



# Présentation PFA: Reconnaissance Faciale dans un environnement contrôlé

Conception, Modélisation et Développement.

HANFAOUI Karim<sup>1</sup> KAFIF. Imane<sup>2</sup>

<sup>1</sup>EMSI, 3ème Année INFO G9 -  
Karim.Hanfaoui@emsi-edu.ma

<sup>2</sup>EMSI, 3ème Année INFO G9 -  
Imane.Kafif@emsi-edu.ma

EMSI Les Orangers, Mars 2025

# Table of Contents

- 1 Acronymes et Terminologie
- 2 Problématique
- 3 Hypothese
- 4 Les Parties Prenantes
- 5 Diagramme de GANTT
- 6 Détection des visages
- 7 Petite Intro à l'ACP
- 8 Bibliographies et Références

# Table of Contents

- 1 Acronymes et Terminologie
- 2 Problématique
- 3 Hypothese
- 4 Les Parties Prenantes
- 5 Diagramme de GANTT
- 6 Détection des visages
- 7 Petite Intro à l'ACP
- 8 Bibliographies et Références

# Acronymes et Terminologie

**ML** : Machine Learning

**DL** : Deep Learning

**PCA** : Principal Components Analysis

**SVD** : Singular Value Decomposition

**SVM** : support-vector Machine (Supervised training algorithm)

# List of Figures

## Abstract

*This project explores the design and implementation of a PCA-based facial recognition system tailored for controlled environments (uniform lighting, neutral background, and standardized facial poses). The primary objective is to develop a lightweight, interpretable, and efficient solution that addresses the traditional limitations of Eigenfaces—such as sensitivity to minor variations (e.g., facial expressions, accessories)—while maintaining real-time performance and compliance with ethical standards.*

# Table of Contents

- 1 Acronymes et Terminologie
- 2 Problématique**
- 3 Hypothese
- 4 Les Parties Prenantes
- 5 Diagramme de GANTT
- 6 Détection des visages
- 7 Petite Intro à l'ACP
- 8 Bibliographies et Références

# C'est quoi notre Problématique

## Problématique

Comment concevoir un système de détection et reconnaissance faciale, basé sur l'Analyse en Composantes Principales (PCA), capable d'identifier efficacement les individus dans un environnement contrôlé (éclairage uniforme, fond neutre), tout en garantissant un temps de traitement adapté à un suivi de présence en temps réel, et en surmontant les limites inhérentes aux Eigenfaces face aux variations mineures (expressions faciales, accessoires) et aux contraintes de données réduites ?



# Table of Contents

- 1 Acronymes et Terminologie
- 2 Problématique
- 3 Hypothese**
- 4 Les Parties Prenantes
- 5 Diagramme de GANTT
- 6 Détection des visages
- 7 Petite Intro à l'ACP
- 8 Bibliographies et Références

# Les hypotheses mises à respecter

## Hypothese

**Données d'entrée** : Les images sources ont une résolution minimale de  $128 \times 128$  pixels et contiennent au moins un visage humain identifiable.

**Ressources** : Les temps de traitement par image resteront inférieurs à 2 secondes sur du matériel grand public (CPU standard).

**Évolutivité** : La chaîne de prétraitement peut gérer des lots de 100+ images sans dégradation significative des performances.

# Fonctionnalité Principale du Programme

## ● **Prétraitement des Images** : *Préparation de dataset.*

- ▶ Détection et rognages des visages
- ▶ Conversion en gris (0-255)
- ▶ Alignement des visages
- ▶ Réduction du bruit (Application des filtres gaussiens ou médians)



(1) Détection

(2) Conversion

(3) Alignement

(4) Débruitage

Figure: Processus de prétraitement des images faciales

# Fonctionnalité Principale du Programme

- **Extraction des données avec ACP** : *Préparation de dataset.*
  - ▶ Calcul des EigenFaces (les vecteurs propres en relation.)
  - ▶ Réduction de dimensions (sélection des composantes principales)
  - ▶ Optimisation de nombre de composantes

# Critères de Qualité d'un Logiciel

- **Utilité** : Répondre précisément aux besoins.
- **Utilisabilité** : Facilité d'apprentissage et d'interaction.
- **Fiabilité** : Fonctionnement sans défaillance.
- **Interopérabilité** : Interaction avec d'autres systèmes.
- **Performance** : Rapidité et efficacité en gestion des ressources.
- **Portabilité** : Adaptabilité à différents environnements.
- **Réutilisabilité** : Réutilisation des composants.
- **Facilité de maintenance** : Correction et mise à jour aisées.

# Table of Contents

- 1 Acronymes et Terminologie
- 2 Problématique
- 3 Hypothese
- 4 Les Parties Prenantes**
- 5 Diagramme de GANTT
- 6 Détection des visages
- 7 Petite Intro à l'ACP
- 8 Bibliographies et Références

# Les Parties Prenantes

Partie Prenante	Rôle/Responsabilités
Équipe Technique	<ul style="list-style-type: none"><li>• Développeurs : Implémentation des algorithmes PCA</li><li>• Data Scientists : Optimisation des paramètres et validation</li></ul>
Utilisateurs Finaux	Employés/membres interagissant quotidiennement avec le système (pointage, accès sécurisé)
Responsables Sécurité	Vérification du respect RGPD, gestion des risques liés aux données biométriques
Direction/Management	Validation budgétaire, approbation du déploiement à l'échelle organisationnelle

# Les Parties Prenantes

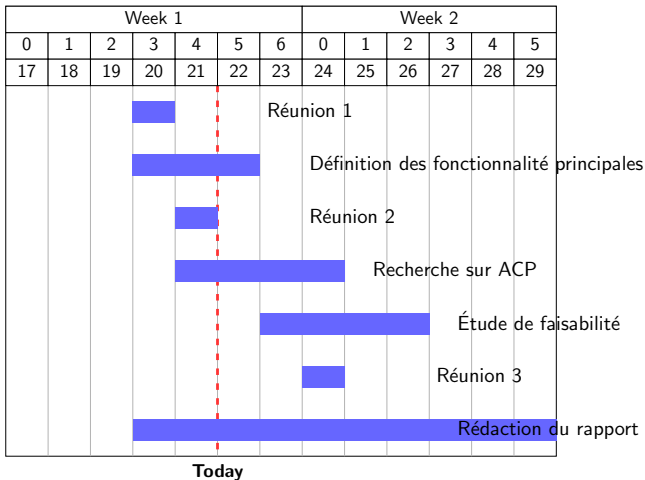
Équipe Juridique	Rédaction des clauses de consentement, conformité du stockage des données
Fournisseurs de Données	Collecte et partage des photos de visages pour l'entraînement du modèle
Fournisseurs Matériels	Intégration technique des caméras/GPUs et maintenance du matériel
Partenaires Académiques	Collaboration sur l'optimisation mathématique des algorithmes PCA



# Table of Contents

- 1 Acronymes et Terminologie
- 2 Problématique
- 3 Hypothese
- 4 Les Parties Prenantes
- 5 Diagramme de GANTT**
- 6 Détection des visages
- 7 Petite Intro à l'ACP
- 8 Bibliographies et Références

## Diagramme de GANTT



# Table of Contents

- 1 Acronymes et Terminologie
- 2 Problématique
- 3 Hypothese
- 4 Les Parties Prenantes
- 5 Diagramme de GANTT
- 6 Détection des visages**
- 7 Petite Intro à l'ACP
- 8 Bibliographies et Références

# Détection des visages

- **Objectif** : Identifier et localiser automatiquement les zones d'une image contenant des visages humains.
- **Principe de base** : Il s'agit d'un problème de classification binaire : pour chaque sous-région (ou fenêtre) de l'image, la décision est visage ou non-visage .

## Caractéristiques Haar :

- Utilisation de caractéristiques simples (par exemple, la différence d'intensité entre deux zones rectangulaires adjacentes).
- Ces caractéristiques permettent de capturer des motifs essentiels (ex : yeux foncés dans une zone claire).

## Image intégrale :

- Permet de calculer rapidement la somme des pixels dans n'importe quelle région rectangulaire.
- Rend le calcul des caractéristiques Haar très efficace.

## ● La méthode Viola–Jones :

- ▶ Combine un grand nombre de classificateurs faibles (basés sur les caractéristiques Haar) pour former un classificateur fort.
- ▶ Utilise l'algorithme AdaBoost pour sélectionner et pondérer les caractéristiques les plus discriminantes.
- ▶ Organise ces classificateurs sous forme d'une cascade : les premières étapes rejettent rapidement la majorité des sous-régions non pertinentes, seules les régions prometteuses passent aux étapes suivantes.

# Détection des visages

## ● Processus de détection :

- ➊ **Prétraitement** : Convertir l'image en niveaux de gris.
- ➋ **Calcul de l'image intégrale** : Facilite le calcul rapide des sommes sur des zones rectangulaires.
- ➌ **Extraction de fenêtres** : Parcourir l'image avec une fenêtre glissante à différentes échelles.
- ➍ **Calcul des caractéristiques** : Pour chaque fenêtre, calculer les valeurs des caractéristiques Haar.
- ➎ **Classification binaire** : Appliquer la cascade de classificateurs pour décider si la fenêtre contient un visage.

# Table of Contents

- 1 Acronymes et Terminologie
- 2 Problématique
- 3 Hypothese
- 4 Les Parties Prenantes
- 5 Diagramme de GANTT
- 6 Détection des visages
- 7 Petite Intro à l'ACP**
- 8 Bibliographies et Références



# L'ACP, c'est quoi ?

**Analyse en Composantes Principales (ACP)** est une technique statistique utilisée pour :

- Réduire la dimensionnalité des données tout en conservant l'essentiel de l'information.
- Identifier les directions principales de variation des données.
- Faciliter la visualisation et l'interprétation des structures complexes.

**Principe :** Trouver des nouvelles variables (composantes principales) qui sont des combinaisons linéaires des variables d'origine et qui maximisent la variance.

## **Applications :**

- Compression et réduction de bruit.
- Visualisation de données en haute dimension.
- Prétraitement pour l'apprentissage automatique.

# Algorithme de l'ACP détaillé

## 1 Centrage des données

Soit  $X \in \mathbb{R}^{n \times p}$ , avec :

- ▶  $\mu_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}$ ,  $j = 1, \dots, p$ ,
- ▶  $X' = X - \mathbf{1}\mu$ , avec  $\mathbf{1}$  vecteur colonne de 1.

## 2 Matrice de covariance

$$C = \frac{1}{n-1} (X')^T X'$$

## 3 Valeurs et vecteurs propres

Résoudre :

$$C v = \lambda v.$$

## 4 Tri

Ordonner les  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$  et conserver les vecteurs propres correspondants.

## 5 Projection






Choisir  $k$  vecteurs pour former  $V_k \in \mathbb{R}^{p \times k}$  et projeter :

$$Z = X' V_k.$$

# Table of Contents

- 1 Acronymes et Terminologie
- 2 Problématique
- 3 Hypothese
- 4 Les Parties Prenantes
- 5 Diagramme de GANTT
- 6 Détection des visages
- 7 Petite Intro à l'ACP
- 8 Bibliographies et Références**

# Bibliographies

-  Principal Component Analysis(PCA) - *GeeksForGeeks* Website. [Lien]
-  *Face Detection using Haar Cascades* openCV. [Lien]
-  "Robust Real-Time Face Detection" (PDF). - *Archived from the original (PDF)* on 2019-02-02. [Lien]
-  "Viola–Jones object detection framework - *Wikipedia* . [Lien]
-  karimnolink - *test 1* nolink. [Lien non disponible]

# Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes suivantes pour leur soutien et leurs contributions :

- Mon encadrante pour ses conseils et son accompagnement du projet.
- Mes collègues et camarades pour leur collaboration et leur soutien.
- Ma famille et mes amis pour leur encouragement constant.