

Université de Maroua

\*\*\*\*\*

Institut Supérieur du Sahel

\*\*\*\*\*

Département d'Informatique et des  
Télécommunications

\*\*\*\*\*



The University of Maroua

\*\*\*\*\*

The Higher Institute of the Sahel

\*\*\*\*\*

Department of Computer Science and  
Telecommunications

\*\*\*\*\*

Informatique et Télécommunications

# IMPLÉMENTATION D'UN ALGORITHME DE RECONNAISSANCE FACIALE

Mémoire présenté et soutenu en vue de l'obtention du Diplôme d'INGÉNIEUR DE CONCEPTION  
EN INFORMATIQUE OPTION CRYPTOGRAPHIE ET SÉCURITÉ INFORMATIQUE

par

**KOUETE Rodrigue** (Licence en Informatique fondamentale)

sous la direction de

**Prof. Dr.-Ing. habil. KOLYANG**

Maître de conférences

Année Académique 2015-2016



# Plan

## 1 Introduction



# Plan

- 1 Introduction
- 2 Contexte et problématique



# Plan

- 1 Introduction
- 2 Contexte et problématique
- 3 Généralités sur la reconnaissance faciale



# Plan

- 1 Introduction
- 2 Contexte et problématique
- 3 Généralités sur la reconnaissance faciale
- 4 La reconnaissance faciale avec les méthodes Eigenface et LBP



# Plan

- 1 Introduction
- 2 Contexte et problématique
- 3 Généralités sur la reconnaissance faciale
- 4 La reconnaissance faciale avec les méthodes Eigenface et LBP
- 5 Démonstration



# Plan

- 1 Introduction
- 2 Contexte et problématique
- 3 Généralités sur la reconnaissance faciale
- 4 La reconnaissance faciale avec les méthodes Eigenface et LBP
- 5 Démonstration
- 6 Conclusion et Perspectives



# Introduction

- La croissance internationale des communications, tant en volume qu'en diversité implique le besoin de s'assurer de l'identité des individus.





# Introduction

- La croissance internationale des communications, tant en volume qu'en diversité implique le besoin de s'assurer de l'identité des individus.
- D'où un intérêt grandissant pour les systèmes électroniques d'identification et de reconnaissance.



# Introduction

- La croissance internationale des communications, tant en volume qu'en diversité implique le besoin de s'assurer de l'identité des individus.
- D'où un intérêt grandissant pour les systèmes électroniques d'identification et de reconnaissance.
- La reconnaissance faciale s'inscrit dans le domaine plus vaste de la vision par ordinateur, qui part du constat que le sens le plus utilisé par l'homme est la vue.



# Introduction

- La croissance internationale des communications, tant en volume qu'en diversité implique le besoin de s'assurer de l'identité des individus.
- D'où un intérêt grandissant pour les systèmes électroniques d'identification et de reconnaissance.
- La reconnaissance faciale s'inscrit dans le domaine plus vaste de la vision par ordinateur, qui part du constat que le sens le plus utilisé par l'homme est la vue.
- Dès lors, il peut s'avérer très utile de donner des « yeux » à son ordinateur



# Contexte et problématique

## Contexte

- De nos jours la plupart de systèmes d'authentification sont basés sur la solution conventionnelle :« login and password » souvent associés à une carte ID



# Contexte et problématique

## Contexte

- De nos jours la plupart de systèmes d'authentification sont basés sur la solution conventionnelle :« login and password » souvent associés à une carte ID
- le mot de passe risque d'être oublié ou compromis.
- les cartes ID ne sont pas fiables, peuvent être perdues, oubliées



# Contexte et problématique

## Contexte

- De nos jours la plupart de systèmes d'authentification sont basés sur la solution conventionnelle :« login and password » souvent associés à une carte ID
- le mot de passe risque d'être oublié ou compromis.
- les cartes ID ne sont pas fiables, peuvent être perdues, oubliées
- les utilisateurs ne se sentent pas suffisamment bien sécurisés en effectuant des transactions faisant appel à de telles techniques d'authentification



# Contexte et problématique

problématique



# Contexte et problématique

## problématique

comment construire un système  
d'authentification physique en  
temps réel et qui  
donne le plus de confort aux  
utilisateurs tout en garantissant  
un accès hautement sécurisé ?





# Contexte et problématique

## Objectifs

Notre objectif est de proposer un système biométrique :

- basé sur la reconnaissance faciale



# Contexte et problématique

## Objectifs

Notre objectif est de proposer un système biométrique :

- basé sur la reconnaissance faciale
- respectant des contraintes temps réels.



# Contexte et problématique

## Méthodologie

Pour ce faire, nous allons :



# Contexte et problématique

## Méthodologie

Pour ce faire, nous allons :

- dans un premier temps répertorier quelques différents techniques et algorithmes de reconnaissance faciale,



# Contexte et problématique

## Méthodologie

Pour ce faire, nous allons :

- dans un premier temps répertorier quelques différents techniques et algorithmes de reconnaissance faciale,
- étudier leurs performances



# Contexte et problématique

## Méthodologie

Pour ce faire, nous allons :

- dans un premier temps répertorier quelques différents techniques et algorithmes de reconnaissance faciale,
- étudier leurs performances
- implémenter le système qui convient le mieux.



# Contexte et problématique

## Méthodologie

Pour ce faire, nous allons :

- dans un premier temps répertorier quelques différents techniques et algorithmes de reconnaissance faciale,
- étudier leurs performances
- implémenter le système qui convient le mieux.
- puis procéder à des tests de validation.



# La biométrie. Qu'est ce que c'est ?

« l'exploitation automatisée ou semi-automatisée de caractéristiques physiologiques ou comportementales pour déterminer ou vérifier l'identité. »<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Roethenbaugh





# La biométrie. Qu'est ce que c'est ?

« l'exploitation automatisée ou semi-automatisée de caractéristiques physiologiques ou comportementales pour déterminer ou vérifier l'identité. »<sup>1</sup>

## Les méthodes biométriques

- empreintes digitales



- iris



- ADN



- dynamique des signatures

...

---

<sup>1</sup>Roethenbaugh



# La biométrie. Qu'est ce que c'est ?

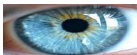
« l'exploitation automatisée ou semi-automatisée de caractéristiques physiologiques ou comportementales pour déterminer ou vérifier l'identité. »<sup>1</sup>

## Les méthodes biométriques

- empreintes digitales



- iris



- ADN



- dynamique des signatures

...

## Pourquoi la reconnaissance de visage ?

- les systèmes de capture sont hautement disponibles et à coûts raisonnables

<sup>1</sup>Roethenbaugh

# La biométrie. Qu'est ce que c'est ?

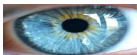
« l'exploitation automatisée ou semi-automatisée de caractéristiques physiologiques ou comportementales pour déterminer ou vérifier l'identité. »<sup>1</sup>

## Les méthodes biométriques

- empreintes digitales



- iris



- ADN



- dynamique des signatures

...

## Pourquoi la reconnaissance de visage ?

- les systèmes de capture sont hautement disponibles et à coûts raisonnables
- donne de bons résultats lorsque de bonnes approches sont utilisés.

<sup>1</sup>Roethenbaugh

# La biométrie. Qu'est ce que c'est ?

« l'exploitation automatisée ou semi-automatisée de caractéristiques physiologiques ou comportementales pour déterminer ou vérifier l'identité. »<sup>1</sup>

## Les méthodes biométriques

- empreintes digitales



- iris



- ADN



- dynamique des signatures



...

## Pourquoi la reconnaissance de visage ?

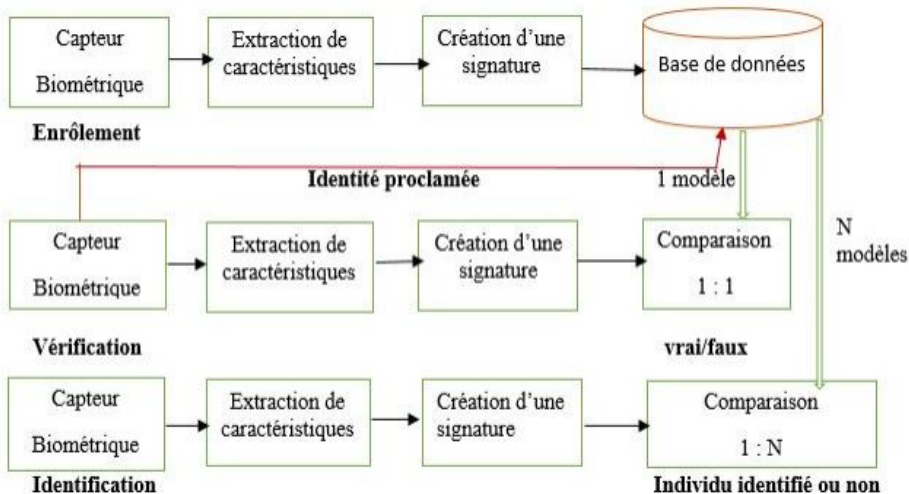
- les systèmes de capture sont hautement disponibles et à coûts raisonnables
- donne de bons résultats lorsque de bonnes approches sont utilisés.
- est passive.

<sup>1</sup>Roethenbaugh



# fonctionnement d'un système biométrique

le tableau ci-dessous résume les modes de fonctionnement d'un système biométrique.



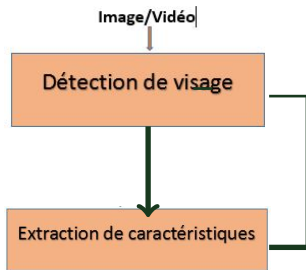
# Étapes de la reconnaissance faciale



C'est le point d'entrée de tout système de reconnaissance faciale



# Étapes de la reconnaissance faciale

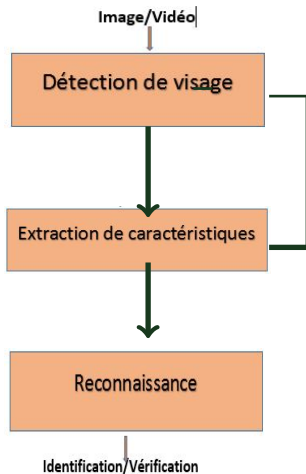


C'est le point d'entrée de tout système de reconnaissance faciale

c'est obtenir les informations utiles de l'image : sa signature



# Étapes de la reconnaissance faciale



C'est le point d'entrée de tout système de reconnaissance faciale

c'est obtenir les informations utiles de l'image : sa signature

consiste à mettre sa signature en correspondance avec la signature la plus proche dans la base de données.





# algorithmes de reconnaissance

- les méthodes globales
  - Eigenface basée sur L'ACP
  - FisherFace basée sur L'ADL, ...



# algorithmes de reconnaissance

- les méthodes globales
  - Eigenface basée sur L'ACP
  - FisherFace basée sur L'ADL, ...
- préservent implicitement les informations de texture du visage mais souffre du « *One Sample Problem* »



# algorithmes de reconnaissance

- les méthodes globales
  - Eigenface basée sur L'ACP
  - FisherFace basée sur L'ADL, ...
- préservent implicitement les informations de texture du visage mais souffre du « *One Sample Problem* »
- les méthodes basées sur les caractéristiques locales.
  - EBGM (Elastic Bunch Graph Matching)
  - les Local Binary Patterns (LBP), ...



# algorithmes de reconnaissance

- les méthodes globales
  - Eigenface basée sur L'ACP
  - FisherFace basée sur L'ADL, ...
- préservent implicitement les informations de texture du visage mais souffre du « *One Sample Problem* »
- les méthodes basées sur les caractéristiques locales.
  - EBGM (Elastic Bunch Graph Matching)
  - les Local Binary Patterns (LBP), ...
- mieux adaptées pour le « *One Sample Problem* », mais il est souvent difficile de localiser les points clés



# algorithme eigenface : phase d'apprentissage

une face de  $m * n$  pixels



# algorithme eigenface : phase d'apprentissage

une face de  $m \times n$  pixels



concaténation des colonnes



le visage est converti  
en un vecteur de taille  $m \times n$



# algorithme eigenface : phase d'apprentissage

une face de  $m * n$  pixels



concaténation des colonnes



le visage est converti  
en un vecteur de taille  $m \times n$



N images d'apprentissage



on  
rassemble les N images dans une matrice  
unique



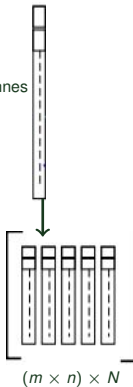
# algorithme eigenface : phase d'apprentissage

une face de  $m * n$  pixels



le visage est converti  
en un vecteur de taille  $m \times n$

concaténation des colonnes



N images d'apprentissage

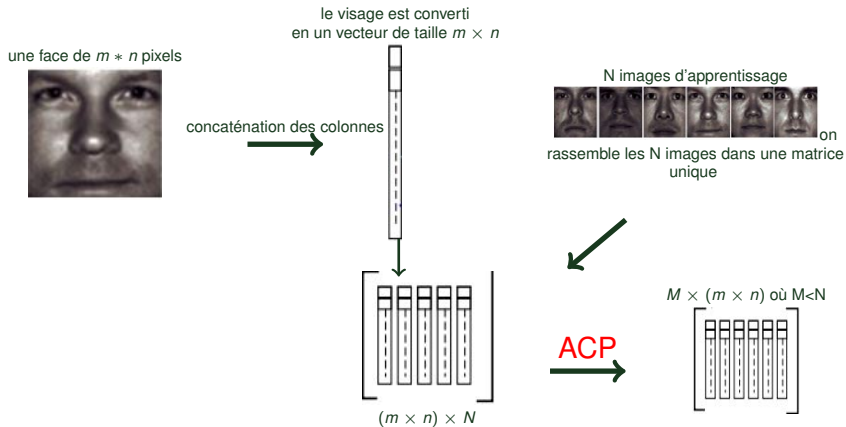


on  
rassemble les N images dans une matrice  
unique

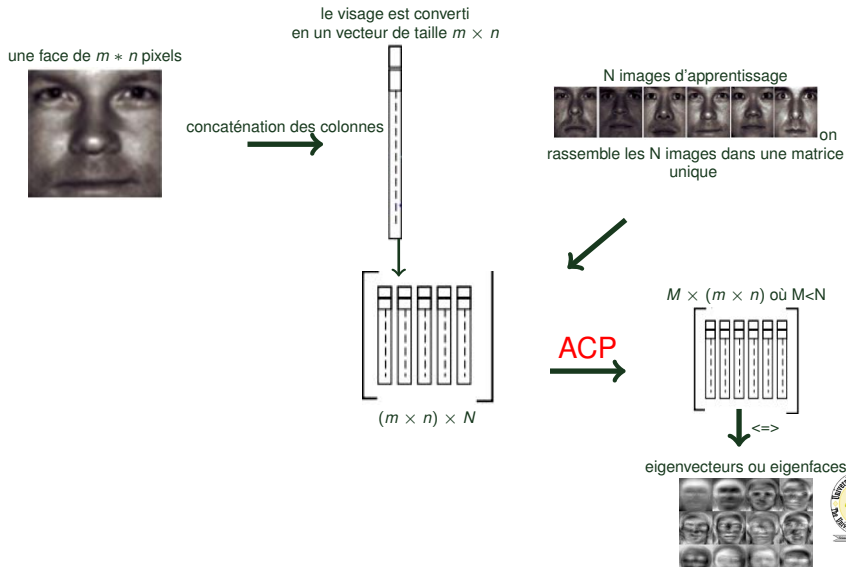




# algorithme eigenface : phase d'apprentissage



# algorithme eigenface : phase d'apprentissage



# Méthode de réduction ACP

$$\Gamma = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \beta_{11} & \dots & \zeta_{11} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{1n} & \beta_{1n} & \dots & \zeta_{1n} \\ \alpha_{21} & \beta_{21} & \dots & \zeta_{21} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{2n} & \beta_{2n} & \dots & \zeta_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{m1} & \beta_{m1} & \dots & \zeta_{m1} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{mn} & \beta_{mn} & \dots & \zeta_{mn} \end{pmatrix}$$



# Méthode de réduction ACP

 $(m \times n) \times N$ 

$$\Gamma = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \beta_{11} & \dots & \zeta_{11} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{1n} & \beta_{1n} & \dots & \zeta_{1n} \\ \alpha_{21} & \beta_{21} & \dots & \zeta_{21} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{2n} & \beta_{2n} & \dots & \zeta_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{m1} & \beta_{m1} & \dots & \zeta_{m1} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{mn} & \beta_{mn} & \dots & \zeta_{mn} \end{pmatrix}$$

PCA  
→

converti  
en une matrice de taille  $N \times N$

$$\begin{pmatrix} \alpha'_{11} & \beta'_{11} & \dots & \zeta'_{11} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha'_{N1} & \beta'_{N2} & \dots & \alpha'_{NN} \end{pmatrix}$$



# Méthode de réduction ACP

 $(m \times n) \times N$ 

$$\Gamma = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \beta_{11} & \dots & \zeta_{11} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{1n} & \beta_{1n} & \dots & \zeta_{1n} \\ \alpha_{21} & \beta_{21} & \dots & \zeta_{21} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{2n} & \beta_{2n} & \dots & \zeta_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{m1} & \beta_{m1} & \dots & \zeta_{m1} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{mn} & \beta_{mn} & \dots & \zeta_{mn} \end{pmatrix}$$

PCA



converti  
en une matrice de taille  $N \times N$

$$\begin{pmatrix} \alpha'_{11} & \beta'_{11} & \dots & \zeta'_{11} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha'_{N1} & \beta'_{N2} & \dots & \alpha'_{NN} \end{pmatrix}$$

Calcule le vecteur moyen :

$$\Psi = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Gamma_i$$



# Méthode de réduction ACP

 $(m \times n) \times N$ 

$$\Gamma = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \beta_{11} & \dots & \zeta_{11} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{1n} & \beta_{1n} & \dots & \zeta_{1n} \\ \alpha_{21} & \beta_{21} & \dots & \zeta_{21} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{2n} & \beta_{2n} & \dots & \zeta_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{m1} & \beta_{m1} & \dots & \zeta_{m1} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{mn} & \beta_{mn} & \dots & \zeta_{mn} \end{pmatrix}$$

PCA



converti  
en une matrice de taille  $N \times N$

$$\begin{pmatrix} \alpha'_{11} & \beta'_{11} & \dots & \zeta'_{11} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha'_{N1} & \beta'_{N2} & \dots & \alpha'_{NN} \end{pmatrix}$$

Calcule le vecteur moyen :

$$\Psi = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Gamma_i$$

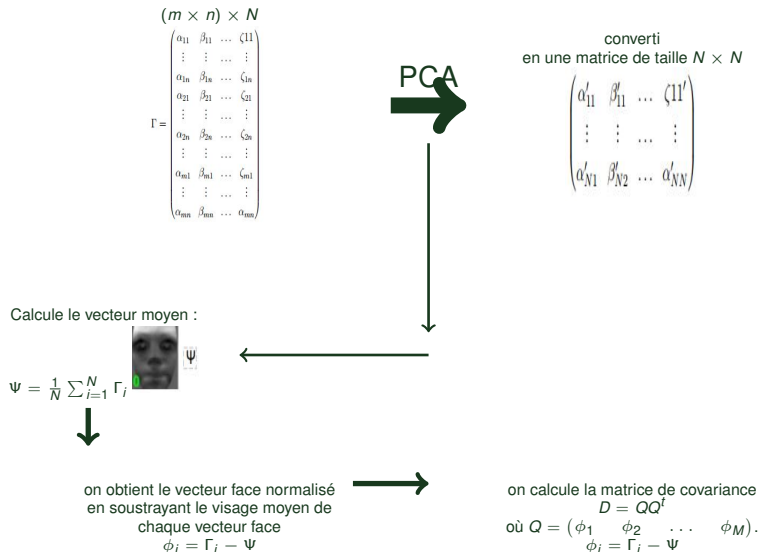


on obtient le vecteur face normalisé  
en soustrayant le visage moyen de  
chaque vecteur face

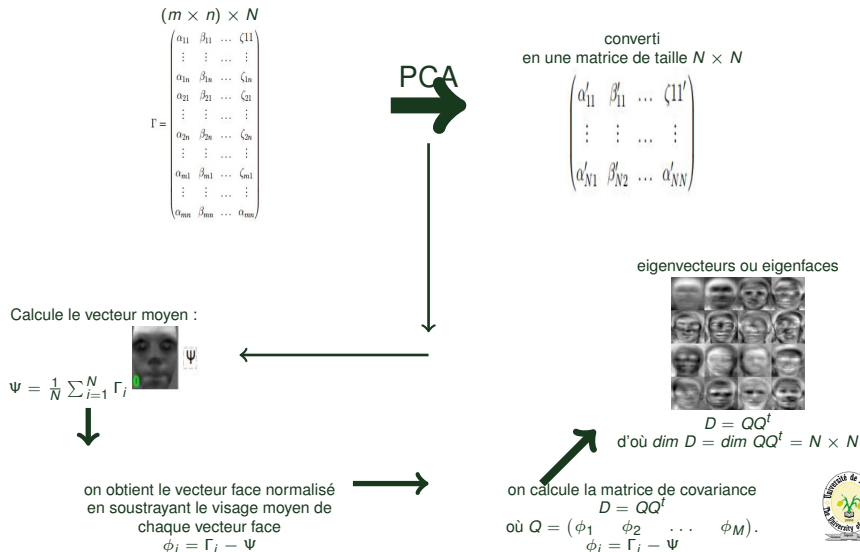
$$\phi_i = \Gamma_i - \Psi$$



# Méthode de réduction ACP



# Méthode de réduction ACP

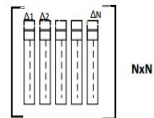




# Représentation des images

On représente chaque image de la liste d'apprentissage comme une combinaison linéaire des visages propres.

Eigenvecteurs  
Ou Eigenfaces

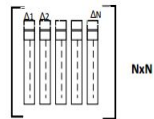


# Représentation des images

On représente chaque image de la liste d'apprentissage comme une combinaison linéaire des visages propres.



Eigenvecteurs  
Ou Eigenfaces



$$= \text{moyenne} + 0.9 \times \Delta 1 - 0.3 \times \Delta 2 + \dots + K_N \times \Delta N$$



$\Psi$

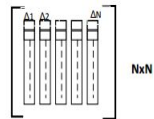


# Représentation des images

On représente chaque image de la liste d'apprentissage comme une combinaison linéaire des visages propres.



Eigenvecteurs  
Ou Eigenfaces



$$= \text{moyenne} + 0.9 \times \Delta 1 - 0.3 \times \Delta 2 + \dots + K_N \times \Delta N$$



$\Psi$



On calcule les poids  $\Omega_i$  pour chacune des images de la liste d'apprentissage et pour l'image en cours de reconnaissance par la suite

$$\Omega_i = [K_1, K_2, \dots, K_N]$$



# Algorithme eigenface : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître



# Algorithme eigenface : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître



convertir l'image  
en un vecteur face



# Algorithme eigenface : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître



convertir l'image  
en un vecteur face



Normalise le vecteur  
face



# Algorithme eigenface : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître



convertir l'image  
en un vecteur face



Normalise le vecteur  
face



projete le vecteur  
face normalisé  
dans le sous espace  
des eigenvecteurs



# Algorithme eigenface : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître



convertir l'image  
en un vecteur face



Normalise le vecteur  
face



projete le vecteur  
face normalisé  
dans le sous espace  
des eigenvecteurs



$\Omega_i = [K_1, K_2, \dots, K_N]$   
vecteur poids de  
l'image à reconnaître





# Algorithme eigenface : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître



convertir l'image  
en un vecteur face



Normalise le vecteur  
face



projete le vecteur  
face normalisé  
dans le sous espace  
des eigenvecteurs



$\Omega_i = [K_1, K_2, \dots, K_N]$   
vecteur poids de  
l'image à reconnaître



on calcule d= distance  
 $(\Omega_{image}, \Omega_i)$   
 $i \in \text{liste}$   
d'apprentissage



# Algorithme eigenface : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître

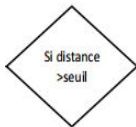


convertir l'image  
en un vecteur face

Normalise le vecteur  
face

projete le vecteur  
face normalisé  
dans le sous espace  
des eigenvecteurs

$\Omega_i = [K_1, K_2, \dots, K_N]$   
vecteur poids de  
l'image à reconnaître



on calcule  $d = \text{distance}(\Omega_{\text{image}}, \Omega_i)$   
 $i \in \text{liste d'apprentissage}$



# Algorithme eigenface : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître



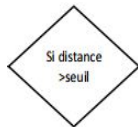
convertir l'image  
en un vecteur face

Normalise le vecteur  
face

personne reconnue



oui



non



on calcule  $d = \text{distance}$   
 $(\Omega_{\text{image}}, \Omega_i)$   
 $i \in \text{liste}$   
d'apprentissage

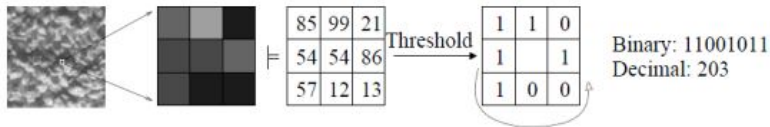
projete le vecteur  
face normalisé  
dans le sous espace  
des eigenvecteurs

$\Omega_i = [K_1, K_2, \dots, K_N]$   
vecteur poids de  
l'image à reconnaître



# Algorithme LBP

- Il consiste à construire un vecteur de caractéristiques représentant l'image faciale en utilisant le code LBP de ces pixels.
- prend en entrée un carré de 9 pixels et renvoie en sortie un nombre binaire 8 bits comme suit.



- puis déplace la carré sur l'ensemble de l'image.



# Algorithme LBP : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître



# Algorithme LBP : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître



traitement de l'illumination



# Algorithme LBP : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître



traitement de l'illumination



conversion LBP



# Algorithme LBP : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître



traitement de l'illumination



conversion LBP



conversion en sous régions





# Algorithme LBP : phase de reconnaissance

un visage à reconnaître



traitement de l'illumination



conversion LBP



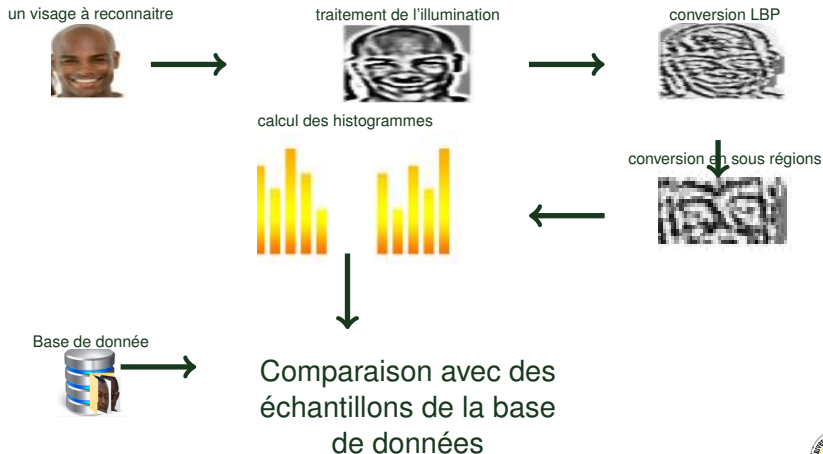
calcul des histogrammes



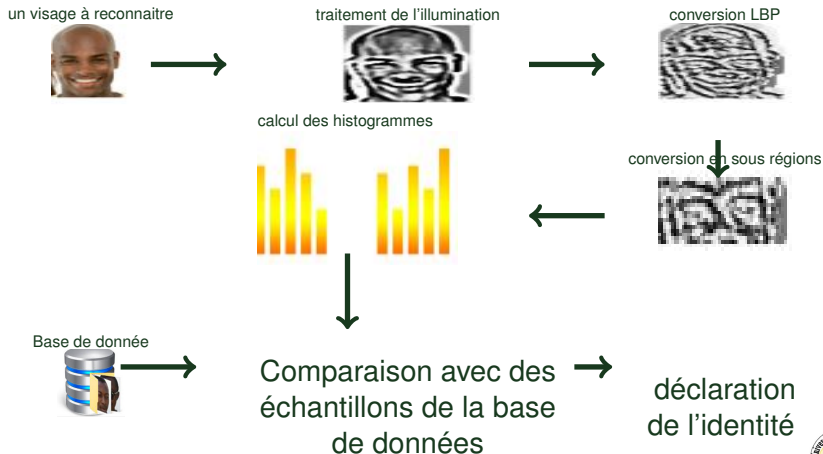
conversion en sous régions



# Algorithme LBP : phase de reconnaissance



# Algorithme LBP : phase de reconnaissance



# Mise en oeuvre

## Outils utilisés

- le langage Java 

- la librairie OpenIMAJ <sup>2</sup> 

- les bases d'images ORL<sup>3</sup> et YALE<sup>4</sup> pour les tests 

- une WebCam 

---

<sup>2</sup><http://openimaj.org>

<sup>3</sup>[http://web.mit.edu/emeyers/www/face\\_databases.html#orl](http://web.mit.edu/emeyers/www/face_databases.html#orl)

<sup>4</sup>[http://web.mit.edu/emeyers/www/face\\_databases.html#yale](http://web.mit.edu/emeyers/www/face_databases.html#yale)



# Démonstration

live démo

# Démonstration



# Conclusion et Perspectives

## Conclusion

- Notre objectif initial était de proposer une implémentation adéquate d'un algorithme de reconnaissance faciale pouvant être utilisé dans un système d'authentification



# Conclusion et Perspectives

## Conclusion

- Notre objectif initial était de proposer une implémentation adéquate d'un algorithme de reconnaissance faciale pouvant être utilisé dans un système d'authentification
- Notre choix s'est porté sur les algorithmes :
  - Eigenface qui est basé sur la technique mathématique ACP qui est un moyen de simplifier un ensemble de données en réduisant sa dimension.
  - L'algorithme LBP qui consiste à construire un vecteur de caractéristiques représentant l'image faciale en utilisant le code LBP de ces pixels



# Conclusion et Perspectives

## Conclusion

- Notre objectif initial était de proposer une implémentation adéquate d'un algorithme de reconnaissance faciale pouvant être utilisé dans un système d'authentification
- Notre choix s'est porté sur les algorithmes :
  - Eigenface qui est basé sur la technique mathématique ACP qui est un moyen de simplifier un ensemble de données en réduisant sa dimension.
  - L'algorithme LBP qui consiste à construire un vecteur de caractéristiques représentant l'image faciale en utilisant le code LBP de ces pixels
- Mais, les variations de pose restent un sérieux défi à relever dans la reconnaissance dans des environnements extérieurs.





# Conclusion et Perspectives

## Perspective

ce travail peut être étendu par :

- l'amélioration de ses capacités à résister aux variations d'environnements
- intégration de la reconnaissance en 3D (performance haute) pouvant servir à pister un individu à l'aide d'un réseau de caméras.



MERCI POUR  
VOTRE AIMABLE ATTENTION !

FIN

