

N° d'ordre : 05/2019-D/INF.

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE HOUARI BOUMEDIENE

Faculté d'électronique et d'informatique
Département d'informatique



THÈSE

Présentée pour l'obtention du **grade DE DOCTORAT EN SCIENCES**
En INFORMATIQUE

Spécialité Système d'Information

Par **ALIRADI Rachid**

Reconnaissance Faciale et Détection de Parenté

Soutenue publiquement, le 31/01/2019, devant le jury composé de :

M.	S. Larabi	Professeur	à l'USTHB/FEI	Président
M.	A. Belkhir	Professeur	à l'USTHB/FEI	Directeur de Thèse
M.	R. Ahmed Ouamer	Professeur	à l'U.MM/Tizi-	Examinateur
M.	M.C. Babahenini	Professeur	à l'U.Biskra	Examinateur
Mme.	N. Baha	Professeur	à l'USTHB/FEI	Examinatrice
M.	M.E.Y Boudaren	Maître de Conférences/A	à l'E.M.P	Examinateur

Remerciements

Cette thèse de doctorat intitulée « reconnaissance faciale et détection de parenté » a été conduite à l'université des sciences et de la technologie Houari-Boumediène (USTHB)-Alger et l'université de Louisville- Kentucky.

Au début, Louange a Allah tout-puissant qui m'ouvrira toutes les portes pour achever ce travail. Certes, c'est grâce à l'aide de nombreuses personnes que j'ai pu mener cette thèse à son terme. Je tiens à remercier Monsieur S. LARABI professeur à l'USTHB, pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider mon jury et l'intérêt porté à notre travail et de son temps consacré pour notre thèse. Mr R. AHMED OUAMER, Mr M.C. BABAHENINI, Mr M.E.Y BOUDARENE, Mme N. BAHA, examinateurs qui ont accepté de siéger sur le jury et l'intérêt porté à notre travail de cette thèse doivent aussi trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de consacrer leurs temps pour notre thèse. Je tiens à remercier profondément les membres du jury :

- Mr S. LARABI, Professeur à l'Université de l'USTHB, Alger, (Président).
- Mr R. AHMED OUAMER, Professeur à l'Université de MM, Tizi ouzou, (Examinateur).
- Mr M.C. BABAHENINI, Professeur à l'Université de MK, Biskra, (Examinateur).
- Mme N. BAHA, Professeur à l'Université de l'USTHB, Alger, (Examinatrice).
- Mr M.E.Y BOUDAREN, Maitre de Conférences à l'Ecole Polytechnique Militaire, Alger, (Examinateur).
- Mr A. BELKHIR, Professeur à l'Université de l'USTHB, Alger, (Directeur de thèse).

Je remercie chaleureusement toutes les personnes qui m'ont aidé pendant l'élaboration de ma thèse et notamment mon directeur Mr. Abdelkader Belkhir professeur à l'USTHB et Adel S. Elmaghraby, Directeur et professeur J.B speed school engineering à l'université de Louisville, USA, pour leur intérêt et ses nombreux conseils durant mon stage PNE au sein du groupe nos discussions ont permis d'explorer efficacement certaines pistes, pendant la rédaction de ma thèse, et les institutions qui m'ont aidé (Ministère, CERIST, CECS USA).

Mes plus profonds remerciements vont à mes parents. Remerciement spécial est adressé à ma femme, mes filles et aux grands parents. Tout au long de mon cursus, ma famille m'a toujours soutenu, encouragé et aidé. Ils ont su me donner toutes les chances pour réussir. Qu'ils trouvent, dans la réalisation de ce travail, l'aboutissement de leurs efforts ainsi que l'expression de ma plus affectueuse gratitude.

Je tiens à remercier chaleureusement Mr. Professeur Nadjib BADACHE Directeur (CERIST), Mme. Nadia BAHA Professeur (USTHB), Mr. Abdelmalik OUAMANE Chef

de département (Université MK Biskra), Mr. Lyes ABADA, Mr. Riadh BELKBIR, Mr. Lyes Khennak Enseignants chercheurs (USTHB), pour leurs aides et encouragements qu'il m'a prodigués durant la période de la thèse. Enfin, j'adresse toute ma gratitude à tous mes amis et à toutes les personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail.

Publications and Communications associées à la thèse

Les contributions présentées dans ce manuscrit de thèse ont été publiées dans les articles suivants :

I . Publications internationales

- Aliradi, R., Belkhir, A., Ouamane, A., and Elmaghraby, A. S. (2018). DIEDA : discriminative information based on exponential discriminant analysis combined with local features representation for face and kinship verification. *Multimedia Tools and Applications*, 1-18.
- Aliradi, R., Ouamane, A., and Elmaghraby, A. S. (2018). A novel descriptor(LBSPG) based on face verification 3D. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (PAMI)*, (Submitted).
- Amrane, A., Mellah, H., Aliradi, R., and Amghar, Y. (2014). Semantic indexing of multimedia content using textual and visual information. *International Journal of Advanced Media and Communication*, 5(2-3), 182-194.

II . Communications internationales

- Aliradi, R., Bouzera, N., Meziane, A., and Belkhir, A. (2013, November). Detection of facial components based on SVM classification and invariant feature. In *Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT)*, 2013 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on (Vol. 3, pp. 30-36). IEEE.
- Rachid Aliradi, Abdelkader Belkhir, Abdellah Sellam, Abdeslam Amrane, Abdelmalik Ouamane, and Adel S. Elmaghraby (2018), Face and kinship image based on LBP-DIEDA for large scale features, in the 21st Saudi Computer Society National Computer Conference (NCC 2018), IEEE, Riyadh 25-26 April 2018.
- Amrane, A., Mellah, H., Amghar, Y., and Aliradi, R. (2013). Indexing multimedia content for textual querying : A multimodal approach. *WEBI 2013*.
- Aliradi, R. (2013). Classification of color textured images using linear prediction errors and support vector machines (No. CERIST-DSISM/RR-13-000000019-1-dz). CERIST.

المخلص :

في الوقت الحالي ، أصبح التحقق من الوجه والقرابة مجالاً جذاباً للباحثين و مليئاً بالتحديات في مجال البحث في رؤية بالاعلام الالي والبيومتري.

بالنظر الى الطرق النظرية و برامج الاعلام الالي الموجهة للتعرف على الاشخاص على حسب الصورتهم الرقمية للوجه والتي وضعت في برامج الحماية والوصول إلى قاعات الصعود إلى المطار ، والطب الشرعي ، وتطبيقات النظم المحمولة (مثل البطاقات الذكية) وحتى وصلات القرابة ، يستخدم للمشاركة في الميراث وألبوم الصور وشجرة العائلة والإعلانات المستهدفة.

علاوة على ذلك ، عندما يتعلق الأمر بصور الوجوه ثنائية الأبعاد ، فإن الاختلافات داخل الطبقة ، بسبب عوامل متنوعة مثل ظروف الإضاءة ، وتعبيرات الوجه ، والتغيرات التجميلية ، والإعدادات ، تكون بشكل عام تغيرات خارجية، مما يؤثر سلبيًا على الأداء من هذه النظم وجعل الاعتراف بالوجه الثنائي الأبعاد مشكلة مفتوحة للابحاث.

تؤكد النتائج التي تم الحصول عليها ومقارنتها مع أحدث الأعمال أفضل من ناحية القيمة و الدقة للتحقق من نظام التعرف على الوجه والقرابة لقد اقترحنا طريقة جديدة (DIEDA) لحل المشكلة الأبعاد .

درسنا التحقق من الوجه ثلاثي الأبعاد والذي يعتمد على واصف ثنائي جابور محلي جديد لمرحلة التكمية (LBSPG) كما استخدمنا أيضًا كل من الأوصاف الثلاثة LBP و BSIF و Gabor للمقارنة. استخدمنا EFM (enhanced fisher model) ، لتقليل وتصنيف هذه الوصفات. يتم حساب الدرجات على مسافة جيب التمام. لقد تحققنا من نظامنا المقترح على قاعدة بيانات CASIA-3D تظهر نتائج هذا العمل أن واصفنا الجديد LBSPG_imaginary أفضل من واصفات LBP و BSIF و Gabor الثلاثة للتحقق من الوجه الثلاثي الأبعاد بمعدل دقة بقيمة 95.96 % .

Résumé

Actuellement, la vérification faciale et détection de la parenté sont devenues un domaine de recherche séduisant et plein de défis en vision par ordinateur et en biométrie.

Les méthodes théoriques et les systèmes logiciels pour machines pour reconnaître les gens en fonction de leurs images de visage numériques dans diverses applications de sécurité la biométrie, accès à des salles d'embarquement des aéroports, médico-légales, des applications du système embarqué (c-à-d., les solutions de cartes à puce) et même les liens de parenté, le partage de l'héritage, album des photos, arbre Généalogique et la publicité ciblée.

Par ailleurs, lorsqu'il s'agit d'images 2D de visages, les variations intra-classes, dues à des facteurs aussi divers que les changements des conditions d'éclairage, expression faciale, variation de cosmétiques et de pose, sont généralement supérieures aux variations inter-classes, ce qui affectent négativement les performances de ces systèmes et rend la reconnaissance faciale 2D peu fiable dans le monde réel reste donc un problème ouvert.

Les résultats obtenus et leurs comparaisons avec les travaux de l'état de l'art confirment tout l'intérêt de la meilleure précision de la vérification pour un système de reconnaissance de visages et de la parenté efficace Nous avons proposé une nouvelle approche (DIEDA) pour traiter ce problème de la malédiction de la dimensionnalité.

Nous avons proposé un nouveau motif statistique binaire local de Gabor (LBSPG), la vérification de visage 3D. Nous avons utilisé aussi les trois descripteurs LBP, BSIF et Gabor pour la comparaison. Nous avons utilisé PCA (Principal Composant Analysis) et EFM (Enhanced Fisher Model), pour la réduction et la classification de ces descripteurs. Les scores sont calculés par la distance cosinus. Nous avons validé notre système proposé sur la base de données CASIA-3D. Les résultats de ce travail montrent que notre nouveau descripteur $LBSPG_{(imaginaire)}$ est meilleur que les trois descripteurs LBP, BSIF et Gabor pour la vérification de visage 3D avec un taux de précision qui vaut 95.96%. Les résultats obtenus et leurs comparaisons avec les travaux de l'état de l'art confirment tout l'intérêt de la meilleure précision de la vérifications 2D et 3D pour un système de reconnaissance de visages et la détection de la parenté très efficace.

Abstract

Currently, face verification and detection the kinship have become a challenging domain of search and attractive area of research in computer vision and biometrics. Regarding theoretical methods and software systems for machines to recognize people according to their digital face images, which implemented in various security applications biometrics, access to airport boarding halls, forensics , embedded system applications (ie, smart card solutions) and even kinship links, one uses for inheritance sharing, photo album, family tree and targeted advertising.

Moreover, when it comes to 2D images of faces, the intra-class variations, due to factors as diverse as the changes in lighting conditions, facial expression, cosmetic variation and pose, are generally superior Inter-class variations, which negatively affect the performance of these systems and render 2D facial recognition unreliable in the real world, therefore remains an open problem.

The results obtained and their comparisons with state-of-the-art work confirm the value of better verification accuracy for a face recognition system and detection the kinship. We have proposed a new DIEDA approach to regularize this problem of the curse of the dimensionality.

We studied 3D Face Verification which is based on a new Local Binary Statistical Pattern of Gabor (LBSPG). On other hand we used the three descriptors LBP, BSIF and Gabor for the comparison. We used PCA (Principal Composant Analysis) and EFM (Enhanced Fisher Model), for the reduction and classification. The scores are calculated by the cosine distance. We validated our proposed system on the CASIA-3D database. The results of this work show that our new *LBSPG(imaginaire)* descriptor is better than the three LBP, BSIF, and Gabor descriptors for 3D face verification with a precision rate that is worth 95.96% The results obtained and their comparisons with the work of the state of the art confirm the interest of the better precision of the 2D and 3D checks for a system of recognition of faces and the verification of the effective kinship

Table des matières

Remerciements	iii
Résumé	vii
Abstract	ix
Liste des Figures	xv
Liste des Tableaux	xvii
Symboles	xix
Introduction générale	1
1 État de l’art sur la reconnaissance faciale et de la parenté	9
1.1 Introduction	9
1.2 Pourquoi on s’intéresse à la reconnaissance faciale et détection de parenté ?	11
1.2.1 La fonction de parenté dans la vision par ordinateur	12
1.2.2 Définition et cible	13
1.2.3 Terminologie, description et concepts de base de la reconnaissance de parenté en vision par ordinateur.	14
1.2.4 Description, générale, du système de reconnaissance de visage et de parenté	15
1.2.5 Défis scientifiques de la reconnaissance automatique faciale et détection de parenté.	17
1.2.5.1 Changements d’expressions faciales	18
1.2.5.2 Influence de la variation d’éclairage (Illumination)	18
1.2.5.3 Les effets d’occlusions partielles	19
1.2.5.4 Condition de changement d’âge et vieillissement	20
1.2.5.5 Variation de la pose	21
1.2.5.6 Variation de la rotation	22
1.2.6 Bases de données de visage 2D et 3D	22
1.2.7 Les techniques de mesure des performances pour la vérification	23
1.2.8 Les techniques de mesure des performances pour identification	24
1.2.9 Reconnaissance de visage et de parenté 2D	24
1.2.9.1 La détection de visage	26

1.3	La représentation de visage 3D	28
1.3.1	La représentation par nuage de points	29
1.4	Les différentes approches de la reconnaissance de visage 3D	29
1.4.1	Approches basées sur le modèle 3D	30
1.4.2	Approches d'alignement des surfaces 3D	30
1.4.3	Approches géométriques	31
1.5	Les méthodes globales	32
1.5.1	Les techniques linéaires de base	32
1.5.2	Les techniques non-linéaires	35
1.6	Les approches locales	36
1.6.1	Approche locales basées sur les caractéristiques d'intérêt	37
1.6.2	Approche des régions locales basées sur l'apparence du visage	38
1.7	Approche du modèle actif d'apparence (AAM)	38
1.8	Autres approches Hybrides	39
1.9	Approches 2D+3D	39
1.10	Opportunités de reconnaissance de visage 3D	40
1.11	Discussion et Conclusion	41
2	Synthèse des descripteurs locaux et réduction de dimensionnalité pour vérification de visage et de parenté pour les images 2D et 3D	43
2.1	Introduction	43
2.1.1	Système général de vérification proposé	44
2.1.2	Les pré-traitements	45
2.1.3	Technique d'Alignement faciale	46
2.2	Descripteurs locaux	47
2.2.1	Présentation générale du Modèle binaire local (LBP)	47
	1) Consolider la capacité d'information discriminative de LBP	49
	2) Originalité de la stratégie de choix des voisinages	51
2.2.2	La quantification de la phase locale (LPQ)	53
2.2.3	Fonctions d'Image Statistique Binarisées (BSIF)	55
2.2.4	Gradient Orienté Histogramme (HoG)	57
2.2.5	Transformation de fonction invariante a l'échelle (SIFT)	59
2.2.6	Vecteur de Fisher (VF)	59
2.2.7	Histogramme (H)	60
2.2.8	Les images d'intensité et de profondeur	61
2.2.9	Le descripteur Gabor	62
2.3	Conception du système proposé de vérification du visage 3D	66
2.3.0.1	Approches holistiques basées sur les caractéristiques	66
2.3.0.2	Approche de réduction de dimensionnalité basée sur l'Analyse en Composante Principale (PCA)	68
2.3.1	La méthode : Analyse Discriminante Linéaire, LDA	69
2.3.2	La méthode discriminant linéaire basé sur l'information latérale (SILD)	71
2.3.3	La technique analyse discriminante exponentielle (EDA)	73
2.4	Les méthodes de comparaisons	73
2.5	Les méthodes de fusions de scores	74

2.5.1	Normalisation de score par la méthode Min-Max	74
2.5.2	Normalisation de score par la méthode Z-Score	75
2.5.3	La fusion par classification de scores par Algorithme (SVM)	75
2.6	Conclusion	77
3	Contribution de la vérification du visage et détection de parenté par DIEDA	79
3.1	Introduction	79
3.2	Le système de vérification du visage et de parenté proposé	81
3.3	Étape de prétraitement	82
3.4	Étape de l'extraction et de la représentation des caractéristiques locales	82
3.4.1	Étape de réduction de la dimensionnalité	83
3.4.2	Contribution à la vérification de visage et de parenté (DIEDA)	83
3.4.3	L'étape de fusion de score	84
3.5	Les résultats des expériences	85
3.6	Discussion	87
3.7	Conclusion	92
4	Contribution avec un nouveau descripteur LBSPG (Local Binary Statistical pattern of Gabor) pour la vérification de visage 3D	93
4.1	Introduction	93
4.1.1	Opportunités de reconnaissance de visage 3D	94
4.1.2	Image de profondeur 3D et prétraitement	95
4.1.3	Extraction des caractéristiques par filtre de Gabor	96
4.1.4	Condition suffisantes dans le cas orthogonal et de régularité	97
4.1.5	Développement d'un nouveau Descripteur (LBSPG)	97
4.1.6	Réduction et classification de données	99
4.1.6.1	Nouveau algorithme de vérification du visage 3D	99
4.1.7	Comparaison	99
4.1.8	Base de données CASIA-3D	99
4.1.9	Conclusion	106
	Conclusion générale et perspectives	106
5	Conclusion générale et perspectives	107
5.1	Perspectives	109
	Annexes	130
	Annexes A	130