République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi, Bordj bou Arréridj

Faculté des Mathématiques et d'Informatique

Mémoire

en vue de l'obtention du diplôme de

Master en Informatique

Titre

Identification et reconnaissance biométrique par l'utilisation des empreintes palmaires par une approche hiérarchique.

Présenté Par

Rima Khelif & Asma Saidani

Soutenu le /09/2021

Devant le jury composé de :

encadreur	Dr Abdelouahab Attia	Université de BBA
	...	...

Promotion : 2020/2021

Dédicaces

RIMA

Je dédie ce mémoire :

À mes très chers parents pour leur soutient

Hadj Khelif et Chama BouKhelif Yahia

durant toute ma vie d'étudiante et sans eux

je ne serai jamais devenu

ce que je suis

À mon mari Abd Rahim Khelif

et mon fils Mouslim.

À Mes grand-mère Djamila et Zouina

Et mon frère Fouad et mes sœurs Roumaissa,Merieme.

À mes amis,mes cousines.

À tous les professeurs et enseignants

qui m'ont suivi durant tout mon cursus

scolaire et qui m'ont permis de réussir

Dans mes études.

À mes amis d'étude

À tous mes oncles et tantes,

À toute personne ayant contribué à ce travail de près ou de loin

ASMA

Je dédie ce travail, À ma mère avec toute mon affection, À mon père

Moustapha Saidani et Nacera Saidani

À mon mari BelGuassam Fateh

et mes frères avec toute ma reconnaissance,

et mes sœurs

et mes enfants Riradj, Ranime, Taha El Amin

À tous mes oncles et tantes,

À tous mes amis pour leurs soutiens et leurs encouragements.

Et a toute ma famille

Remerciements

En premier lieu, nous remercions Dieu, le Tout-Puissant, de nous avoir donné le courage et la patience de mener ce travail durant toute cette année. Nous adressons notre profond remerciement à Dr Attia Abdelouaheb notre encadreur qui nous a aidées. Nous remercions Dr Rabah Hammouche pour son temps et ses informations, que d'autres n'auraient pas pu aboutir à des résultats, et pour ses conseils.

Nous adressions aussi nos remerciements à tous, nous enseignants à l'université de Bordj Bou Arreridj, A tous l'équipe pédagogique de la faculté des sciences de l'université de Bordj Bou Arreridj, qui ont veillé sur notre formation.

Enfin, que tous ceux qui nous ont aidés et encouragés de près ou de loin, trouvent ici ma gratitude et mes sincères remerciements

Résumé

L'authentification et l'identification des empreinte palmaire possèdent plusieurs avantages par rapport aux autres technologies biométriques : elle est naturelle, non intrusive et facile à utiliser. Les systèmes biométriques unimodals permettent de reconnaître une personne en utilisant une seule modalité biométrique,

Au cours des dernières années, l'identification personnelle et automatique devient une exigence importante dans plusieurs applications, telles que : le contrôle d'accès et les systèmes de surveillance. La Biométrie, qui traite l'identification des individus en fonction de leurs caractéristiques physiques ou comportementales, est apparue comme une technologie d'identification automatique efficace, qui offre plus de propriétés et plusieurs avantages par rapport à la sécurité traditionnelle. L'usage des empreintes palmaires en identification biométrique a connu une augmentation et une utilisation très importantes dans les sociétés et dans les systèmes de management d'individus. L'empreinte palmaire est considérée comme une modalité émergente dans ce domaine, entité unique, stable dans le temps, et structure riche d'information. Dans le cadre de ce travail, le descripteur est la technique utilisée pour la classification de la modalité d'empreinte palmaire. Nos résultats expérimentaux effectués sur la base de données multi-spectrales (MSP) démontrent des performances très intéressantes du système d'identification sur la base d'images utilisée.

Mots clés : Identification, Biométrie, Empreintes Palmaires, MSP, extraction des caractéristiques.

Abstract

The authentication and identification of palm printe has several advantages over other biometric technologies : it is natural, non-intrusive and easy to use. Unimodal biometric systems allow a person to be recognized using a single biometric modality,

In recent years, personal and automatic identification has become an important requirement in several applications, such as : access control and surveillance systems. Biometrics, which deals with the identification of individuals based on their physical or behavioral characteristics, has emerged as an effective automatic identification technology, which offers more properties and several advantages over traditional security. The use of palm prints in biometric identification has seen an increase and very significant use in companies and in the management systems of individuals. The palm print is considered to be an emerging modality in this field, a unique entity, stable over time, and a rich structure of information. In the context of this work, the descriptor is the technique used to classificat the palm imprint modality. Our experimental results carried out on the multi-spectral database (MSP) demonstrate very interesting performance of the identification system on the basis of images used.

Keywords : Identification, Biometrics, Palm prints, MSP, extraction of characteristics.

ملخص

إن مصادقة وتحديد هوية بصمة اليد له مزايا عديدة مقارنة بتقنيات القياسات الحيوية الأخرى: فهو طبيعي وغير تدخلي وسهل الاستخدام. تسمح أنظمة القياسات الحيوية أحادية الوسائط بالتعرف على الشخص باستخدام طريقة قياس حيوية واحدة ،

في السنوات الأخيرة ، أصبح تحديد الهوية الشخصية والتلقائية مطلباً مهماً في العديد من التطبيقات ، مثل: التحكم في الوصول وأنظمة المراقبة. برزت القياسات الحيوية ، التي تتعامل مع تحديد الأفراد بناءً على خصائصهم الجسدية أو السلوكية ، كتقنية فعالة لتحديد الهوية تلقائياً ، والتي توفر المزيد من الخصائص والعديد من المزايا على الأمان التقليدي. شهد استخدام بصمات النخيل في تحديد الهوية باستخدام القياسات الحيوية زيادة واستخداماً هاماً للغاية في الشركات وأنظمة إدارة الأفراد. تعتبر بصمة النخيل طريقة ناشئة في هذا المجال ، وكياناً فريداً ، ومستقراً بمرور الوقت ، وبنية غنية من المعلومات. في سياق هذا العمل ، فإن الواصف هو التقنية المستخدمة لتصنيف طريقة بصمة النخيل. تُظهر نتائجنا التجريبية التي أجريت على قاعدة البيانات متعددة الأطياف (شضص) أداءً مثيراً للاهتمام لنظام تحديد الهوية على أساس الصور المستخدمة.

الكلمات المفتاحية: التعريف ، القياسات الحيوية ، بصمات النخيل ، شضص ، استخراج الخصائص.

Table des matières

Table des figures

Introduction générale

Le développement international des communications, tant en volume qu'en diversité (déplacements des individus, transactions financières, accès aux services...), d'autre part l'augmentation du taux de criminalité, le piratage... etc. Ce qui nécessite le besoin de s'assurer de l'identité des individus, les systèmes traditionnels de sécurité sont basés sur une connaissance a priori "knowledgebased" (code PIN, mot de passe...)ou sur une possession d'un objet "token-based" (clef ,pièce d'identité, badge...); mais ces systèmes sont moins fiables pour beaucoup d'environnements, à cause de leur inhabilité commune à distinguer un individu réellement autorisé d'un fraudeur(personnes ayant acquis ses privilèges d'accès frauduleusement)[30], l'identification de l'individu est devenue essentielle pour assurer la sécurité des systèmes plusieurs méthodes de reconnaissance biométriques ont été proposées, reconnaissance de empreinte palmaire,reconnaissance de l'iris, de la forme de la main, de la rétine. c'est ce qui a permis à la biométrie de s'étendre vite à de nombreuses applications destinées à gérer l'accès à des ressources physiques(aéroports, casinos...etc.) et logiques (ordinateurs, comptes bancaires... etc.)

Le but de la biométrie dans le contrôle d'accès est de gérer les accès physiques ou logiques. La biométrie commence à être utilisée également afin d'authentifier un utilisateur lors de transactions bancaires pour sécuriser les paiements via des terminaux physiques ou encore pour des paiements en ligne; autant au niveau du contrôle des individus (passeport, carte d'identité et permis de conduire biométriques), qu'au niveau du contrôle d'accès.

Il existe plusieurs techniques biométriques qui sont utilisées dans le contrôle d'accès. Chaque technique biométrique a ses avantages et inconvenants. L'usage des empreintes palmaires en identification biométrique a connu une augmentation et une utilisation très importante dans les sociétés et dans les systèmes de managements.

Dans le cadre de ce travail, notre objectif consiste à réaliser un système de reconnaissance biométrique basé sur l'empreinte palmaire en tant que modalité biométrique, le choix de cette modalité a été motivé par ce qu'elle est considérée comme une modalité émergente dans ce domaine, entité unique, stable dans le temps et structure riche d'information. Le présent document est organisé comme suit :

Le premier chapitre : contiennent des généralités sur la biométrie, dans ce chapitre nous avons introduit les concepts des systèmes biométriques, leurs architectures et leurs différentes applications. Nous avons aussi constaté que les performances des systèmes biométriques dépendent de plusieurs facteurs et qu'elles varient d'un système à un autre.

Le deuxième chapitre : nous donnerons un aperçu sur la reconnaissance des personnes. Tout d'abord, nous présentons son processus en détaillant ses étapes (monde physique, extraction des caractéristiques, réduction, classification, décision); nous présentons l'empreinte palmaire comme modalité biométrique, et les déférents méthodes utilisées.

Le troisième chapitre: le processus général du système de reconnaissance implémenté

dans le cadre de ce travail. Puis les résultats expérimentaux obtenus par chaque méthode en analysent leurs performances, suivies d'une discussion avec interprétation des résultats.
.

Bibliography

[1] J. Dugelay] F.Perronnin. *An Introduction to Biometrics Audio and Video-Based Person Authentificationl.* 2002.

[2] Meraoumia. A. *Modèle de Markov caché applique à la multi biométrieé en électronique.* Theses, Universitésciences et de la technologie Houari Boumediene, 2014.

[3] Zahid Akhtar Youssef Chahir Abdelouahab Attia, Mourad Chaa. 'finger kunckcle patterns based person recognition via bank of multi-scale binarized statistical texture features. evolving systems, springer-verlag. pp 1-11(hal-01956894), 2018.

[4] Zahid Akhtar Youssef Chahir Abdelouahab Attia, Mourad Chaa. 'finger kunckcle patterns based person recognition via bank of multi-scale binarized statistical texture features. evolving systems, springer-verlag, 2018, 1, pp 1-11. hal-01956894.

[5] Lina TELIB Abderahmane BENAGGA. *Reconnaissance des personnes basée sur l'empreinte de l'articulation de doigt.* Master académique, UniversitéUKM Ouargla, 2016.

[6] Lorène ALLANO. *La Biométrie multimodale : stratégies de fusion de scores et mesures de dépendance appliquées aux bases de personnes virtuelles.* 2009.

[7] F. R. Bach and M. I Jordan. 'kernel independent component analysis, journal of machine learning research 3. 1-48(7), 2002.

[8] Pierre Bonazza. *Sciences Pour l'Ingénieur et MicrotechniqueséDoctorat d'Informatique et Instrumentation de l'ImageéSystème de sécurité biométrique multimodal par imagerieé dédié au contrôle d'accès.* Thèse présentée et soutenue à dijon, École doctorale n°37UniversitéBOURGOGNE, 21 Juin 2019.

[9] P [$\text{Claus}_{V}ielhauer$]. $Biometric_{u}ser_{a}uthentication_{f}or_{i}t_{s}ecuritynetworkedsociety.$

[10] jr. Christopher horn Julius gatune D. John .Woodward and aryn thomas. *"biometrics a look at facial recognition".* 2003.

[11] Giot R. Hemery B. Rosenberger C El-Abed, M. . *A study of users' acceptance and satisfaction of biometric systems. In 44th Annual 2010 IEEE International Carnahan Conference on Security Technology (pp. 170-178). IEEE.* 2010, October.

[12] Adjout Mohamed et Benaissa Abdelhak. *'Fusion de la DCT-PCA et la DCTLDA appliquée à la reconnaissance de visages.* 2007.

[13] M. TAYEB LASKRI et D. CHEFROUR. *'Système d'identification de visage humains.* 2002.

[14] A. BENAGGA et L. TELIB. PhD thesis, Université Kasdi Merbah Ouargla,, title = Reconnaissance des personnes basée sur l'empreinte de l'articulation de doigt, type = master académique, url = https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01335097, year = 2016.

[15] W. BOUKHARRI et M. BENYETOU. *Identification Biométrique des Individus par leurs Empreintes Palmaires: Classification par la Méthode des Séparateurs à Vaste Marge (SVM).* Mémoire de magister, Université USTOran, 2007.

[16] K. BARKA et Y. BOUKHRIS. *' Système d'identification biométrique à base d'un modèle flou.* Mémoire de magister, Université r, Ouargla, 2016.

[17] B. ABBOUD et V. MO DANG F. DAVOINE. (7).

[18] TOUKA FAISAL. 'reconnaissance de la paume de la main", ecole nationale supérieure dinformatique (esi) oued-smar, alger. 2010.

[19] BENCHENNANE Ibtissam. *Etude et mise au point d'un procédé biométrique é multimodale pour la reconnaissance des individus.* Theses en électronique, UniversitéOran Mohamed Boudiaf, 2014.

[20] HADJAIDJI .Khaled MAHDADI. *Modélisation d'empreinte biométrique par un modèle".* 20017.

[21] D. SANTOS MARTINE. ''biometric recognition based on the texture along palmprint principal lines', thèse de masters, university de porto. July 2011.

[22] www.fr.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/35106-the-phd-faceecognition-toolbox?s$_tid = srchtitle\ consulte]Mathworks.$08/04/2021.

[23] L. MENSSOURAl. *'identification des visages humains par réseaux de nuerons.* magister, Université Batna, 2013.

[24] Arbaoui. M Moulay. M. *« Authentification des personnes par l'articulation du doigte é multimodale pour la reconnaissance des individus.* Thèse de master en génie électrique, Université Kasdi Merbah de Ouargla, 2015.

[25] Ouamane.H. '« identification de reconnaissance faciale avec des expressions, » thèse de master en électronique', université de mohamed kheider, biskra. 2012.

[26] A. Pal and Y. N Singh. *Ecg biometric recognition. In Mathematics and Computing".* 2018.

[27] Article A. Ross and A. Jain. *'Information fusion in biometrics". Pattern Recognition.* 2003.

[28] V Vapnik. 'the nature of statistical learning theory. springer verlag, new york. 1995.

[29] Aberystwyth University Xiaowei Gu. 'a hierarchical prototype-based approach for classification. pp 1-11(rticle in Information Sciences ·), July 2019.

[30] Wang K Zhang D Zuo W, Yue F. '"multiscale competitive code for efficient palmprint recognition", in: International conference on pattern recognition. 2008.

Chapter 2

la biemétrie

2.1 Introduction

Il existe aujourd'hui plusieurs choix pour la sécurités des systèmes .La biométrie est la plus utilisée dans des applications de la vie courante. Si à ses débuts au 19ème siècle les données biométriques étaient traitées manuellement, aujourd'hui, avec les traitements informatiques, les systèmes biométriques sont automatisés

Nous ne décrivons ici que les modalités les plus communes, à savoir le visage, la parole, les empreintes digitales, le contour de la main et l'iris de l'œil, laissant de côté d'autres modalités moins classiques (veines de la main, ADN, odeur corporelle, forme de l'oreille, des lèvres, rythme de frappe sur le clavier, démarche...). Dans ce chapitre, nous allons d'abord présenter le cadre général d'utilisation de la biométrie ainsi que la structure, les avantages des systèmes biométriques. Ensuite, nous présenterons la biométrie multimodale qui est le domaine d'étude de ce travail. La biométrie multimodale est la combinaison de plusieurs modalités biométriques[6]

2.2 Définition de la biométrie

La biométrie peut être définie comme étant la reconnaissance automatique d'une personne en utilisant des traits distinctifs, une autre définition de la biométrie et touts caractéristiques physiques ou traits personnels automatiquement mesurables, robustes et distinctives qui peuvent être utilisées pour identifier un individu ou pour vérifier l'identité prétendue d'un individu...[10]

il y a trois possibilités pour prouver son identité

1. Ce que l'on possède (carte, badge, document) ;
2. Ce que l'on sait (un nom, un mot de passe) ;

3.Ce que l'on est (empreintes digitales, main, visage, voix, ADN, signature,...) - Il s'agit de la biométrie

2.3 Les caractéristiques biométriques

les caractéristiques biométriques par lesquelles il est possible de vérifier l'identité d'un individu sont appelées modalités biométriques. La figure 2.1 illustre un exemple de quelques modalités biométriques. Ces modalités sont basées sur l'analyse des données liée à l'individu et sont généralement classées en trois catégories: biométrie biologique; comportementale et morphologique;La biométrie biologique se base sur l'analyse des données biologiques liée à l'individu (salive, ADN, etc.). La biométrie comportementale se

base sur l'analyse de comportements d'un individu (manière de marcher, dynamique de frappe au clavier, etc.). La dérée comme une caractéristique biométrique, dans la mesure où elle satisfait les propriétés suivantes [11]:

– Universalité : toutes les personnes à identifier doivent la posséder ;

– Unicité : l'information doit être aussi dissimilaire que possible entre les différentes personnes.

– Permanence : l'information collectée doit ^être présente pendant toute la vie d'un individu.

– Collectabilité : l'information doit être collectable et mesurable afin d'être utilisée pour les comparaisons.

– Acceptabilité : le système doit respecter certains critères (facilite d'acquisition, rapidité, etc.)

2.4 Différentes modalités biométriques

Aucune biométrie unique ne pouvant répondre efficacement aux besoins de toutes les applications d'identifications.

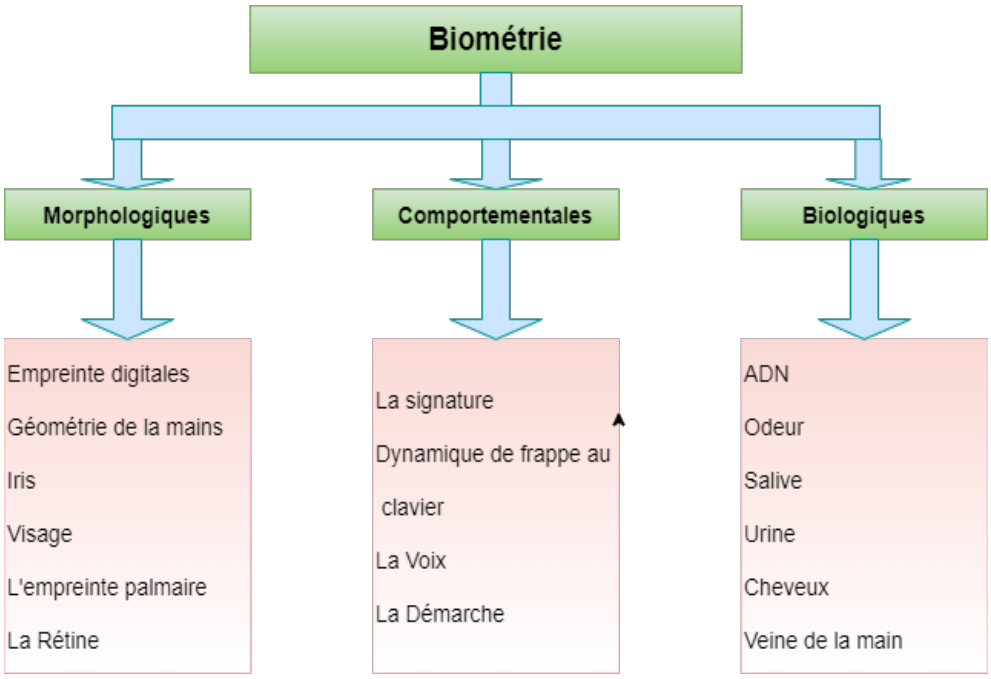


Figure 2.1 – les modalités biométriques

2.4.1 Biométrie physique:

le visage

Nos visages sont des objets complexes avec des traits qui peuvent varier dans le temps, comme montré dans la figure (2.2). L'écart entre les deux yeux, l'écartement des narines ou encore la largeur de la bouche peuvent permettre d'identifier un individu. Cette méthode doit pouvoir tenir compte de certains changements de la physionomie (lunettes, barbe, chirurgie esthétique) et de l'environnement (conditions d'éclairage). Parfois, il est impossible de différencier deux jumeaux. [17, 14]

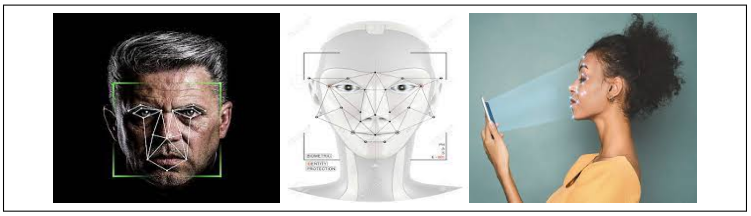


Figure 2.2 – Trait biométrique Visage

isis

C'est une technologie biométrique basée sur la surface arrière du doigt, elle contient des caractéristiques distinctives telles que les lignes principales, les lignes secondaires et les crêtes, qui peuvent être extraites à partir des images à basse résolution (Figure 1.5). La main contient plusieurs doigts, pour cela, il faut conserver les informations à chaque doigt pour une reconnaissance précise dans le domaine d'identification

L'iris est une région sous forme d'anneau, située entre la pupille et le blanc de l'œil, elle est unique. L'iris a une structure extraordinaire et offre de nombreuses caractéristiques de texture qui sont uniques pour chaque individu. La reconnaissance de l'iris a été développée dans les années 80, elle est donc considérée comme une technologie récente. L'image de l'iris est capturée par un appareil qui contient une caméra infrarouge, lorsque la personne se place à une courte distance de l'appareil (Figure(2.3)) [14].

Figure 2.3 – Trait biométrique Iris

Empreintes des articulations des doigts:

C'est une technologie biométrique basée sur la surface arrière du doigt, elle contient des caractéristiques distinctives telles que les lignes principales, les lignes secondaires et les crêtes, qui peuvent être extraites à partir des images à basse résolution (Figure (2.4)). La main contient plusieurs doigts, pour cela, il faut conserver les informations à chaque doigt pour une reconnaissance précise dans le domaine d'identification [7]

Figure 1.5 : système biométrique basé sur les articulations des doigts

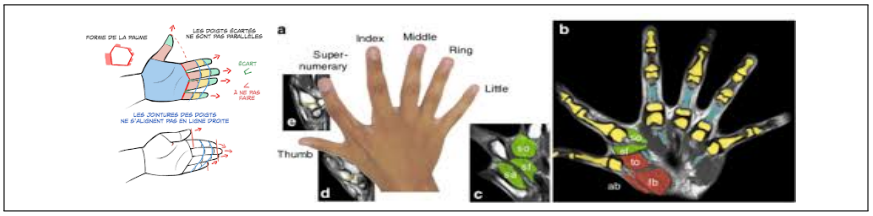


Figure 2.4 – trait biométrique de Empreintes des articulations des doigts

Empreinte palmaire:

Cette technique utilise la surface intérieure de la paume pour l'identification et/ou la vérification des personnes (Figure (2.5)). Elle est bien adaptée pour les systèmes à

moyenne sécurité telle que le contrôle d'accès physique ou logique [23].

Figure 2.5 – Système biométrique basé sur les empreintes palmaires

2.4.2 biométrie comportementale

la voix:

Le son de notre voix est directement influencé par des facteurs physiques comme le nez, la bouche, les cordes vocales, ou par l'état émotionnel, la langue natale, les conditions médicales, et d'autres paramètres. La qualité de l'enregistrement dépend du capteur ou de l'environnement (écho, bruit, etc.). Il est possible d'isoler ces perturbations en utilisant plusieurs capteurs tout autour du sujet. [8](figure(2.6))

Figure 2.6 – trait biométrique la voix

signature manuscrite:

: C'est une écriture personnelle d'un individu, la vérification de la signature est basés 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 [2](figure(2.7))

Figure 2.7 – signature manuscrite

frappe dynamique:

C'est le système de reconnaissance d'un individu basé sur la manière de ses écritures par un dispositif logicielle qui calcule la vitesse de frappe, la suite des lettres, le temps de frappe et la pause entre chaque mot.[2](figure(2.8))

Figure 2.8 – trait biométrique frappe dynamique

2.4.3 Biométrie biologique

Analyse de l'ADN:

Cette analyse est basée sur les caractéristiques biologiques des individus (ADN, salive, Odeur...). Ce type de biométrie est très complexe à mettre en œuvre dans un système usuel de reconnaissance et n'est utilisé que dans un cas d'extrême nécessité (ex: Enquête criminelle, test de paternité...etc.) ;L'empreinte génétique est la marque biologique la plus sûre du monde. : la façon la plus précise pour déterminer l'identité de la personne. Il est impossible de trouver deux personnes qui ont le même ADN. Cette modalité possède l'avantage d'être unique et permanente durant toute la durée de vie[2](figure(2.9))

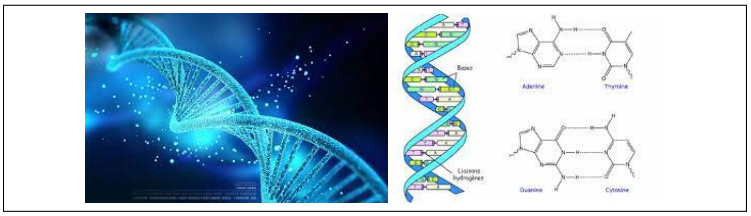


Figure 2.9 – trait biométrique ADN

Électrocardiogramme

Les mesures biométriques conventionnelles souffrent d'un risque de falsification via une reproduction de la modalité (masque pour le visage, empreintes digitales en silicone). Les mesures des signaux bioélectriques du corps comptent parmi des plus difficiles à contourner. L'électrocardiogramme (ECG) en fait partie, traduisant un changement du potentiel électrique des cellules cardiaques et possédant des caractéristiques uniques. Le motif de l'acquisition biométrique de l'ECG correspond à la dépolarisation et la repolarisation des battements de cœur. Les caractéristiques mesurées sur ces signaux représentent l'intervalle entre les extremums, leur amplitude, la pente et la largeur des pics.[26](figure(2.10))

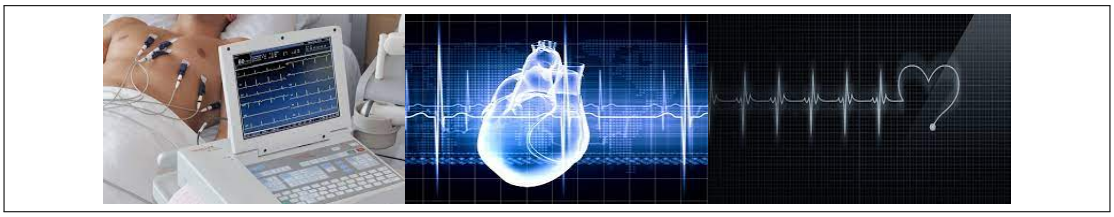


Figure 2.10 – trait biométrique Électrocardiogramme

Veines de la main:

les veines de la main sont des réseaux qui varient d'une personne à l'autre. L'analyse de cette différence permet de maintenir des points pour différencier une personne de l'autre[9](figure(2.11))

Figure 2.11 – trait biométrique Veines de la main

2.5 Architecture d'un système biométrique

Les systèmes biométriques sont de plus en plus utilisés. En général, un système de reconnaissance des personnes basé sur leurs descripteurs biométriques peut se décomposer en deux phases, phase d'enrôlement (création de la base de données) et phase de reconnaissance.

2.5.1 Architecture

Il existe deux modes biométriques utilisées dans tout les systèmes biométriques , on peut en distinguer trois catégories :

mode d'enrôlement :

L'enr^olement est la première phase de tout syst'eme biom´etrique. Il s'agit de l'´etape pendant laquelle un utilisateur est enregistr´e dans le syst'eme pour la premi'ere fois. Elle est commune 'a la v´erification et l'identification. Pendant l'enr^olement, la caract´eristique biom´etrique est mesur´ee en utilisant un capteur biom´etrique afin d'extraire une repr´esentation num´erique. Cette repr´esentation est ensuite r´eduite, en utilisant un algorithme d'extraction bien d´efini, afin de r´eduire la quantit´e de donn´ees 'a stocker pour ainsi faciliter la v´erification et l'identification. D´ependant de l'application et du niveau de s´ecurit´e souhait´e, le mod'ele biom´etrique retenu, est stock´e soit dans une base de donn´ees centrale.

La phase d'enrôlement est définie par le procédé de la collection de traits biométriques d'un individu et le convertir en référence biométrique (Template, vecteur de caractéristique), et à la stocker dans une base de données pour une comparaison ultérieure.[1]

Mode vérification :

Dans ce cas, le système compare la donnée de test (de la personne de test) avec la donnée biométrique stockée dans la base de données pour vérifier l'identité déclarée. Dans ce genre de système, la comparaison n'est faite qu'une fois et sert ensuite à prendre une décision à partir de la sortie du module de comparaison, appelée aussi One-to-One (1:1)(2.12)

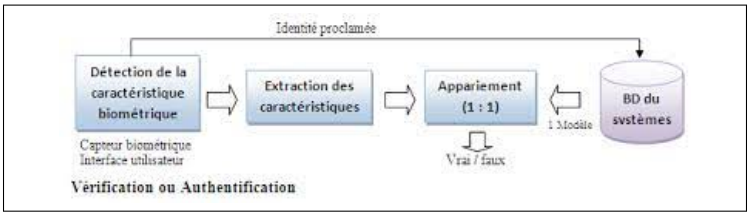


Figure 2.12 – système Mode vérification

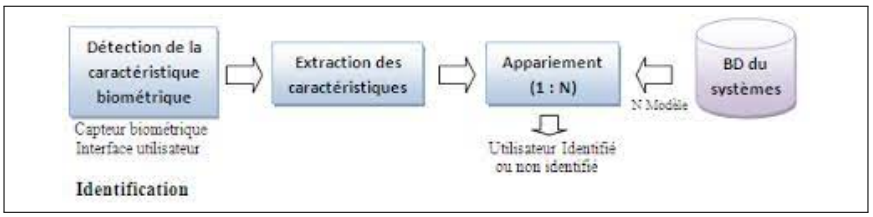


Figure 2.13 – système Mode identification

Mode identification:

Dans ce cas, le système compare la donnée de test avec toutes les références stockées dans la base de données et sert ensuite à prendre une décision à partir de la sortie du module de comparaison appelée aussi One-to-Many (1:N)

2.5.2 Principe de fonctionnement

Le système biométrique basée sur l'application des étapes suivantes :

1- Capture de l'information à analyser (image ou son). Traitement de l'information et création d'un fichier " signature/modèle " (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/modèle " de référence, ensuite on compare les deux fichiers pour déterminer leur taux de similitude et prendre la décision qui s'impose.voir la figure (4.2)

Au cours de cette phase, on distingue les principaux modules qui composent un système biométrique.

Module capteur biométrique :

Responsable de l'acquisition des données biométriques d'un individu et la lecture de certaines caractéristiques morphologiques,et ou comportementales.

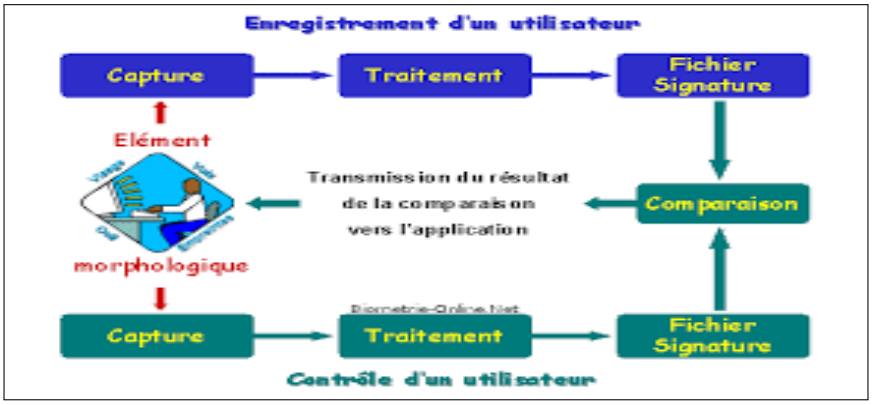


Figure 2.14 – système bimétrique

Module d'extraction des caractéristiques :

Les caractéristiques biométriques sont une solution alternative aux anciens moyens de vérification d'identité. L'avantage de ces derniers est qu'elles doivent être universelles, uniques, permanentes, enregistrables et mesurables.[5]

L'intérêt principal de la biométrie est donc de reconnaître et d'identifier automatiquement les identités des individus, en utilisant les caractéristiques physiologiques ou comportementales. L'extraction des caractéristiques clés de l'échantillon sont sélectionnées ou améliorées. Typiquement, le processus d'extraction de caractéristiques repose sur un ensemble d'algorithmes ; le procédé varie en fonction du type d'identification biométrique utilisé.

Module comparaison

Ce module compare les caractéristiques biométriques d'une personne soumise à contrôle (volontairement ou à son insu) avec les « signatures » mémorisées. Ce module fonctionne soit en mode vérification (pour une identité proclamée) ou bien en mode identification (pour une identité recherchée) [20]

Module base de données :

Dans lequel on stocke les modèles biométriques des utilisateurs enrôlés.

Module de décision :

Il 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).

2.5.3 Evaluation d'une performance

La performance d'un système d'identification biométrique peut se mesurer principalement à l'aide de trois critères : sa précision, son efficacité (vitesse d'exécution) et le volume de données qui doit être stocké pour chaque personne. Nous nous concentrerons dans cette section sur le premier aspect. Comme nous l'avons vu précédemment, identification et vérification sont des modes opératoires différents.

Elles nécessitent donc des mesures de précision différentes que nous étudierons dans les deux sous -sections suivantes.

Evaluation de la vérification

Taux d'erreurs : lorsqu'un système en mode de vérification ou identification ensemble ouvert, il existe deux types d'erreur qui peuvent être utilisés pour évaluer leur performance. La première erreur mesure le taux de faux rejet (False Rejection Rate ou FRR) et la deuxième erreur mesure le taux d'acceptation des imposteurs, on parle alors à la fausse acceptation (False Acceptante Rate ou FAR). [24]

Figure 1.13 : Distribution des scores et le taux d'erreurs pour un seuil données [24]

FAR : c'est le pourcentage d'individus reconnus par le système biométrique, ce système classe alors deux caractéristiques provenant de deux personnes différentes, comme appartenant à la même personne.

$$FAR = \frac{\text{Nombre des imposteurs acceptés}}{\text{Nombre total d'accès imposteurs}}$$

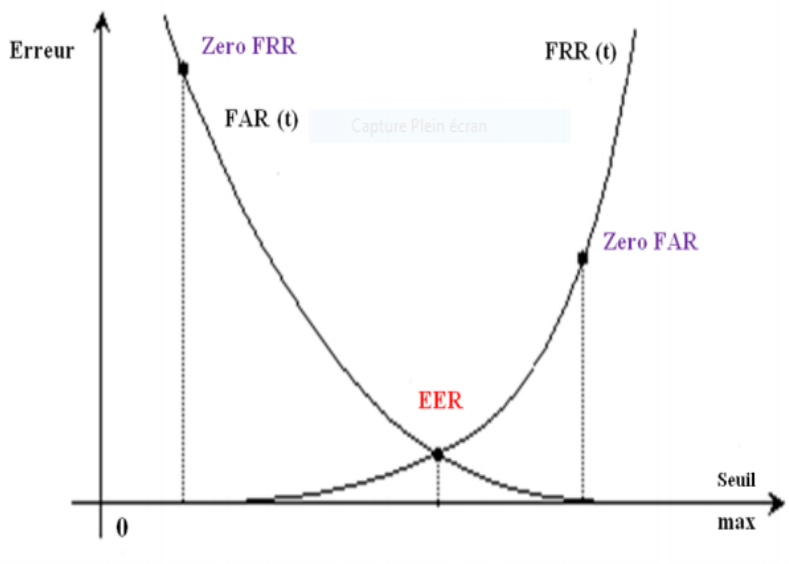


FIGURE 2.15 – graphe démonstratif EER représente la marge d'erreur autorisée par un système.

FRR : ce taux représente le pourcentage d'individus censés être reconnus par le système mais qui sont rejetés, le système indique la probabilité qu'un utilisateur connu soit rejeté.

$$FRR = \frac{\text{Nombre de clients rejetés}}{\text{Nombre total d'accès clients}}$$

Le EER Il est fréquemment utilisé pour donner un aperçu de la performance d'un système, 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 FRR = FAR, c'est-à-dire le meilleur compromis entre les faux rejets et les fausses acceptations comme représente la figure2.15 . Seuls des systèmes qui produisent des taux EER faibles sont capables d'être déployés en mode identification. Ainsi, les protocoles d'évaluation diffèrent dans le mode identification et le mode vérificationLe taux le plus simple pour mesurer la performance d'un algorithme dans le contexte de la vérification est de calculer le point d'équivalence des erreurs (Equal Error Rate ou EER). ERR : ce taux est calculé à partir du FAR et du FRR et constitue un point de mesure de performance courant, c'est - à-dire ERR= FRR= FAR

$$ERR = \frac{\text{Nombre de fausses acceptations} + \text{Nombre de faux rejets}}{\text{Nombre total d'accès}}$$

Les courbes des caractéristiques : Les performances d'un système biométrique peuvent être présentées graphiquement à l'aide de la courbe ROC (Receiver Operating Characteristic) [10].

Cette courbe représente les valeurs de FRR en termes de FAR. Ceci est obtenu en calculant le couple (FAR, FRR) ou chaque valeur du seuil de décision. Celui-ci diffère de

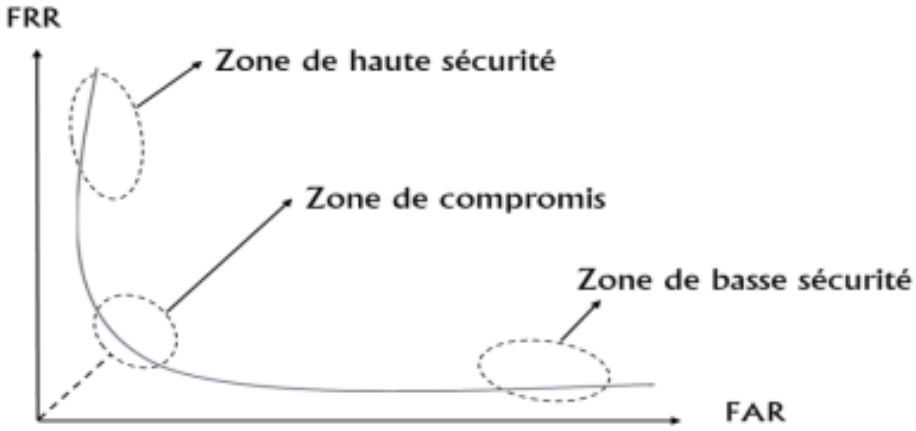
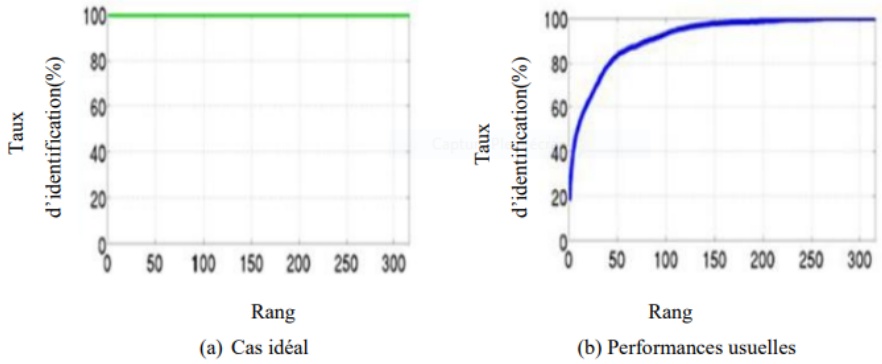


FIGURE 2.16 – Courbe des caractéristiques ROC

la plus petite valeur obtenue à une valeur obtenue à une valeur supérieure. Cette courbe peut être décomposée en trois zones : zone de haute sécurité, zone de compromis et zone de basse sécurité [4].(figure(2.16))

Evaluation de l'identification

Le taux d'identification (ensemble fermé) est la mesure la plus couramment utilisée mais il n'est pas toujours suffisant. En effet, en cas d'erreur, il peut être utile de savoir si le bon choix se trouve dans les premiers. On trace alors le score cumulé (cumulative match score) qui représente la probabilité que le bon choix se trouve parmi les N . Dans la base de données, les mesures classiques des systèmes de recherche dans une base de données peuvent être utilisées.



(a) Cas idéal (b) Performances usuelles

exemples des courbes CMC.
(a) 100% des paires sont correctement associées au premier essai
(b) 16% au rang 1 et il faut attendre le rang 270 (sur 316) pour atteindre 100%

2.5.4 Domaines d'applications

Aujourd'hui, les principales applications sont la production de titres d'identité, le contrôle d'accès à des sites sécurisés, le contrôle des frontières, l'accès aux réseaux, systèmes d'information et stations de travail, le paiement électronique, la signature électronique et même le chiffrement de données. Cette liste n'est pas exhaustive, et de nouvelles applications vont très certainement voir rapidement le jour.[19]

Les techniques biométriques sont appliquées dans plusieurs domaines et leur champ d'application couvre potentiellement tous les domaines de la sécurité où il est nécessaire de

Techniques biometriques	universelles	uniques distinctif	permanente	enregistrable mesurable	performance acceptabilité
Empreintes digitale	Moyenne	Haute	Haute	Moyenne	Moyenne
Visage	Haute	Faible	Moyenne	Haute	Haute
Iris	Haute	Haute	Haute	Moyenne	Faible
Rétine	Haute	Haute	Moyenne	Faible	Faible
ADN	Haute	Haute	Haute	Faible	Faible
Signature	Faible	Faible	Faible	Haute	Haute
Vois	Moyenne	Faible	Faible	Moyenne	Haute
Démarche	Moyenne	Faible	Faible	Haute	Haute
Frappe clavier	Faible	Faiible	Faible	Moyenne	Moyenne
Veines de main	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne

Figure 2.17 – comparaisons entre les modalités biométriques

connaître l'identité des personnes. Les applications peuvent être divisées en trois groupes principaux :

- 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, le PDA, la gestion des registres médicales, l'étude de distances, etc.. . .

- Applications de gouvernement :

telles que la carte nationale d'identifications, le permis de conduite, la sécurité sociale, le contrôle de passeport, etc.. . .

- Applications juridiques :

telles que l'identification de cadavre, la recherche criminelle, l'identification de terroriste, les enfants disparus, etc

Les applications de la biométrie :

Contrôle d'accès aux locaux : - Salles informatiques. - Sites sensibles (service de recherche, site nucléaire).

Equipements de communication : - Terminaux d'accès. - Téléphones portables.

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

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

Etat/Administration : - Fichier judiciaire. - Services sociaux (sécurisation des règlements). - Système de vote électronique. [19]

2.5.5 Conclusion :

Chaque technologie biométrique possède des avantages mais aussi des inconvénients, acceptables ou inacceptables suivant les applications. Ces technologies n'offrent pas les mêmes niveaux de sécurité ni les mêmes facilités d'emploi ou encore pas la même précision.

dans ce chapitre nous avons introduit les concepts des systèmes biométriques, leurs architectures , leurs différentes applications et leurs différentes modalités. Nous avons constaté que les performances des systèmes biométriques dépendent de plusieurs facteurs et qu'elles varient d'un système à un autre et Nous avons aussi introduit la notion de vérification et d'identification des personnes, les applications analytiques sur l'utilisation du système de la biométrique.

Dans le chapitre suivant, nous allons étudier la reconnaissance biométrique basée sur l'empreinte palmaire.

Chapitre 3

Le Système de reconnaissance de l'empriente palmaire

3.1 Introduction

Comme nous avons introduit dans le premier chapitre, il existe plusieurs modalités biométriques appliquées dans le domaine d'identification et d'authentification. Parmi ces modalités, on trouve que l'empreinte palmaire est une biométrie relativement nouvelle.Le système de reconnaissance des empreintes palmaires, comme tous les systèmes biométriques sont constitués de trois étapes primordiales : le prétraitement, l'extraction des caractéristiques et la classification où nous avons utilisé HP et la distance de malahanobis.

3.2 Pourquoi la reconnaissance de l'empriente palmaire ?

Avant de parler sur la reconnaissance biométrique des empreintes palmaires, nous devons tout d'abord présenter des généralités concernant cette modalité, son anatomie et leurs spécificités.

Définition de l'empreinte palmaire :

L'empreinte palmaire représente le modèle de la paume de la main humaine illustrant les caractéristiques physiques du motif de sa peau tels que : les lignes (principales et rides), les points, les minuties et sa texture. En d'autre terme, si la partie intérieure de la main qui est non visible lorsque la main est fermée, du poignet aux racines des doigts, comme le montre la Figure3.1.[15, 16]

Caractéristique des empreintes palmaires :

L'empreinte palmaire est une surface très large et interne dans la main, elle contient plusieurs traits de caractéristiques qui peuvent être exploités dans la reconnaissance des individus. Grace à cette large surface et la richesse des traits de caractéristiques, nous prévoyons que les empreintes palmaires sont très robustes aux bruits et uniques pour chaque individu. En comparaison aux autres caractéristiques physiques, l'identification par les empreintes palmaires a plusieurs avantages[15, 21]

Traitement d'image à basse résolution.

Peu de risque d'intrusion.

Les traits des lignes sont stables.

Taux élevé d'acceptation par les utilisateurs

FIGURE 3.1 – Paume de la main.

a. Caractéristiques géométriques :

Comme toute image, l'empreinte palmaire présente des caractéristiques géométriques telles que : la longueur, la largeur, et la surface. Ces caractéristiques ne sont pas distinctives mais peuvent tout de même être utiles pour une première vérification

. b. Les lignes principales :

L'empreinte palmaire est caractérisée par trois lignes principales, dites : plis de flexion (Figure3.2.) :

la ligne de tête.

la ligne de vie.

la ligne du cœur.

FIGURE 3.2 – Les plis de flexions de la paume de la main.

c. Les rides (plis secondaires) :

L'empreinte palmaire contient de nombreux autres plis qui diffèrent de ceux de flexion du fait qu'ils sont plus minces et plus irréguliers. Certains d'entres eux sont congénitaux, d'autres sont dus aux activités musculaires. Les lignes principales et les rides peuvent être observées facilement sur les images capturées à basse résolution. Comme les lignes principales seules ne fournissent pas une information distinctive suffisante, les rides jouent

un rôle important dans la reconnaissance palmaire. Combinées aux lignes principales, elles fournissent une information distinctive pour la reconnaissance.

d. Les points de références :

Les points de référence représentant les deux extrémités de la paume de la main a et b comme montré dans la Figure3.3

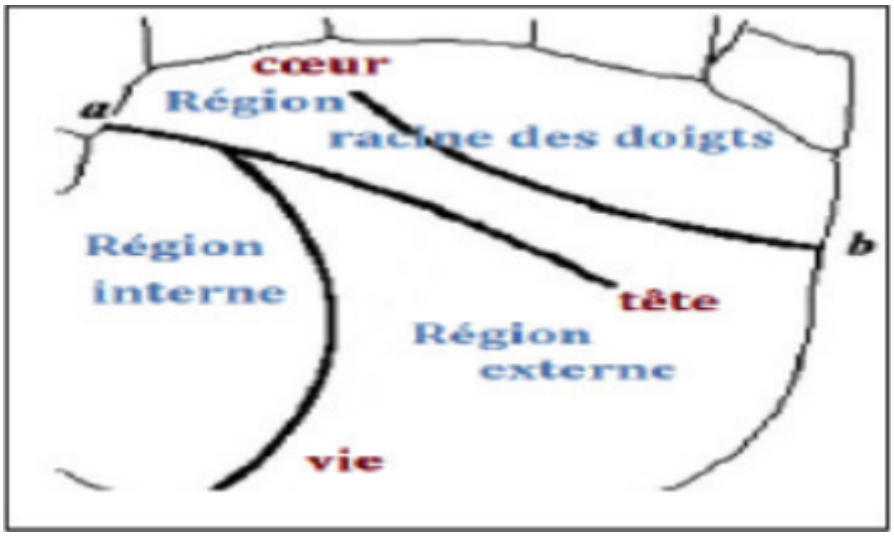


FIGURE 3.3 – Les points de référence de l'empreinte palmaire..

Ils servent de point de repère lors de l'alignement et l'extraction des caractéristiques de l'empreinte palmaire. La taille de cette dernière peut être aussi estimée grâce à ces deux points et on ajoute que r David Zhang et Shu [31] (chercheurs et professeurs à l'université polytechnique de Hong Kong) en 1996 pour remédier aux problèmes liés à : (i) la non visibilité d'une empreinte digitale, ou bien (ii) le coût élevé des appareils de capture des images de l'iris et de la rétine, ou encore (iii) les faibles taux de reconnaissance des autres modalités biométriques [31].

3.3 Les étapes de la reconnaissance de l'empriente palmaire

Une chaine de traitement dans un système de reconnaissance comprend plusieurs modules, et plusieurs espaces de travail. L'objectif de la reconnaissance des personnes est de définir une suite d'opérations permettant de passer de l'espace des données ou personnes , à l'espace des classes ou catégories de la personne estimée. Le processus d'un système de reconnaissance des personnes comporte plusieurs étapes qui peuvent être illustrées par le schéma suivant [13] :

3.3.1 Le monde physique

C'est le monde réel en dehors du système avant l'acquisition de l'image. Dans cette étape, nous tenons compte généralement de trois paramètres essentiels : l'éclairage, la variation de posture et l'échelle. La variation de l'un de ces trois paramètres peut conduire à une distance entre deux images du même individu, supérieure à celle séparant deux images de deux individus différents, et par conséquence une fausse identification.[13]

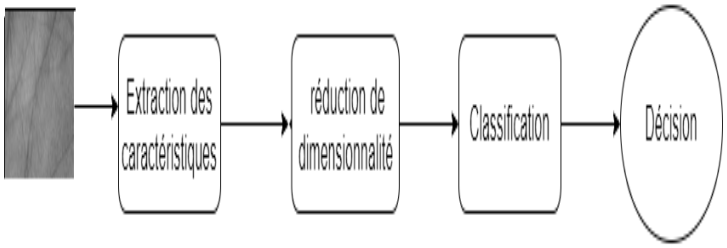


FIGURE 3.4 – Processus du système de reconnaissance palmaire proposé

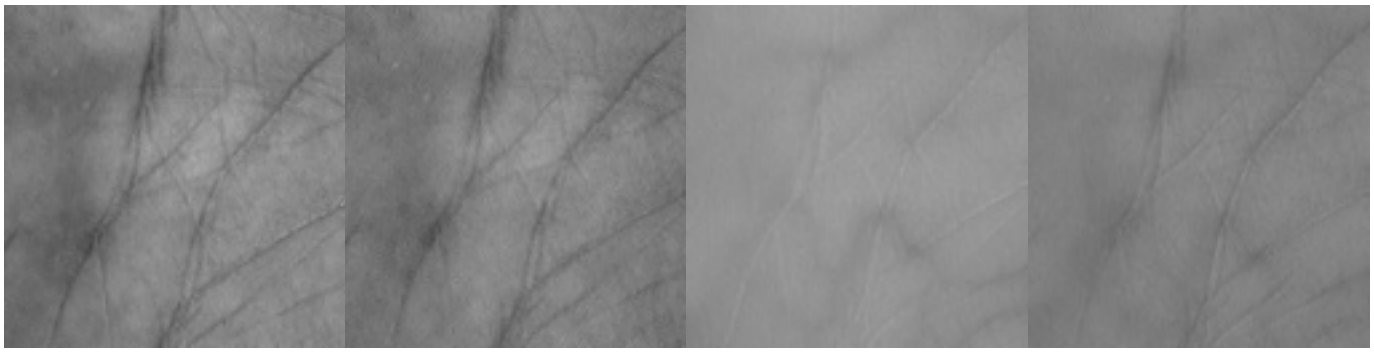


FIGURE 3.5 – des exemples des images dans la bases de donnée.

3.3.2 Analyse (Extraction des caractéristiques)

L'extraction des caractéristiques est le cœur du système de reconnaissance qui extrait les informations d'image qui seront stockées dans la mémoire pour une utilisation ultérieure dans l'étape de décision. Le choix de cette information utile réside dans la création d'un modèle de l'empriente palmaire, qui doit être discriminatoire. Cette analyse est appelée propriétés d'indexation, de représentation, de modélisation ou d'extraction. L'efficacité de cette étape a un impact direct sur la performance du système de la reconnaissance de l'empriente palmaire ;elle consiste à effectuer le traitement de l'image dans un autre espace de travail plus simple et qui assure une meilleure exploitation de données, et donc permettre l'utilisation, seulement, des informations utiles, discriminantes et non redondantes [13].

Ainsi, l'algorithme de GABOR est appliqué à tous les images de la modalités empreintes palmaires pour obtenir des modèles flou par l'optimisation de l'erreur .

Filtre de Gabor

Un filtre de Gabor est une fonction sinusoïdale à laquelle on a modulée avec une enveloppe gaussienne. Dans le plan fréquentiel cette fonction se transforme en gaussienne. La fonction sinusoïdale est caractérisée par sa fréquence et par son orientation. Ainsi, un filtre de Gabor peut être vu comme un détecteur d'arêtes d'orientation particulière, puisqu'il réagira aux arêtes perpendiculaires à la direction de propagation du sinus. La fréquence du sinus, indique à quelles fréquences le filtre sera sensible et réagira. Il a, de plus, été montré que les fonctions de Gabor forment un ensemble complet, c'est à dire que n'importe quelle fonction peut être exprimée en une somme (infinie) de fonctions de Gabor . Le filtre de base que nous avons utilisé est un filtre de Gabor à symétrie paire et orienté à degrés. Les filtres de Gabor ou filtres gaussiens constituent une classe particulière

des filtres linéaires ce sont des filtres orientés. Ces filtres ont une réponse impulsionnelle de la forme[7] :

$$h(x,y) = g(x',y')ej(Ux+Vy)(.)Où(x',y') = (xcos\theta + ysin\theta - xsin\theta + ycos\theta) \quad (3.1)$$

, c'est-à-dire les coordonnées (x, y) tournées d'un angle θ, .

La réponse impulsionnelle h(x, y) est donc une fonction complexe sinusoïdale modulée par une gaussienne bidimensionnelle de rapport d'axes , de facteur de dilatation et où θ est l'orientation de l'axe x' par rapport à l'axe x.

Résolution et taille du filtre : Pour le filtre de base, mis à part l'orientation, on a 3 degrés de liberté : la taille du filtre, la fréquence fondamentale et les écarts type. Entre la taille du filtre et les écarts type il y a quand même une relation : la taille du filtre doit être suffisamment grande pour que les gaussiennes y tiennent. Dans le cas d'une seule orientation, on trouve que pour une taille 3 fois plus grande que les écarts type, le filtre contient au moins 87% du signal. Si la taille est 4 fois plus grande, le pourcentage est d'au moins 96%. Le fait de couper la gaussienne en temps est équivalent à convolera la transformée de Fourier de la gaussienne avec un sinus cardinal en fréquence. Si la taille du filtre ne respect pas la taille de la gaussienne, la résolution que nous aurons en fréquence sera celle du sinus cardinal, qui est proportionnel à l'inverse de la taille du filtre. Donc, il ne sert à rien d'essayer d'avoir une bonne résolution en fréquence en utilisant un grand écart type en temps de la gaussienne si après on ne respecte pas la taille .[27]

3.3.3 réduction de dimensionnalité :

Les caractiristiques extraits de l'image de la base de donnée sont transformés à des vecteurs.Ces vecteurs sont grands avec des dimensions élevées. Ainsi, il devient difficile à traiter et à évaluer. Par conséquent, nous effectuons une réduction de dimensionnalité avant l'appariement. Les L'analyse en composantes principales (ACP) est une méthode large et simple méthode de réduction de la dimensionnalité, mais dans l'ACP, la séparabilité entre les classes est ignorée . À éviter le problème de l'ACP et obtenir une meilleure séparabilité du sous-espace de caractéristiques, l'analyse discriminante linéaire (LDA) peuvent être déployés qui peuvent conduire à des performances attractives pour les tâches de reconnaissance.Bien que LDA suppose toujours une matrice de covariance commune parmi les classes qui violent le principe de normalité. Pour supprimer ces limitations de PCA et LDA et en utilisant leurs forces, dans cet mémoire, PCA + LDA a été adopté, où PCA algorithme est appliqué pour réduire la dimensionnalité des grands caractéristiques tandis que l'algorithme LDA est appliqué sur les poids PCA pour augmenter la séparabilité entre la classes.[3]

3.3.4 Classification

L'extraction de caractéristiques fournit donc un vecteur composé d'éléments représentant ces caractéristiques. L'étape suivante de la chaîne est la classification. Son but est de calculer le degré similitude entre 2 vecteurs (caractéristiques cible et caractéristique mesurée) ou entre 1 vecteur (caractéristique mesurée) et un ensemble de vecteurs (formant une classe). Cette comparaison peut être effectuée de différente façons, plus ou moins efficaces selon la complexité des données (dimensions des vecteurs, variance interclasse, séparation des classes, etc.)[8]. Cette étape consiste à modéliser les paramètres extraits de la ou les emprientes palmaires de chaque individu en fonction de leurs caractéristiques communes. Un modèle est une collection d'informations utiles, uniques et non récurrentes qui identifie une ou plusieurs personnes ayant des similitudes.

on utilise l'algoritheme HP(A Hierarchical Prototype-Based Approach for Classification)

Classification hiérarchique

Le classificateur HP récemment introduit est une approche générique pour la classification. Il simplifie naturellement les complexes problèmes en les décomposant en une série de modèles locaux, qui sont représentés par des prototypes significatifs. Ces prototypes sont identifiés directement à partir de données basées sur leurs distances mutuelles et leurs propriétés d'ensemble ; elles ou ils représentent les pics locaux de distributions multimodales observés à plusieurs niveaux de granularité/spécificité. Les prototypes identifiés sont naturellement agrégés sous forme de hiérarchies pyramidales avec des liens significatifs entre couches successives.Le classificateur HP est capable de s'auto-évoluer en continu pour capturer de nouveaux modèles en streaming données en « une seule passe », de manière simple en termes de calcul. Plus important encore, les raisons qui sous-tendent toutes les décisions qu'elle prend s'explique clairement parce que ses processus d'apprentissage et de prise de décision suivent strictement principe du prototype »[29].

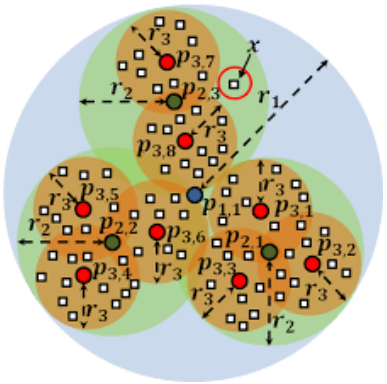


FIGURE 3.6 – Partitionnement de l'espace de données en trois niveaux de granularité[29]

Architecture générale

L'architecture générale du classificateur HP est représentée sur la figure 1.7. Comme on peut le voir sur la figure 1.7(a), Le classificateur se compose de C différentes hiérarchies pyramidales basées sur des prototypes, ce qui correspond aux C disponibles classes dans le flux de données (une hiérarchie par classe). Au cours du processus d'apprentissage, chaque hiérarchie est formée à parallèle en utilisant des échantillons de données de la classe correspondante d'une manière auto-organisée et « en un seul passage ». Le zoom avant structure de l'i la hiérarchie est donnée par la figure1.7(b)

Processus d'apprentissage

Dans cette sous-section, la procédure algorithmique pour identifier de manière autonome une structure de système hiérarchique basée sur un prototype est détaillée comme suit, pour chaque échantillon de données observé du i^{th} classe, x $(k = 1, 2, ...k^i....)$, il est d'abord normalisé par sa norme euclidienne : [29]

$$x \longleftarrow \frac{x}{\|x\|} \; Où \; \|x\| = \sqrt{\sum_{j=1}^{N} (x_{kj}^{i})^2} \tag{3.2}$$

Étape 0. Initialisation du système

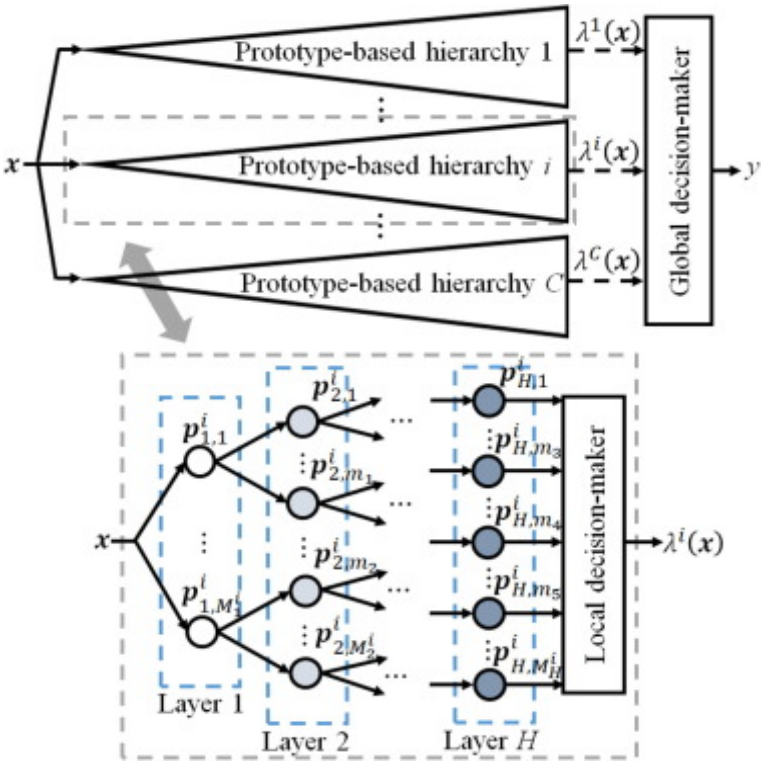


FIGURE 3.7 – .L'architecture générale du classificateur HP[29]

x^i_{kj} $(K^i = 1)$ est utilisé pour initialiser la hiérarchie et est traité comme le premier prototype à chaque couche l=1,2...L

$$(2)M \longleftarrow 1; p^i_{l,M^i_l} \longleftarrow; S^i_{l,M^i_l} \longleftarrow 1 \tag{3.3}$$

Où S^i_{l,M^i_l} est le nombre d'échantillons de données associés à p^i_{l,M^l_l}

Les liens (relations subordonnées) entre ces prototypes de couches successives sont :

$$L^i_0 \longleftarrow \left\{p^i_{1,M^i_1}\right\} \tag{3.4}$$

et, pour le prototype au 1^{th} layer :

$$L^i_{l,M^i_l} \leftarrow \left\{p^i_{i+1,M^i_{l+1}}\right\} \tag{3.5}$$

Par l'équation (4,5),le i^{th} la hiérarchie est établie dans sa forme initiale ressemblant a une chaine avec p^i_{1,M^i_1} comme noeud de départ et p^i_{L,M^i_L} comme neoued de final .

Etape 1. Système en évaluation dynamique

Premièrement,le prototype le plus proche au l^{th} layer à $x^i_{K^i}$ est identifié à l'aide de l'équation suivante :

$$n^*_l = \begin{cases} argmin_{p\in\mathcal{L}^i_l}\left(\|x^i_{K^i} - p\|\right) & if\ l = 1 \\ argmin_{p\in\mathcal{L}^i_{l-1,n^*_{l-1}}}\left(\|x^i_{K^i} - p\|\right) & if\ l = 2,3...,L \end{cases} \tag{3.6}$$

Une fois le prototype le plus peochep^i_{1,M^i_1}est identifiée, la condition suivante est vérifiée pour voir six^i_{kj}a le potentiel de devenir un nouveau prototype du l^{th} layer :

$$Condition1 : IF\left(\|x^i_{k^j} - p^i_{1,n^*_1}\|\right) THEN\left(x^i_{k^j}\right) isanewprototypeatthl^{th}layer \tag{3.7}$$

Dans cet article,par défaut ,la valeur de x_l $(l = 1, 2, ...L....)$est dérivé par l'équation suivante[2] :

$$r_l = 2\left(1 - \cos\left(\frac{\theta_0}{2^{l-1}}\right)\right) \; Ou\; \theta \longleftarrow \frac{\pi}{2} \tag{3.8}$$

Si la condition 1 n'est pas satisfaite ,S_{l,K_l}est utilisé pour mettre à jour les méta_paramètres du prototype le plus proche au l^{th}couche par les formules suivantes :

$$\begin{gathered} P^i_{l,n^*_l} \leftarrow \frac{S^i_{l,n^*_1}}{S^i_{l,n^*_l} + 1} P^i_{l,n^*_l} + \frac{1}{S^i_{l,n^*_l} + 1} x^i_{K^i} \\ p^i_{l,n^*_1} \leftarrow \frac{P^i_{l,n^*_l}}{\| P^i_{l,n^*_l} \|} \\ {\scriptstyle S^i_{l,n^*_l} \leftarrow S^i_{l,n^*_l} + 1} \end{gathered} \tag{3.9}$$

Par conséquement ,une ré_normalisation est nécessaire pour garantir que l'algorithme peut reconnaitre correctement les vrais protorypes les plus proches à tout moment par l'équation (4).

Puis ,x_{k^i}est passé au suivant layer $(l \leftarrow l + 1)$,est la meme procedure à partir de l'équation (5)est répétée pour metttre à jour la couche suivante de la hiérarchie jusqu'à ce que la couche inférieur soit mise à jour ou interrompue l'orsque la condition 1 est satisfaite.

Si la condition 1 est satisfaite un nouvau prototype est ajouté au l^{th}couche ainsi que les couches successives avec méta_paramètre initialisés par équation (10)

$(j = l, l + 1, l + 2, \cdots, L)$:

$$M^i_j \leftarrow M^i_j + 1;$$

$$p^i_{j,M^i_j} \leftarrow x^i_{K^i} \tag{3.10}$$

;

$$S^i_{j,M^i_j} \leftarrow 1;$$

$x^i_{K^i}$lui meme est le noeud de départ et L^0_1est mis à jour comme suit :

$$L^1_0 \leftarrow L^1_0 \cup \left\{p^i_{1,M^i_1}\right\} \tag{3.11}$$

(a)

Autrement ,$p^i_{l-1,n^*_{l-1}}$est reconnu comme le noeud de départ de la nouvelle branche ,et $L^i_{l-1,n^*_{l-1}}$est mis à jour par l'équation

$$L^i_{l-1,n^*_{l-1}} \leftarrow L^i_{l-1,n^*_{l-1}} \cup \left\{p^i_{l,M^i_l}\right\}$$

(b)

Pseudo-code de processus d'apprentissage HP

Input : the data stream , $\{X\}_k^i$
Algorithme begins
While (new data sample $x_{K^i}^i$is a variable or until interrupted)
a.Normalise $x_{K^i}^i$by its Ecludean norm :
$x_{K^i}^i \longleftarrow \frac{x_{K^i}^i}{\|x_{K^i}^i\|}$
b.If($K^i = 1$)then
i.For l =1 to L do
1.$M_l^i \leftarrow 1$;$p_{l,M_l^i}^i \leftarrow x_{K^i}^i$;$S_{l,M_l^i}^i \leftarrow 1$;
2.$\begin{cases} L_0^1 \leftarrow \left\{p_{l,M_l^i}^i\right\} & if\ l = 1 \\ L_{l-1,M_{l-1}^i}^i \leftarrow \left\{p_{l,M_l^i}^i\right\} & if\ l = 2, 3, \ldots, L \end{cases}$
ii.End for
c.Else
i.For L=1 to L do
1. Identify the nearest prototype ,$p_{l,n_1^*}^i$by equation (4) ;
2.If(Condition 1 is unsatisfied) then
Update $p_{l,n_1^*}^i$and $S_{l,n_1^*}^i$by equation (7) ;
3.Else
For j=l to L do
$M_j^i \leftarrow M_l^i + 1; p_{j,M_j^i}^i \leftarrow x_{K^i}^i; S_{l,M_l^i}^i \leftarrow 1$
End for
$\begin{cases} L_0^1 \leftarrow L_0^1 \cup \left\{p_{l,M_l^i}^i\right\} & if\ l = 1 \\ L_{l-1,n_{l-1}^*}^i \leftarrow L_{l-1,n_{l-1}^*}^i \cup \left\{p_{l,M_l^i}^i\right\} & if\ l = 1, 2, 3, \ldots, L \end{cases}$
For j=l+1 to L do
$L_{j-1,M_j^i}^i \leftarrow \left\{p_{j,M_j^i}^i\right\}$;
End for
Break the for loop ;
4.End if
ii.End for
d.End if
End while

Processus de prise de décision

Dans cette sous-section, deux méthodes optionnelles de recherche de prototypes les plus proches pour calculer $\lambda^i(x_K)$sont prévus [14].

Mode A : la première méthode consiste à rechercher le prototype le plus proche de x_k au l^{th} couche de la hiérarchie directement, et le score de confiance est calculé par l'équation suivante :

$$\lambda^i(x_K) = max_{p\epsilon\{p\}_l^i}(e^{-\|p-x_k\|^2}) \tag{3.12}$$

Où $\{p\}_l^i = \left\{p_{l,1}^i, p_{l,2}^i, ..., p_{l,M_l^i}^i\right\}$ désigne la collection de prototypes au l^{th} layer du i^{th} hiérarchie.

Mode B : alternativement, on peut choisir de rechercher les prototypes les plus proches $p_{1,n_1^*}^i, p_{2,n_2^*}^i, , ..., p_{L,n_L^*}^i$,couche par couche du haut vers le haut l^{th} couche de la hiérarchie utilisant l'équation (4), et le résultat final, à savoir, le score de confiance est donné par :

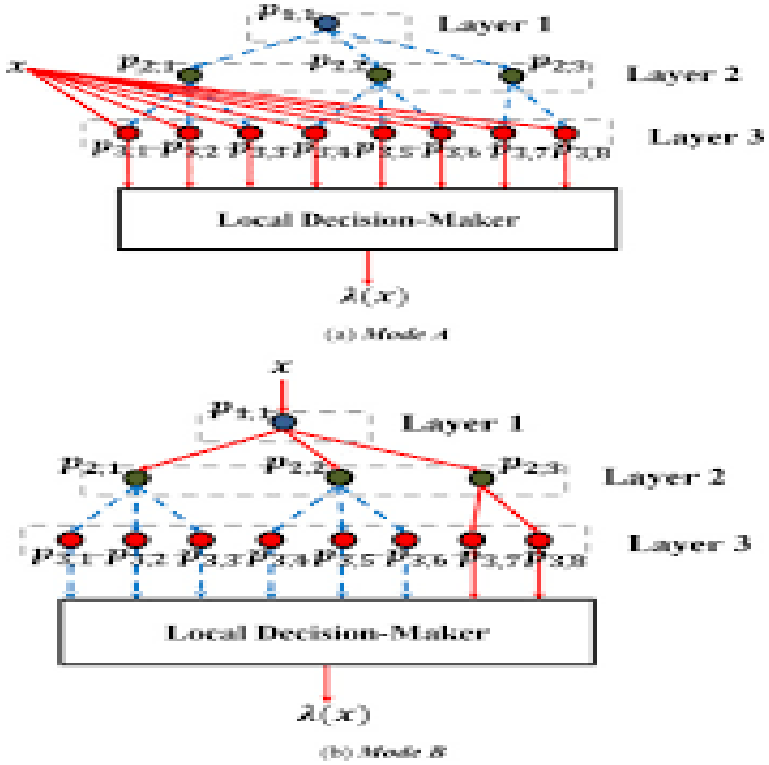


FIGURE 3.8 – deux méthodes de recherche de prototype les plus proches pour la prise de décision[29]

$$\lambda^i(x_K) = e^{-\|p^i_{l,n^*} - x_k\|^2} \tag{3.13}$$

La distance de mahalanobis

Dans le module d'appariement du système proposé, le classificateur de voisin le plus proche qui utilise le cosinus Mahalanobis distance a été utilisé. Le critère de similarité ou de dis similarité est de minimiser la distance (score) entre l'exemple de requête d'entrée et le modèle stocké. Supposons que deux vecteurs Vi et Vj représentent les vecteurs caractéristiques de la requête et modèle dans les images de la base de données, respectivement[3]. Puis le distance entre Vi et Vj est calculé comme suit :

$$d_{Ma}(v_i, y_j) = (v_i - y_j)^T C^{-1} (v_i - y_j)$$

où C fait référence à la matrice de covariance.

3.3.5 Décision

Dans le cas de l'identification, il s'agit d'examiner les modèles retenus par un agent humain et donc décider. En ce qui concerne l'authentification, la stratégie de décision nous permet de choisir entre les deux alternatives suivantes : l'identité de l'utilisateur correspond à l'identité proclamée ou recherchée ou elle ne correspond pas . C'est dans ce module que le système donne sa réponse soit dans une identification par la personne de la base la plus proche, soit par une vérification (oui ou non) . Pour estimer la différence entre deux images, il faut introduire une mesure de similarité. Il est important de noter que le système de vérification automatique de l'empriente palmaire se base en sa totalité sur la méthode de localisation [12]

3.4 Conclusion :

Dans ce chapitre, les travaux biométriques présentés ont conduit à l'élaboration d'un système d'identification des personnes par reconnaissance d'empreintes palmaires. Pour ce faire, nous avons proposé un système biométrique unimodal basé sur l'algorithme HP pour l'extraction des caractéristiques. Ce système est testé dans le but d'améliorer le taux d'identification de cette modalité. En validant ce système sur une base de données de 500 personnes

Chapitre 4

Résultats expérimentaux

4.1 Introduction

L'étude expérimentale de cette étude est basée sur la reconnaissance de personnes par leurs empreintes palmaires en utilisant les méthodes décrites dans le chapitre précédent. Elle est réalisée sur la base de données de PolyU-Multi-spectrale (multi spectral). Afin d'évaluer l'efficacité des méthodes étudiées et les performances de notre système biométrique proposé, est vue l'importance affectée à la modalité de l'empreinte palmaire dans les dernières années

4.2 Vue générale du processus de reconnaissance palmaire

Comme tout système de reconnaissance biométrique, le processus de reconnaissance palmaire passe par les phases principales : l'acquisition d'image qui consiste à capturer l'image de la paume de la main, le prétraitement où un système de coordonnées est établi afin d'aligner l'image et segmenter la partie nécessaire pour en extraire les caractéristiques (cette étape dépend du type d'application) ;l'extraction des caractéristiques par le filtre de Gabor ; la réduction des dimensionnalités par PCA+LDA, la dernière étape est la classification (on utilise le HP) qui détermine l'identité de l'individu (la classification comporte en elle-même un ensemble d'appariements) [18] la figure 1.1 represente le systèmes d'identification des individus par leurs empreintes palmaire :

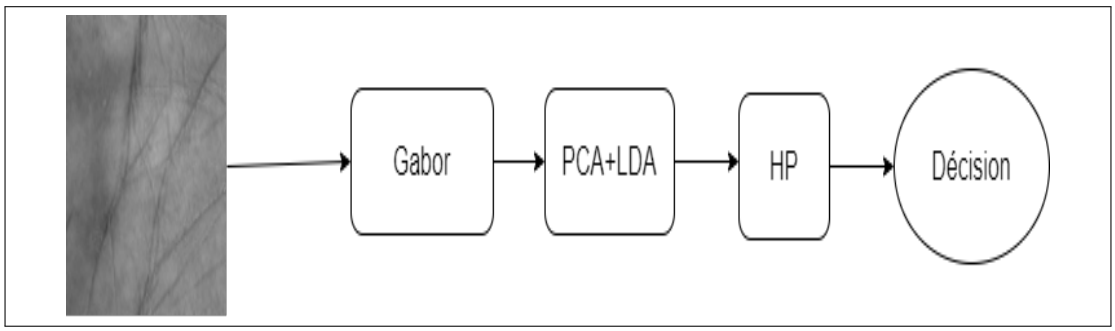


Figure 4.1 – Systèmes d'identification des empreintes palmaire.

4.3 Environnement du travail

Dans cette section, nous présenterons les environnements matériel et logiciel de notre travail.

4.3.1 Environnement matériel

Afin de mener à bien ce projet, il a été mis à notre disposition un ensemble de matériels dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Un ordinateur HP-EliteBook 2170p avec les caractéristiques suivantes :
- Processeur : Intel® core(TM) i5-3427U CPU @ 1.80Ghz 2.30Ghz
- RAM : 8.00 Go de RAM.
- DisqueDur : 500 Go.
- OS : Microsoft Windows 7 64bits

4.3.2 Logiciel MATLAB

Entre 1970 et 1990, de nombreux programmes informatiques interactifs sont apparus sur le marché électronique, notamment le programme MATLAB, conçu par « Cleve Moler » à la fin des années 1970. MATLAB « Matrix Laboratory » est un langage de développement informatique spécialement conçu pour les applications scientifiques, utilisé pour développer des solutions nécessitant une puissance de calcul très élevée, et permettant d'effectuer de multiples simulations basées sur des algorithmes d'analyse numérique [25]

4.3.3 PhD Tools

La boîte à outils de reconnaissance faciale PhD (Pretty Helpful Development) est une collection de fonctions et de scripts Matlab destinés à aider les chercheurs travaillant dans le domaine de la reconnaissance faciale. La boîte à outils a été produite en tant que sous-produit de mes travaux de recherche et est disponible gratuitement en téléchargement. La boîte à outils PhD propose des implémentations de plusieurs techniques de reconnaissance faciale populaires, telles que l'analyse des composants principaux, l'analyse discriminante linéaire, l'analyse des composants principaux du noyau ou l'analyse du pêcheur du noyau. En plus de ces techniques, il contient des fonctions pour la construction de filtres Gabor, l'extraction de caractéristiques Gabor, le calcul de congruence de phase et autres. Une partie importante de la boîte à outils est également les outils d'évaluation qui permettent de construire les courbes de performance les plus courantes (par exemple, ROC, DET, CMC, EPC) utilisées pour évaluer les systèmes de reconnaissance faciale. En plus de ce qui précède, la boîte à outils comprend également un grand nombre de scripts de démonstration qui montrent comment utiliser les fonctions de la boîte à outils dans des expériences de reconnaissance faciale utilisant une vraie base de données. Ces scripts illustrent la procédure complète de création et de test de systèmes de reconnaissance faciale basés sur des filtres de Gabor et des techniques de projection sous-spatiale. [22]

4.3.4 Description des bases de données utilisées

Base de données de l'empreinte palmaire multi-spectrale (PolyU-MSP) : Les images de palmprints que nous avons utilisé dans nos expérimentations sont issues de la base de données PolyU Database. Les images de cette base ont été collectées parmi 500 individus en utilisant un dispositif de capture d'images de palmprints conçu par des chercheurs de

l'université polytechnique de Hong Kong. Les images (12 images pour chaque persone)ont été prises dans deux périodes différentes séparées par un intervalle de temps d'environ deux mois. Durant chaque période, chaque individu devait prendre au moins six images de ses palmprints. De plus, dans la deuxième période, la source de lumière et l'objectif de la caméra CCD (la figure 4.2) ont été ajustés de telle sorte que les images de la première et deuxième période donnent l'impression d'avoir été prises par deux dispositifs de palmprints différents [28]

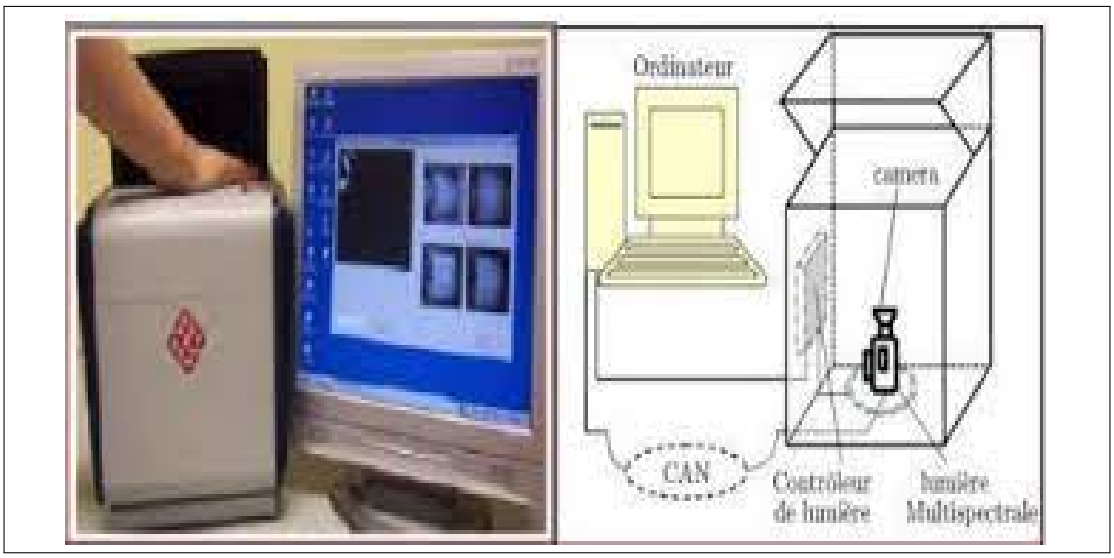


Figure 4.2 – Schéma de principe de dispositif d'acquisition des images multi-spectrales (MSP)

Les images ont, aussi, été prises dans des conditions de lumière différentes afin de tester la robustesse du système de reconnaissance. La taille des images est de 128128 pixel avec une résolution de 75 dpi. Le système collecte quatre images depuis quatre bandes (Rouge, Vert, Blue et NIR). La figure montre des échantillons d'empreinte palmaire multi-spectrale sous les quatre bandes spectrales. Cette base d'images contient 6000 images pour chaque bande provenant des 500 paumes différentes,195 personnes sont des hommes, et la répartition par âge est de 20 à 60 ans.[30].

Séparation des bases de données:

Afin de développer une application de reconnaissance palmaire, il est nécessaire de disposer de deux bases de données : une base pour effectuer l'apprentissage et l'autre pour tester les techniques et déterminer leurs performances, mais Il n'y a pas de règles pour déterminer ce partage de manière quantitatif. Il résulte souvent d'un compromis tenant compte du nombre de données dont on dispose et du temps pour effectuer l'apprentissage. Dans les séries de test que nous avons effectué la base a été scindée de la façon suivante :

Image d'apprentissage

Les images inferieure de la septème (7 ème) chaque élément servent pour la phase d'apprentissage .

Image de test

les image restantes de chaque élément nous ont servi pour la réalisation des différents tests(appartient de 7 ème à 12 èmé)

4.4 Résultats Expérimentaux

4.4.1 Protocole de test

Dans ces expériences, 6 images de la première session, sont utilisées dans la phase d'entrainement. Les autres 6 images de la deuxième session ont été utilisées dans la phase de test. Il y a un total de 300 images d'entrainement et 300 images de test.

nous avons mis en œuvre un système de reconnaissance basé sur l'empriete palmaire avec l'étude des résultats obtenus on utilisent les algorithmes HP et Mahcos pour la classification .

4.4.2 Protocole expérimental :

L'évaluation des systèmes de reconnaissance biométrique peut être fait selon deux modes : identification et vérification. Pour le mode d'identification, les résultats ont été présentés dans le forme du taux de reconnaissance.

Rank-1 qui est donné par

$$Rank - 1 = \frac{N_i}{N} 100\% \tag{4.1}$$

où N_i indique le nombre d'images avec succès attribué à la bonne identité et N représente le nombre total de tentatives d'identification des personnes.

Les courbes de correspondance cumulatives (CMC) sont utilisées dans la tâche d'identification en ensemble fermé. Le CMC présente les performances de précision d'un système biométrique et montre à quelle fréquence le modèle apparaît dans les classements en fonction des taux de correspondance,Ainsi, nous avons également adopté la courbe CMC dans les résultats expérimentaux. Pour le mode vérification, nous présentons les résultats sous la forme du taux d'erreur égal (EER), lorsque FAR (faux taux d'acceptation) est égal à FRR (faux taux de rejet).

De plus, pour représenter visuellement les performances du système biométrique, les caractéristiques de fonctionnement du récepteur (ROC) des courbes ont également été rapportées. Une courbe ROC explique comment les valeurs FAR sont modifiées par rapport aux valeurs du taux d'acceptation réel.[4]

4.4.3 Résultats de l'expérience :

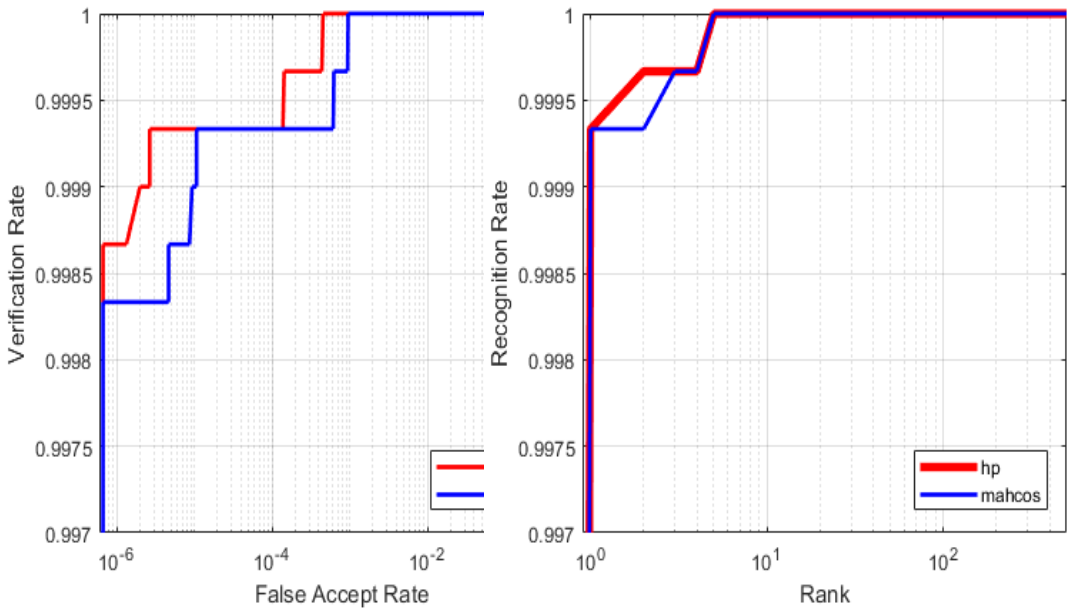
Les résultats obtenus par l'application des algorithmes HP et mahcos sur l'empriente palmaire de chaque personne séparément sont illustrés dans le tableau ci-dessous, en mode de l'identification (rank-1) et de la vérification (EER):

table 4.1 présente une analyse expérimentale pour montrer l'efficacité de classiffeur HP en comparaison avec la classification basé sur la distance de Mahcos pour l'empriente palmaire.

Nous pouvons observez que HP est plus performant que Mahcos. La méthode proposée utilisant le HP atteint une plus grande précision dans les bases de données (Red, Blue, Nir, Green) par exemple, sur la base Red, le système atteint une précision de rang 1 = 100 % et a un EER egale a 0,0002 % en utilisent le HP et une précision de rang 1 = 100 % et a un EER egale a 0,0002 %on utilise Mahcos.

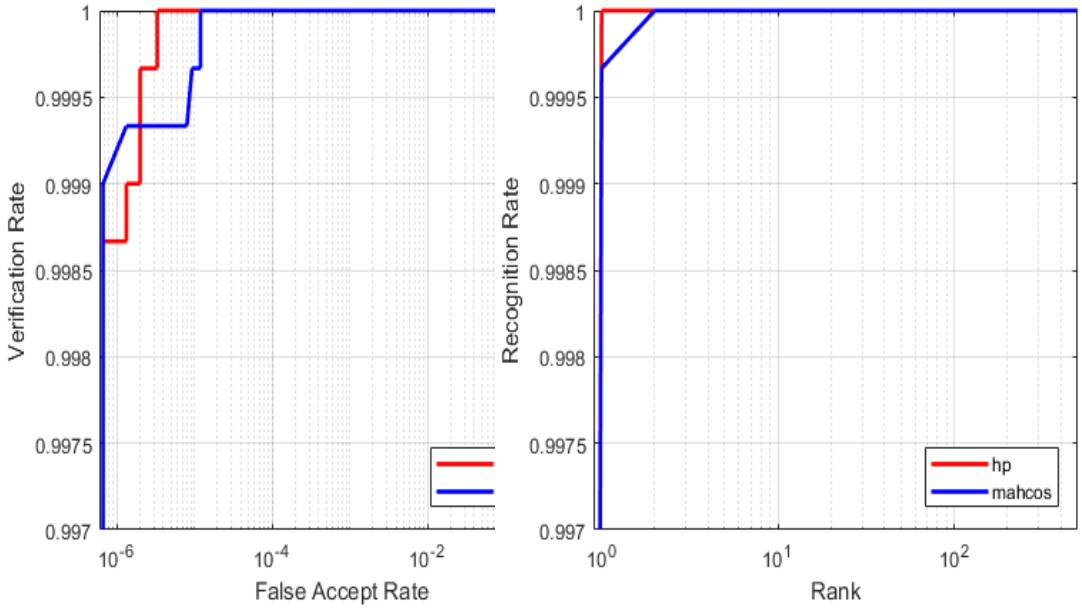
		Blue	Red	Nir	Green
Mahcos	Rank-1 (%)	99.9333	99.9667	99.6000	99.4667
	EER (%)	0.66641	0.0006	0.0666	0.2663
HP	Rank-1 (%)	99.93	100	99.9000	99.7333
	EER (%)	0.03	0.0002	0.0330	0.1327

Table 4.1 – Comparaison entre les résultats des méthodes HP et mahcos au système (Rank1 et EER)



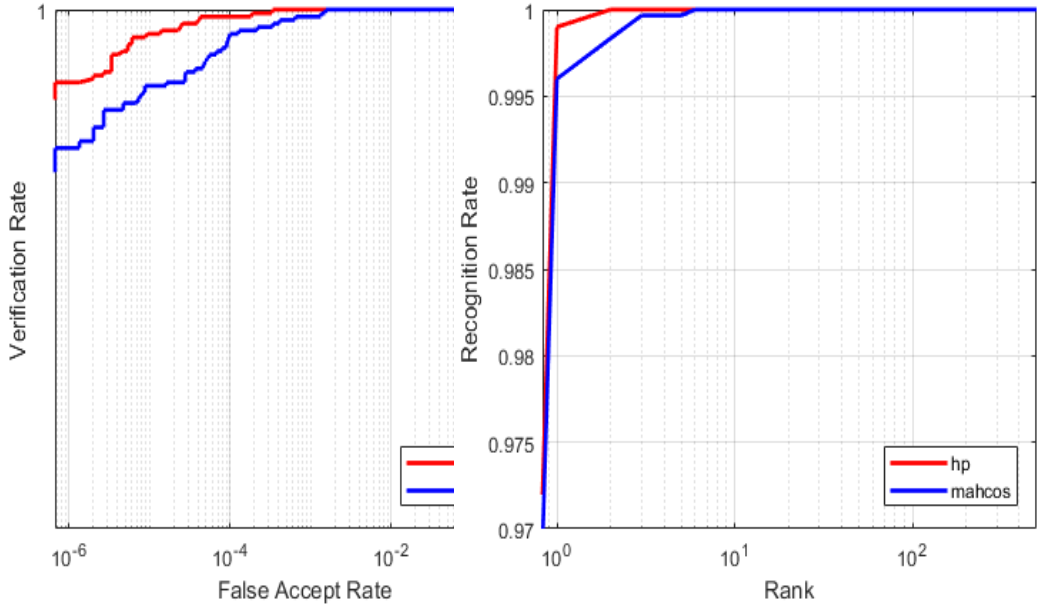
(a) ROC (b) CMC

Figure 4.4 – Comparaison entre les caractéristiques HP et mahcos pour l'empriente palmaire a Courbes CMC b Courbes ROC pour la base de donnée Green



(a) ROC (b) CMC

Figure 4.3 – Comparaison entre les caractéristiques HP et mahcos pour l'empriente palmaire a Courbes CMC b Courbes ROC pour la base de donnée Blue

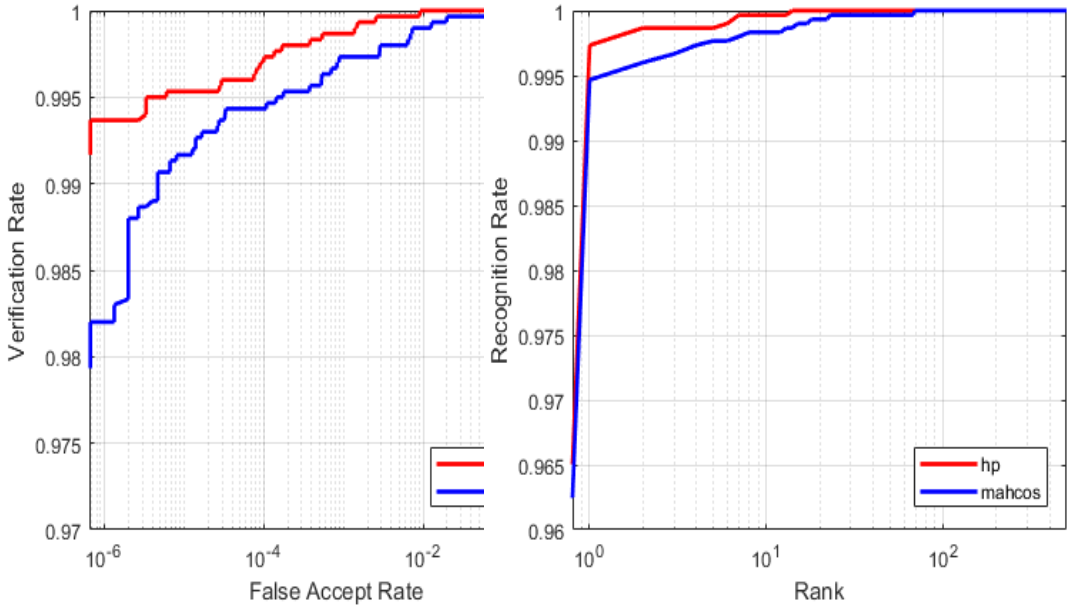


(a) ROC (b) CMC

Figure 4.6 – Comparaison entre les caractéristiques HP et mahcos pour l'empriente palmaire a Courbes CMC b Courbes ROC pour la base de donnée Red

Les résultats de comparaison HP et Mahcos sont également présentés en termes de courbes CMC et ROC, qui peuvent être vues dans les figues 4,5,6,7 Ces graphiques rapportent également une comparaison étude entre le HP et la distance de mahalanobis utilisant l'empriente palmaire . Les résultats montrent clairement que la performance est plus élevée lorsque le système utilise les caractéristiques du descripteur HP.

aussi on peut remarquer que notre système proposé pourait obtenir des performances impressionnantes(rank-1>99.7333 et EER<0.1327)



(a) ROC (b) CMC

Figure 4.5 – Comparaison entre les caractéristiques HP et mahcos pour l'empriente palmaire a Courbes CMC b Courbes ROC pour la base de donnée NIR

4.5 conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté des applications sur un système de reconnaissance par l'empreinte palmaire basée sur les algorithmes HP et la distance de malahanobi pour la classification.Les évaluations ont démontré l'efficacité du système proposé où nous obtenons des résultats optimaux (rank-1 $>$ 99.7333 et EER $<$ 0.1327), également les résultats obtenus en utilisant HP dépassent les résultats obtenus en utilisant Mahcos.

Conclusion générale

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le contexte de l'identification automatique des personnes basées sur leurs descripteurs biométriques. Nous avons utilisé une nouvelle modalité biométrique, à savoir l'empreinte palmaire, pour réaliser notre système biométrique proposé une nouvelle approche de classification basée sur un prototype hiérarchique (HP). La proposition l'approche a une structure de système hiérarchique hautement transparente composée de prototypes significatifs. Celles-ci les prototypes sont identifiés par un processus d'apprentissage autonome et non itératif, et ils représentent naturellement le pics locaux de distributions multimodales dérivées de données à différents niveaux de granularité. Cette technique biométrique est considérée comme étant très puissante en termes de sécurité, à cause de ses caractéristiques biométriques qui sont uniques à l'individu, avec une possibilité presque nulle, que d'autres individus peuvent avoir les mêmes caractéristiques. Même pour le cas de jumeaux identiques. Après avoir introduit les concepts généraux de la biométrie.

Nos tests sur la base d'images multispectrales (MSP) ont montré que notre méthode peut fournir d'excellents résultats en matière de taux de reconnaissance. Les résultats obtenus, sont très intéressants. En effet, nous sommes arrivés à un taux de reconnaissance de 100 %,ce taux est très intéressant ce qui rend notre système fiable où il répond bien à l'objectif à savoir la mise en œuvre d'un système permettant la reconnaissance d'individus. À l'issue des conclusions retenues de nos travaux réalisés, nous envisageons dans les futurs travaux d'utiliser d'autres méthode pour l'extraction des caractéristiques des modalités biométriques. Ainsi, nous viserons rajouté l'étape de segmentation pour accomplir le travail.

Bibliographie

[1] J. Dugelay] F.Perronnin. *An Introduction to Biometrics Audio and Video-Based Person Authentificationl.* 2002.

[2] Meraoumia. A. *Modèle de Markov caché applique à la multi biométrieé en électronique.* Theses, Universitésciences et de la technologie Houari Boumediene, 2014.

[3] Zahid Akhtar Youssef Chahir Abdelouahab Attia, Mourad Chaa. 'finger kunckcle patterns based person recognition via bank of multi-scale binarized statistical texture features. evolving systems, springer-verlag. pp 1-11(hal-01956894), 2018.

[4] Zahid Akhtar Youssef Chahir Abdelouahab Attia, Mourad Chaa. 'finger kunckcle patterns based person recognition via bank of multi-scale binarized statistical texture features. evolving systems, springer-verlag, 2018, 1, pp 1-11. hal-01956894.

[5] Lina TELIB Abderahmane BENAGGA. *Reconnaissance des personnes basée sur l'empreinte de l'articulation de doigt.* Master académique, UniversitéUKM Ouargla, 2016.

[6] Lorène ALLANO. *La Biométrie multimodale : stratégies de fusion de scores et mesures de dépendance appliquées aux bases de personnes virtuelles.* 2009.

[7] F. R. Bach and M. I Jordan. 'kernel independent component analysis, journal of machine learning research 3. 1-48(7), 2002.

[8] Pierre Bonazza. *Sciences Pour l'Ingénieur et MicrotechniqueséDoctorat d'Informatique et Instrumentation de l'ImageéSystème de sécurité biométrique multimodal par imagerieé dédié au contrôle d'accès.* Thèse présentée et soutenue à dijon, École doctorale n°37UniversitéBOURGOGNE, 21 Juin 2019.

[9] P [Claus$_V$*ielhauer*]. $Biometric_u ser_a uthentication_f or_i t_s ecuritynetworkedsociety.$

[10] jr. Christopher horn Julius gatune D. John .Woodward and aryn thomas. *"biometrics a look at facial recognition".* 2003.

[11] Giot R. Hemery B. Rosenberger C El-Abed, M. . *A study of users' acceptance and satisfaction of biometric systems. In 44th Annual 2010 IEEE International Carnahan Conference on Security Technology (pp. 170-178). IEEE.* 2010, October.

[12] Adjout Mohamed et Benaissa Abdelhak. *'Fusion de la DCT-PCA et la DCTLDA appliquée à la reconnaissance de visages.* 2007.

[13] M. TAYEB LASKRI et D. CHEFROUR. *'Système d'identification de visage humains.* 2002.

[14] A. BENAGGA et L. TELIB. PhD thesis, Université Kasdi Merbah Ouargla,, title = Reconnaissance des personnes basée sur l'empreinte de l'articulation de doigt, type = master académique, url = https ://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01335097, year = 2016.

[15] W. BOUKHARRI et M. BENYETOU. *Identification Biométrique des Individus par leurs Empreintes Palmaires : Classification par la Méthode des Séparateurs à Vaste Marge (SVM).* Mémoire de magister, Université USTOran, 2007.

[16] K. BARKA et Y. BOUKHRIS. *' Système d'identification biométrique à base d'un modèle flou.* Mémoire de magister, Université r, Ouargla, 2016.

[17] B. ABBOUD et V. MO DANG F. DAVOINE. (7).

[18] TOUKA FAISAL. 'reconnaissance de la paume de la main", ecole nationale supérieure dinformatique (esi) oued-smar, alger. 2010.

[19] BENCHENNANE Ibtissam. *Etude et mise au point d'un procédé biométrique é multimodale pour la reconnaissance des individus.* Theses en électronique, UniversitéOran Mohamed Boudiaf, 2014.

[20] HADJAIDJI .Khaled MAHDADI. *Modélisation d'empreinte biométrique par un modèle".* 20017.

[21] D. SANTOS MARTINE. ''biometric recognition based on the texture along palmprint principal lines', thèse de masters, university de porto. July 2011.

[22] www.fr.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/35106-the-phd-faceecognition-toolbox ?s$_t id = srchtitle\ consulte]Mathworks.$08/04/2021.

[23] L. MENSSOURAl. *'identification des visages humains par réseaux de nuerons.* magister, Université Batna, 2013.

[24] Arbaoui. M Moulay. M. *« Authentification des personnes par l'articulation du doigte é multimodale pour la reconnaissance des individus.* Thèse de master en génie électrique, Université Kasdi Merbah de Ouargla, 2015.

[25] Ouamane.H. '« identification de reconnaissance faciale avec des expressions, » thèse de master en électronique', université de mohamed kheider, biskra. 2012.

[26] A. Pal and Y. N Singh. *Ecg biometric recognition. In Mathematics and Computing".* 2018.

[27] Article A. Ross and A. Jain. *'Information fusion in biometrics". Pattern Recognition.* 2003.

[28] V Vapnik. 'the nature of statistical learning theory. springer verlag, new york. 1995.

[29] Aberystwyth University Xiaowei Gu. 'a hierarchical prototype-based approach for classification. pp 1-11(rticle in Information Sciences ·), July 2019.

[30] Wang K Zhang D Zuo W, Yue F. '"multiscale competitive code for efficient palmprint recognition", in : International conference on pattern recognition. 2008.