TABLE DES MATIERES

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction Générale 1

CHAPITRE 01

L'IA et les liens de parenté

1. Introduction 5

2. Les liens de parenté en théorie 5

2.1. Terminologies utilisées 5

2.2. Les types de liens de parenté 6

2.3. Les degrés des liens de parenté 7

3. Les liens de parenté et vision par ordinateur 8

3.1. Vérification et reconnaissance des liens de parenté 8

3.2. Reconnaissance de la parenté vs reconnaissance faciale 9

3.2.1. L'objectif 9

3.2.2. Le mode de fonctionnement 10

3.2.3. Les performances 11

3.2.4. Les défis 11

3.2.5. Applications 11

4. Processus du système de vérification et reconnaissance des liens de parenté 11

4.1. Phase de détection des visages et prétraitement 12

4.2. Phase d'extraction et sélection des caractéristiques 12

4.3. Phase de reconnaissance et de vérification 13

5. Défis et difficultés de la reconnaissance des liens de parenté 14

5.1. Variations d'âge et de sexe 15

5.2. Changement d'illumination 16

5.3. Variations de pose et de profil 17

5.4. Expressions faciales 17

5.5. Occlusions 18

6. Domaines d'application 18

7. Conclusion 20

CHAPITRE 02

Méthodes et techniques pour la reconnaissance automatique des liens de parenté

1. Introduction 22

2. Les types de systèmes de reconnaissance automatique 22

2.1. Les systèmes de reconnaissance classiques 22

2.1.1. Extraction de caractéristiques 23

2.1.2. La classification 29

2.2. Les systèmes de reconnaissance basés sur l'apprentissage profond 31

2.2.1. Fonctionnement de l'apprentissage profond 31

2.2.2. Les applications du l'apprentissage profond 32

2.2.3. Les modèles de réseaux de neurones profonds (Architecteurs) 33

3. Les réseaux de neurones convolutifs (CNNs) 34

3.1. Principe 34

3.2. La phase de convolution 35

3.2.1. La couche convolution (CONV) 35

3.2.2. La couche pooling (POOL) 36

3.2.3. La couche d'activation 36

3.3. La phase d'évaluation ou reconnaissance 37

3.3.1. La couche de mise à plat « *flattening* » 37

3.3.2. La couche dropout 37

3.3.3. Couche entièrement connectée (Fully-Connected) 38

3.4. Choix des hyperparamètres de CNNs 39

3.4.1. Nombre de filtres 39

3.4.2. Forme de filtres 39

3.4.3. Forme de Max pooling 40

3.5. Quelques réseaux convolutifs célèbres (pré-entraînés) 40

3.5.1. LeNet 40

3.5.2. AlexNet 40

3.5.3. VGGNet 41

3.5.4. ResNet 42

4. Mesures d'évaluation de performance des systèmes 43

3.1. Matrice de confusion 43

3.2. Courbe ROC (*Receiver Operating Characteristic*) 43

3.3. Les métriques d'évaluation 44

5. Travaux connexes pour la vérification automatique des liens de parenté 45
4.1. Les systèmes basés sur les caractéristiques locales 45
4.2. Les systèmes à base d'apprentissage profond 47
4.3. Les systèmes basés sur l'apprentissage des métriques 47
6. Conclusion 51

CHAPITRE 03 Conception et résultats expérimentaux

1. Introduction 53
2. Méthodologie et méthodes proposées 53
2.1. Vérification de parenté basée sur les schémas classiques d'extraction de caractéristiques 53
2.1.1. Extraction du vecteur de caractéristiques 54
2.1.2. Sélection de caractéristiques 54
2.1.3. La classification 56
2.2. Vérification de parenté basée sur l'apprentissage en profondeur 56
2.2.1. Vérification de parenté basée sur le CNN basique 57
2.2.2. Vérification de parenté basée sur les points clés du visage (KP-CNN) 58
3. Expérimentations et résultats 62
3.1. Bases de données 62
3.2. Protocole de tests 64
3.3. Evaluation des performances 65
3.3.1. Performances des méthodes basées sur les techniques d'extraction de caractéristiques classiques 65
3.3.2. Performances des méthodes basées sur l'apprentissage en profondeur 74
4. Etude comparative 77
5. Conclusion 78
Conclusion Générale 79
Bibliographie 80

LISTE DES Tables

Page

TABLEAU 2.1 : Matrice de confusion dans le cas d'une classification binaire 43

TABLEAU 2.2 : Etude comparatifs entre les performances des travaux susmentionnés avec les bases KinFaceW-I et KinFaceW-II 50

TABLEAU 3.1 : Plages d'index des numéros de visages pour 5-folds des ensembles d'images de KinFaceW-I et KinFaceW-II 64

TABLEAU 3.2 : Performance de la vérification de parenté utilisant le descripteur local **LBP** sur la base KinFaceW-I 66

TABLEAU 3.3 : Performance de la vérification de parenté utilisant le descripteur local **LBP** sur la base KinFaceW-II 66

TABLEAU 3.4 : Performance de la vérification de parenté utilisant le descripteur local **HOG** sur la base KinFaceW-I 68

TABLEAU 3.5 : Performance de la vérification de parenté utilisant le descripteur local **HOG** sur la base KinFaceW-II 68

TABLEAU 3.6 : Performance de la vérification de parenté utilisant le descripteur local **TPLBP** sur la base KinFaceW-I 70

TABLEAU 3.7 : Performance de la vérification de parenté utilisant le descripteur local **TPLBP** sur la base KinFaceW-II 71

TABLEAU 3.8 : Meilleurs performances de la vérification de parenté utilisant le descripteur local **FPLBP** sur les deux bases KinFaceW-I et II 73

TABLEAU 3.9 : Performance de la vérification de parenté basée **CNN** basique dans la base KinFaceW-I 74

TABLEAU 3.10 : Performance de la vérification de parenté basée **CNN** basique dans la base KinFaceW-II 75

TABLEAU 3.11 : Performance de la vérification de parenté basée **KP-CNN** dans la base KinFaceW-I 76

TABLEAU 3.12 : Performance de la vérification de parenté basée **KP-CNN** dans la base KinFaceW-II 77

TABLEAU 3.13 : Comparaison des méthodes proposées 78

LISTE DES FIGURES

Page

FIGURE 1.1 : Organigramme des liens de parenté proches 7

FIGURE 1.2 : Comparaison entre (A) système de vérification de parenté et (B) système d'identification de parenté 9

FIGURE 1.3 : Modes d'identification faciale et de parenté 10

FIGURE 1.4 : Système général automatisé de vérification et de reconnaissance de la Parenté... 14

FIGURE 1.5 : Exemples d'images de visage non contrôlées 15

FIGURE 1.6 : Exemple d'images de visage avec des différences d'âge et de sexe 16

FIGURE 1.7 : Exemple de variation d'éclairage 17

FIGURE 1.8 : Exemples de variation de poses de la tête 17

FIGURE 1.9 : Exemples de variation d'expressions faciales 18

FIGURE 1.10 : Exemples d'occlusion du visage 18

FIGURE 2.1 : Les étapes d'un système de reconnaissance automatique classique 22

FIGURE 2.2 : Exemple d'extraction des caractéristiques en utilisant l'opérateur LBP basique 24

FIGURE 2.3 : Trois voisinages pour des R et P différents 24

FIGURE 2.4 : Images réelles des modalités biométriques **(b)** Images LBP basique correspondantes 25

FIGURE 2.5 : L'image réelle de visage. **(b)** Le code TPLBP calculé avec les paramètres S= 8, w= 3 et α= 2. **(c)** La représentation TPLBP d'une image réelle de visage 26

FIGURE 2.6 : L'image réelle de visage. **(b)** Le code FPLBP calculé avec les paramètres S= 8, α= 1. **(c)** La représentation FPLBP d'une image réelle de visage 27

FIGURE 2.7 : Exemple d'extraction l'histogramme avec le descripteur HOG 29

FIGURE 2.8 : Principe de la classification en utilisant la technique de SVM 30

FIGURE 2.9 : La tâche de la classification en utilisant l'algorithme K-Nearest Neighbors (KNN). *Pour k = 1 la classe majoritaire du point central est la classe A* 31

FIGURE 2.10 : Le procède du ML traditionnel comparé à celui du Deep Learning 31

FIGURE 2.11 : Approche d'apprentissage en profondeur 32

FIGURE 2.12 : Les deux parties qui composent l'architecture des réseaux neuronaux convolutifs 34

FIGURE 2.13 : Exemple de calcul de la convolution 35

FIGURE 2.14 : Exemple avec types de pooling (avec un filtre "**2x2**" et un pas de "**2**") 36

FIGURE 2.15 : La couche ReLU 36

FIGURE 2.16 : Illustration de fonctionnement du dropout 37

FIGURE 2.17 : Illustration du rôle de la couche flattening 38

FIGURE 2.18 : Principe de la couche entièrement connectée (FC) 38

FIGURE 2.19 : Architecture de LeNet 40

FIGURE 2.20 : Architecture de AlexNet 41

FIGURE 2.21 : Architecture de VGGNet 42

FIGURE 2.22 : Architecture de ResNet 42

FIGURE 2.23 : Courbe ROC (Receiver Operating Characteristic) 44

FIGURE 3.1 **:** Schéma général de vérification de parenté basé sur les méthodes classiques d'extraction de caractéristiques 54

FIGURE 3.2 **:** Architecture proposée du **CNN** de base pour la vérification de parenté 58

FIGURE 3.3 **:** Les 68 points clés du visage 58

FIGURE 3.4 **:** Exemple des régions utilisées 59

FIGURE 3.5 **:** Architecture proposée du **KP-CNN** pour la vérification de parenté 59

FIGURE 3.6 **:** Architecture proposée du modèle **Eyes_CNN** 60

FIGURE 3.7 : Architecture proposée du modèle **Nose_CNN** 61

FIGURE 3.8 **:** Architecture proposée du modèle **Mouth_CNN** 62

FIGURE 3.9 **:** Exemples d'image du visage : (a) KinFaceW-I et (b) KinFaceW-II 63

FIGURE 3.10 : Les quatre types de relations : père-fille, père-fils, mère-fils et mère-fille, qui définit les deux bases des images utilisées 63

FIGURE 3.11 : Courbes ROC représentant les précisions de la vérification de parenté utilisant le descripteur **LBP** dans les bases (a) KinFaceW-I et (b) KinFaceW-II 67

FIGURE 3.12 : Courbes ROC représentant les précisions de la vérification de parenté utilisant le descripteur **HOG** dans les bases (a) KinFaceW-I et (b) KinFaceW-II 69

FIGURE 3.13 : Courbes ROC représentant les précisions de la vérification de parenté utilisant le descripteur **TPLBP** dans les bases (a) KinFaceW-I et (b) KinFaceW-II 72

FIGURE 3.14 : Courbes ROC représentant les précisions de la vérification de parenté utilisant le descripteur **FPLBP** dans les bases (a) KinFaceW-I et (b) KinFaceW-II 73

Liste Des Abréviations

ADN: Aacide Désoxyribo Nucléique

IA: Intelligent Artificial

M-S: Mother-Son

F-S: Father-Son

LBP: Local Binary Patterns

TPLBP: Three-Patch Local Binary Patterns

FPLBP: Four-Patch Local Binary Patterns

CNN: Convolutional Neural Network

SVM: Support Vector Machine

ML: Machine Learning

DNN: Deep Neural Networks

LSTM: Long Short-Term Memory

AlexNet: Alex Network

ResNet: Residual Network

PDFL: Prototype-based Discriminative Feature Learning

MPDFL: Multi-view Prototype-based Discriminative Feature Learning

OSL-A: online similarity learning algorithm

DDMML: Discriminative Deep Metric Multidimensional Learning

MNRML: Multi-view Neighborhood repulsed correlation metric learning

ESL: Ensemble Similarity Learning

LLMMML: Local Large-Margin Multi-Metric Learning

KinFaceW-II: Kin Face in the Wild-II

KinFaceW-I: Kin Face in the Wild-I

M-D: Mother-Daughter

F-D: Father-Daughter

KIN: Kinship

HOG: Histogram of oriented gradients

ACP : Analyse en Composantes Principales

KPPV : K Plus Proches Voisins

ANN: Artificiel Neural Networks

KP-CNN: Key Points Convolutional Neural Network

KNN: K Nearest Neighbors

RNN: Recurrent Neural Network

LeNet: LeCun Network

VGGNet: Visual Geometry Group Neural Network

ROC: Receiver Operating Characteristic

IFVF: Inheritable Fisher Vector feature

DDML: Discriminative Deep Metric Learning

NRML: Neighborhood repulsed correlation metric learning

DMML: Discriminative Multi Metric Learning

LMMML: Local Margin Multi-Metric Learning

KML: Kinship Metric Learning