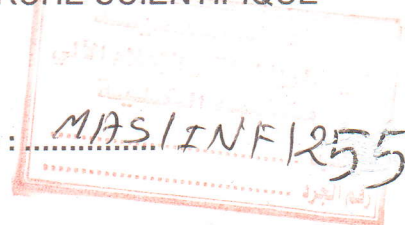




N° d'ordre :



UNIVERSITE DE M'SILA
FACULTE DES MATHEMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE
Département 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: KHELIF Mohamed

SUJET

Mise en place d'un système de reconnaissance facial

Soutenu publiquement le : //2014 devant le jury composé de :

.....
AMRI Saïd
.....
.....

Université de M'sila Président
Université de M'sila Rapporteur
Université de M'sila Examineur
Université de M'sila Examineur

Promotion : 2015 /20 16

Table des matières

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre 1 : La biométrie

1. Introduction	3
2. La biométrie.....	3
2.1. Définition	3
2.2 Les systèmes biométriques:	3
2.2.1 Systèmes biométriques d'identification.....	4
2.2.2 Systèmes biométriques de vérification.....	4
3. Présentation des différents systèmes biométriques	6
3.1. Systèmes Morphologiques.....	6
3.1.1. Empreintes digitales.....	6
3.1.2. Géométrie de la main / du doigt.....	6
3.1.3. Iris.....	7
3.1.4. Rétine	7
3.1.5. Reconnaissance vocale	8
3.1.5. La reconnaissance des visages.....	8
3.2. Systèmes Comportementales	9
3.2.1. Dynamique des signatures.....	9
3.2.2. Dynamique de la frappe au clavier	10
4. État du marché de la biométrie.....	10
5. Conclusion.....	11

Chapitre 2 : Techniques de détection et de reconnaissance de visage

1. Introduction	12
2. Détection de visages	12
3. Approches de la détection de visage.....	12
3.1. Approches basées sur l'apparence.....	12
3.2. Approches basées sur les connaissances acquises.....	13

3.3	Approches basées sur le « Template-matching ».....	14
3.4	Approches basées sur des caractéristiques invariantes.....	16
3.4.1	Méthodes basées sur les caractéristiques du visage.....	16
3.4.2	Méthodes basées sur l'analyse de la couleur de la peau.....	16
4.	Prétraitement.....	18
4.1	Normalisation Photométrique.....	18
4.2	Normalisation géométrique.....	20
5.	Les algorithmes de reconnaissance de visage.....	21
5.1.	Analyse en Composantes Principales.....	21
5.1.1.	Présentation.....	21
5.1.2.	Le processus de reconnaissance (Karhunen-Loeve).....	22
5.2.	Analyse Discriminante Linéaire.....	22
5.2.1.	Présentation.....	22
5.3.	DF-LDA.....	23
5.5.	Analyse en Composantes Indépendantes.....	25
5.6.	Le réseau de neurones.....	28
5.6.1.	Introduction.....	28
5.6.2.	Le réseau de neurones LVQ.....	30
5.7.	Machine à vecteurs de support.....	30
5.7.1.	Le principe de SVM.....	30
5.7.2.	La séparation optimale.....	30
5.7.3.	Le concept d'hyperplan.....	30
5.7.4.	La classification linéaire :.....	31
5.7.5.	La classification non linéaire.....	32
5.8.	Modèle de Markov caché.....	32
5.9.	Méthodes basées sur l'apparence locale (Local appearance-based methods).....	33
5.9.1.	ACP modulaire.....	33
5.10.	Template matching.....	34
5.10.1.	L'algorithme du template matching.....	34

6. Performances d'un système de reconnaissances de visage	34
6.1. Performance d'un système d'identification	34
6.2. Performance d'un système de vérification	35
7. Conclusion.....	37

Chapitre 3:Reconnaissance par ACP (Eigenface)

1. Introduction	38
2. Explication de la méthode de Viola & Jones	38
2.1 Principe.....	38
2.2 Apprentissage du classifieur	39
2.3 Les caractéristiques :	39
2.4 Les images intégrales.....	40
2.5 Sélection par boosting	42
3. Présentation de la méthode Eigenface.....	43
3.1. Création et gestion d'une base de données d'images (Prétraitement).....	44
3.2. Convertir les images faciales de la base de données à des vecteurs facials....	44
3.2. Normaliser les vecteurs facials	45
3.2.1. Calcule l'image moyenne Ψ de toutes les images collectées	45
3.2.2. Calculer les vecteurs propres et les valeurs propres de cette matrice de covariance.....	46
3.2.3. Choix du nombre de vecteurs propres	48
3.2.4. Utilisation des Eigenfaces pour la classification des images visage.....	50
3.3. Résumé de la méthode.....	52
3.4 : Mesures de Distance :	52
3.4.1. Distances Euclidiennes:	53
3.4.2. Distances dans l'Espace de Mahalanobis :	53
3.4.2.1. De l'espace des images à l'espace de Mahalanobis :	53
3.4.2.2. Mahalanobis L1 (MahL1) :	54
3.4.2.3. Mahalanobis L2 (MahL2) :	54
3.4.2.4. Cosinus de Mahalanobis (MahCosine) :	54

3.4.3. Choix de la distance de similarité.....	55
4. La méthode générale de reconnaissance.....	55
5. Organigramme détaillé de l'approche Eigenface.....	56
5.1. Organigramme du prétraitement :	57
4.2. Organigramme de la phase d'apprentissage	58
5.3. Organigramme de la phase d'identification :	59
6. Conclusion.....	60

Chapitre 4 :Test et Resultats

1. Introduction	61
2. Environnement du travail.....	61
2.1. Environnement matériel.....	61
2.2. Outils de développement.....	61
2.2.1. Visual studio 2012.....	61
2.2.2.EmguCv	62
3. Présentation de l'application.....	62
3.1. Sous système du prétraitement	63
3.1.1. La détection et l'extraire des visages	64
3.1.2. Les paramètres de détection.....	64
3.1.3. Gestion des visages.....	67
3.2. Sous système de la reconnaissance facial	67
4. Fonctionnement du système	68
4.1. Phase d'apprentissage	68
4.2. Phase d'identification.....	70
5. Avantages du système.....	71
6. Conclusion.....	71
Conclusion générale.....	72
Bibliographie.....	73

Figure 2.12 . Exemple de deux classes linéairement séparables 31

Figure 2.13 : Les 5 états du HMM (de haut en bas)..... 33

Introduction générale

Introduction générale

De nos jours on parle de plus en plus de l'insécurité dans divers secteurs ainsi que des moyens informatiques à mettre en œuvre pour contrer cette tendance. La vérification et l'identification des individus est l'un des moyens permettant d'assurer cette sécurité. L'être humain se sert quotidiennement de son système visuel pour identifier les personnes de façon automatique, bien que le processus mis en jeu soit complexe.

L'homme a mis en place des moyens de vérification d'identité qui sont liés, soit à ce que possède une personne telle qu'une carte d'identité ou un passeport, soit à ce que sait cette personne, c'est le cas du mot de passe ou un code PIN. Néanmoins, ces éléments peuvent être oubliés, volés ou falsifiés. Pour contourner ces limitations, un autre moyen de sécurité a été développé qui permet d'utiliser, non pas l'information qu'un individu possède ou connaît, mais une information (propre) intrinsèque à cette personne. Cette nouvelle façon d'identification des individus est la biométrie.

L'intérêt principal de la biométrie est donc de reconnaître et d'identifier automatiquement les identités des individus en utilisant leurs caractéristiques physiologiques ou comportementales. Les caractéristiques physiologiques peuvent inclure le visage, l'iris, les empreintes, la géométrie de la main. Les caractéristiques comportementales incluent la voix, la signature, la démarche etc.

Dans ce mémoire, nous nous intéressons à la biométrie du visage qui possède beaucoup d'avantages tels que, la facilité d'utilisation, l'acceptation par l'utilisateur (car elle est non intrusive) et le faible coût. Ainsi, la reconnaissance du visage est déjà intégrée dans des systèmes de sécurité biométriques utilisant un certain nombre d'algorithmes classiques. La difficulté de la reconnaissance de visage par ordinateur varie énormément suivant que les conditions d'acquisition. Dans un environnement contrôlé, des paramètres tels que l'arrière-plan, la direction et l'intensité des sources lumineuses, l'angle de la prise de vue, la distance de la caméra au sujet sont des paramètres maîtrisés par le système. Dans un environnement non contrôlé, une série de prétraitements sont souvent nécessaires avant de faire la reconnaissance proprement dite.

Les travaux de ce mémoire s'inscrivent dans un contexte global de recherche et développement de d'algorithmes pour la reconnaissance de visages. Ainsi, au cours de ce mémoire, nous aurons à concevoir un système de reconnaissance facial avec la méthode Eigenface qui se base sur une analyse en composante principale. L'ACP est une méthode mathématique qui peut être utilisée pour simplifier un ensemble de données, en réduisant sa dimension. Elle est utilisée pour représenter efficacement les images de visages, qui peuvent être approximativement

reconstruites à partir d'un petit ensemble de poids et d'une image de visage standard.

Nous avons choisi d'articuler notre étude autour de quatre chapitres principaux.

Le premier chapitre présente des généralités sur la biométrie et différents systèmes biométriques et ensuit l'état du marché de la biométrie

Dans le second chapitre une analyse détaillée des différentes techniques développées au cours de ces dernières années dans les domaines de la détection de visage et de la reconnaissance est présentée. Notre objectif est de classifier ces méthodes de manière efficace afin de mettre en évidence les particularités ainsi que les avantages et les inconvénients de chacune d'entre elles. Ceci nous permettra, par la suite, de mettre en avant les critères de performances qui vont guider le choix des solutions retenues dans le cadre de notre problématique. Nous évoquerons aussi la normalisation géométrique des images des visages et les différentes normalisations photométriques.

Dans le troisième chapitre nous présenterons notre algorithme qui se base sur une analyse en composante principale (PCA), qui est une méthode mathématique qui peut être utilisée pour simplifier un ensemble de données, en réduisant sa dimension. Elle est utilisée pour représenter efficacement les images de visages, qui peuvent être approximativement reconstruites à partir d'un petit ensemble de poids et d'une image de visage standard. Nous verrons plusieurs approches pour améliorer les performances de PCA, avec la représentation de la base de données utilisée YALE.

Dans le quatrième chapitre nous présenterons notre interface graphique qui a été créé à l'aide du visual studio c# et avec EMGU CV (est une plate-forme .Net wrapper pour la bibliothèque de traitement d'image de OpenCV), nous analyserons les résultats des tests effectués sur la base de données YALE.

Conclusion générale

Conclusion générale

La biométrie est un domaine à la fois passionnant et complexe. Elle tente, par des outils mathématiques souvent très évolués, de faire la distinction entre des individus, nous obligeant à travailler dans un contexte de très grande diversité. Cette diversité se retrouve également dans le nombre considérable d'algorithmes qui ont été proposés en reconnaissance faciale.

Dans ce mémoire, nous sommes intéressés au problème de la reconnaissance faciale. Notre travail consiste à la mise au point d'un algorithme Viola et Jones de détection de visage et d'un algorithme robuste destiné à reconnaître un individu par son visage en utilisant la méthode « Eigenface » qui se base sur une analyse en composante principale (ACP). L'ACP est une méthode mathématique qui peut être utilisée pour simplifier un ensemble de données, en réduisant sa dimension. Elle est utilisée pour représenter efficacement les images de visages, qui peuvent être approximativement reconstruites à partir d'un petit ensemble de poids et d'une image de visage standard.

Une analyse des différentes techniques de reconnaissance développées au cours de ces dernières années a été présentée, et cela pour mettre en évidence les particularités ainsi que les avantages et les inconvénients de chacune d'entre elles.

L'ACP reste une méthode efficace et simple pour gérer ce type de problème. C'est pour toutes ces raisons que nous avons opté pour cette approche de reconnaissance du visage.

Nous estimons avoir réalisé un système répondant à l'objectif que nous sommes fixés au départ, à savoir la mise en œuvre d'un système permettant de détecter des visages avec de taux d'erreur de 0% et la reconnaissance des individus de taux d'erreur 96.66%.

En guise de perspectives, une extension de ce travail peut être réalisée en intégrant un système d'acquisition des images pour éviter que ces opérations d'identification et de vérification soient de simples simulations. Par ailleurs, il serait aussi intéressant d'appliquer, la méthode développée dans ce mémoire, dans un système de sécurité biométrique utilisant l'acquisition vidéo.

Bibliographie

- [1] John D. Woodward, Jr., Christopher Horn, Julius Gatune, and Aryn Thomas, "Biometrics A Look at Facial Recognition", documented briefing by RAND Public Safety and Justice for the Virginia State Crime Commission, 2003.
- [2] Florent Perronnin, Jean-Luc Dugelay, « Introduction à la biométrie : Authentification des individus par traitement audio-vidéo », Institut Eurocom, Multimedia Communications Department, Revue Traitement du signal, Vol. 19, N° 4, 2002.
- [3] <http://www.biometricgroup.com>.
- [4] S. Liu, M. Silveanu, « A practical Guide to Biometric Security Technology », IEEE Computer Society, IT Pro-Security, Janvier-Février 2001.
- [5] A. K. Jain, L. Hong, S. Pankanti, « Biometrics : Promising Frontiers for Emerging Identification Market », Communications of the ACM, pp. 91-98, February 2000.
- [6] C. Fredouille, J. Mariethoz, C. Jaboulet, J. Hennebert, J.-F. Bonastre, C. Mokbel, F. Bimbot, « Behavior of a Bayesian Adaptation Method for Incremental Enrollment in Speaker Verification », International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, pp. 1197-1200, Istanbul, Turquie, 5-9 Juin 2000.
- [7] Y. Hori, M. Kusaka, and T. Kuroda. "A 0.79mm² 29mW Real-Time Face Detection Core". Symposium on VLSI Circuits Digest of Technical Papers, pp. 188-189, June 2006.
- [8] Algorithmes Viola et Jones <http://www.firediy.fr/article-18.html>.
- [9] W. Bledsoe. "The model method in facial recognition". Tech. Rep. PRI: 15, Stanford University, Palo Alto, CA, USA, 1964.
- [10] Base de données Yale <http://vision.ucsd.edu/content/yale-face-database>.
- [11] L. Sirovich and M. Kirby. "Low-dimensional procedure for the characterization of human faces". Journal of Optical Society of America, Vol. 4, No. 3, pp. 519-524, 1987.
- [12] M. Turk and A. Pentland. "Eigenfaces for recognition". Journal of Cognitive Neuroscience, Vol. 3, No. 1, pp. 71-86, 1991.
- [13] Y. Jian, D. Zhang, A. Frangi, and J.-Y. Yang. "Two-Dimensional PCA : A New Approach to Appearance-Based Face Representation and Recognition". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 26, No. 1, pp. 131-137, January 2004.
- [14] P. Belhumeur, J. Hespanha, and D. Kriegman. "Eigenfaces vs. Fisherfaces : Recognition Using Class Specific Linear Projection". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, pp. 711-720, 1997.
- [15] M. Bartlett, J. Movellan, and T. Sejnowski. "Face recognition by independent component analysis". IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 13, No. 6, pp. 1450-1464, 2002.
- [16] G. Brown, S. Yamada, and T. Sejnowski. "Independent Component Analysis at the Neural Cocktail Party". Trends in Neuroscience, Vol. 24, pp. 54-63, 2001.
- [17] B. Schölkopf, A. Smola, and K.-R. Müller. "Nonlinear component analysis as a kernel eigenvalue problem". Neural Computation, Vol. 10, No. 5, pp. 1299-1319, 1998.
- [18] S. Mika, G. Ratsch, J. Weston, B. Schölkopf, and K.-R. Müller. "Fisher Discriminant Analysis With Kernels". In : Neural Networks for Signal Processing IX, pp. 41-48, 1999.
- [19] C. Liu and H. Wechsler. "A Unified Bayesian Framework for Face Recognition". In : Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing, pp. 151-155, 1998.

- [20] G. Guo, S. Li, and K. Chan. "Face Recognition by Support Vector Machines". In : Proceedings of the IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 196–201, 2000.
- [21] T. Ahonen, A. Hadid, and M. Pietikainen. Face Recognition with Local Binary Patterns. 2004.
- [22] S. Arca, P. Campadelli, and R. Lanzarotti. "A Face Recognition System Based On Automatically Determined Facial Fiducial Points". Pattern Recognition, Vol. 39, No. 3, pp. 432–443, 2006.
- [23] P. Penev and J. Atick. "Local features analysis : A general statistical theory for object representation". Neural Systems, Vol. 7, No. 3, pp. 477–500, 1996.
- [24] V. Perlibakas. "Face recognition using Principal Component Analysis and Log-Gabor Filters". March 2005.
- [25] Y. Adini, Y. Moses, S. Ullman, Face recognition: The problem of compensating for changes in illumination direction. IEEE Trans. Patt. Anal. Mach. Intell. 19, 721–732, 1997.
- [26] D. Blackburn, M. Bone, P. J Phillips. "Face recognition vendor test 2000". Tech. rep. <http://www.frvt.org>, 2001.
- [27] R. Gross, J. Shi, J. Cohn. Quo Vadis Face Recognition?. Third Workshop on Empirical Evaluation Methods in Computer Vision, December, 2001.
- [28] A.M Martínez, R. Banavente. The AR face database. Tech. Report 24 CVC Barcelone, Espagne, June 1998.
- [29] D. Blackburn, M. Bone, P. J Phillips. "Face recognition vendor test 2000". Tech. rep. <http://www.frvt.org>, 2001.
- [30] Ming-Hsuan Yang, David J. Kriegman et Narendra Ahuja. Detecting faces in images : A survey. Dans IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, volume 24(1), pages 34–58, 2002.
- [31] H. A. Rowley, S. Baluja, et T. Kanade, "Neural Network based Face Detection", IEEE Trans, Pattern Anal. Mach, Intell, 23-38, January 1998
- [32] C. Kotropoulos and I. Pitas. Rule-Based Face Detection in Frontal Views. Proc. Int'l Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing, vol. 4, pp. 2537-2540, 1997.
- [33] T. Kanade. "Picture Processing by Computer Complex and Recognition of Human Faces," PhD thesis, Kyoto Univ., 1973.
- [34] J. Yang, D. Zhang, A.F. Frangi, J. Yang, Two-dimensional PCA: a new approach to appearance-based face representation and recognition, IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. 131–137, 2004.
- [35] P. Sinha, "Processing and Recognizing 3D Forms," PhD thesis, Massachusetts Inst. of Technology, 1995.
- [36] A. Yuille, P. Hallinan, and D. Cohen, "Feature Extraction from Faces Using Deformable Templates," Int'l J. Computer Vision, vol. 8, no. 2, pp. 99-111, 1992.
- [37] (Fr) C# et .NET - Gérard Leblanc - 2002 - Éditions Eyrolles - (ISBN 2-212-11066-9)
- [38] (Fr) C# et .NET Version 2 - Gérard Leblanc - 2006 - Éditions Eyrolles - (ISBN 2-212- 11778-7)
- [39] (Fr) C# Tête la première - Andrew Stellman, Jennifer Greene - 2008 - Éditions Digit Books - (ISBN 978-2-81500-001-7).
- [40] "Principal components analysis".
Document available at : http://en.wikipedia.org/wiki/Principal_components_analysis.

- [41] A. S. Tolba, A.H. El-Baz, and A.A. El-Harby, "Face Recognition: A Literature Review", INTERNATIONAL JOURNAL OF SIGNAL PROCESSING VOLUME 2 NUMBER 2 2005 ISSN 1304-4494.
- [42] Cherng Jye Liou, "A Real Time Face Recognition System", DSP/IC Design Lab, Department of Electrical Engineering, National Taiwan University, June 1997.
- [43] site web <http://fewtutorials.bravesites.com/>
- [44] "Linear discriminant analysis".
Document available at : http://en.wikipedia.org/wiki/Linear_discriminant_analysis.
- [45] Dr. Andrzej Drygajlo, ELE 233, "BIOMETRICS".
Document available at : <http://scgwww.epfl.ch/courses>.
- [46] Juwei Lu, Kostantinos N. Plataniotis, and Anastasios N. Venetsanopoulos, "Face Recognition Using LDA-Based Algorithms", IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL NETWORKS, VOL. 14, NO. 1, JANUARY 2003.
- [47] M. Bartlett and H. Lades and T. Sejnowski, "Independent component representations for face recognition", in T. Rogowitz, B. & Pappas, editor, Proceedings of the SPIE Symposium on Electronic Imaging: Science and Technology; Human Vision and Electronic Imaging III, volume 3299, San Jose, CA, January 1998. SPIE Press. 1998.
- [48] Wen Gao, Shiguang Shan, Face Verification for Access Control, "Biometrics Solutions for Authentication in an E-World", Edited by David Zhang, Kluwer Academic Publishers, Chapter 13, pp339-376, 2002.
- [49] "Visual studio 2010"
<http://www.01net.com/telecharger/windows/Programmation/creation/fiches/49822.html>.
- [48] L. Png, "Morphological Shared-Weight Neural Network For Face Recognition", A dissertation submitted to the University of Manchester Institute of Science and Technology for the degree of MSc, August 2004.
- [49] "Support vector machine".
Document available at : http://en.wikipedia.org/wiki/Support_vector_machine.
- [50] "Visual Object Recognition using Template Matching".
Document available at : <http://www.araa.asn.au/acra/acra2004/papers/cole.pdf>.
- [51] Cottrell and Fleming. Face recognition using unsupervised feature extraction. In Proceedings of International conference on Neural Network, pages 322–325, Paris, France, 1990.
- [52] S. Lawrence, C.L. Giles, C. Tsoi, and A.D. Back. Face recognition : A convolutional neural network approach. IEEE Transactions on Neural Networks, 8 :98–113, 1997.
- [53] S.H. Lin, S.Y. Kung, and Lin. Face recognition / detection by probabilistic decision-based neural network. IEEE Transactions on Neural Networks, 8(1) :114–132, 1997
- [54] S.C. Chen, J. Liu, Z.-H. Zhou, Making FLDA applicable to face recognition with one sample per person, Pattern Recognition 37 (7), 1553–1555, 2004.
- [55] B.S. Manjunath, R. Chellappa, C.V.D. Malsburg, A feature based approach to face recognition, in: Proceedings, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, vol. 1, pp. 373–378, 1992.
- [56] H.S. Le, H. Li. Recognizing frontal face images using hidden Markov models with one training image per person, Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition (ICPR04), vol. 1, pp. 318–321, 2004.

ملخص

الهدف من هذا العمل المقدم في إطار أطروحة لنيل شهادة الماستر في الإعلام الآلي هو تحديد الهوية (التعرف) باستخدام صور الوجه وذلك باستخدام خوارزمية فيولا وجونز لتحديد الوجه وطريقة Eigenfaces (PCA), على قاعدة البيانات يال باستخدام visual studio 2012.

الكلمات المفتاحية: تحديد الهوية, صور الوجه, فيولا وجونز, Eigenfaces (PCA), يال.

Abstract

The objective of the work presented in the context of obtaining a master memory for computing, is studying identification (recognition) of identity using facial images using the Viola and Jones algorithm for face detection and Eigenface method (PCA) for facials recognition on a standard Yale database face with Visual studio 2012.

Key words: identification, Facial images, Viola and Jones, Eigenface (PCA), Yale.

Résumé

L'objectif du travail présenté dans le cadre d'un mémoire pour obtention du master en l'informatique, est d'étudier l'identification (reconnaissance) de l'identité employant des images faciales on utilisant l'algorithme Viola et Jones pour la détection de visage et la méthode Eigenface(PCA) pour la reconnaissance facials sur une base de données standard de visage Yale avec Visual studio 2012.

Mots clés : l'identification, images faciales, Viola et Jones, Eigenface(PCA), Yale.