

Introduction

- 1.1 Contexte et motivations
- 1.2 Problématique de l'identification dans les bases de données biométriques
- 1.3 Objectifs principaux des travaux
- 1.4 Organisation du manuscrit

Introduction

Dans cette introduction, nous donnons une vision globale de l'ensemble des travaux développés durant cette thèse, en présentant le contexte dans lequel se sont déroulées ces recherches, les motivations ainsi que leur intérêt pour la sécurité et l'identification des personnes par la biométrie. Nous présentons ensuite les problèmes majeurs à résoudre et les contributions apportées par nos travaux.

1.1 Contexte et motivations

Les caractéristiques biométriques ne peuvent pas être facilement volées, falsifiées, ou partagées. Ainsi, elles sont plus fiables et sécurisées pour la reconnaissance de personne que les méthodes traditionnelles basées sur la connaissance ou la possession. Cependant ces caractéristiques physiques et comportementales doivent satisfaire plusieurs contraintes pour une grande fiabilité des systèmes biométriques. En effet, les objectifs de la reconnaissance biométriques ont la facilité d'utilisation par une reconnaissance sans carte ou code PIN, la sécurité accrue qui est traduite par la difficulté de contourner le contrôle d'accès ainsi que la plus grande performance quant à la précision et la rapidité des traitements. Ainsi, chaque caractéristique physiologique et/ou comportementale peut être utilisée comme une biométrie pour reconnaître une personne dès lorsqu'elle répond à ces exigences [1,2].

La performance d'un système dépend des ressources nécessaires pour atteindre la vitesse et la précision escomptées, ainsi que les facteurs opérationnels et environnementaux qui influent sur la vitesse et la précision de la reconnaissance [3].

Cependant, dans un système biométrique pratique, il existe un certain nombre d'autres paramètres qui doivent être examinés, notamment:

L'acceptation par l'utilisateur qui reflète l'ampleur des inquiétudes et des objections que l'utilisation d'une technologie biométrique donnée tend à susciter. La mesure de l'acceptation reste très subjective et varie d'une personne à l'autre et d'un pays à l'autre, suivant le régime de protection des données en vigueur, le contexte culturel et les attentes personnelles des utilisateurs.

Le contournement, qui reflète combien il est facile de tromper le système par des méthodes

frauduleuses.

La permanence ou la stabilité qui est définie par la constance d'une caractéristique biométrique au cours du développement normal et du vieillissement d'une personne. En principe, plus une caractéristique est stable, moins il est nécessaire de mettre à jour les caractéristiques personnelles ou de réenregistrer la personne.

Un système biométrique pratique doit avoir une précision acceptable et une vitesse de reconnaissance raisonnable vis-à-vis des ressources requises, inoffensif pour les utilisateurs, accepté par la population, et suffisamment robuste à l'encontre des méthodes frauduleuses.

Pour y parvenir, les spécialistes ont souvent recours à la reconnaissance des visages avec diverses techniques traditionnelles qui étaient au départ essentiellement manuelles, subjectives, assez fastidieuses, longues à réaliser, et ne pouvaient aboutir qu'à une seule représentation à la fois (mesures des régions d'intérêts). De plus, le taux de succès d'identification des visages reconstruits par les méthodes manuelles est de l'ordre de 50% seulement [3-1]. Ce faible taux est dû d'une part à la difficulté de déterminer l'aspect des traits faciaux tels que le nez, les yeux et les lèvres, et d'autre part à la variabilité des interprétations des spécialistes du domaine de la reconnaissance faciale. Celle-ci est d'autant plus difficile qu'il existe de nombreuses variations faciales, particulièrement liées à l'état nutritionnel de l'individu et aux différents stades de vieillissement. De plus, les détails du nez, des yeux, des oreilles, des lèvres, du menton sont difficiles à caractériser pour les méthodes locales. L'évolution des techniques logicielles et matérielles informatiques ainsi que l'apparition des nouvelles sources d'images numériques de haute définition, relancent depuis quelques années ce domaine à des fins judiciaires pour aider à l'identification et la recherche de personnes.

1.2 Problématique de l'identification dans les bases de données biométriques

Dans son environnement quotidien, un individu a besoin de s'identifier dans une multitude de contextes : accéder à un aéroport, entrer dans des endroits militaires, entrer à son lieu de travail, pour retirer de l'argent à un distributeur ou payer en magasin, pour demander un service social... Autant de codes et de mots de passe à mémoriser et à protéger. Afin de développer les moyens de reconnaissance, la recherche connaît de puis quelques années un renouveau spectaculaire et manifeste un intérêt majeur aux données "biométriques", c'est-à-dire aux caractéristiques propres à chaque personne: sa voix, ses

Introduction

empreintes digitales, les traits de son visage, la forme de sa main, sa signature et même son ADN. Ainsi, les techniques basées sur la biométrie jouissent d'un engouement général favorisé par un phénomène de mode, principalement véhiculé par les films au cinéma et à la télévision. Cependant, plus récemment, l'augmentation de la fraude à l'identité a créé un besoin croissant de la technologie biométrique dans un certain nombre d'applications nécessitant un haut degré de sécurité: accès à des sites sensibles, surveillance d'aéroport...

Il existe traditionnellement deux manières d'identifier une personne:

1. Méthodes basées sur une connaissance (knowledge-based). Cette connaissance correspond par exemple à un mot de passe pour ouvrir une session ou un code SIM pour un téléphone portable.
2. Méthodes basées sur une possession (token-based). Il peut s'agir d'une pièce d'identité, d'un badge, d'une clé...

Ces deux modes d'identification peuvent être utilisés d'une manière complémentaire afin d'obtenir une sécurité accrue comme pour la carte bleue. Cependant elles ont leurs faiblesses respectives. Le mot de passe peut être oublié ou deviné par une autre personne. On estime ainsi qu'une personne sur quatre écrit son mot de passe sur sa carte bleue pour ne pas l'oublier. D'autre part, la pièce d'identité peut être perdue ou volée. La biométrie exploite à l'encontre de ces deux méthodes les caractéristiques d'une personne qu'elles soient innées comme les empreintes digitales ou acquises comme la signature. Ces caractéristiques sont attachées à chaque individu et ne souffrent donc pas des faiblesses des méthodes basées sur une connaissance ou une possession. En effet les caractéristiques biométriques ne peuvent être oubliées ou perdues. De plus, elles sont très difficiles à deviner, à voler, ou à dupliquer.

S'investir dans le domaine de la reconnaissance de visages est sans doute motivé par la multiplicité et la variété des champs d'application (haute sécurité, télésurveillance et contrôle d'accès...). Les travaux portant sur ce domaine, sous différentes conditions d'éclairage, d'expressions faciales et d'orientations, peuvent être répertoriés en deux catégories distinctes suivant qu'elles se rapportent à une approche géométrique ou une approche globale. Un système automatique de reconnaissance de visages se décompose en trois sous-systèmes : détection de visage, extraction des caractéristiques et reconnaissance de visages. La mise en œuvre d'un système automatique et fiable de reconnaissance faciale est un verrou technologique qui n'est toujours pas résolu.

La reconnaissance du visage automatique à l'aide d'images 2D a été soigneusement étudiée au cours des dernières décennies. Toutefois, en raison de l'insuffisance intrinsèque de

Introduction

l'information faciale dans les images 2D, des algorithmes de reconnaissance de visage ont beaucoup de difficultés à la manipulation des variations d'éclairage, changements de pose, expressions faciales, temps de retard et des occlusions. La surface 3D du visage offre la possibilité de surmonter les difficultés causées par la variation de la tête, de pose et d'éclairage. Avec les progrès de l'imagerie 3D techniques, les données 3D du visage sont devenues de plus en plus disponibles dans ces dernières années. Il y a maintenant plusieurs bases de données publiques de référence 3D du visage. Nous présenterons donc un état de l'art sur les techniques de détection de visage 3D, nous donnerons une taxonomie des approches, des techniques et des algorithmes existants. Nous exposerons aussi les méthodes de reconnaissance de visage 3D. La reconnaissance de personnes basée sur le visage 3D présente des limites. Elle ne peut faire une identification optimale en présence d'expressions faciales. Pour cette raison nous tentons d'aborder ce domaine. La reconnaissance des expressions faciales a débutée depuis une vingtaine d'années car les expressions faciales jouent un rôle important dans la conversation humaine. Donc, l'interface homme machine du futur utilisera non seulement la souris, le clavier, mais aussi de nouvelles sources d'informations telles que les expressions faciales de six cas (colère, dégoût, joie, peur, surprise, tristesse), la posture humaine ou parole. Pour toutes ces raisons nous exposerons différentes techniques de reconnaissance de visage 3D expression t nous détaillerons en particulier les méthodes basées sur la réduction d'espace.

1.3 Objectifs principaux des travaux

La reconnaissance faciale fait partie des techniques biométriques. On remarque que dans la vie quotidienne chacun de nous identifie tout au long de la journée différents visages. Ainsi lorsque nous rencontrons une personne, notre cerveau va chercher dans notre mémoire et vérifier si cette personne est répertoriée ou non. La difficulté de la reconnaissance de visage par ordinateur varie énormément suivant 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 à proprement parler. Il faut tout d'abord *détecter* la présence ou l'absence de visage dans l'image. Le visage doit ensuite être localisé. Plusieurs méthodes ont été développées pour la reconnaissance de visage 2D. Cependant, elles présentent un certain nombre de limitations. Récemment les techniques de reconnaissance de

Introduction

visage 3D sont comme une solution alternative pour résoudre les problèmes. En effet, la richesse de l'information fournie par les mesures 3D permet de reconstruire la forme tridimensionnelle du visage. Ce type de représentation du visage est invariant aux changements d'illumination et de pose.

Dans cette thèse nous nous intéressons particulièrement au visage et nous proposons d'améliorer le prétraitement phase primordiale et aussi à la phase d'extraction de paramètres réduits du **SRV** (**S**ystème de **R**econnaissance de **V**isages).

Notre but étant donc de développer un système d'authentification de visage simple et efficace dans le cadre du projet REC_BIOMET (MERS ALGERIE). Il est nécessaire de travailler à tous les niveaux du système (détection, extraction des caractéristiques et reconnaissance) en apportant des contributions pertinentes à différents points de la chaîne de traitement. Ainsi, nous commençons par développer une technique « bas niveau » pour la localisation de visage unique sur fond uniforme par un procédé simple, et le plus robuste possible aux variations d'éclairage et de distances, d'où l'exploitation de techniques basées sur l'apparence. Particulièrement, celles utilisant l'analyse statistique et l'apprentissage automatique pour construire des machines capables de séparer les visages des non-visages. Les réseaux de neurones, les machines à vecteurs de support (**SVM**), les classificateurs bayésiens, les modèles de Markov cachés (**HMM**) sont parmi les techniques d'apprentissage automatique les plus souvent utilisées. Nous présentons un système à base de **SVM**, les vecteurs de support sont appris sur des images extraites de la base de données de visages.

Ce choix se justifie par le fait que la méthode **SVM** est très efficace pour localiser/classifier les visages d'une façon automatique et nous permettre de ne pas s'encombrer des non visages dans notre système de reconnaissance. Nous nous intéressons aux descripteurs issus de filtres de Gabor en se basant sur des travaux et résultats récents dans le domaine.

1.4 Organisation du manuscrit

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

Le **premier chapitre** est consacré à la présentation générale de la biométrie. Il décrit tout d'abord le principe de fonctionnement des systèmes biométriques puis définit les outils utilisés pour évaluer leurs performances. Ensuite, la place de la reconnaissance faciale parmi les autres techniques biométriques est analysée. A travers ce chapitre, nous voulons positionner le problème de la reconnaissance faciale et présenter ses enjeux et intérêts par rapport aux autres techniques. Nous étudions également les principales composantes d'un système de

Introduction

reconnaissance faciale, notamment la détection, l'extraction de caractéristiques et la reconnaissance. Enfin, nous mettons en lumière les difficultés rencontrées par les systèmes de reconnaissance de visage que nous proposons d'étudier dans le cadre de cette thèse.

Dans le **second chapitre** une analyse détaillée des différentes techniques développées au cours de ces dernières années dans les domaines de la reconnaissance 2D, 3D et 3D expressions et de la fusion 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.

Dans le **troisième chapitre** nous étudions les différentes méthodes de réduction et de classification utiles pour notre système de reconnaissance de visage.

Le **quatrième chapitre** est consacré à l'étude de la fusion et à la normalisation.

Le **cinquième chapitre** est dédié à notre approche monomodale d'extraction de visage et de ses paramètres caractéristiques. Nous présentons, dans un premier temps, le problème de la détection de visage dans une image couleur. Ensuite, nous détaillons la méthode de détection de contours que nous avons élaborée, basée sur le filtre de **Gabor**. Puis la méthode de réduction d'espace basée sur l'**EFM**. Ainsi que les méthodes de classification retenues : mesure de similarité et **SVM**. Nous présentons les bases utilisées dans le cadre de cette thèse : **XM2VTS**, **CASIA 3D** et **3D expressions**.

Par ailleurs, nous décrivons les différents outils que nous avons mis en place afin d'implémenter notre système de reconnaissance sur l'espace de couleur **HVS** et particulièrement la composante **S**. Puis, nous détaillons les quatre étapes de notre algorithme d'extraction, à savoir : extractions des régions caractéristiques, réduction d'espace, classification et décision. Notre approche est appliquée tout d'abord à la base **XM2VTS** sur visages **2D** neutre. Un choix des meilleurs filtres de **Gabor** et des meilleures méthodes de réduction d'espace linéaires est réalisé. Notre étude s'est étendue aux méthodes non linéaires et nous nous sommes limités à la **KPCA** qui est une extension de la **PCA** (méthode très répandue en reconnaissance de visages). Puis nous nous sommes intéressés au domaine **3D**, nous étudions les deux aspects : **3D** (profondeur) et **3D expressions**. Notre approche est appliquée à la **BDD CASIA 3D**. Les résultats obtenus à chaque étape sont examinés et des conclusions en sont tirées.

Dans le **sixième chapitre**, nous nous intéressons à l'exploitation des informations **2D**, **3D** et **3D expressions** du visage comme moyen biométrique pour l'authentification de

Introduction

personnes. Nous détaillons les différentes approches de reconnaissance faciale que nous avons élaborées, à savoir : l'approche **2D** basée **ACP+EFM**. Ce système de reconnaissance est appliqué en multi biométries. Nous nous intéressons tout d'abord à la fusion multi systèmes; puis au système multi algorithmes ensuite nous appliquons notre approche à une bimodalité visage-parole et finalement à la fusion des informations « couleur » et « profondeur » des images de visages **3D**. Dans ce chapitre nous étudions d'une part la fusion des caractéristiques pour son apport en information et d'autre part celle des scores pour sa rapidité. Les deux approches de fusion sont mises en œuvre avec une étape de normalisation au préalable est réalisée. Plusieurs expériences sont menées et la méthode de fusion associée à une normalisation la plus performante est retenue.

Pour éviter les problèmes d'illumination et rotation de visage nous étions tenté d'approfondir nos recherches et les orienter vers le visage **3D** et **3D** Expressions. Pour cela, les approches **3D** expressions, **3D** et l'approche bimodale **2D-3D** sont aussi étudiées et ceci toujours dans le souci d'améliorer les performances de notre système de reconnaissance. Dans toutes ces investigations la couleur est prise en considération. Nous présentons les résultats expérimentaux obtenus par chaque méthode et analysons les performances.

Enfin, la **conclusion générale** résumera nos contributions et donnera quelques perspectives sur les travaux futurs.