



N° d'ordre :

UNIVERSITE DE M'SILA
FACULTE DES MATHÉMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE
Département d'Informatique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Système d'information avancé

Par :

Guenfoud ASMA

SUJET

Conception et réalisation d'un système de reconnaissance des empreintes digitales par réseau de neurones artificiels

Soutenu publiquement le :06/2012 devant le jury composé de :

Mr. Université de M'sila	Président.
Mrs.O.ASSAS, Mrs K.MALEK Université de M'sila	Rapporteur.
Mr. Université de M'sila	Examineur.
Mr. Université de M'sila	Examineur.
Mr. Université de M'sila	Examineur.

Promotion : 2011 /2012

Table de matière

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	01
Chapitre I : Généralités sur le traitement images	
I.1 Introduction.....	04
I.2 Définition de l'image.....	04
I.3 Définition de l'image numérique.....	04
I.4 Types d'images.....	05
I.4.1 Image matricielle (bitmap).....	05
I.4.2 Image vectorielle.....	05
I.5 Les images bitmap.....	05
I.5.1 Concepts et définitions de base.....	05
I.5.1.1 Pixel.....	05
I.5.1.2 Le codage de pixel.....	06
I.5.1.3 La taille d'une image.....	06
I.5.1.4 La résolution d'une image.....	06
I.5.1.5 La luminance.....	06
I.5.1.6 Le contraste.....	07
I.5.1.7 Le bruit.....	07
I.5.1.8 L'histogramme.....	07
I.5.1.9 La palette des couleurs.....	08
I.5.2 Codage des couleurs.....	08
I.6 Formats de fichiers d'images.....	09
I.6.1 windows BitMaP (BMP).....	09
I.6.2 Tagged Image File Format (TIFF).....	10
I.6.3 Joint Photographic Expert Group (JPEG).....	10
I.6.4 Graphics Interchange Format (GIF).....	10
I.6.5 Portable Network Graphic (PNG).....	10
I.7 La structure d'un fichier BMP.....	10
I.7.1 En-tête du fichier.....	10
I.7.2 En-tête du bitmap.....	11
I.7.3 La palette des couleurs.....	11
I.7.4 Les données de l'image.....	12
I.8 Quelques traitements d'images.....	12
I.8.1 Binarisation.....	12
I.8.2 Squelettisation.....	13
I.8.3 Segmentation.....	13
I.8.4 Convolution.....	13

I.8.5 Filtrage.....	14
I.8.5.1 Filtres linéaires.....	14
I.8.5.2 Filtres non linéaires.....	16
I.8.6 Morphologie mathématique.....	17
I.8.6.1 Erosion.....	17
I.8.6.2 Dilatation.....	17
I.8.7 La détection de contours.....	17
I.9 Conclusion.....	19

Chapitre II : La reconnaissance des empreintes digitales

II.1 Introduction.....	21
II.2 Historique.....	21
II.3 Intérêts de l'empreinte digitale.....	22
II.4 L'empreinte digitale.....	22
II.5 Caractéristiques des empreintes.....	23
II.5.1 Les points singuliers globaux.....	23
II.5.2 Les points singuliers locaux (Les minuties).....	23
II.6 Classes des empreintes digitales.....	25
II.7 Structure d'un système de reconnaissance des empreintes digitales.....	26
II.7.1 L'acquisition de l'empreinte.....	27
II.7.2 L'extraction des caractéristiques.....	28
II.7.2.1 Les approches de binarisation.....	28
A) Prétraitement.....	29
B) Binarisation.....	33
C) Squelettisation.....	34
D) Extraction des minuties.....	35
E) Post-traitement.....	36
II.7.2.2 Les approches d'extraction à partir de l'image en niveau de gris.....	38
II.7.3. La phase de reconnaissance.....	38
II.8 Conclusion.....	39

Chapitre III : Réseaux de neurones artificiel

III.1 Introduction.....	41
III.2 Le neurone biologique.....	41
III.3 Le neurone formel (artificiel).....	42
III.4 Réseaux de neurones artificiels.....	45
III.5 Architecture des réseaux de neurones.....	46
III.6 Apprentissage.....	47
III.7 Quelques types de réseaux de neurones.....	48
III.8 Applications des réseaux de neurones.....	50
III.9 Avantages et Inconvénients des réseaux de neurones.....	51

III.10	Le perceptron multicouche (PMC).....	51
III.11	Algorithme de rétropropagation du gradient.....	52
III.12	Conditions d'arrêt de l'apprentissage.....	54
III.13	Conclusion.....	55

Chapitre IV : Conception et réalisation du système

IV.1	Introduction.....	57
IV.2	Outils de développement.....	57
IV.2.1	Microsoft Visual Studio 2010.....	57
IV.2.2	Microsoft Access 2010.....	57
IV.3	Structure de système réalisé	58
IV.3.1	Acquisition.....	59
IV.3.1.1	Base d'apprentissage et base de test.....	59
IV.3.2	Extraction des caractéristiques.....	60
A)	Prétraitement.....	60
B)	Binarisation.....	61
C)	Squelettisation.....	62
D)	Extraction des minuties.....	62
E)	Post traitement.....	62
F)	Le vecteur caractéristique.....	63
IV.3.3	Architecture de réseau de neurones.....	64
IV.3.4	Apprentissage du réseau.....	65
IV.3.5	Phase de reconnaissance.....	65
IV.4	Test et évaluation du système.....	66
IV.5	Présentation de l'application.....	67
	Conclusion générale.....	70

Figure II.9	Les différents représentations du squelette.....	35
Figure II.10	Processus direct d'extraction des minuties.....	38
Figure III.1	Le neurone biologique.....	42
Figure III.2	Modèle de base d'un neurone formel.....	43
Figure III.3	Architecture des réseaux de neurones.....	47
Figure III.4	Perceptron simple.....	48
Figure III.5	Perceptron multicouche.....	49
Figure III.6	Réseaux de neurones bouclés.....	50
Figure III.7	Réseau de neurones.....	52
Figure IV.1	Structure du système réalisé.....	58
Figure IV.2	Amélioration d'image d'empreinte.....	61
Figure IV.3	Binarisation d'image d'empreinte.....	61
Figure IV.4	Squelettisation d'image d'empreinte.....	62
Figure IV.5	(a) les minuties détectées (b) image segmentée, (c) résultat de la méthode (1) (d) résultat de la méthode (2).....	63
Figure IV.6	Vecteur caractéristique.....	63

Introduction Générale

De nos jours, on parle de plus en plus de l'insécurité dans divers secteurs (le contrôle d'accès aux ordinateurs, l'e-commerce, les opérations bancaires basées sur l'identification du demandeur...etc.), ainsi que de moyens informatiques à mettre en œuvre pour contrer cette tendance.

Il existe traditionnellement deux manières d'identifier un individu. La première méthode est basée sur une connaissance à priori "*knowledge-based*" de la personne telle que, par exemple, la connaissance de son code PIN (*Personnel Identification Number*) qui permet d'activer un téléphone portable. La seconde méthode est basée sur la possession d'un objet "*token-based*". Il peut s'agir d'une pièce d'identité, d'une clef, d'un badge...etc. Ces deux modes d'identification peuvent être utilisés de manière complémentaire afin d'obtenir une sécurité accrue comme dans le cas de la carte bleue.

Cependant, chacune des deux manières présente des faiblesses. Dans le premier cas, le mot de passe peut être oublié par son utilisateur, deviné ou même bien volé par une autre personne, en effet il existe des gens qui ne font pas l'effort d'appliquer les consignes de sécurité avant de retirer de l'argent (regarder derrière soi, cacher le clavier avec sa main lors de la saisie du code secret, ... etc.). Dans le second cas, le badge (ou la pièce d'identité ou la clef) peut être perdu ou volé.

La biométrie est une solution alternative aux deux modes d'identification précédents. Elle se réfère à l'identification automatique d'une personne vivante grâce à ses caractéristiques physiologiques ou comportementales (caractéristiques biométriques). Il existe différents types de technologies biométriques sur le marché: la reconnaissance faciale, la reconnaissance d'empreinte digitale, l'identification de la géométrie des doigts et de la main, l'identification de l'iris, l'identification des veines, l'identification de la voix et l'identification de la signature, ... etc.

L'avantage de ces caractéristiques biométriques est d'être *universelles*, c'est-à-dire présentes chez toutes les personnes à identifier. D'autre part, elles sont *mesurables* et *uniques* (deux personnes ne peuvent posséder exactement la même caractéristique biométrique). Elles sont aussi *permanentes*, ce qui signifie qu'elles ne varient pas (ou varient peu) au cours du temps.

L'intérêt des applications utilisant la biométrie se résume en deux classes : faciliter le mode de vie et éviter la fraude.

La reconnaissance d'empreintes digitales représente la méthode la plus ancienne d'identification biométrique. Bien que des progrès significatifs aient été enregistrés pour de tels systèmes mais aucun d'eux n'est capable de rassembler les conditions pour des performances rigides. Chaque système de reconnaissance des empreintes digitales utilise des extracteurs des caractéristiques différents et des méthodes de reconnaissance différents.

Dans ce cadre s'inscrit ce projet qui porte sur la conception et la réalisation d'un système de reconnaissance des empreintes digitales en se basant sur les réseaux de neurones artificiels qui sont des méthodes d'apprentissage automatique puissantes et faciles à manier.

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 des généralités sur le traitement d'images.
- Le deuxième chapitre met l'accent, en premier lieu sur les empreintes digitales, leurs caractéristiques et leurs classes, et en second lieu sur les différentes étapes d'un système de reconnaissance des empreintes digitales et les principales approches utilisées pour chaque étape.
- Le troisième chapitre introduit à la théorie des réseaux de neurones artificiels.
- Le quatrième chapitre concerne la conception et la réalisation de notre système, en illustrant les différents outils de développement, les résultats obtenus et quelques fenêtres de notre application.
- 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.

Le système de reconnaissance des empreintes digitales que nous avons développé repose sur une structure globale d'un système de reconnaissance des formes. Pour la première étape qui est l'acquisition de l'image, nous avons utilisé la base de données SDUMLA-HMT (*the Homologous Multi-modal Traits*) qui est disponible gratuitement sur l'Internet. La deuxième étape est l'extraction des caractéristiques, qui nécessite pour sa réalisation, l'application au préalable de quelques traitements d'image: filtrage, binarisation et squelettisation. Nous avons utilisé les réseaux de neurones artificiels dans la dernière étape de reconnaissance, car ces techniques d'apprentissage ont déjà fait leur preuve et sont largement employés pour la reconnaissance automatique.

Bien que notre système fourni des résultats acceptables, il se heurte à des difficultés d'origines diverses. En effet, parmi les principaux problèmes rencontrés on cite : le choix d'un bon filtre lors du prétraitement (les images utilisées contiennent souvent beaucoup de parasites ayant des origines diverses), la non fiabilité des techniques d'élimination des fausses minuties, introduites la plupart du temps lors des étapes de binarisation et squelettisation, et l'absence de règles absolues permettant de déterminer avec exactitude le nombre de couches cachées et le nombre de neurones pour chacune de ces couches (c'est pour cette raison qu'on est amené à essayer plusieurs réseaux et gardé le meilleur).

À la lumière de ce qui a été fait, l'objectif préliminaire a été en substance atteint. Mais des idées futures se dessinent :

- Elargir la base de données.
- Modifier le vecteur caractéristique.
- Nous avons utilisé les filtres de Gabor qui donnent un résultat satisfaisant, mais pourrait être encore amélioré.
- Utiliser d'autres algorithmes d'apprentissage.
- Utiliser d'autres types de réseaux de neurones artificiels.

Bibliographie

- [AND, 87] M.ANDRE "Introduction aux techniques de traitement d'images" Eyrolles 1987.
- [Bou, Sou 11] Mohammed Bouterfas, Mohammed Souidi "Développement d'un système de reconnaissance des cellules sanguines" 2011.
- [Bur, 09] W.burger, M.j.Burge, "principles of digital image processing, undergraduate topics in computer science", Springer-verlag London limited 2009.
- [Bel, 06] Rima Belguechi "contribution à la reconnaissance d'empreintes digitales par une approche hybride". Mémoire de magister, 2006.
- [Cap, Mai, 04] R. Cappelli and D. Maio, "The State of the Art in Fingerprint Classification", Automatic Fingerprint Recognition Systems, 2004.
- [Clau, 92] Claude Touzet "les réseaux de neurones artificiels, introduction au connexionnisme cours, exercices et travaux pratiques" 1992.
- [Dan, 05] H.DANG, "Biométrie pour l'Identification ", Projet de fin d'étude Institut de la Francophonie pour l'Informatique, 2005.
- [Dav, Dar, Anil 03] Davide Maltoni, Dario Maio, Anil K. Jain, Salil Prabhakar "Handbook of Fingerprint Recognition" Springer-Verlag, 2003.
- [Gal, 05] N.GALY, "Etude de système complet de reconnaissance d'empreintes digitales pour un capteur microsysteme à balayage" Mémoire de Doctorat, Institut National Polytechnique de GRENOBLE, 2005.
- [Gue, 09] Ouahib Guenounou "Méthodologie de conception de contrôleurs intelligents par l'approche génétique-application à un bioprocédé" Mémoire de Doctorat, l'université de toulouse 2009.
- [Hon, 98] L.Hong, Y.Wan, A.Jain. "Fingerprint Image Enhancement: Algorithm and Performance Evaluation", Pattern recognition and Image Processing Laboratory, Michigan State University, 1998.
- [Jea, 09] N.Jean, "Analyse et classification des empreintes digitales", projet de fin d'étude, Université de Caen Département d'informatique, 2009.

Résumé

De nos jours, la nécessité d'identifier les personnes de manière fiable est devenu un problème majeur. Là où les moyens traditionnels (carte à puce, mot de passe...) ont montré leurs limites (falsification, perte...), la biométrie (analyse des caractéristiques biologiques d'un individu) tente d'apporter une réponse. A l'heure actuelle, la reconnaissance des empreintes digitales est la méthode biométrique la plus utilisée et la plus aboutie. Les empreintes digitales sont composées de lignes localement parallèles présentant des points singuliers (minuties) et constituent un motif universel, unique et permanent. Le but de ce travail est la conception et la réalisation d'un système de reconnaissance des empreintes digitales basé sur les réseaux de neurones artificiels, nous nous sommes concentrés sur deux étapes : l'extraction des minuties en utilisant des traitements d'images, et la reconnaissance en utilisant réseau de neurones artificiels.

Mots clés : empreinte digitale, filtres de Gabor, Nombre de traversée, minuties, réseau de neurones artificiel, apprentissage, Reconnaissance.

Abstract

Nowadays accurate personal identification is becoming more and more important. Usual means (smart card, password ...) have shown their limits (falsification, loss ...), biometrics (analysis of personal biological characteristics) can bring a satisfying answer to those latter problems. Currently fingerprint recognition is most widely used technique for personal identification. Fingerprints are made up of locally parallel ridges with singular points (minutiae), and they constitute a unique permanent universal pattern. The aim of this work is the design and implementation a system of fingerprint recognition based on artificial neural networks, we focused on two steps: first it is the minutiae extraction stage using Image processing, and the second step is the recognition using artificial neural network.

Key words: fingerprints, Gabor filter, Crossing Number, minutiae, artificial neural network, learning, recognition.

ملخص

في الوقت الحاضر، الحاجة إلى تحديد الهوية الشخصية للأفراد بدقة أصبحت مشكلة كبيرة. وقد أظهرت الطرق التقليدية (البطاقة الذكية، وكلمة السر...) حدودها (تزوير، ضياع...)، لكن تقنية القياسات الحيوية (تحليل الخصائص البيولوجية للفرد) أثبتت جدارتها لحل هذه المشكلة. في الوقت الراهن التعرف على بصمات الأصابع هي الطريقة الأكثر استخداماً ونجاحاً. حيث أن البصمة تتكون من الخطوط البارزة وسمات مميزة لتأخذ في النهاية عند كل شخص شكلاً مميزاً. الهدف من هذا العمل هو تصميم وتنفيذ نظام التعرف على بصمات الأصابع بواسطة الشبكة العصبية الاصطناعية، حيث ركزنا على خطوتين: الأولى وهي مرحلة استخراج تفصيلات باستخدام معالجة الصور، والخطوة الثانية هي التعرف على البصمة باستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية.

مفاتيح: بصمات الأصابع، مرشح جابور، سمات مميزة، الشبكة العصبية الاصطناعية، التعلم، التعرف.