



Face Recognition

Tanapon Tanavejwasin 6209035184



บทนำ

1.1 ที่มา

1. ปัจจุบันการตรวจจับและรู้จำใบหน้าได้มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย เช่น Application, CCTV Camera Security System, Tracking

1.2 วัตถุประสงค์

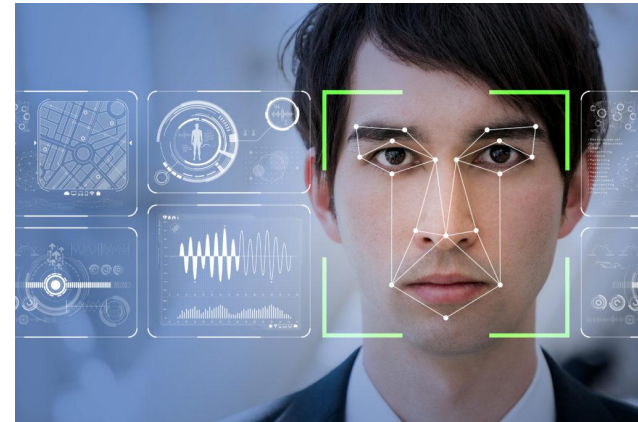
1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการตรวจจับและการรู้จำใบหน้าของมนุษย์จากวิดีโอ
2. ศึกษาการทำงานของอัลกอริธึมตรวจจับใบหน้า และการรู้จำใบหน้าของมนุษย์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ซอฟต์แวร์สามารถทำการรู้จำใบหน้าของมนุษย์ได้ 10 คน โดยใช้ Image

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

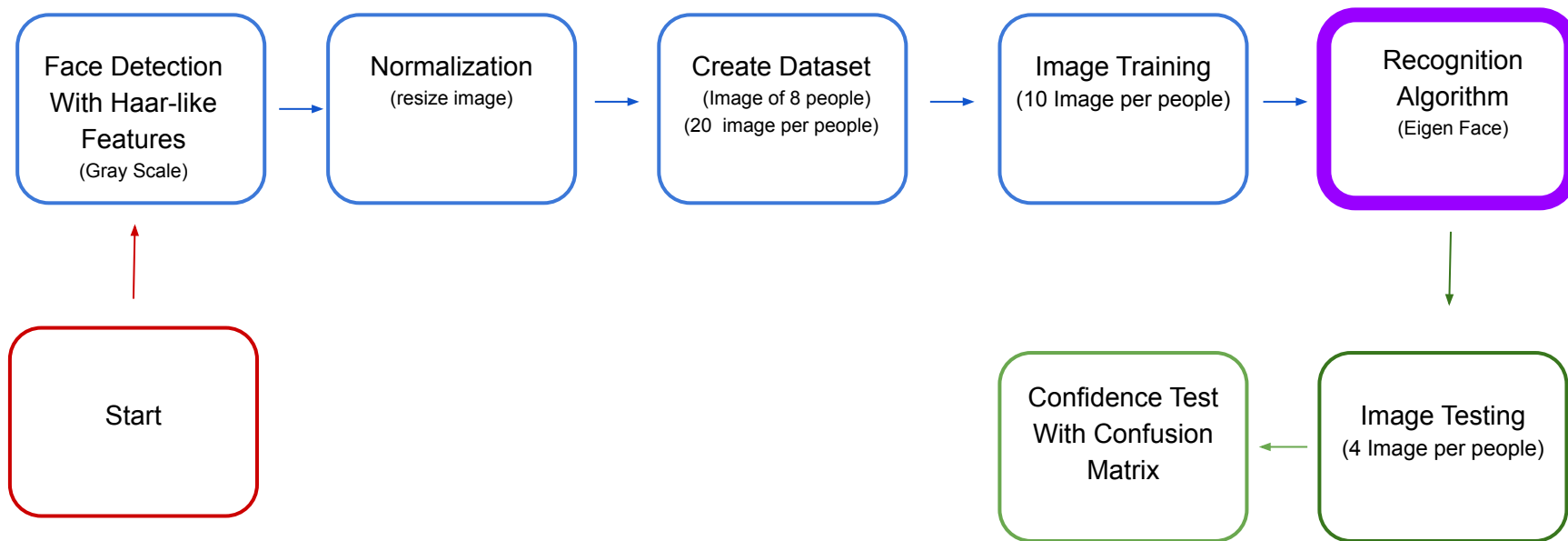
1. สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในงานรู้จำใบหน้าได้ เช่น งานเช็คชื่อพนักงานในบริษัท



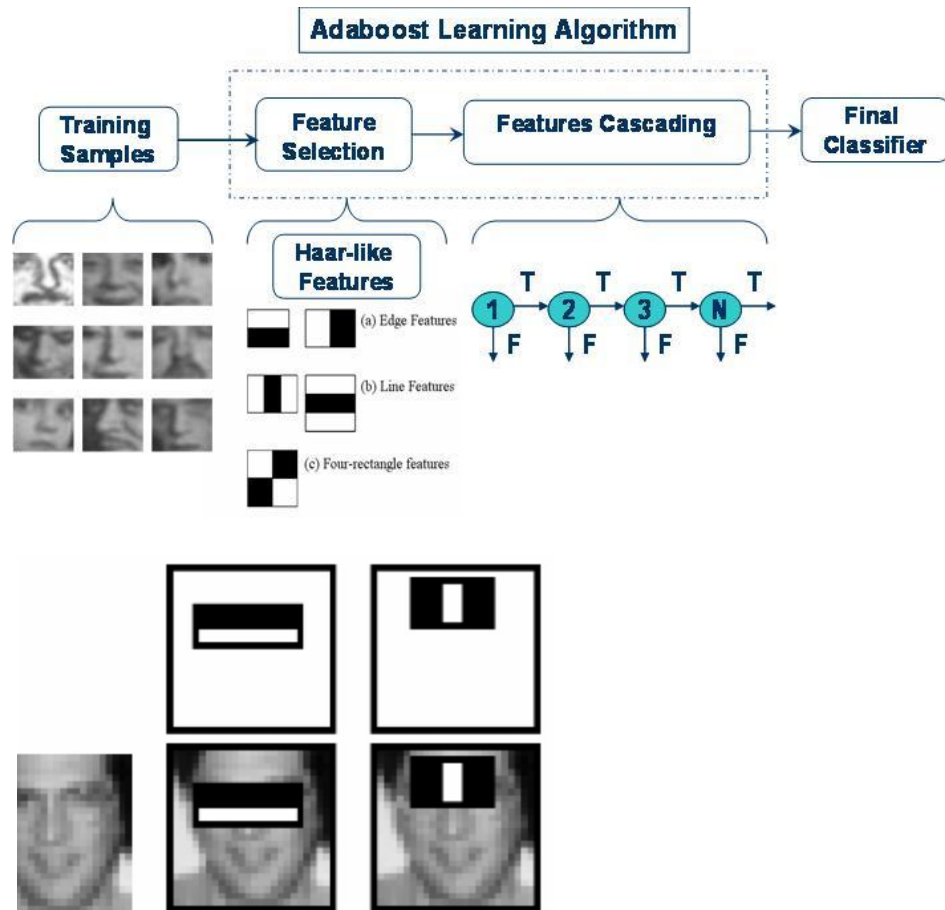
ทบทวนวรรณกรรม

1. การตรวจจับและรู้จำใบหน้าด้านข้างโดยใช้ลักษณะแบบฮาร์และกายใบหน้าไอเกน โดย นายเกษมศักดิ์ มังคลากุล
2. Principal Component Analysis (PCA) ภาษาไทย Update Version โดย ศ. ดร. ธนารักษ์ ธีระมั่นคง,ดร. กอบกฤตย์ วิริยะยุทธกร
3. พีชคณิตเชิงเส้น ๑ Linear Algebra I โดย ยศนันต์ มีมาก

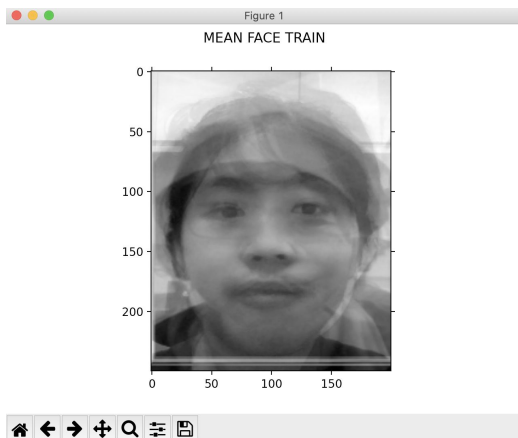
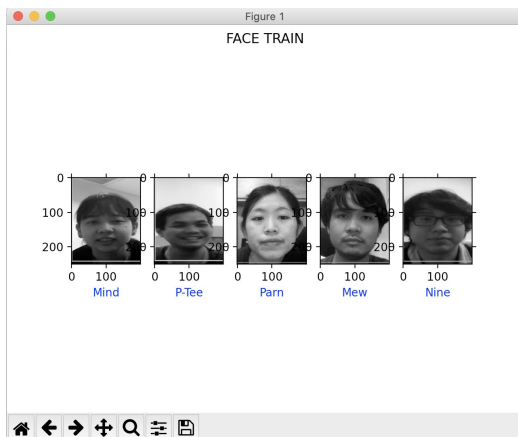
วิธีการดำเนินงาน, อัลกอริธึม



Face Detection



Eigen Face



Prepare image



Mean Face



Image matrix $N \times N$
(200*250) N^2
(50000.)

$$\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_M \quad (2.17)$$

Γ_i คือ ภาพที่ใช้งานเมื่อ i คือ 1,2,3, ..., M
M คือ จำนวนภาพทั้งหมด

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 3 & -1 & 2 \\ 4 & 0 & 0 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \\ 3 \\ -1 \\ 2 \\ 4 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

(อนเวกชัน)



$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma_i \quad (2.18)$$

$$\Gamma_1 \quad \Gamma_2 \quad \Gamma_3 \quad \Psi = (\Gamma_1 + \Gamma_2 + \Gamma_3)/3$$

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \\ 3 \\ -1 \\ 2 \\ 4 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ 4 \\ 1 \\ 6 \\ 8 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 5 \\ 2 \\ -2 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \\ 3 \\ 2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Eigen Face

Figure 1
NORMALIZED FACE TRAIN

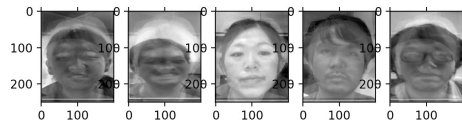
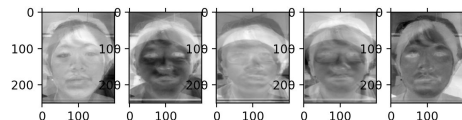


Figure 1
EIGEN FACE TRAIN



Normalization
(center space 0,0)

Covariance Matrix
(standard deviation of dimension)

Eigenvalue, Eigenvector

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi \quad (2.19)$$

$\Phi_1 \quad \Phi_2 \quad \Phi_3$

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -3 \\ 1 \\ -2 \\ -1 \\ 2 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \\ -1 \\ 5 \\ -1 \\ 0 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 \\ 2 \\ 0 \\ -3 \\ -2 \\ -1 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma_i \quad (2.18)$$

$\Gamma_1 \quad \Gamma_2 \quad \Gamma_3 \quad \Psi = (\Gamma_1 + \Gamma_2 + \Gamma_3)/3$

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \\ 3 \\ -1 \\ 2 \\ 4 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ 4 \\ 1 \\ 6 \\ 8 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 5 \\ 2 \\ -2 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \\ 3 \\ 2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$C = \frac{1}{M-1} A A^T = \frac{1}{M-1} \sum_{n=1}^M a_n a_n^T$$

$$C = A^T A$$

$$A^T A = \begin{bmatrix} 20 & -11 & -2 \\ -11 & 59 & -32 \\ -2 & -32 & 24 \end{bmatrix}$$

Eigen Face

Eigenvalue, Eigenvector

Covariance Matrix

Eigenvalues

Eigenvector

$$Ax = \lambda x, A = \begin{bmatrix} -5 & 2 \\ 2 & -2 \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

$$\text{ได้เป็น } -5x_1 + 2x_2 = \lambda x_1$$

$$2x_1 - 2x_2 = \lambda x_2$$

I : Identity Matrix

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(A - \lambda I)x = 0 \quad \begin{cases} (-5 - \lambda)x_1 + 2x_2 = 0 \\ 2x_1 + (-2 - \lambda)x_2 = 0 \end{cases}$$

$$\text{และ } D(\lambda) = \det(A - \lambda I) = \begin{vmatrix} -5 - \lambda & 2 \\ 2 & -2 - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

TUOC โดย อณพนธ์ อเนศวรสิน

$$D(\lambda) = (-5 - \lambda)(-2 - \lambda) - 4 = \lambda^2 + 7\lambda + 6 = 0$$

Polynomial

$$(\lambda + 1)(\lambda + 6) = 0$$

$$\text{ได้ } \lambda = -1, -6$$

ค่าไอเกนแวลูที่ได้

$$\therefore \lambda_1 = -1, \lambda_2 = -6$$

Lambda 1 > Lambda 2

หาค่าไอเกนเวกเตอร์ที่ได้

$$\lambda = \lambda_1 = -1: \begin{cases} -4x_1 + 2x_2 = 0 \rightarrow 1 \\ 2x_1 - x_2 = 0 \rightarrow 2 \end{cases}$$

เลือกสมการที่ 2; $x_2 = 2x_1$

ถ้ากำหนดค่า $x_1 = 1$ ค่าไอเกนเวกเตอร์ที่ได้ คือ $\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$

λ (eigenvalues)

$$\begin{bmatrix} -5 & 2 \\ 2 & -2 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} = -1 \times \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

A

V (eigenvectors)

Eigen Face

$$u_i = Av_i \quad (2.20)$$

u_i คือ ค่าเฟสสเปซของแต่ละตัวอย่าง
 v_i คือ ค่าไอเกนเวกเตอร์

Normalization
 (center space 0,0)

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi \quad (2.19)$$

$\Phi_1 \quad \Phi_2 \quad \Phi_3$

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -3 \\ 1 \\ -2 \\ -1 \\ 2 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \\ -1 \\ 5 \\ 5 \\ -1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ 2 \\ 0 \\ -3 \\ -2 \\ -1 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}$$

9 x 3

Eigenvector

$$v_1 \quad v_2 \quad v_3$$

$$\begin{bmatrix} 0.3923 \\ 0.5060 \\ 0.7681 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.9087 \\ -0.0835 \\ -0.4091 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.1429 \\ -0.8585 \\ 0.4926 \end{bmatrix}$$

3 x 1

3 x 1

3 x 1

$$u_1 \quad u_2 \quad u_3$$

$$\begin{bmatrix} -0.2621 \\ -0.2621 \\ -0.6527 \\ -0.1137 \\ -0.5589 \\ 0.6015 \\ -0.4895 \\ 0 \\ 0.6379 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.3256 \\ 0.3256 \\ -3.3773 \\ 0.9922 \\ -1.0076 \\ -0.5080 \\ 2.3100 \\ 0 \\ -1.6434 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1.3511 \\ -1.3511 \\ 2.2735 \\ 1.0014 \\ -6.0561 \\ -5.4206 \\ 0.6517 \\ 0 \\ 1.7008 \end{bmatrix}$$

9 x 1

9 x 1

9 x 1

Face Space

$$U = \begin{bmatrix} -0.2621 & 0.3256 & -1.3511 \\ -0.2621 & 0.3256 & -1.3511 \\ -0.6527 & -3.3773 & 2.2735 \\ -0.1137 & 0.9922 & 1.0014 \\ -0.5589 & -1.0076 & -6.0561 \\ 0.6015 & -0.5080 & -5.4206 \\ -0.4895 & 2.3100 & 0.6517 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0.6379 & -1.6434 & 1.7008 \end{bmatrix}$$

9 x 3

Eigen Face

$$\Omega_i = U^T * \Phi_i \quad (2.21)$$

Ω_i คือ ค่าโปรเจกต์ของแต่ละภาพ

U^T คือ ผลรวมของค่าเฟสเฉพาะ

$$U^T = \begin{bmatrix} -0.2621 & -0.2621 & -0.6527 & -0.1137 & -0.5589 & 0.6015 & -0.4895 & 0 & 0.6379 \\ 0.3256 & 0.3256 & -3.3773 & 0.9922 & -1.0076 & -0.5080 & 2.3100 & 0 & -1.6434 \\ -1.3511 & -1.3511 & 2.2735 & 1.0014 & -6.0561 & -5.4206 & 0.6517 & 0 & 1.7008 \end{bmatrix}$$

$$\Phi_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -3 \\ 1 \\ -2 \\ -1 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$$

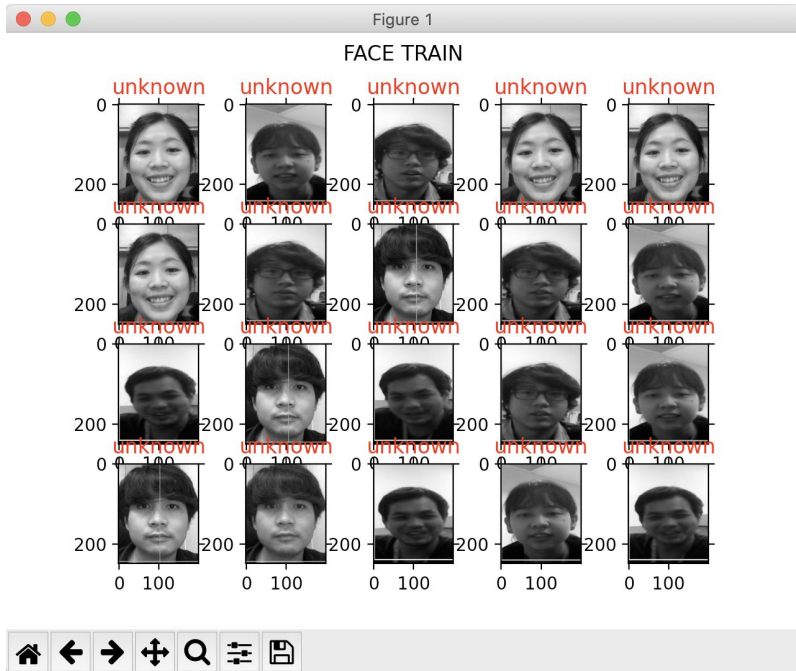
โปรเจกต์ค่าของภาพลำดับที่ 1

$$\Omega_1 = U^T \Phi_1 = \begin{bmatrix} 0.7438 \\ 19.9107 \\ 11.3163 \end{bmatrix}$$

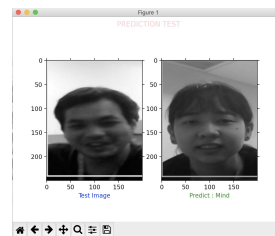
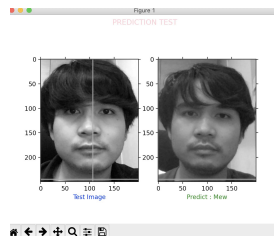
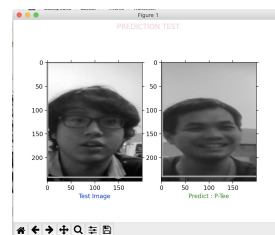
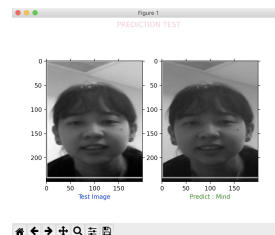
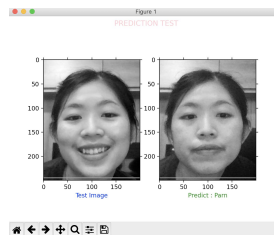
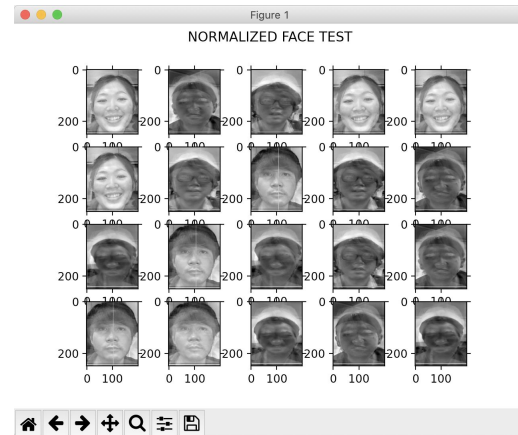
Weight image 1

```
COVARIANCE MATRIX : [[ 217.65668506   47.00280569 -128.34909429 -106.49722318  -29.81317328]
 [  47.00280569  430.33366893 -203.57922637 -251.22675427  -22.53049399]
 [-128.34909429 -203.57922637  541.01568153 -28.04748727  -181.0398736 ]
 [-106.49722318 -251.22675427 -28.04748727  476.81046262  -91.03899791]
 [-29.81317328  -22.53049399 -181.0398736  -91.03899791  324.42253878]]
EIGENVALUES : [8.48570256e+02 3.90798505e-14 2.26222750e+02 3.49904604e+02
5.65541427e+02] // EIGENVECTORS : [[ 0.22852007  0.4472136  0.84509741 -0.18296555 -0.01060879]
 [ 0.57681616  0.4472136  -0.48485569 -0.41141508 -0.25086993]
 [-0.57756634  0.4472136  -0.05672334  0.14824971 -0.66424514]
 [-0.47133372  0.4472136  -0.17864865 -0.35821196  0.64623013]
 [ 0.24356383  0.4472136  -0.12486974  0.80434287  0.27949373]]// :
WEIGHT : [[-2.25319030e+07  7.27178576e+07 -3.96119353e+07 -1.27545488e+07
 7.33160751e+06]
 [ 3.23993125e+07  1.01250549e+08  5.04077905e+07  7.25600838e+07
 -7.77440405e+05]
 [ 1.11691366e+08 -1.03570215e+08  4.02917117e+07 -5.45245424e+07
 -7.75984530e+07]
 [-6.91626828e+07 -8.01801812e+07  1.37229795e+07 -7.28619688e+07
 5.92729765e+07]
 [-5.23960928e+07  9.78198957e+06 -6.48105464e+07  6.75809762e+07
 1.17713094e+07]]
```

Test Face



1. Weight (unknown) - Weight (train image)
2. Nearest distance (Euclidean distance)
3. Classify with index of Euclidean distance



... 20 image

Confusion Matrix

Figure 1

