

1. Introduction

De nos jours, ils existent des ordinateurs capables d'effectuer des tâches, faites par l'homme, demandent de l'intelligence. Malgré tout ce progrès, la machine est toujours située à des années lumières du cerveau humain – si comparaison a lieu entre les deux, ceci est dû principalement à la complexité des tâches que nous cherchons à automatiser et à notre méconnaissance de cet organe mystérieux qu'est le cerveau et des mécanismes qui régissent son activité.

La reconnaissance des visages humains est considérée actuellement comme l'une des tâches les plus importantes pour relever le défi en reconnaissance des formes. La facilité et la précision avec lesquelles nous pouvons identifier nos amis et nos ennemis, même dans des conditions défavorables, sont des capacités des plus étonnantes du système visuel humain, le but de la reconnaissance des visages est de concevoir des systèmes informatiques capables d'égaler les êtres humains dans ce domaine.

Plusieurs méthodes de reconnaissance de visages ont été proposées ces dernières années, suivant deux grands axes: la reconnaissance à partir d'images fixes et la reconnaissance à partir de séquence d'images. Les travaux portant sur ce domaine, sous différentes conditions d'éclairage, d'expressions faciales et d'orientations.

Alors dans ce chapitre nous décrivons brièvement quelques techniques parmi les plus importantes ou les plus populaires utilisées en reconnaissance de visages.

2. Reconnaissance de visage :

2.1 Historique

La reconnaissance faciale existe depuis qu'une machine est capable de comprendre ce qu'elle « voit » lorsqu'on la connecte à une ou plusieurs caméras (vision par ordinateur, numérique, artificielle), c'est-à-dire depuis les années 60, voici un échéancier de quelques dates clés relatives à reconnaissance faciale [38]:

- **1960s** :

Le premier système de reconnaissance faciale semi-automatique a été développé par Woodrow W.Bledsoe sous contrat avec le gouvernement américain. Le système a demandé à l'administrateur de localiser manuellement les caractéristiques telles que les yeux et les oreilles sur les photos.

Goldstein, Harmon et Lesk utilisent 21 marqueurs subjectifs spécifiques tels que la couleur des cheveux et l'épaisseur des lèvres pour automatiser la reconnaissance faciale. Les mesures et les localisations étaient calculées manuellement.

- **1988** :

Une division du département du shérif du comté de Los Angeles a commencé à utiliser des dessins composés ou des images vidéo d'un suspect pour mener une recherche dans la base de données de prises de vues numérisées.

- **1988** :

La technique d'Eigenface est développée pour la reconnaissance faciale par Kirby et Sirovich. Ceci a démontré que moins de 100 valeurs étaient nécessaires pour approximer une image de visage convenablement alignée et normalisée. Voir des exemples d'images.

- **1991** :

La détection des visages est mise au point par Turk et Pentland, ce qui rend possible la reconnaissance faciale en temps réel.

- **1993** :

Le programme de technologie de reconnaissance des visages (FERET) est lancé par l'Agence de produits de recherche avancée de la Défense (DARPA) et le Bureau du Programme de développement de la technologie des contre-médicaments. Cela a propulsé la reconnaissance du visage de son enfance à un marché de produits commerciaux.

- **2000** :

Le premier test de reconnaissance de visage (FRVT) est parrainé par plusieurs agences gouvernementales américaines. Il s'agit de la première évaluation en technologie ouverte de plusieurs systèmes de reconnaissance faciale disponibles dans le commerce. FRVT a pour principal objectif d'évaluer les performances des systèmes de reconnaissance faciale sur des bases de données à grande échelle.

- **2001** :

La reconnaissance faciale est utilisée au Super Bowl à Tampa, en Floride.

- **2004** :

Défi de reconnaissance faciale commence. Les chercheurs participants tentent de développer des algorithmes pour améliorer les domaines d'intérêt spécifiques identifiés dans la reconnaissance faciale.

- **2014**:

Le FBI lance l'Interstate Photo System dans le cadre de l'identification de nouvelle génération (NGI) en cours. Il donne aux organismes d'application de la loi à travers le pays la capacité de traiter jusqu'à 52 millions d'images associées à des identités criminelles.

- **2015**:

Facebook commence à déployer leur système de reconnaissance DeepFace qui sera automatiquement en mesure d'identifier les utilisateurs dans n'importe quelle image téléchargée. Ils affirment trouver un visage assorti avec 97,25% de précision.

Intel dévoile l'application True Key qui permet aux utilisateurs d'utiliser la reconnaissance faciale pour accéder à leurs comptes en ligne.

2.2 L'anatomie du visage

Nous présentons dans cette partie, Les points caractéristiques (à extraire) sont définis par un modèle géométrique. où on a 9 points bien choisis qui sont suffisants pour identifier un visage, mais pour des bases de données plus larges le nombre de points caractéristiques doit être plus grand. Le choix des points caractéristiques est basé sur le fait que la région des yeux, celle du nez et celle de la bouche soient importantes pour l'identification, les points qu'on utilise couvrent l'ensemble des trois régions, ils sont au nombre de 12 : Nous avons réutilisé 9 points, et rajoute 3 points tel qu'illustré par la Figure 01 :

- Les quatre coins des yeux : A, B, C, et D.
- Le point S centre de gravité de A, B, C et D (milieu de la tête).
- Le point G à la base du nez.
- Les points extrême droit et extrême gauche du nez : E et F.
- Le point H milieu du contour supérieur de la lèvre supérieure.
- Les deux coins de la bouche I et J.
- Le M à l'intersection des droites (SG) et (IJ) représentant le milieu de la bouche. [5]

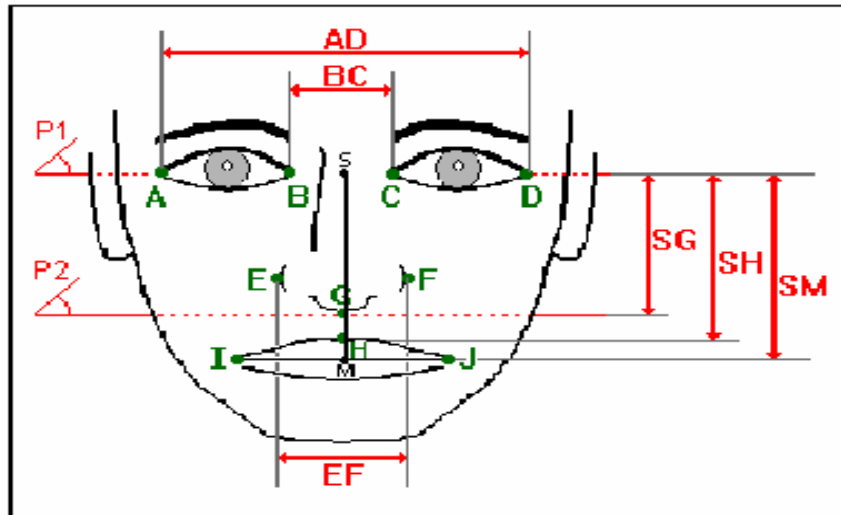


Figure 2.1 L'anatomie du visage.

2.3 Les causes d'avoir choisir le visage

La reconnaissance de visages est la technique la plus commune et populaire. Elle reste la plus acceptable puisqu'elle correspond à ce que les humains utilisent dans l'interaction visuelle; et par rapport aux autres méthodes, la reconnaissance du visage s'avère plus avantageuse, d'une part c'est une méthode non intrusive, c'est-à-dire elle n'exige pas la coopération du sujet (en observant les individus à distance), et d'une autre part les capteurs utilisés sont peu coûteux (une simple caméra) contrairement à l'empreinte digitale et l'iris où le sujet devra être très proche du capteur et devra coopérer pour l'acquisition de l'image sans oublier le coût de l'équipement nécessaire pour l'acquisition (équipement spécial coûteux). Malgré que certains disent que la reconnaissance de visages est une biométrie relativement peu sûre, sur le fait que le signal acquis est sujet à des variations beaucoup plus élevées que d'autres caractéristiques, comme la variation de l'éclairage, le changement de la position du visage, la présence ou l'absence de lunettes et autres; mais, au cours de ces dernières années plusieurs techniques de traitements d'images sont apparues, telle que la détection du visage, la normalisation de l'éclairage, etc. Sans oublier le développement considérable des technologies des caméras numériques, ce qui néglige l'effet de ces problèmes.

2.4 Processus d'un système de reconnaissance du visage

Tout processus automatique de reconnaissance des visages doit prendre en compte plusieurs facteurs qui contribuent à la complexité de sa tâche, car le visage est une entité dynamique qui change constamment sous l'influence de plusieurs facteurs.

Laissez-nous pour le moment supposer que nous avons une sonde Image avec laquelle travailler. Le processus de reconnaissance faciale comporte normalement quatre phases ou étapes interdépendantes. La première étape est la détection de visage, la seconde est la normalisation, Le troisième est l'extraction de fonctionnalités, et l'étape cumulative finale est reconnaissance de visage. Ces étapes dépendent les unes des autres et utilisent souvent des techniques similaires. [12]

La Figure suivant illustre la démarche générale adoptée pour réaliser de tels systèmes.

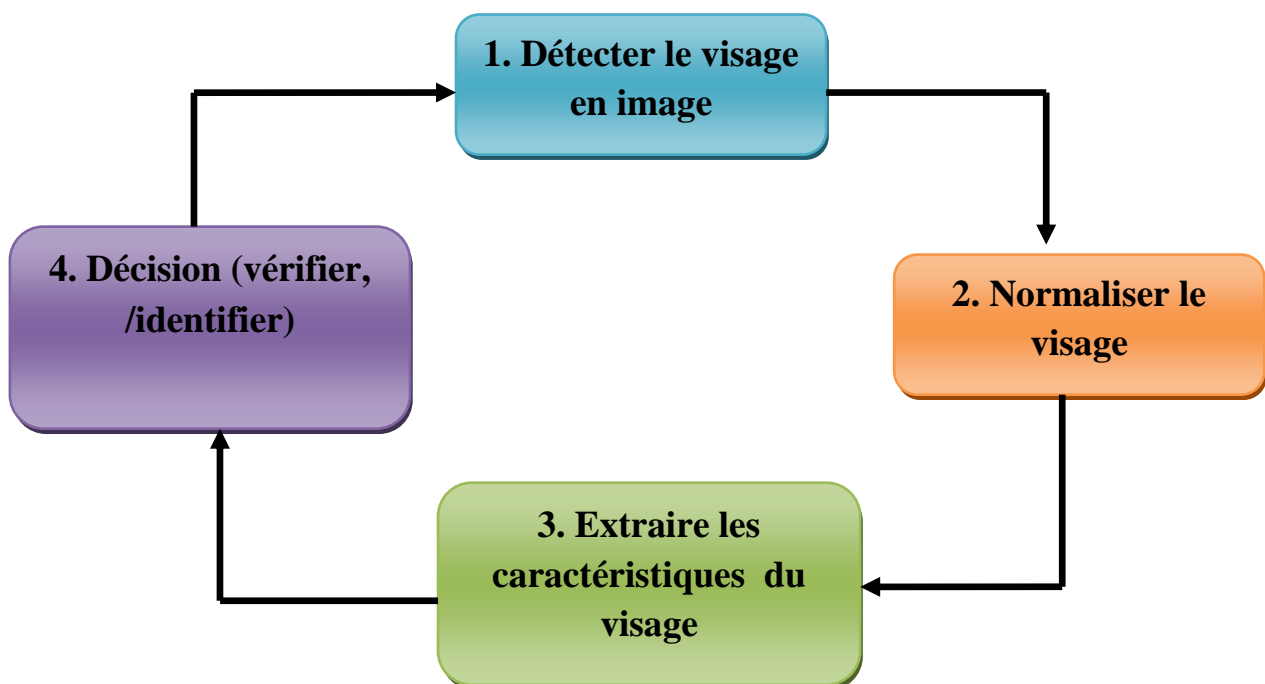


Figure 2.2 Schéma général d'un système de reconnaissance des visages.

a) Détection d'un visage:

La détection d'un visage dans une image de sonde peut être une tâche relativement simple pour les humains, mais ce n'est pas le cas pour un ordinateur. L'ordinateur doit décider quels pixels dans l'image fait partie du visage et qui ne le sont pas. Dans une photo de passeport typique, où le contexte est clair, est facile à faire, mais dès que le fond devient encombré d'autres objets, le problème devient extrêmement complexe. Traditionnellement, les méthodes qui mettent l'accent sur les repères faciaux (tels que les yeux), qui détectent des couleurs semblables dans des régions circulaires, ou qui utilisent des modèles de fonctionnalités standard, ont été utilisés pour détecter les visages. [12]

b) Normalisation:

une fois que le visage a été détecté (séparé à partir de son arrière-plan), le visage doit être normalisé. Cela signifie que l'image doit être normalisée en termes de taille, pose, illumination, etc., par rapport aux images dans la galerie ou la base de données de référence. Pour normaliser une sonde image, les principaux repères du visage doivent être localisés avec précision.

En utilisant ces repères, l'algorithme de normalisation peut (Jusqu'à un certain point) réorienter l'image pour de légères variations.

Ces corrections sont toutefois basées sur des statistiques des inférences ou des approximations qui peuvent ne pas être entièrement précis. Ainsi, il est essentiel que la sonde soit aussi proche que possible à un visage normalisé. La reconnaissance peut ne réussir que si l'image de la sonde et les images de la galerie sont les mêmes en termes d'orientation, de rotation, d'échelle, la taille, etc. La normalisation garantit que cette similitude est atteinte, dans une plus ou moins grande mesure. [12]

c) Extraction et reconnaissance des fonctionnalités:

une fois que l'image du visage a été normalisée, l'extraction et la reconnaissance des fonctionnalités du visage peut avoir lieu. Dans l'extraction des fonctionnalités, une représentation mathématique appelée modèle biométrique ou une référence biométrique est générée, qui est stockée dans la base de données et constituera la base de toute reconnaissance tâche. Les algorithmes de reconnaissance faciale diffèrent dans la façon dont ils traduisent ou transforment une image de visage (représentée à ce sujet point en pixels en niveaux de gris) en une mathématique simplifiée représentation (les "fonctionnalités") afin d'effectuer la tâche de reconnaissance. Il est important de reconnaître que le maximum l'information est conservée dans ce processus de transformation que le modèle biométrique est suffisamment distinctif. Sice la ne peut pas être atteint, l'algorithme n'aura pas la capacité de discrimination requise pour une reconnaissance réussie.

Le problème des modèles biométriques de différents les individus étant insuffisamment distinctifs (ou trop proches l'un par rapport à l'autre) est souvent appelé la génération de doubles biométriques. C'est dans ce processus de transformation mathématique (extraction de caractéristiques) et correspondance (reconnaissance) d'un modèle biométrique que des algorithmes particuliers diffèrent considérablement dans leur approche. [12]

d) La décision (Vérification/Identification) :

Pour estimer la différence entre deux images, il faut introduire une mesure de similarité. [7]

3. Les Méthodes de reconnaissance du visage

Les méthodes de reconnaissance de visages peuvent être classées en trois grandes approches. Une approche globale dans laquelle on analyse le visage (l'image pixellisée du visage) dans son entier, une approche locale basée sur un modèle, dans laquelle le système essaie de détecter, regrouper et reconnaître les différents éléments constitutifs du visage tel que le nez, les yeux et la bouche. Enfin, il existe des méthodes hybrides qui combinent les deux approches précédentes.

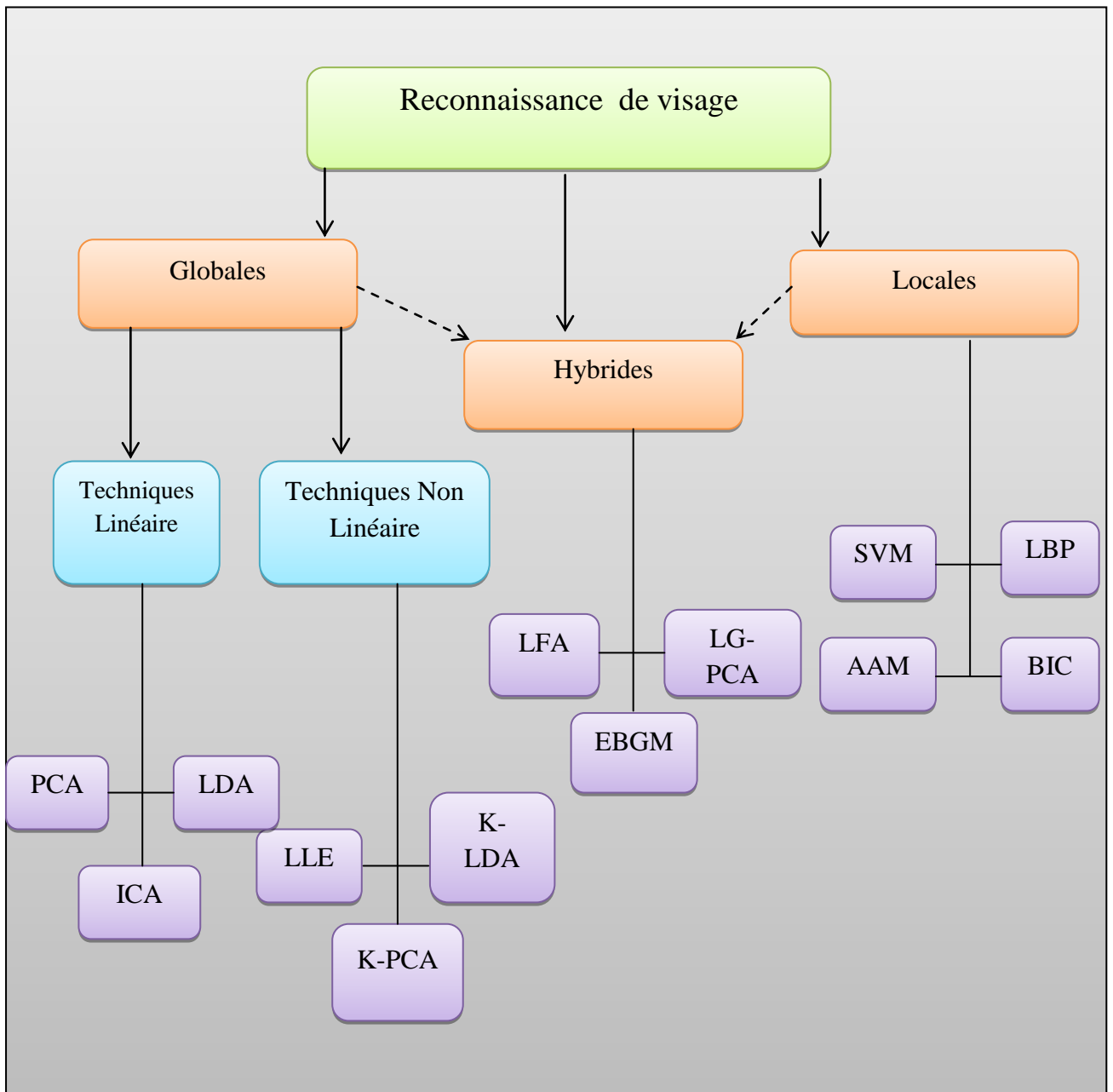


Figure 2.3 Classification des algorithmes principaux.

3.1 Méthodes Globales

Le principe de ces approches est d'utiliser toute la surface du visage comme source d'information sans tenir compte des caractéristiques locales comme les yeux, la bouche, etc...L'une des méthodes la plus largement utilisée pour la représentation du visage dans son ensemble est l'**ACP**. Les algorithmes globaux s'appuient sur des propriétés statistiques bien connues et utilisent l'algèbre linéaire. Ils sont relativement rapides à mettre en œuvre, mais sont sensibles aux variations d'illumination, de pose et d'expression faciale. Parmi les approches les plus importantes réunies au sein de cette classe on trouve :

- ✓ L'Analyse en Composantes Principales (**PCA** ou **Eigen Faces**).
- ✓ L'Analyse Discriminante Linéaire (**LDA**).
- ✓ Machine à Vecteurs de Support (**SVM**).
- ✓ Les Réseaux de Neurones (**RNA**) .

3.2 Méthodes Locales

On les appelle aussi les méthodes à traits, à caractéristiques locales, ou analytiques. L'analyse du visage humain est donnée par la description individuelle de ses parties et de leurs relations. Ce modèle correspond à la manière avec laquelle l'être humain perçoit le visage, c'est à dire, à nos notions de traits de visage et de parties comme les yeux, le nez, la bouche, etc. La plus part des travaux réalisés se sont concentrés sur l'extraction des traits à partir d'une image du visage et sur la définition d'un modèle adéquat pour représenter ce visage. Un certain nombre de stratégies ont modélisé et classé les visages sur la base de distances normalisées et angles entres points caractéristiques. Cette phase d'extraction des traits caractéristiques du visage constitue l'étape clé du processus, car la performance du système entier en dépend.

L'avantage de ces méthodes est qu'elles prennent en compte la particularité du visage en tantque forme naturelle à reconnaître, et un nombre réduit de paramètres en exploitant les résultats de la recherche en neuropsychologie et psychologie cognitive sur le système visuel humain. La difficulté éprouvée quand il s'agit de prendre en considération plusieurs vues du visage ainsi que le manque de précision dans la phase "extraction" des points constituent leur inconvénient majeur. [5]

3.3 Méthodes Hybrides

Les méthodes hybrides permettent d'associer les avantages des méthodes globales et locales en combinant la détection de caractéristiques géométrique avec l'extraction de caractéristique d'apparence locales. Elles permettent d'augmenter la stabilité de la performance de reconnaissance lors de changements de pose, d'éclairement et d'expressions faciales. [6]

4. Limitations de la technologie de reconnaissance du visage

Pour le cerveau humain, le processus de la reconnaissance de visages est une tâche visuelle de haut niveau. Bien que les êtres humains puissent détecter et identifier des visages dans une scène sans beaucoup de peine, construire un système automatique qui accomplit de telles tâches représente un sérieux défi. Ce défi est d'autant plus grand lorsque les conditions d'acquisition des images sont très variables.

Plusieurs facteurs limitent l'efficacité de la technologie de reconnaissance du visage [39]:

4.1 Qualité d'image

La qualité de l'image affecte le bon fonctionnement des algorithmes de reconnaissance faciale. La qualité d'image de la numérisation vidéo est relativement faible par rapport à celle d'un appareil photo numérique. Même la vidéo haute définition est, au mieux, 1080p (balayage progressif); Habituellement, il est 720p. Ces valeurs sont équivalentes à environ 2MP et 0,9MP, respectivement, tandis qu'une caméra numérique peu coûteuse atteint 15MP. La différence est tout à fait remarquable.

4.2 Taille de l'image

Lorsqu'un algorithme de détection de visage trouve un visage dans une image ou dans un image fixe d'une capture vidéo, la taille relative de cette face par rapport à la taille d'image enregistrée affecte la façon dont le visage sera reconnu. Une taille d'image déjà petite, couplée à une cible éloignée de la caméra, signifie que la face détectée est de seulement 100 à 200 pixels sur un côté. En outre, avoir à balayer une image pour différentes tailles de visage est une activité intensive du processeur. La plupart des algorithmes permettent la spécification d'une taille de visage pour aider à éliminer les faux positifs sur la détection et accélérer le traitement d'image.

4.3 le profil du visage

L'angle relatif du visage de la cible influe profondément sur le score de reconnaissance. Lorsqu'un visage est inscrit dans le logiciel de reconnaissance, généralement des angles multiples sont utilisés (profil, frontal et 45 degrés sont communs). Tout ce qui est inférieur à une vue frontale affecte la capacité de l'algorithme à générer un modèle pour le visage.

Le plus direct de l'image (à la fois inscrite et l'image de sonde) et plus sa résolution, plus le score de toutes les correspondances résultantes.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'historique de la reconnaissance du visage ainsi que l'anatomie de ce dernier. Nous avons aussi donné un aperçu sur le processus d'un système de reconnaissance du visage et les différentes méthodes de reconnaissance. Dernièrement on a vu les Limitations de la technologie de reconnaissance du visage.

