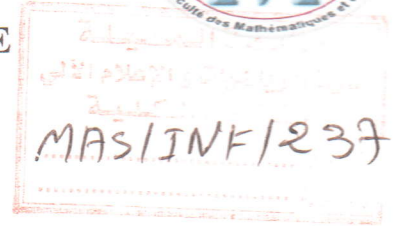




UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA
FACULTE DES MATHÉMATIQUES ET
DE L'INFORMATIQUE

DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE



MEMOIRE de fin d'étude
Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER
Domaine : Mathématiques et Informatique
Filière : Informatique
Spécialité : Systèmes d'Informations Avancés

Par: Ferrat Mawloud

SUJET

Reconnaissance d'empreintes digitales utilisant l'approche multimodale

Soutenu publiquement le :01/06/2016 devant le jury composé de :

.....	Université de M'sila	Président
Mrs. Meliouh Amel	Université de M'sila	Rapporteur
Mrs. ASSAS Ouarda	Université de M'sila	Rapporteur
.....	Université de M'sila	Examineur
.....	Université de M'sila	Examineur

Promotion : 2015 /2016

Table des Matières

Liste de figures :	VI
Liste de tableaux :	VIII
Introduction Générale :	1
CHAPITRE 1 : Introduction à la biométrie	
1. Introduction :	3
2. La biométrie :	3
2.1. Historique :	3
2.2. Définition :	3
2.3. Les systèmes biométriques :	4
2.3.1. Module d'apprentissage :	4
2.3.2. Module de reconnaissance :	5
2.3.3. Module d'adaptation :	6
2.4. Performance des systèmes biométriques :	6
2.5. Mode de reconnaissance :	7
2.6. Applications et enjeux de système biométrique :	8
2.7. Type de reconnaissance biométrique :	11
2.7.1. La reconnaissance physiologique :	11
2.7.1.1. L'empreinte digitale :	11
2.7.1.2. La géométrie de la main :	11
2.7.1.3. L'iris :	11
2.7.1.4. La rétine :	12
2.7.1.5. La reconnaissance du visage :	12
2.7.1.6. D'autres :	12
2.7.2. La reconnaissance comportementale :	12
2.7.2.1. La signature :	12
2.7.2.2. La dynamique de frappe :	12
2.7.2.3. La voix :	13

2.7.2.4. La démarche :	13
2.8. Comparaison des systèmes biométriques :	13
3. Conclusion :	15

CHAPITRE 2 : Système de Reconnaissance d'empreinte digitale

1. Introduction :	16
2. Historique :	16
3. Définition d'une empreinte digitale :	16
4. Classes des empreintes digitales :	17
5. Caractéristiques d'une empreinte digitale :	18
6. Propriétés des images d'empreintes digitales :	19
7. Structure d'un système de reconnaissance d'empreinte digitale :	20
7.1. Principe général :	20
7.2. L'acquisition de l'empreinte :	21
7.3. L'extraction des caractéristiques :	22
7.3.1. Le prétraitement de l'image :	22
7.3.2. La binarisation de l'image :	25
7.3.3. La squelettisation de l'image :	26
7.3.4. La détection des minuties :	27
7.3.5. Post-traitement :	28
8. La phase de reconnaissance :	30
9. Conclusion :	30

CHAPITRE 3 : Généralité sur les réseaux de neurones et SVM

1. Introduction :	31
2. Les réseaux de neurone :	31
2.1. Historique :	31
2.2. Base biologique :	31
2.3. Les Différents Types Des RNA :	34

2.3.1. Les réseaux de propagation (feed-forward)	34
2.3.2. Les réseaux de retro-propagation (feedback) :	35
2.4. L'apprentissage :	36
2.4.1. Les Types D'apprentissage :	36
2.4.1.1. Le mode supervisé	36
2.4.1.2. Apprentissage semi-supervisé	36
2.4.1.3. Le mode non supervisé (ou auto-organisationnel)	36
2.4.2. Le Perceptron Multicouches :	36
2.5. Les avantages des réseaux de neurones :	37
3. Les Séparateurs à Vaste Marge (SVM)	38
3.1. Historique.....	38
3.2. Définition	39
3.3. Domaines d'application	39
3.4. Principe des SVMs.....	39
3.4.1 Linéarité et non linéarité	40
3.5. Fondements mathématiques.....	41
3.6. SVM multi-classes	43
4. Avantages et inconvénients	44
5. Conclusion.....	44

CHAPITRE 4 : Multi-biométrie

1 Introduction	45
2 La multi-biométrie	45
3 les différents systèmes multimodale.....	45
3.1 Système multi-capteurs	46
3.2 Système multi-classifieurs ou multi-Algorithmes	46
3.3 Système multi-instances ou multi-unités	46
3.4 Système multi-échantillons	46

3.5 Système multimodal.....	46
4 Les architectures :.....	47
4.1 L'architecture en parallèle :.....	47
4.2 L'architecture en série :.....	48
5 Fusion de données :.....	48
5.1 La fusion avant comparaison :.....	49
5.1.1 Fusion au niveau des capteurs :.....	49
5.1.2 Fusion au niveau des caractéristiques :.....	49
5.2. La fusion après la comparaison :.....	50
5.2.1 Fusion au niveau du score :.....	50
5.2.2 Fusion au niveau de décision :.....	50
6 Méthodes de fusion :.....	50
6.1. Les méthodes de combinaison de scores :.....	51
6.1.1. Méthodes de normalisation de scores :.....	52
6.1.1.1. Normalisation de scores par remise à l'échelle :.....	52
6.1.1.2. Normalisation de scores par interprétation :.....	53
7. Conclusion.....	53

CHAPITRE 5 : Expérimentation et résultats

1. Introduction.....	54
2. Environnement du travail.....	54
2.1. Environnement matériel.....	54
2.2. Outils de développement.....	54
2.2.1. Matlab 8.1.0.604 (R2013a).....	54
3. Système de reconnaissance des personnes par empreinte digitale.....	55
3.1. Acquisition.....	56
3.1.1. Base d'apprentissage et base de test.....	56
3.2. Prétraitement.....	57

3.2.1. Estimation du champ d'orientation	57
3.2.2. Calcul d'image de fréquence.....	58
3.2.3. Filtre de Gabor	58
3.2.4. Binarisation	58
3.2.5. Squelettisation	59
3.2. Extraction des caractéristique	59
3.2.1. Le vecteur caractéristique :	60
3.2.4.1. Les moments invariants de Hu	60
3.2.4.3. Application de la méthode des moments pour la reconnaissance	60
3.3. Phase de reconnaissance	62
4. Evaluation des performances d'un système biométrique	62
5. études expérimentale	62
5.1. Reconnaissance sans fusion :	63
5.1.1. Réseaux de neurones Artificiels.....	63
5.1.2 Machine à vecteurs de support	64
5.1.3. Méthode des k plus proches voisins.....	65
5.2. Reconnaissance avec fusion :	67
5.2.1 Multi classifieur.....	67
5.2.2 Multi modale	69
6. Quelques interfaces de l'application.....	71
7. Conclusion	73
Conclusion générale :	74
BIBLIOGRAPHIES :	76

Introduction générale

La biométrie, est la technologie qui mesure les caractéristiques du vivant afin de l'authentifier. Cette technologie, est de plus en plus utilisée depuis une dizaine d'années, surtout dans le domaine de la sécurité. La biométrie s'impose, par excellence, de plus en plus aux yeux des États comme solution sécuritaire. Cependant, l'apparition de biométrie n'est plus récente, elle remonte au 19ème siècle. Au début de son apparition, cette biométrie a été appelée anthropométrie. Pour un besoin policier et pour une reconnaissance des criminelles, les empreintes digitales étaient parmi les premières biométries utilisées cette utilisation policière n'a jamais été abandonnée. La biométrie souffre d'ailleurs un peu de cette image policière et a du mal à se faire accepter par le grand public pour d'autres types d'applications.

L'empreinte digitale est la modalité biométrique la plus connue et la plus acceptée par le public. Aussi, l'empreinte digitale est unique pour chaque individu et garde la même forme tout au long de la vie. La donnée de base dans le cas des empreintes digitales est le dessin représenté par les crêtes et sillons de l'épiderme. La reconnaissance par empreinte digitale est un défi qui demande encore des recherches approfondies que se soit théoriques ou pratiques, comme tous les autres modalités biométrique.

Les systèmes biométriques monomodaux souffrent de quelques défauts tel que le non acceptabilité du publique, le taux d'erreurs, la possibilité de l'intrusion de ces systèmes et autres problèmes. Ce qui a donné naissance à la biométrie multimodale qui se base sur la combinaison de diverses informations de différentes sources biométriques. Ces sources peuvent êtres différentes instances de la même modalité, des modalités biométriques différentes, plusieurs prototypes d'une modalité issues de plusieurs capteurs ou plusieurs informations issues de plusieurs algorithmes d'extractions de caractéristiques d'une seule modalité. Ainsi, des études ont démontrés que ces systèmes biométriques multimodaux peuvent obtenir de meilleures performances par rapport aux systèmes monomodaux [10]. Pour cette raison, les systèmes biométriques multimodaux sont adaptés à de nombreux domaines d'applications.

L'identification biométrique basée sur de multiples modalités représente une tendance émergente. La raison plus impérieuse de combiner différentes modalités est d'améliorer le taux de reconnaissance. Il y a d'autres raisons de combiner deux ou plus de modalités : La première est que les différentes modalités biométriques pourraient être plus appropriées pour les différentes applications. Une autre raison est simplement la préférence de l'utilisateur du système biométrique.

Dans ce cadre, l'objectif global de notre projet qui porte sur la réalisation d'un système de reconnaissance d'empreintes digitales utilisant l'approche multimodale avec l'iris, en se basant sur les méthodes d'apprentissage automatique et les différents scénarios de fusion d'informations de la même modalité ou de différentes modalités biométriques

Pour ce faire, ce travail se déclinera sous deux aspects, l'un théorique et l'autre applicatif. Il contiendra les chapitres suivants :

- le premier chapitre, est consacré à la présentation générale de la biométrie. Il décrit le principe de fonctionnement des systèmes biométriques, puis on définit les outils utilisés pour évaluer leurs performances. Ensuite, les diverses applications qui en découlent, et on présentera brièvement les différents types de reconnaissance biométrique. Enfin, on exposera une comparaison entre les techniques biométriques.

- Au niveau du deuxième chapitre, nous introduirons la définition d'empreinte digitale et ses caractéristiques puis nous présenterons la structure d'un système de reconnaissance d'empreinte digitale, Ensuite nous présenterons la méthode classique d'extraction des caractéristiques qui est basée sur l'extraction des minuties. Enfin, nous avons décrit la phase de reconnaissance.

- Le troisième chapitre présente, une vue générale sur les réseaux de neurones (RNA), ainsi que une présentation sur les machines à vecteurs de support (SVM)

- Dans le quatrième chapitre, nous procéderons par la présentation sur la multi-biométrie et leurs différents systèmes multimodaux et leurs architectures. Ensuite nous présentons les divers niveaux de fusion. Avant de clôturer ce chapitre, on portera notre attention sur la fusion au niveau de scores, ainsi que les méthodes les plus utilisées pour la combinaison des scores.

- Le dernier chapitre propose l'architecture générale de notre système de reconnaissance d'empreinte digitale utilisant l'approche multimodal. Nous présentons les résultats expérimentaux obtenus pour chaque étape du système réalisé ainsi que les différentes discussions concernant ces résultats.

Finalement, nous clôturons ce mémoire par une conclusion générale et des suggestions pour une future recherche.

Conclusion générale

Malgré les efforts et les travaux réalisés dans le domaine de la reconnaissance des empreintes digitales, le système idéal n'existe pas jusqu'à présent. Et un bon système nécessite de faibles taux de rejets et des taux d'erreurs très faibles car le coût des erreurs est extrêmement élevé. Cela dépend d'une grande part des techniques utilisées au cours du processus de développement.

Dans ce travail, on a présenté le système de reconnaissance de personne basée sur l'empreinte digitale et utilisant l'approche multimodale. On a mis en place certaines méthodes d'apprentissage automatique d'empreintes digitales, qui sont ANN, SVM et KNN, les expériences sont effectuées sur la base de données d'empreintes digitales CASIA-FingerprintV5.

On a mis en place, un système multi-biométriques puisque les systèmes mono-biométriques sont limités dans certains cas. Pour améliorer les performances du système de reconnaissance, on a utilisé divers scénario de fusion multimodale entre l'empreinte digitale et l'iris basée sur six règles de fusion : moyenne, produits, minimum, maximum, médiane, et la somme pondérée.

Toutes nos expériences sont mises en œuvre dans Matlab R2013a .On a développé une interface graphique utilisant (GUI) pour tester les approches adoptées.

- Nous avons comparé entre les méthodes d'apprentissage automatique ANN, SVM et KNN, on a constaté que le taux de reconnaissance de la méthode SVM est 65% qui est surpasse KNN 60% et RNN 55%.
- Les résultats expérimentaux montrent que les scénarios de fusion multi-calassifieur avec l'application des règles de fusion, pour le scénario de fusion entre les (SVM, KNN, RNN) ont donné un taux de reconnaissance de 70%, qui est égale à la fusion des entre (KNN, ANN) 70%, est qui surpasse les méthodes d'apprentissage sans fusion 60%.
- La performance du scénario de fusion multimodale 95% a amélioré le taux de reconnaissance d'une manier considérable par rapports aux multi-classifieurs et mono-modale.

Les perspectives de ce travail sont nombreuses. On peut les articuler comme suite :

- Elargir la base de données, et évaluer notre système biométrique multimodal sur une vraie base multimodale.
- Utiliser d'autre filtre dans l'étape de prétraitement comme filtre de Gabor 2D.

- Dans l'étape de post-traitement l'utilisation d'autres algorithmes comme RBF, HMM ça sera intéressant.
- Appliquer d'autres scénarios dans différents niveaux de fusion.
- On a choisi comme modalité biométrique l'iris pour la mise en œuvre de notre système multi-biométrique. Il sera très intéressant, d'utiliser d'autres modalités biométriques comme la voix, empreinte palmaire.

Bibliographie :

- [1] A. Adjimi, Classification des empreintes digitales par les réseaux de neurones flous, Master, Université de M'sila, 2012.
- [2] Abdi H, Intelligence Artificielle et Intelligence Naturelle, Presse Universitaires de France in J. P Rossi J. F Le Ny J. F (Eds), 1993.
- [3] Achour K, Zenati N, Djekoune O, Contribution d'image par un modèle de réseaux de neurones, 1998.
- [4] A. Jain, L. Hong, S. Pankanti, R. Bolle, an identity-Authentication system using fingerprint', Proceedings of the IEEE, Volume 85, 1997.
- [5] A. Jain, P. Flynn, A. Ross, Handbook of multibiometrics, 2006.
- [6] A. Jain, Y. Wam, L. Hong, Fingerprint image enhancement algorithm and performance evaluation, IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, Volume 20, 1998, pp 781-783.
- [7] Anil k.jain, P.flynn, A.ross, handbook of biometrics, springer, 2007
- [8] Anil k.jain, Stan k.li, Encyclopedia of biometrics, springer, 2009.
- [9] A. Ross, An introduction to multibiometrics, Conference (EUSIPCO), Poland, 2007.
- [10] A. Ross, Karthik Nandakumar, and Anil K. Jain. Handbook of Multibiometrics. Springer, 2006.
- [11] A. Ross, K. Nandakumar, K. Jain, Handbook of multibiometrics, Springer, 2006.
- [12] AYAT.N.E, CHERIET.M, SUEN.C.Y, Automatic model selection for the optimization of SVM kernels, ELSEVIER, the journal of pattern recognition society. Pattern recognition 38 (2005) 1733-1745.
- [13] Bedda. Mouldi, Ramdani. Messaoud, Doghmane Nourreddine, classification des caractères manuscrits arabes par un perceptron multicouches, revue des sciences et technologies synthèse n=°1, université Annaba, pp. 6-11, juin, 1996.
- [14] B. le Duc, Authentification des empreintes digitales dans un système BioPKI, L'institut de la francophonie pour l'informatique, Hanoi, 2007.
- [15] BenJ.A.krose P.patrick van der smagt, an introduction to neural networks, university of amsterdam faculty of mathematics and computer science: pages 33- 42, Fifth edition january 1993.
- [16] B. Ibtissam, etude et mise au point d'un procédé biométrique multimodale pour la reconnaissance des individus, Doctorat, Université d'oran, 2016.
- [17] Boudjellal sofiane, Détection et identification de personne par méthode biométrique, Magister, Tizi Ouzou, 2011.

- [18] BOTTOUL, Comparison of Classifier Methods: A Case Study in Hand written Digit Recognition, *Pattern Recognition*, 1994. Vol. 2 -Conference B: Computer Vision & Image Processing. Proceedings of the 12th IAPR International. Conference on: oct1994. Jerusalem.
- [19] C.fredouille, J.mariethoz, C.jaboulet, J.Hennebert, Behavior of a Bayesian Adaptation method for incremental enrollment in speaker verification, Istanbul, 2000.
- [20] CORTES.C, VAPNIK.V, support-vector networks, *Machine learn*, 20 (3) (1995) 273-297.
- [21] D. Maio, D. Maltoni, Neural network based minutiae filtering in fingerprint images, In 14th International conference on pattern recognition, 1998, pp 1654-1658.
- [22] Dreyfus G, " Les Réseaux de Neurones, Mécanique Industrielle et Matériaux ", No.51, septembre 1998.
- [23] E. Tisserand, J. Pauttex, P. Schweitzer, Analyse et traitement des signaux, Méthodes et applications au son et à l'image, Dunod, Paris, 2008, pp 281-285.
- [24] Freeman J. A, Shapriua D.M, "Neural Networks: algorithms, Application and Programming Techniques", Book, Addison Wesley Publishing Company, INC, 1991.
- [25] H. V. Dang, Biométrie pour l'identification, Rapport final du tipe, Institut de la Francophonie pour l'informatique, 2005.
- [26] <http://svms.org/history.html>. Date d'accès 01-05-2016.
- [27] J. Kittler, M. Hatef, R. Duin, J. Matas, on combining classifiers, *IEEE Trans.* 1998, pp. 226-239.
- [28] J.P. Crettez, G. Lorette, «Reconnaissance de l'écriture manuscrite », *Techniques de l'Ingénieur*, Dossier : H1358, Date de parution : 02/1998.
- [29] Julian ashbourn, guide to biométrie for large-scale systems, 2011.
- [30] L. Allano, La biométrie multimodale : stratégies de fusion de scores et mesures dépendance appliquées aux bases de personnes virtuelles, Doctorat, Université D'evry, 2009.
- [31] Max chassé, la biométrie au Québec, Québec, 2002.
- [32] M. Mohamed, H. Nyongesa, Automatic fingerprint classification system using fuzzy neural techniques, School of computing and management sciences, Sheffield Hallam University, sheffienld, 2002.
- [33] N. Ahmed and K. R. Rao, Orthogonal transforms for digital signal processing, *IEEE Trans. on SMC*, Volume 9, 1979, pp 62-66.
- [34] N. Galy, Etude d'un système complet de reconnaissance d'empreintes digitales pour un capteur microsysteme à balayage, Doctorat, Grenoble, 2005.

- [35] OSUNA.E, FREUND.R, GIROSI.F, Training support vector machines: an application to face detection, In: CVPR 97: proceeding of the 1997 conference on computer vision and pattern recognition. IEEE computer society, 1997, pp.130-136.
- [36] Peter Gregory, Michael A.Simon, biometrics for dummeis, cisa, cissp, 2008.
- [37] R. Belguechi, Contribution à la reconnaissance d'empreintes digitales par une approche hybride, Magister, Institut national de formation en informatique (I.N.I), 2006.
- [38] R. Picard, A. Shertinsky, Restoration and enhancement of fingerprint images using M-Lattice, Tech report, MIT, 1994.
- [39] Sander Bohte, Spiking neural networks, Thesis University Leiden.2003.
- [40] S. Chevalier, M. Lemaître, E. Geoffrois, Étude de primitives spectrales pour la reconnaissance de caractères manuscrits dans le cadre d'une approche markovienne 2D, Actes 15ème Congrès Francophone AFRIF-AFIA Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle (RFIA'2006), Tours, France (CDROM), 2006.
- [41] SCHOLKOPF.B, SOMLA.A.J, Learning with kernels, Support vector machine regularization, optimization, and beyond, the MIT press 2002.
- [42] S. Derrode, Méthode de binarisation d'Otsu, 2012.
- [43] Shih-chi huang and yih-fang huang, Learning algorithms for perceptrons using back-propagation with selective update, paper, 1990.
- [44] S. Labiba, Ismahene, Une approche multimodale pour la verification biometrique, Courrier du savoir, Volume 12, 2011, pp. 79-86.
- [45] W, Boukhari., "Identification Biométrique des Individus par leurs Empreintes Palmaires (Palprints) ", Mémoire de Magister, USTOran, Octobre 2007.
- [46] Y. Chahir, Analyse et classification des empreintes digitales, Master, Université de Caen-Normandie, 2009.

ملخص

البيو مترية متعددة الوسائط، هو الذي يعمل على الجمع بين عدة أنظمة التحقق من الهوية، الواقع أنه يقلل من القيود المفروضة على نظم التحقق من الهوية، مثل عدم القدرة على الحصول على بيانات من شخص ما أو الغش المتعمد، وتحسين التعرف. فوائد نظم التحقق من الهوية المتعدد الوسائط يتم الحصول عليها عن طريق دمج عدة أنظمة التحقق من الهوية.

في هذا السياق يستند عملنا في التعرف على بصمات الأصابع بالاعتماد على التحليل العام وذلك باستعمال لحظات هير وذلك لاستخدام الخصائص فيما بعد بواسطة المصنفات، بحيث تم التعرف بواسطة عدة مصنفات هي: الشبكات العصبونية، شعاع الدعم الآلي و ن-الأقرب جار وكذلك باستعمال الدمج بين مختلف هذه المصنفات من جهة أخرى الدمج بين البيو مترية متعددة الوسائط (البصمة + قزحية العين)

معدل التعرف في الدمج بين مختلف المصنفات هو 70%، اما بالنسبة لمعدل التعرف بين البيو مترية متعددة الوسائط هو 95%.

كلمات مفتاحية: البيو مترية، المتعدد الوسائط، بصمات الأصابع، لحظات هير، الشبكات العصبونية، شعاع الدعم الآلي، ن-الأقرب جار، الدمج، مختلف المصنفات.

Abstract

Multimodal biometrics, that is the combination of several biometric systems, is a widely studied area. Multimodality is interesting because it overrides most of the limitations of biometric systems taken alone. It provides a solution when enrolment is impossible for one modality and is more robust against intentional forgeries, while enhancing recognition performance. The advantages of multimodality compared to "monomodal" biometric systems are obtained in combining several systems.

Within this context our work of classification of the sheets of the plants is based on the full analysis in order to use the moments invariants of Hu as entered to a method of recognition based on the automatic learning methods (ANN, KNN, SVM), alongside with the different fusion scenarios between those classifier, In addition to the multimodal (digital fingerprint, iris). The recognition rate for the multi-classifier is 70% and for the fusion multimodal is 95%

Keywords : biometrics, Multimodality, fingerprint, moments invariants of Hu, ANN, KNN, SVM, fusion, multi-classifier, monomodal.

Résumé

La biométrie multimodale, qui consiste à combiner plusieurs systèmes biométriques, est de plus en plus étudiée. En effet elle permet de réduire certaines limitations des systèmes biométriques, comme l'impossibilité d'acquérir les données de certaines personnes ou la fraude intentionnelle, tout en améliorant les performances de reconnaissance. Ces avantages apportés par la multimodalité aux systèmes biométriques 'monomodaux' sont obtenus en fusionnant plusieurs systèmes biométriques.

Dans ce cadre notre travail de reconnaissance d'empreintes digitales se base sur l'analyse globale afin d'utiliser les moments invariants de Hu comme entrées à une méthode de reconnaissance basée sur les méthodes d'apprentissage automatique (RNA, KNN, SVM), et les différents scénarios de fusion entre ses classifieurs, et d'autre par le scénario de fusion multimodale (Empreinte digitale, iris). Le taux de reconnaissance pour la fusion multi-classifieurs est 70%, et ceux de fusion multimodale est 95%.

Mots clés : biométrie, multimodale, empreinte, moments invariants de Hu, RNA, KNN, fusion, multi-classifieurs, monomodaux.