

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## Système de reconnaissance biométrique multimodal basé sur la fusion: empreinte digitale, visage, géométrie de la main

Houalef sara, Bendahmane Abderrahmane, Benyettou Abdelkader

Département d'informatique

SIMPA LAB

USTO MB

ALGERIE

sara.houalef@gmail.com, abder.bendahmane@gmail.com,a\_benyettou@ahoo.fr

.....

**RÉSUMÉ.** Dans cet article un système de reconnaissance biométrique basé sur l'empreinte digitale, le visage et la géométrie de main est présenté. La fusion permet la combiner les avantages des trois modalités, Dans le cas de l'empreinte digitale, l'extraction de paramètres est étudiée par une approche locale (algorithmes d'extraction des minuties), et globale (filtre de Gabor) codée par un filtre gaussien. Un filtrage de Gabor a été appliqué: la géométrie de la main et le visage. Deux approches de classification ont été élaborées, les SVMs (Support Vector Machine) et les réseaux de neurones MLP (Multi-Layer Perceptron). La fusion est effectuée au niveau de la décision testée sur une base multimodale de 9 personnes. De meilleurs résultats ont été obtenus après fusion des modalités

**ABSTRACT.** In this paper, a biometric system based on fingerprint and face and hand geometry is presented. The fusion combines the advantages of the three modalities,. In the case of the fingerprint, the extraction of parameters is applied by a local approach (minutiae extraction algorithms) and global (Gabor filter) and the coding by the Gaussian filter. We applied the Gabor filter in the case of hand geometry and face. Which are then used for classification, with SVMs and MLP neural networks Fusion is performed at decision level (high level) discussed and tested using a multimodal database of 9 persons, Too high a rate by fusion this preliminary study confirms the feasibility of a robust and efficient multimodal biometric system.

**MOTS-CLÉS :** système biométrique multimodal, reconnaissance facial, reconnaissance empreinte digitale et de géométrie de la main, fusion au niveau des score

**KEYWORDS:** multimodal biometric system, palm print, fingerprint, face recognition, score-level fusion.

## 1. Introduction:

Dans le contexte actuel, la sécurité des systèmes d'information est devenue un domaine de recherche d'une très grande importance, en particulier, concevoir un système d'identification fiable, efficace et robuste est une tâche prioritaire. L'identification de l'individu est devenue essentielle pour assurer la sécurité des systèmes et organisations, Face à cette sollicitation grandissante, plusieurs méthodes de reconnaissance biométriques ont été proposées, reconnaissance du locuteur, reconnaissance faciale, empreinte digitale, reconnaissance de l'iris, de la rétine, de la forme de la main.

Ces méthodes ont atteint leurs limites, en termes de performance. Par exemple la Reconnaissance du visage ou de la voix sont très bien acceptées par les utilisateurs mais le taux de bonne identification faciale est au mieux de l'ordre de 85% [1], ce qui les rend trop peu satisfaisantes pour des applications réelles.

D'autres méthodes sont plus fiables telle que la reconnaissance de la rétine ou de l'iris, elles sont coûteuses et en général, mal acceptées par le grand public. De plus, les systèmes qui reposent sur une seule modalité biométrique sont vulnérables aux attaques. Pour le moment, aucun indicateur biométrique n'est fiable à 100% selon [2]. Ce qui a donné naissance à la fusion d'indicateurs biométriques multimodales tous les arguments cité avant plus les résultats des différents travaux [3] [4] ont montré la performance des systèmes Biométriques Multimodales par rapport aux systèmes Unimodaux est une raison forte qui nous a conduit à travailler sur ce sujet (Ajouter une modalité à un système biométrique, c'est ajouter une nouvelle source d'information [3]).

Notre objectif est de proposer un système biométrique multimodal en respectant plusieurs contraintes de confort [5] et de fiabilités (Augmenter le taux de reconnaissance, calcul peu couteux, robustesse). Dans ce contexte la fusion permet de combler le manque d'informations qui résulte de l'utilisation d'une seule modalité. Dans cet article nous proposons un système adaptatif de reconnaissance d'individus par la fusion de trois modalités biométriques : empreinte digitale, visage, géométrie de la main. En traitons chaque modalité séparément avec deux types de classificateurs : le classificateur neuronal MLP et les SVMs, puis de comparer les résultats.

Dans les sections suivantes, nous détaillerons les étapes de prétraitement et de classification pour chaque modalité, puis nous présenterons les résultats expérimentaux et discuterons de nos perspectives de travail.

## 2. Système biométrique multimodal:

### 2.1. Reconnaissance de l'empreinte digitale :

L'empreinte digitale respecte les contraintes de cout et de confort, nous travaillons sur une base de données de 72 images scannées en noir et blanc de (avec un fond blanc) afin de réduire l'utilisation mémoire et la complexité des algorithmes. La base utilisée comporte 9 individus (9 classes), pour chaque individu en prend 5 exemplaires de la même empreinte pour la phase d'apprentissage et 3 exemplaires pour la phase de test. On a élaboré plusieurs processus pour le prétraitement et l'extraction des caractéristiques (codage).

#### 2.1.1 Méthode locale :

Cette méthode repose sur le principe d'extraction des minuties : paramètres pertinents qui caractérisent l'empreinte tels que :

Terminaisons : le point où la crête s'arrête.

Bifurcations : le point où la crête se divise en deux.

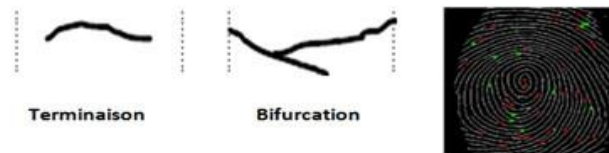


Figure 1 : les minuties de l'empreinte digitale.

La phase de prétraitement est essentielle dans un système de reconnaissance des formes. Afin d'améliorer la qualité de l'information extraite à partir des images, on peut spécifier des régions d'intérêts ou améliorer le contraste des images [6]. Dans le but d'éviter l'extraction de fausses minuties plusieurs étapes de prétraitement ont été effectuées : Binarisation, Squelettisation (Amincissement), Région d'intérêt, extraction des minuties.

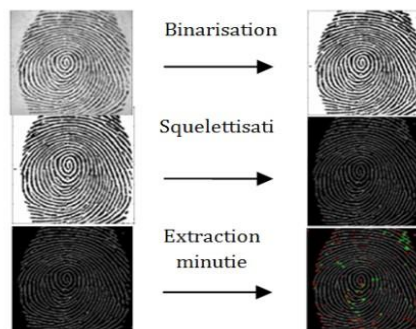


Figure2 : processus de prétraitement et d'extraction des minuties

### 2.1.2 Filtre gaussien :

Après l'extraction des minuties : bifurcation, terminaison (voir figure 1), on applique un codage par filtre gaussien.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

$x, y$  : les coordonnées des minuties,  $\sigma$  : l'écart type de la gaussienne.

Le but de ce filtre est de calculer la concentration des minuties dans des blocs de taille fixe (8x8 blocs), ce filtre est appliqué directement sur les minuties extraites à partir des empreintes digitales. La concentration des minuties est représentée en niveau de gris (voir exemple figure 3).



Figure3 : le filtre gaussien sur les minuties

Après codage, les vecteurs de paramètres sont utilisés dans la phase de classification avec les modèles SVM et MLP.

## 2.2. Reconnaissance faciale :

La reconnaissance du visage est une biométrie mature qui a été beaucoup étudiée. Néanmoins, les méthodes les plus classiques comme les techniques Eigen face, ou encore Fisher face [7], ne sont pas adaptées dans notre cas, car leurs performances s'effondrent dans le cas de manques d'informations a priori [8].

On a utilisé une base de données différente de 240 images en niveau de gris capturées pour 30 individus (30 classes). Pour chaque individu, on prend 5 images pour la phase d'apprentissage et 3 pour la phase de test. Dans ce contexte on a appliqué plusieurs fonctions de prétraitement, suivi d'un filtre de Gabor. On commence par la détection du contour du visage et le seuillage de l'image (figure4).

Grace à ses bonnes performances en reconnaissance du visage et de la paume de la main, ainsi que ses qualités propres: localisation précise en temps/fréquence et robustesse aux variations de contraste et de luminosité selon [9]

Nous avons utilisé un filtre de Gabor afin d'extraire des informations pertinentes. Différentes implémentations de ce filtre existent. Dans [8] et [3]. Un filtre de Gabor 2D dans le domaine complexe est un linéaire dont la réponse impulsionnelle est une sinusoïde modulée par une fonction gaussienne. Il porte le nom du physicien anglais d'origine hongroise Dennis Gabor. Un filtre de Gabor est le produit d'une sinusoïde complexe et d'une gaussienne.

$$G(x, y) = \exp(2j\pi u_0 x + \varphi) \exp\left(-\frac{(x-x_0)^2}{\sigma_x}\right) \quad (2)$$

Ce qui donne en deux dimensions

$$G_1(x, y) = \cos(ax + by) \cdot \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$G_2(x, y) = \sin(ax + by) \cdot \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)$$

Où les variables  $a$  et  $b$  déterminent la fréquence et l'orientation du filtre. Le terme détermine son étendue en modifiant la variance de la gaussienne (Figure 04).

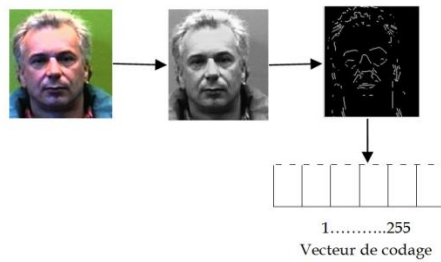


Figure 04 : le codage par filtre Gabor.

### 2.3. Reconnaissance par géométrie de la main :

On a utilisé une base de données de 160 images, capturées sans contact par une simple webcam. Elle est composée de 20 classes (20 individus). Pour chaque individu on a pris 5 images pour la phase d'apprentissage, et 3 pour la phase de test. D'abord on applique un filtre médian pour réduire le bruit [10], puis un seuillage de l'image, ensuite le calcul des vecteurs de codage par un filtre de Gabor.

### 3. Fusion:

La combinaison de plusieurs systèmes biométriques peut se faire à quatre niveaux différents : au niveau des données, au niveau des caractéristiques extraites, au niveau des scores issus du module de comparaison ou au niveau des décisions [2]. La fusion aux deux premiers niveaux est relativement peu utilisée car elle nécessite une homogénéité entre les données par exemple la moyenne de plusieurs "Template" de visage elle consiste souvent une normalisation des données suivie d'une concaténation ce qui pose le problème d'augmenter la dimension de l'espace de classification [11]. Dans notre cas la concaténation n'est pas possible puisque l'ensemble de caractéristique sont incompatibles les minuties d'empreintes digitales et les coefficients de visage et géométrie de la main. Le système de fusion de décisions consiste en une confrontation des résultats de classification qui aboutit à une décision finale. La fusion au niveau des décisions est souvent utilisée pour sa simplicité mais utilisent très peu d'information [3][14].

La fusion au niveau des scores semble être le meilleur choix Figure 6.c'est le type de fusion le plus utilisé car elle peut être appliquée à tous les types de systèmes et traitant plus d'information que la fusion de décisions [12]. Elle consiste à combiner les scores disponibles en un seul et unique score pour prendre la décision finale avec des méthodes relativement simples et efficaces. La chaîne de traitement présentée dans la Figure 6 illustre notre choix de fusion des scores. Cette chaîne permet de tester chaque modalité seul avec les deux classificateurs SVMs et MLP et puis la fusion des scores obtenus à l'étape de comparaison, les scores correspondent à des probabilités conformément à un utilisateur. Qui considèrent le problème de classer un modèle d'entrée X (vecteur de caractéristique) dans l'une des m classes possibles [12] [13]. Nous avons testé deux types de fusion : l'addition, la multiplication des deux scores. La décision correspond alors à la classe de l'image de la base ayant obtenu le score le plus élevé.

**ARIMA**

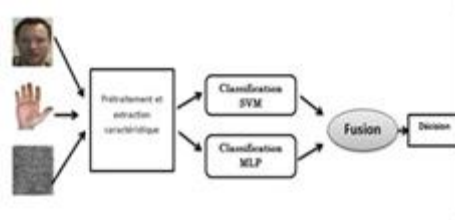


Figure 06 - Schéma de système de reconnaissance biométrique multimodale basé sur la fusion de trois modalités biométriques.

#### 4. Discussion et analyse des résultats :

L'implémentation de notre approche nécessite la création d'un corpus multimodal que nous avons utilisé dans nos expérimentations. On doit créer une base de données multimodale à N individu virtuels ayant trois modalités différentes en associant à chaque individu des images de chaque modalité. A partir des bases de données précédentes, on a pu élaborer un corpus de 216 images (3 modalités x 9 individus x 8) images différentes pour chaque individu. Pour chaque modalité on a pris 5 images pour la phase d'apprentissage et 3 pour la phase test. ajouter des modalités permet d'augmenter la taille de l'information extraite lors de la phase de capture. Si l'utilisateur est réfractaire à une caractéristique biométrique donnée, l'information récoltée sur les autres modalités peut compenser la faible qualité de l'acquisition le cas d'empreinte digitale.

Pour tester notre approche nous avons traité chaque modalité séparément, puis fusionner les trois modalités biométriques. Afin de valider l'approche utilisée, on a utilisé pour chaque modalité 9 classes, chaque classe contenant 5 images pour la phase d'apprentissage et 3 pour la phase de test. Les taux de reconnaissances sont présentés ci-dessous :

##### 4.1 Résultat SVM :

Table 1 : taux de bonne reconnaissance DB2, DB1 SVM.

DB1	Empreinte digitale locale	Empreinte digitale Globale	la main
<b>Noyau Gaussien</b>	55.55%	92.59%	96.29%
<b>Temps D'exécution</b>	0.5689s	1.8749s	0.6890s
<b>Noyau polynomial</b>	51.85%	88.88%	92.59%
<b>Temps D'exécution</b>	0.8785s	0.5567s	0.5313s

DB2	Empreinte digitale locale	Empreinte digitale globale	Visage
<b>Noyau Gaussien</b>	11.11%	40.29%	76.66%
<b>Temps D'exécution</b>	1.7554s	1.8748s	1.741s
<b>Noyau polynomial</b>	14.50%	40.00%	74.07%
<b>Temps D'exécution</b>	0.2345s	0.587s	1.1760s

## 4.2 Résultat MLP:

**Table 2** : Taux de bonne reconnaissance MLP.

Type modalité	l'empreinte	le visage	la main
pas d'apprentissage	0.01	0.002	0.002
Taux d'apprentissage	99%	%100	100%
temps de test	81.48%	%88.89	96.30%
temps d'exécution	0.0730s	0.040s	0;0659s

(Les meilleurs résultats ont été obtenus pour 100 neurones en couche cachée)

## 4.3 Fusion:

Le processus de fusion biométrique est effectué au niveau de la décision pour les trois modalités biométriques et avec les deux classificateurs **SVMs** et **MLP**.

**Table 3** : taux de bonne reconnaissance après fusion.

Type de Fusion	SVM	MLP
Empreinte digitale	92.59%	81.48%
Visage	76.66%	88.89%
Géométrie de la main	96.29%	96.30%
Multiplication	100%	66.66%
Somme	100%	100%

les résultats d'évaluation des performances des différents modalités biométrique est illustré dans les La tables 1,2,3 le taux de bonne identification des personnes a été calculé pour différents systèmes Unimodaux et multimodaux.la table 1 représente le résultat de reconnaissance pour chaque système biométrique testé séparément avec le classificateur SVM :deux technique ont été élaboré pour évaluer la reconnaissance basé sur l'empreinte digitale approche locale (extraction des minuties) et approche globale testé sur deux bases de données différentes BD1 , DB2 les image de la deuxième base sont de mauvaise qualité due au bruit , les résultats montre la performance de l'approche globale qui atteint un taux de 92.59 % même dans le cas de mauvaise qualité d'image ,cependant l'approche locale montre moins de performance surtout dans le cas de mauvaise qualité des images ce qui rend le module d'extraction des minuties plus difficile .ainsi les résultats obtenus confirment aussi que la géométrie de la main est une modalité vraiment performante, puisqu'avec 8 exemples par personne on obtient 96.29% en taux de bonne reconnaissance. La reconnaissance faciale, n'atteint pas aussi de bons résultats, mais ces derniers sont déjà élevés par rapport aux autres modalités, Le noyau gaussien nous a donné de meilleurs résultats par rapport au noyau polynomial dans un classificateur SVM.

La table 2 montre le taux de classification avec le classificateur MLP, plusieurs expériences ont été élaborés pour déterminer les bons paramètres du MLP : pas d'apprentissage, le nombre de neurones en couche caché, la géométrie de la main atteint encore le meilleur taux **96.30 %** ce qui confirme l'efficacité de cette modalités. Le taux de reconnaissance faciale est un plus élevé par rapport à la classification avec les SVMs. La table 3 présente le résultat de classification pour chaque modalité seul puis la fusion en niveau des scores. D'après les résultats La fusion permet toujours de surpasser les performances de chaque modalité. La multiplication et la somme apportent une amélioration des performances trop élevé avec un taux de bonne reconnaissance qui arrive à 100% dans le cas de fusion par somme. La somme apporte une amélioration des performances par rapport à la multiplication.

## 5. Conclusion et perspective :

Cette étude nous a permis de valider la faisabilité d'un système biométrique multimodal par la fusion de trois modalités biométriques l'empreinte digitale, la géométrie de la main, le visage. Les traitements développés respectent les contraintes de faible coût calculatoire avec les deux classificateurs SVM et MLP (table 1 et table 2) L'utilisation de ces programmes revient surtout à sélectionner une bonne famille de fonctions noyaux et à régler les paramètres de ces fonctions. Les résultats obtenus par un classificateur SVM sont meilleurs en comparant avec un classificateur MLP, mais ce dernier est plus rapide en temps de calcul la fusion confirme que les systèmes multimodaux sont plus performant monomodaux. Comme perspectives l'utilisation de la base de données multimodale **Biomet** [15] composé de 130 différentes au sein du projet **Getbiomet**, ainsi que tester d'autres méthodes de fusion.

---

## 6. Bibliographie et biographie

### 6.1 Bibliographie:

- [1] Dorizzi, rapport identification biométrique télécom management Sud Paris 7 .2009
- [2] Arif, fusion de données applications à l'Identification et à l'Authentification thèse de doctorat, Université François Rabelais Tours 2005.
- [3] Poinot, Yang, fusion de biométries sans contact paume et visage Article, Université de Bourgogne, 2008.
- [4] Hammoud, Abidi,face biometrics for personal identification multi modal systems .
- [5]Doublet, Revenu, Olivier, reconnaissance biométrique sans contact de la main intégrant des informations de forme et de texture, France Telecom.2003
- [6] Chaohong, advanced feature algorithms for automatic fingerprint recognition system , university of new yorkatbuffalo.2007
- [7] Aboutadjine Rziza,. Reconnaissance de visage. Mémoire DESA Rabat. 2009
- [8] Thibaud, Réseaux de neurones en cascade pour la localisation précise de points caractéristiques du visage Article Université Pierre et Marie Curie. 2008
- [9] Dhruv, Girish, Chaudhury, gabor filter based fingerprint classification using SVM IEEE Conference. 2004
- [10] Silarbi, reconnaissance biométrique de la main, mémoire master. USTO. 2009
- [11] Lorène ,la biométrie multimodale: stratégies de fusion de scores et mesures de dépendance virtuelle .thèse de doctorat de l'institut des Télécom paris .2009
- [12] Morizet: reconnaissance biométrique par fusion multimodale du visage et de l'iris thèse de doctorat Télécom 2009.
- [13] Chaudhary, multimodal recognition system based on fusion of Palm print, fingerprint and face, International Conference IEEE .2009
- [14] Messaodi, Benyettou : Identification biométrique multimodale article USTO .2010
- [15] Chollet, vérification biométrique multimodal : Le projet incitatif GET- BIOMET Telecom paris.2010

### 6.2 Biographie:

S.HOUALEF Inscrite en 2<sup>eme</sup> année doctorat informatique USTO-MB (2011,2012) titulaire d'un master recherche informatique intitulé systèmes de reconnaissance biométrique multimodales(2010), Mes axes de recherches tournent autour de Approches bio- inspirés appliqués au traitement des images et des vidéos ,l'analyse et le suivi des objets en mouvements dans les séquences vidéo ,Graphiques Probabiliste, Machine Learning.

A.BENDAHMANE, maitre assistant au niveau du département d'informatique, USTO-MB depuis l'année 2009, inscrit en thèse de doctorat option reconnaissance des formes et intelligence artificielle, ses axes de recherches tournent autour des modèles bio-inspirés appliqués au traitement du signal et à l'intelligence artificielle.