

Cours de Biométrie

Chapitre 1 Biométrie

Par Dr. Djellali Hayet.

MASTER 1

Réseaux et Sécurité Informatique RSI

UBMA Université Algérie,

Mars 2020

Sommaire

- Introduction
- Type de Biométrie
 - Physiologique & Comportementale
- Vérification
- Identification
- Caractéristiques désirées d'une modalité biométrique
- Facteurs Influençant la qualité de la Biométrie
 - Variabilité intra et inter individus.
- Reconnaissance du Visage
- Empreintes digitales
- La qualité d'un système biométrique
- Les Mesures de Performances en Biométrie

Définition

- Bio (life) = vie metrics (measurement)= mesures
- Biometric is the measurement of life, (mesure de la vie).
- “Biometrics are automated methods of recognizing a person based on a physiological or behavioral characteristic.” *The Biometric Consortium*
- La biométrie est une technique d'identification d'un individu au moyen de ses caractéristiques morphologiques ou comportementales : empreinte digitale, géométrie de la main, structure de l'iris ou de la rétine, le timbre de la voix, forme du visage etc...
- Biometrics is the science of the measurement of unique human characteristics, both physical and behavioral. Biometric technology refers to any technique that reliably uses measurable physiological or behavioral characteristics to distinguish one person from another.

Biométrie

- Les caractéristiques sont choisies pour varier peu au cours de la vie de l'individu et être différents d'un individu à un autre (même pour des jumeaux).
- Les lecteurs biométriques sont parmi les dispositifs de lecture les plus sûrs supprimant:
- Le risque d'oubli de code, de vol, duplication ou perte de carte que l'on retrouve sur les systèmes classiques. Grâce à ces techniques on est certain de la personne identifiée.

Approches en Identification

- Reconnaissance de l'identité – Authentication – est basé sur trois approches:
- Token-based: identification par quelque chose que vous avez (e.g. document, token, smartcard)
- Knowledge-based: identification par quelque chose que vous connaissez(ex. password, PIN)
- Biometrics-based: identification ce que vous êtes (corps humain, biometric identifier, activité humaine)

Pourquoi la Biométrie ?

- Problèmes avec les systèmes de sécurité actuels
- Les mots de passe volés par un intrus
- Perdues, oublié
- Facile de craquer les mots de passe (date d'anniversaire, Nom d'un proche...).



Type de Biométrie:

Deux Types: 1- Morphologie 2- Comportementale

- Biométrie basée sur
- la morphologie:
 - Visage
 - Iris
 - Empreintes digitales
 - Les oreilles
 - Dents
 - ADN



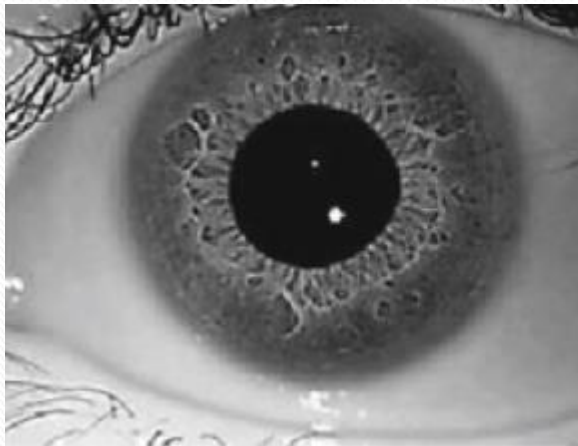
Les modalités biométriques

Empreintes Digitales



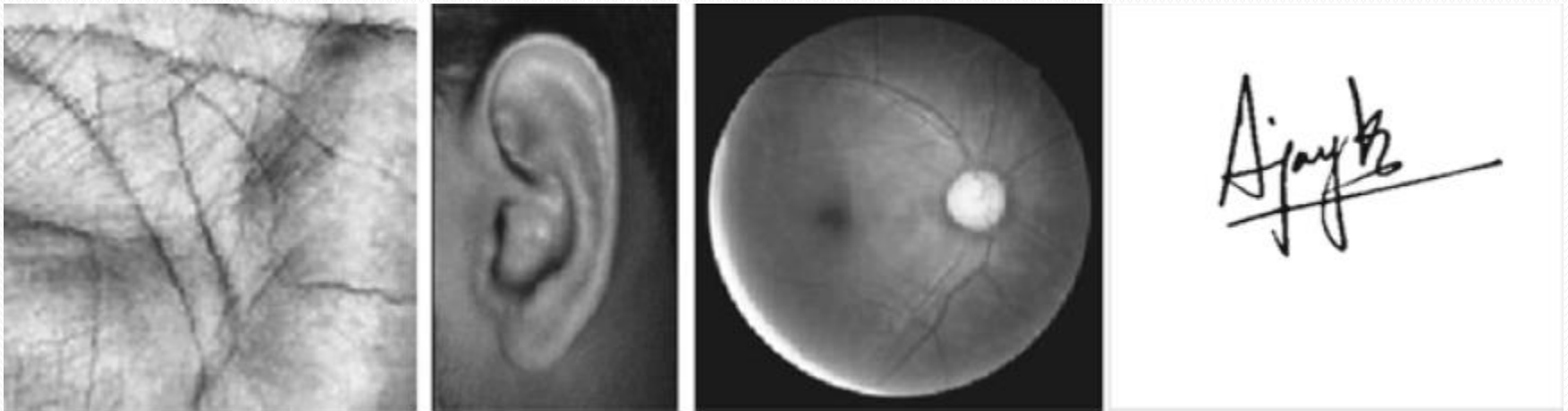
Le Visage

L'iris



Les empreintes de la main

Les Modalités Biométriques



- Palmprint (paume de la main)
- Les oreilles – Rétine - Signature

Type de Biométrie: Comportementale

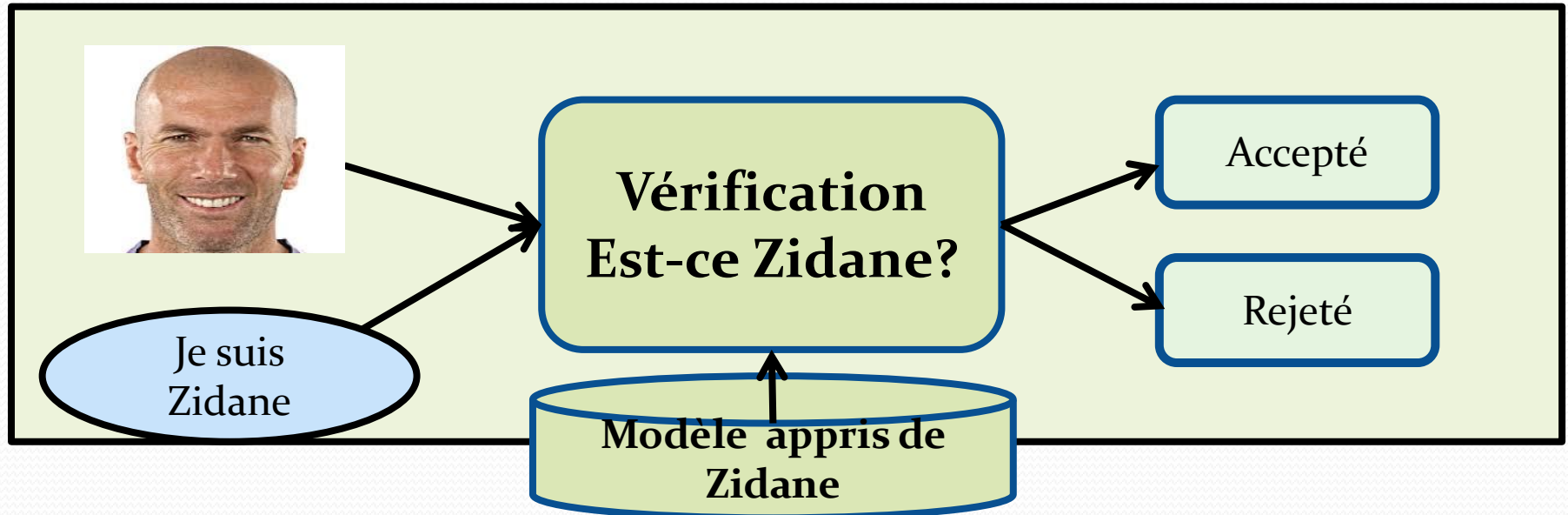
- Comportementale
 - Les pas – GAIT
 - Les touches du clavier
 - La voix
 - La signature

Les caractéristiques désirées

- **Les caractéristiques d'une modalité Biométrique:**
 - **Universalité:** Chaque personne doit la posséder.
 - **Unicité:** chaque personne est différente
 - **Permanence:** Invariant à travers le temps time
 - **Collectabilité:** capteurs(enregistrement des données) etc.
 - **Acceptabilité:** acceter par le public, Legal, social etc.

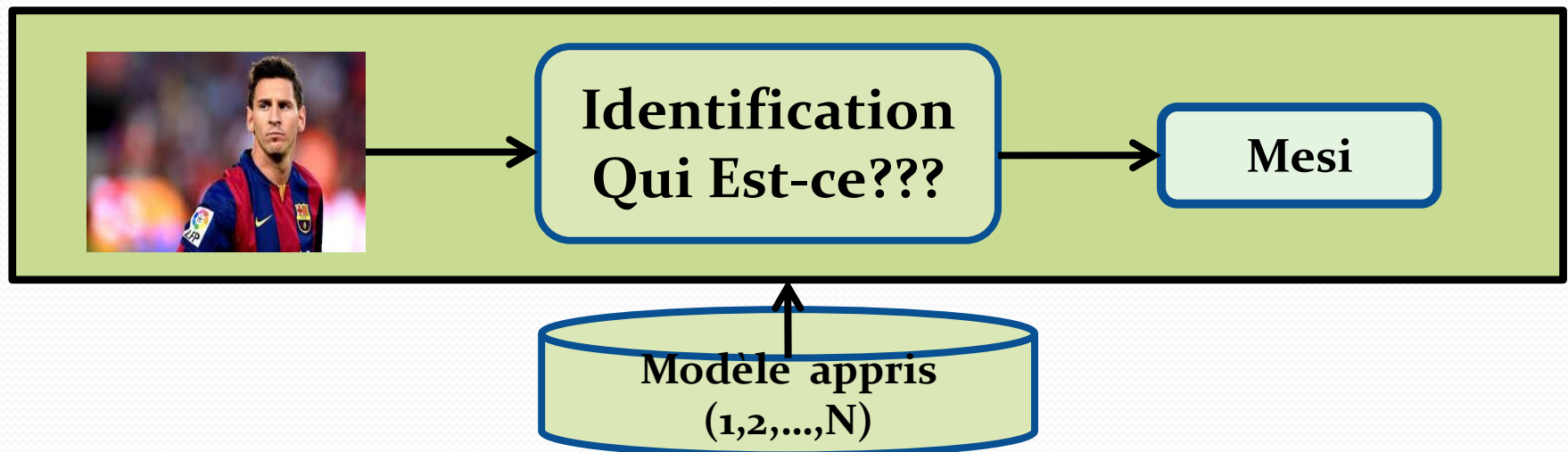
Verification

- **Vérification:** La personne qui veut accéder au système sécurisé proclame son identité.
- L'algorithme de vérification compare l'image en entrée avec le modèle pré-appris de cet personne.
- Il prend un décision binaire (oui/ non).



Identification

- **Identification:** La personne qui veut accéder au système sécurisé ne proclame pas son identité.
- L'algorithme d'identification compare l'image en entrée avec tous les modèle pré-appris de toutes les personne enregistrés. Il obtient un score Il prend une décision binaire (oui/ non).



Les facteurs Environnementaux

- La qualité des mesures biométriques est affecté par les conditions d'enregistrements:
- La lumière, la position,
- Occlusion, expression
- Type de capteurs (qualités)
- Visage: la posture, l'éclairage, l'état émotionnelle, les accessoire(les lunettes),
- Voix: le bruit, les émotions.

Variabilité due à l'environnement

- Le bruit ambiant lors des enregistrements sonores.
- Peu ou mauvais éclairage lors des prises de poses pour le visage.

Les sources de variabilités

- Variabilité intra individu
- Exemple:
- Pour le visage: la même personne peut avoir le teint clair ou bronzé. Elle peut porter des lunettes ou un foulard, avoir ou non des moustaches, barbe. Expression faciale peut changer (content, colère, fatigue, etc).
- Pour la voix: la même personne prononce un même texte de manière différente. Etat émotionnel.
- Solution : prendre plusieurs enregistrement ou images pour la même personne à différentes postures et situation possibles à des périodes différentes.

Variabilité inter-individus

- Cette variabilité est très utile au systèmes biométrique car elle permet de discerner entre un individu et un autre.
- Plus elle est importante d'une personne à l'autre mieux la distinction sera forte.

Exemples De Biométrie

- Reconnaissance par les Empreintes Digitales
- Reconnaissance du Visage
- Reconnaissance du Locuteur

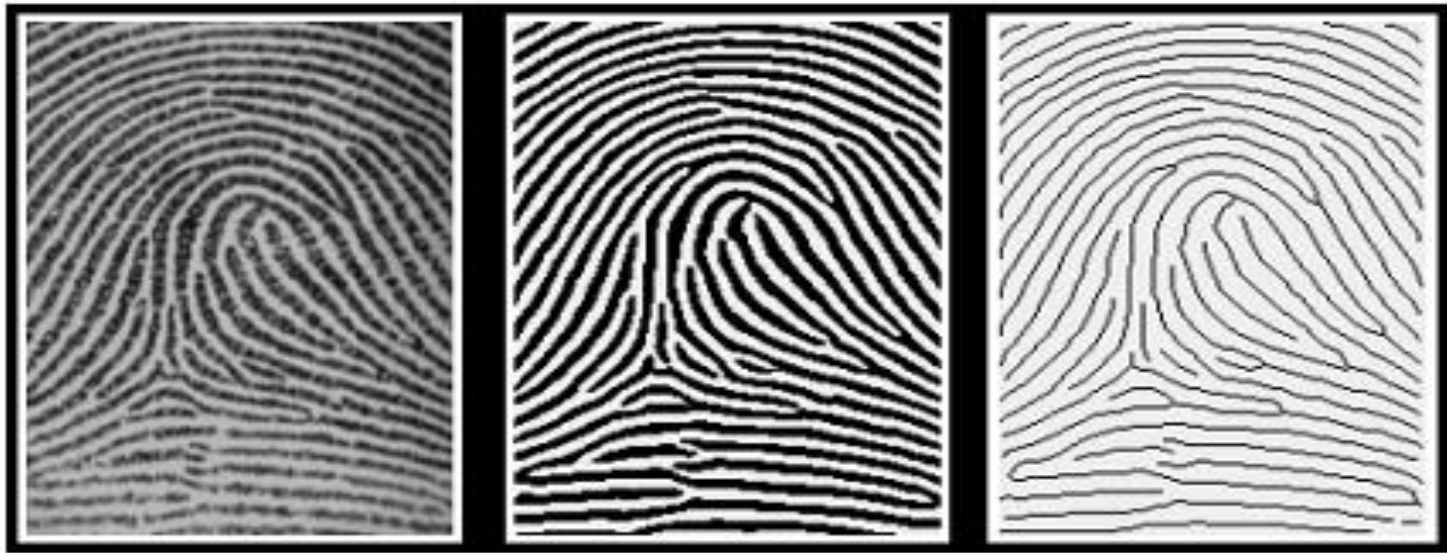
Empreintes Digitales

- Les Systèmes d'identification Automatiques d'Empreintes (Automatic Fingerprint Identification Systems (AFIS)) sont utilisés en forensics (les enquetes de justice).
- Pour le coût faible, l'Empreinte digitale: est préféré dans les applications civiles et commerciales.

Les Empreintes digitales

- Extraire les caractéristiques :
- L'algorithme d'extraction des Minuties est le plus utilisé pour extraire les paramètres discriminatives qui caractérisent l'empreinte.
- La position des différentes caractéristiques des Minuties peuvent identifier différentes personnes.
- (c'est ce qui est enregistré dans les templates biométriques) .

Prétraitement et Extraction de Minutie



- original prétraité amincissement

L'extraction de minutie



- Ces caractéristiques sont extraites et utilisées pour construire les modèles de chaque individu.

Reconnaissance du Visage (RV)

Les systèmes de Reconnaissance du Visage utilisent la relation spatiale et la localisation des caractéristiques faciales telles que les yeux, le nez, les lèvres, la forme et l'apparence globale du visage.

Les problèmes liés à l'illumination, la gesture, la variation de posture, l'occlusion affectent les performances de la RV.

La reconnaissance du Visage est non-intrusive, ayant une haute acceptabilité par ses utilisateurs, fournissant un taux de reconnaissance allant jusqu'à 99,00% à 99,80% avec l'apprentissage profond.

Detection et Reconnaissance du



Detection



Reconnaissance

Ronaldo

Applications de la R. Visage

- Photographie Digitale



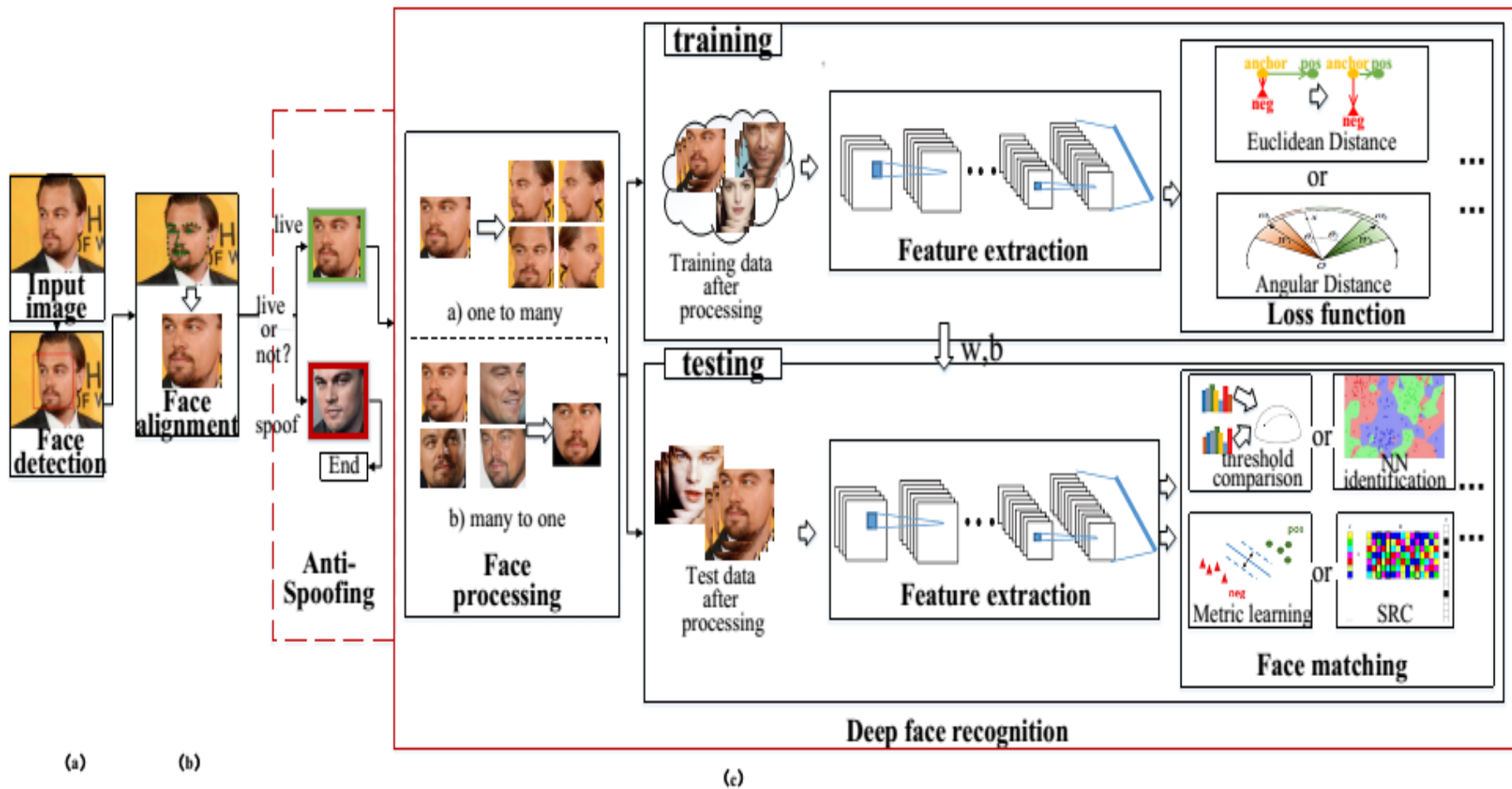
Reconnaissance du Visage

- Face Recognition : technique assurant la tâche de distinguer un individu par rapport a d'autres par le visage.
- **Feature subspaces: Etat de l'art**
 - Analyse en Composante Principal PCA
 - FLD (Analyse Discriminante Fisher)
- Yale database[1]



[1] Georghiades, A.S. and Belhumeur, P .N. and Kriegman, D.J, "From Few to Many: Illumination Cone Models for Face Recognition under Variable Lighting and Pose," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intelligence, 2001

Deep FR [Mei Wang, Weihong Deng, 2019: Deep Face



Reconnaissance Visage Profond

(Deep Face Recognition)[[Mei Wang, Weihong Deng, 2019:
Deep Face Recognition: A Survey]]

Le système Deep FR avec Détection de Visage et alignement.

En premier, la détection de visage localise le visage (la région d'intérêt).

- **En Second**, Les visages sont alignés pour normaliser les coordonnées.
- Troisièmement, Le module FR est implémenté.
- In FR module, face anti-spoofing reconnaît si le visage est réel ou spoofed;
- Traitement du Visage est utilisé pour gérer les difficultés de la reconnaissance avant apprentissage et test;
- Différentes architectures et fonctions loss sont appliquées pour extraire les paramètres discriminatifs profonds lors de l'apprentissage;
- Le module de Décision (face matching methods) pour classifier les paramètres extraits du Test
- [Mei Wang, Weihong Deng, 2019: Deep Face Recognition: A Survey]

Le Processus de Reconnaissance ou Vérification

- Apprentissage

“Learning denotes changes in the system that are adaptive in the sense that they enable the system to do the task or tasks drawn from the same population more efficiently and more effectively the next time.” **H. Simon** -

The ability to perform a task in a situation which has never been encountered before

- La biométrie est un sous domaine de l'apprentissage Automatique.

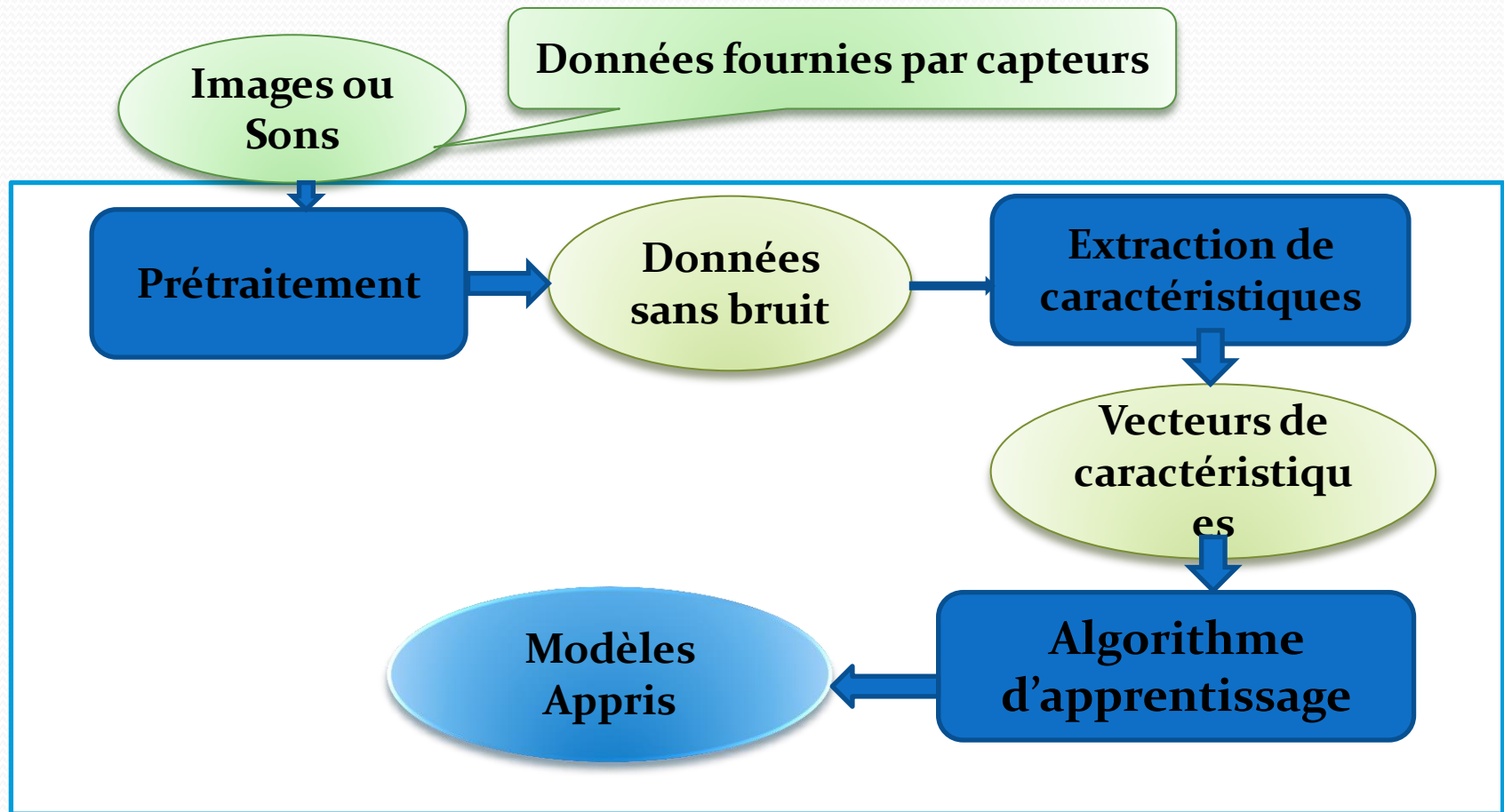
- Deux Grandes Phases en Biométrie :

- Apprentissage et Test
- Apprentissage: par des exemples apprendre les modèles(les règles) de chaque individu
- Test: prédire sur de nouveaux exemples l'identité d'un individu.

Les Phases du Système Biométrique

- Phase 1: **Apprentissage**
 - Prétraitement (Pr)
 - Extraction de caractéristiques (EC)
 - Sélection de caractéristiques (SC)
 - Construction des modèles par un classifieur (modèle)
- Phase 2: **Test**
 - Pr – EC – Décision(modèle) → (Accepter/ Rejeter)

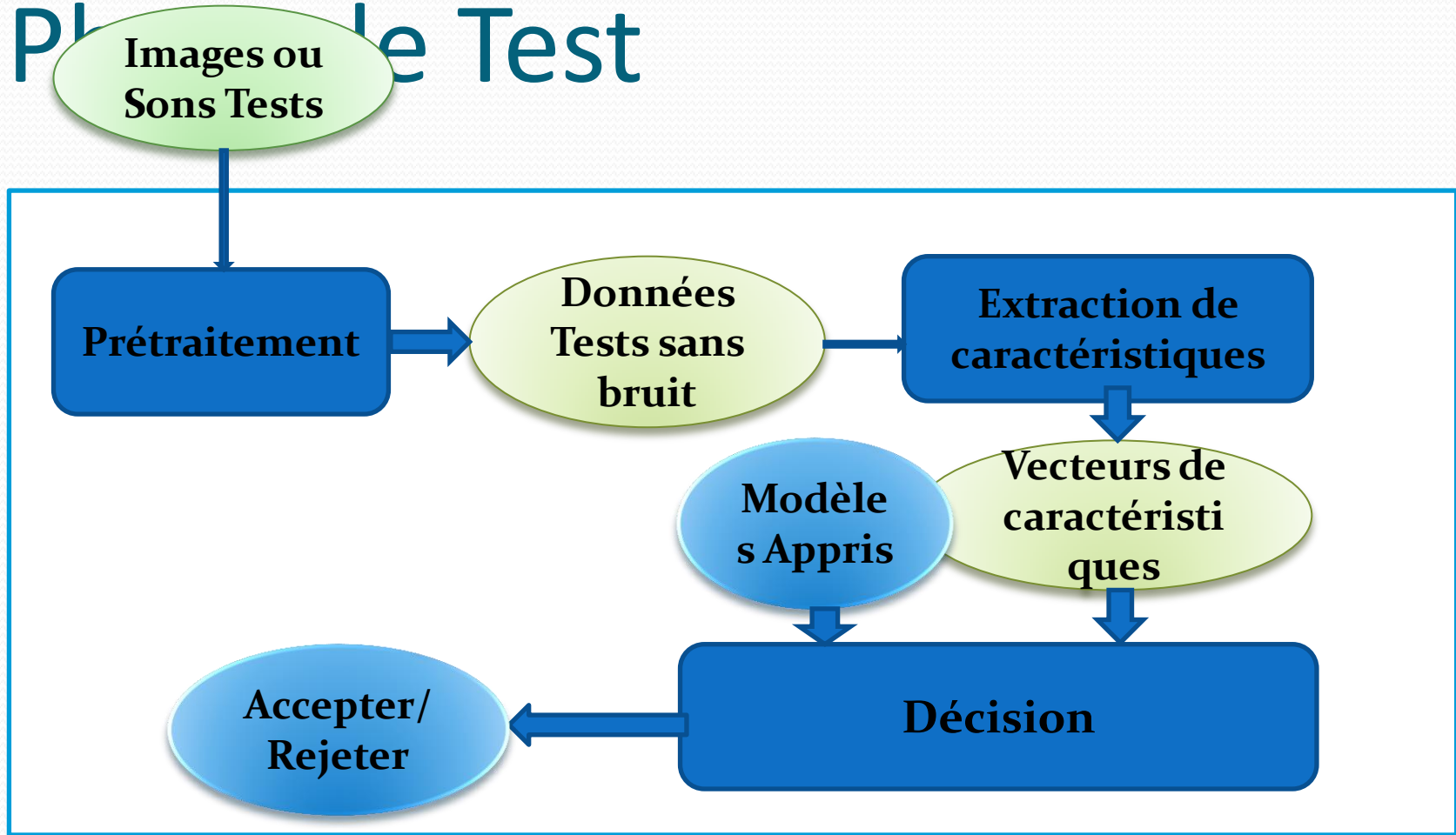
Biométrie : Apprentissage



Phase Apprentissage

- Phase 1: Apprentissage 70% de la base de données BD. Cette phase un algorithme d'apprentissage construit le modèle de chaque individu avec ces propres exemples(images ou voix etc,).
- Algorithme d'apprentissage:
- Les réseaux de neurones RNA
- Les modeles de markov cachés HMM,
- les modeles de melanges gaussiennes GMM
- K plus proche voisins KPPV
- Les séparateurs a vastes marges SVM

Plan de Test



Prétraitement

- Étape assure de récupérer l'information utile en réduisant le bruit et se focalise sur la zone d'intérêt.
Par exemple :
- Reconnaissance visage: récupère l'image du visage de face et profil sans les cheveux, aligner les visages.
- Reconnaissance du Locuteur: consiste à éliminer la zone de silence et réduire le bruit,

Extraction de caractéristiques

- Cette phase extrait à partir des données prétraités des vecteurs de caractéristiques significative pour la tache de reconnaissance,
- Exemple:
- Les coeficients cepstraux des signaux de paroles.
- Les parametres de textures pour visage: Local Binary Patterns LBP,
- Le filtre de gabor.

Modélisation

- On applique un algorithme d'apprentissage pour créer un modèle de la modalité biométrique à reconnaître.
- exemple 1 : appliquer les modèles de mélanges gaussiennes (gaussian mixtures models) GMM pour reconnaître une personne à partir de sa voix.
- Exemple 2: le classifieur séparateurs à vaste marges SVM (support vector machine) et les modèles de mélanges gaussiennes pour l'identification du locuteur (reconnaitre une personne à partir de sa voix).
- Exemple 3: les réseaux de Neurones RNA appliquées pour la reconnaissance du visage.

Phase Apprentissage: Création du modèle SVM

- Sous python
 - #Support Vector Machine Algorithm
- ```
from sklearn.svm import SVC
classifier = SVC(kernel = 'linear',
random_state = 0)
```
- **classifier.fit**(X\_train, Y\_train)

# Phase de Test : Décision

- En phase de test, la décision consiste à faire un calcul de similarité (distance) afin de décider à qui l'échantillon de test appartient -il?
- Entrée : le modèle appris en apprentissage et les nouveaux exemples
- Le test effectue la prédiction en utilisant le(s) modèle(s) appris (identité ou réponse binaire (accepter / rejeter))

# Phase de Test :Evaluation du modèle

- #Faire une prédiction
- `Y_pred = classifieur.predict(X_test)`
- Exemple avec python et opencv:
- #-----
- `print("Initialiser Face Recognizer avec LBP...")`
- `recognizer=cv2.face.LBPHFaceRecognizer_create()`
- #--- training
- `recognizer.train(x_train,np.array(y_labels))`

# Phase de Test

- Phase 2: Test 30% de la BD
- #-----le test
- `recognizer = cv2.face.FisherFaceRecognizer_create()`
- `recognizer.read('C:/PythonCode2019/DHFacerecognition/facetrainnerfisher.yml')`
- #---- la prediction
- `id_,conf = recognizer.predict(imroi_gray)`
- Evaluer le modele
- `from sklearn.metrics import confusion_matrix`
- `cm = confusion\_matrix(Y_test, Y_pred)`



# Reconnaitre un visage/ ou la voix d'une personne?

| 1. Préparer les données                                                                                                                                | 2. Apprentissage                                                                                                                                       | 3. Test                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Images, sons, vidéo,                                                                                                                                   | <b>Entrée:</b> 70% des images de visages a identifier<br>Train_images, Train_labels<br>Nombres 1400 images                                             | 30% des images a identifier<br>Test_images, Test_labels<br>6000 images                                                                                                                                                                                         |
| <b>Créer la base de données des images: 100 personnes</b>                                                                                              | <b>Extraire les vecteurs de caracteristiques</b> VC_train                                                                                              | <b>Extraire les vecteurs de caracteristiques</b> VC_test                                                                                                                                                                                                       |
| 20 images pour chaque personne                                                                                                                         | Appliquer un algorithme de Création des modèles de chaque visage de 1 a 100;<br>CL= model.fit<br><br><b>Sortie :</b> modele 1, modele2,... modele 100. | <b>Entrée:</b> VC_test, les 100 modeles<br><b>Décision:</b> calcul de similarité entre le VC_test et tous les modèles de 1 a 100. La decision consiste a predire l'identité de la personne cherchée<br><b>Resultat</b> = le modele qui a eu le meilleur score. |
| <b>Train_images</b><br>Person 1: train_image1,2,... 14<br>person2!: train_image1,2,...14<br>..... Même chose jusqu'à<br>Person 100: train_image1,...14 |                                                                                                                                                        | Calcul des performances<br>Evaluer les prédictions réalisées<br>Nombre de bonnes identifications                                                                                                                                                               |

# Les règles de la reconnaissance

- BD :Base de données doit etre equilibres(exemples des differentes classes)
- BD: variabilité des conditions d'enregistrements
- BD: les exemples d'apprentissages ne doivent pas être utilisé lors du test( ils sont déjà appris par le modèle)

# Performance du système

- System Accuracy
  - Fausse Acceptation (False Accept Rate) (FAR): taux d'erreur se produit quand un imposteur est accepté dans le système.
  - Faux rejet (False Reject Rate) (FRR): taux d'erreur se produit lorsque un client est rejeté.
- Vitesse de Traitement
  - Scalability from small populations to large
- Exception :
  - Failure to use (FTU), Failure to Enroll (FTE),

# Classifieur Binaire ? Que fait –il?

- Classifieur produit une prédiction
- Creation du modele:
- Utiliser :
  - `model.train(Train_data, Train_label)`
  - Faire une evaluation
  - des performances avec une
  - Prediction sur:
    - `Model.predict (Test_data,)`
- Ex:
  - Reel prédit
  - FP=2? FN= 1?
  - VP=2 ? VN=1?
  - $Accuracy=(2+1)/6$
  - $=0,5=50\%$

| Reel<br>(etiquette) | prédit |
|---------------------|--------|
| 1                   | 1      |
| 1                   | 0      |
| 1                   | 1      |
| 0                   | 0      |
| 0                   | 1      |
| 0                   | 1      |

# Matrice de confusion

- VP vrai Positif, VN vrai Negatif
- FP faux Positif, FN faux Negatif
- Cette matrice de confusion permet d'évaluer les performances de la classification. Il y a deux cas: binaire(deux classes) et multiclassés(1,2,3,...N) Nest le nombre de classes.

|             | Prédiction vraie | Prédiction fause |
|-------------|------------------|------------------|
| Réel : vrai | Vrai positif     | Faux negative    |
| Réel: faux  | Faux positif     | Vrai négatif     |
|             |                  |                  |

$$\text{Accuracy} = (Tp+TN)/(TP+TN+FP+FN)$$

# Taux de bonne classification

- La première mesure est le taux de bonne classification qui permet d'évaluer les performances d'un système de classification.
- Cette valeur, simple à calculer, correspond au nombre d'éléments correctement identifiés par le système.
- Taux Bonne classification =  $\frac{\text{Nombres d'elements Correctement Classifiées}}{\text{Nombres total d'elements}}$
- Exemple précédent
- Taux bonne classification =  $3 / 6 = 0,5 = 50\%$
- 50% est une mauvaise classification

# Classifieur SVM(cas Binaire)

- Exemple en matlab
- `function [errRate, conMat,accuracy]= callsvm(X,Y)`
- `% Randomly partitions observations into a training set and a test`
- `P = cvpartition(Y,'Holdout',0.30);`
- `trainX = X(P.training,:); labelx = Y(P.training);`
- `testX= X(P.test,:); labeltest = Y(P.test);`

# Classifieur SVM suite

- SVMModel = `fitcsvm(trainX, labelx, 'KernelFunction', 'linear')`
- % SVM testing
- `pred = predict(SVMModel, testX);`
- `accuracy = sum(pred==labeltest)/length(pred);`
- `length(pred)`
- `conMat = confusionmat(labeltest, pred);`
- `errRate = 1-accuracy;`



# references

- [1] Georghiades, A.S. and Belhumeur, P .N. and Kriegman, D.J, “From Few to Many: Illumination Cone Models for Face Recognition under Variable Lighting and Pose,” IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intelligence, 2001
- by S. N. Yanushkevich, Chapter 1: Fundamentals of Biometric System Design
- [2] Yale database
- [3] Mei Wang, Weihong Deng, 2019: Deep Face Recognition: A Survey