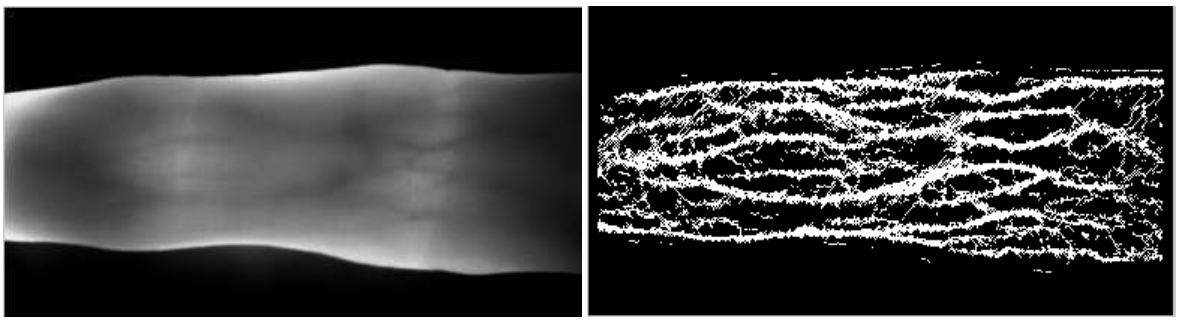


Figure III-8 : a) Efficacité de l'extraction du modèle veine de doigt d'une image infrarouge.
b) Distribution de la valeur dans l'espace du lieu

Nous observons que lorsque le nombre d'itération est grand l'image est très claire et les traits des veines sont bien extraire.

Conclusion :

En conclusion, nous avons simulées la méthode de suivi des les lignes répétés de doigt par le logiciel Matlab. Pour extraire les caractéristiques d'une image de veine de doigt originale, nous avons procédé au suivi de la ligne d'image à partir du point de départ. Les résultats de l'expérience montrent que la méthode SLR détermine les voies de veines du doigt dans l'espace du lieu . L'avantage de cette méthode réside dans sa capacité à détecter les lignes sombres de l'image de veines et de ne pas dépendre des veines superficielles (en d'autres termes ,il détecte que les veines profondes).

.

La reconnaissance biométrique est l'identification des personnes par l'utilisation de ses caractéristiques physiques ou comportementales ou biologies. Parmi les modalités les plus utilisées dans la reconnaissance biométrique il ya se quand appel la reconnaissance par les veines de doigt. Une modalité permanente et unique. Les chercheurs essayent toujours de développer les systèmes de reconnaissance à travers des outils mathématiques habituellement complexes de faire la discrimination entre les individus ce qui nous met dans un environnement très diversifié.

Les objectifs dans ce mémoire est de faire extraire les caractéristique des veines de doigt par l'utilisation de la méthode de suivi des lignes répétés ; nous ,avons simulées cette méthode sous forme d'un algorithme exécuté par le logiciel Matlab pour obtenir le résultat d'extraction qui donne des information sur les veines sous forme de lignes.

Comme perspectif, nous envisageront un travail concentrée sur l'évaluation de système de reconnaissance des veines de doigt dans les deux phases (vérification et identification) .

Bibliographie

[1] Akrouf Samir , Une Approche Multimodale pour l'Identification du Locuteur,

Université Ferhat Abbas-Sétif . 2011

[2] Zitouni Sif eddine, Saci abdelmoumen, Authentification et Identification biométrique des personnes par les empreintes palmaires, Université kasdi merbah Ouargla. 2016

[3] Benchennane Ibtissam **,** Etude et mise au point d'un procédé biométrique Multimodale pour la reconnaissance des individus, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf. 2016

[4] Frédéric Massicotte, La biométrie, sa fiabilité et ses impacts sur la pratique de la démocratie libérale, Université du Québec à Montréal .2007

[5] Abdelatif Ghachoua, Ibrahim kahlaoui, Reconnaissance de personnes en utilisant l'empreinte Palmaires multi spectral basés sur L'apprentissage approfondi, Universite kasdi merbah Ouargla. 2016

[6] Dossier technique, Techniques de contrôle d'accès Par biométrie, Octobre 2011

[7] Haroun Djaafar**,** Identification basée sur le code d'iris, Université Ferhat Abbas-Sétif. 2010

[8] Boukraa Fatima , Caractéristique biométrique pour l'identification, université d'Oran.2016

[9] Nicolas Morizet, Reconnaissance Biométrique par Fusion Multimodale du Visage et de l'Iris, École Doctorale d'Informatique, Télécommunications et Électronique de Paris.2009

[11] Abdelmalik Ouamane**,** Reconnaissance Biométrique par Fusion Multimodale Du Visage 2D et 3D, Université Mohamed Khider – Biskra.2015

[12] Gilles Girard , traitement numériqued'images infrarouges

V. Ralph Algazi ,Signal and Image Processing Laboratory, Departement of Electrical and Computer Engineering, University of California, Davis, Calif. 95616 USA

[13] Sarra BENFRIHA et Asma HAMEL ,Segmentation d'image par Coopération région-contours, Université KasdiMerbah-Ouargla .2016

[14] A.Medjaoui , f.fares , segmentation des images par contours actifs : application sur les Images Satellitaires à Haute Résolutions, Université Abou Bakr Belkaid– tlemcen.2012

[15] N MERABET,M MAHLIA, recherche d'images par le contenu, université abou
bakrbelkaid– tlemcen.2011

[16] T.Mohamed ,D.Djafar, la découverte des concepts sémantiques cachés avec plusieurs c niveaux d'abstraction pour la recherche d'images,universite kasdi merbah ouargla.2013

[17] Boukhlouf, Djemaa (2005) *Résolution de problèmes par écosystèmes : Application au traitement d'images.* Masters thesis, Université Mohamed Khider - Biskra.

[18] C.Houassine, segmentation d'images par une approche biomimétique hybride. université universite m'hamed bougara- boumerdes. 2012.

[19] K. Aounallah, les approches de segmentation d'image par coopération régions-contours, 2010.

[29] Kejun Wang, Hui Ma , Oluwatoyin P. Popoola and Jingyu Li, Finger Vein Recognition, Pattern Recognition & Intelligent Systems Department, College of Automation,Harbin Engineering University China.

[30] Chih- Hsien Hsia , membre , IEEE ,Verification Strategy for Finger-Vein Recognition System , IEEE sensors Journal, vol. 18, no. 2, january 15.2018.

Sites Web :

[10] www.edu.upmc.fr/sdi/signalimages/biometrie/Technologies%20biométriques.dc

[20] http://gte.univ-littoral.fr/sections/documents-pdagogiques/chapitre-8-mesure/downloadFile/file/Les_capteurs.pdf?nocache=1289041293.82

[21] https://www.branche-technologie.com/electronique/capteur-infrarouge.html

[22] http://www.directindustry.fr/fabricant-industriel/capteur-image-infrarouge-162709.html

[23] https://www.lesechos.fr/12/01/2009/LesEchos/20339-039-ECH_biometrie---reseau-veineux-contre-empreinte-digitale.htm

[24] http://www.zalix.fr/component/zalix/reseau-veineux/lecteur-biometrique-veines-du-doigt-zx-4000-fingervein-reseau-veineux-doigt,84.html

[25] http://www.zalix.fr/component/zalix/empreinte-digitale/lecteur-biometrique-exterieur-zx-120-biolite-net,44.html

[26] http://www.directindustry.fr/prod/bioaccez-controls/product-39706-396431.html

[27] WWW.eden-innovations.com/doc/produits/fiches produits/fr.../fiche BIOVEIN.pdf.

[28] http://www.zalix.fr/component/zalix/morphologie-main/lecteur-biometrique-zx-50-hand-pass-handkey,35.html.