



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

Análisis de Imágenes para el Reconocimiento de Rostros

Divulgación Científica y Tecnológica

MISD. Luz María Dorantes Hernández

Departamento de Ingeniería en Sistemas y Computación

Instituto Tecnológico de San Juan del Río Av. Tecnológico 2 C.P. 76800col. San Juan del Río, Querétaro Tel 01(427)2-72-41-18, 2-72-41-78, 2-72-85-46

email luzdorantes@yahoo.com

Resumen

El sistema de reconocimiento facial consiste en la comparación de la imagen del rostro capturado por una cámara y la imagen que se desea encontrar, las imágenes se almacenan en una Base de Datos, se deben capturar usando la misma metodología; los sistemas de reconocimiento facial están fuertemente condicionados a la posición y orientación del rostro de la persona con respecto a la cámara y las condiciones de iluminación, en el momento de realizar la detección facial. En el presente trabajo se realizó el reconocimiento de rostros a partir de una base de datos de entrenamiento con imágenes tomadas con una cámara web.

El reconocimiento de rostros se realiza utilizando la técnica “Eigenfaces” basada en el cálculo de eigenvectores y eigenvalores, analizando las características de la imagen para calcular las distancias euclidianas y determinar de quien se trata el rostro analizado.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

Palabras clave. Reconocimiento de rostros, entrenamiento con imágenes, distancias euclidianas y eigenfaces.

The face recognition system consists of comparing the facial image captured by a camera and the image you want to find, images are stored in a database, to be captured using the same methodology; Facial recognition systems are strongly determined the position and orientation of the face of the person with respect to the camera and the lighting conditions at the time of performing face detection. In this paper, the face recognition is performed from a database of training images taken with a webcam.

Face recognition is done using the "Eigenfaces" technique based on the calculation of eigenvectors and eigenvalues, analyzing the characteristics of the image to calculate the Euclidean distances and determine who's face is analyzed.

Key words. Face recognition, training images, Euclidean distances and eigenfaces.

Introducción

Los modelos computacionales para el reconocimiento de rostros, en particular, son interesantes debido a que no solo contribuyen a la percepción teórica sino también a aplicaciones computacionales prácticas. Los sistemas que realizan reconocimiento de rostros se pueden aplicar a una amplia variedad de problemas, incluyendo a la identificación de criminales, sistemas de seguridad, procesamiento de imágenes y video, e interacción computadora humano. Por ejemplo, se puede modelar un rostro en



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

particular y distinguirlo dentro de un grupo de rostros modelados y almacenados, reconocer rostros sobre un espacio de características y variaciones significativas entre las imágenes de rostros conocidos (almacenados en una base de datos). Las características significativas se conocen como “Eigenfaces” debido a que son eigenvectores (componentes principales) de un conjunto de rostros, que no necesariamente corresponden a características tales como ojos, nariz y oídos. La operación de proyección caracteriza un rostro individual mediante la suma de los pesos de las características del eigenface, por lo que para reconocer un rostro en particular es necesario solamente comparar estos pesos contra los pesos de rostros ya conocidos. El reconocimiento de rostros involucra las siguientes etapas:

Entrenamiento:

El concepto de espacio de la imagen permite “aprender” de manera no supervisada y subsecuentemente poder reconocer rostros. Cuando una imagen está suficientemente cerca al espacio del rostro pero no se clasifica como un rostro de la base de datos, se clasifica como desconocido.

Reconocimiento:

Consiste en introducir al sistema imágenes de rostros para su análisis, para obtener como resultado la identificación de la persona, o en caso contrario se determinará que el rostro no se encuentra en la base de datos.

Para la implementación del sistema desarrollado, se usa una base de datos de imágenes de rostros, que será el conjunto de entrenamiento, durante la etapa de aprendizaje, para la etapa de reconocimiento se analiza la imagen a identificar en la base de datos. El método de reconocimiento de rostros utilizado es el Análisis de Componente Principal



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

(PCA) o Eigenfaces [6], el cual está basado en las propiedades matemáticas de la imagen digitalizada, que captura características invariantes de los rostros.

Método:

En términos de teoría de la información, se desea extraer información relevante de la imagen de un rostro, codificándolo de manera eficientemente, y compararlo con rostros modelados de manera similar almacenados en una base de datos. Una manera simple para extraer la información contenida en la imagen de un rostro, es calcular la variación de características, en un grupo de imágenes de rostros, almacenados en la base de datos.

En términos matemáticos, se desea encontrar los componentes principales de la distribución de rostros, o los eigenvectores de la matriz de covarianza del conjunto de imágenes de rostros, tratando una imagen como un vector en un espacio de varias dimensiones, como se muestra en la figura 1; cada uno de los eigenvectores ordenados, representan diferentes valores de variación para cada imagen de los rostros.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
 Multidisciplinario
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
 ISBN: 978-607-95635

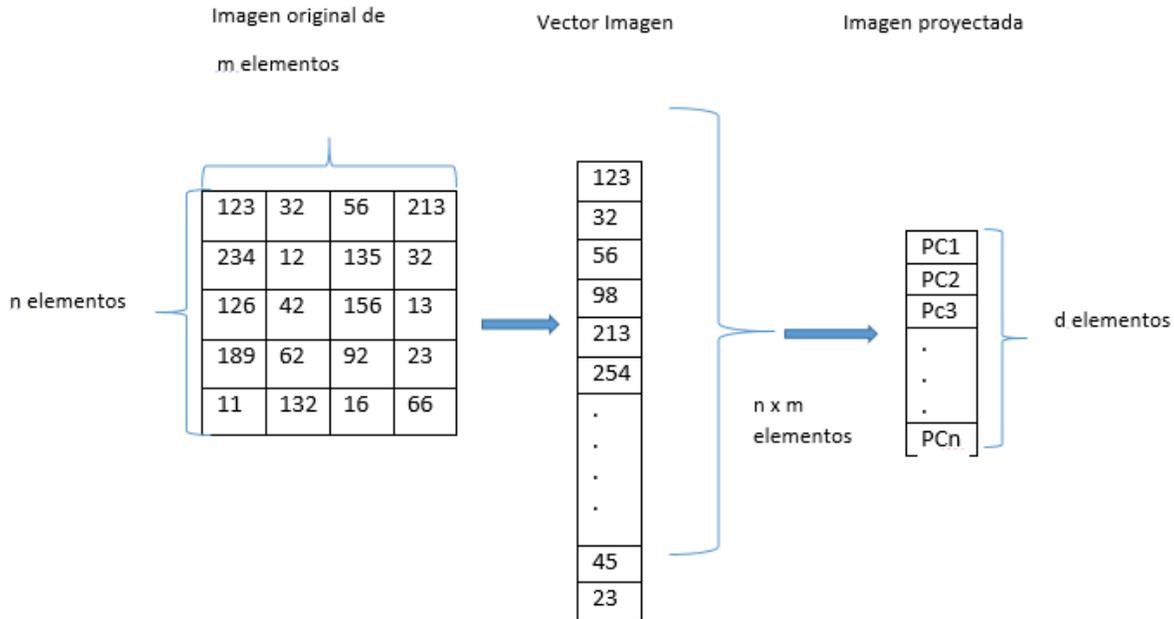


Figura 1 Obtención de Componentes Principales.

Estos eigenvectores contienen un conjunto de características que juntos representan la variación entre imágenes de rostros. Cada rostro se puede representar exactamente en términos de una combinación de los Eigenfaces, se puede realizar la aproximación usando solo los mejores eigenfaces (eigenvalores mayores) ya que cuentan con la mayor varianza entre el conjunto de imágenes de rostros. El mejor eigenface M genera un subespacio M dimensional conocido como “face space”, de todas las imágenes.



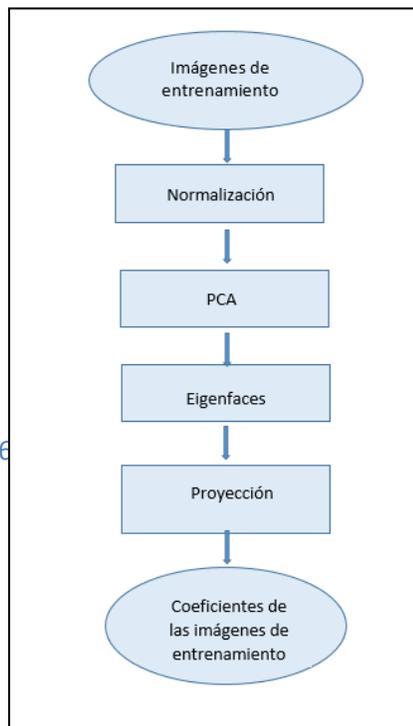
“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

El método para reconocimiento de imágenes incluye las siguientes operaciones:

1. Contar con un conjunto inicial de imágenes de rostros, para usarse en la etapa de entrenamiento.
2. Calcular los eigenfaces del conjunto de entrenamiento, eligiendo solo los eigenvalores más altos de las M imágenes. Estas imágenes M definen el “face space”, de tal manera de que si se tienen nuevos rostros, en la base de datos, se debe volver a calcular los eigenfaces.
3. Calcular la distribución correspondiente en un tamaño espacial de M dimensiones para cada imagen perteneciente a la base de datos, proyectando las imágenes de los rostros dentro del “face space”.

Las operaciones que corresponden a la etapa de entrenamiento, se deben ejecutar cada vez que se incluyan nuevas imágenes a la base de datos, por lo cual el método ofrece la ventaja de liberar tiempo del procesador. En la

figura 2, se ilustran las actividades de la fase de entrenamiento:





“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

Figura 2. Proceso lógico de entrenamiento

Una vez realizada la etapa de entrenamiento, se realizan las siguientes actividades para el reconocimiento de rostros.

Calcular un conjunto de pesos basados en la imagen de entrada (imagen que se desea identificar) y los eigenfaces M proyectando la imagen de entrada en cada eigenface.

Determinar si la imagen a reconocer se encuentra en la base de datos, mediante el análisis de la imagen se conocerá si está suficientemente cerca del “faces



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

pace”, de ser así se habrá encontrado la imagen a identificar. En la figura 3 se ilustran las actividades de la fase de reconocimiento:

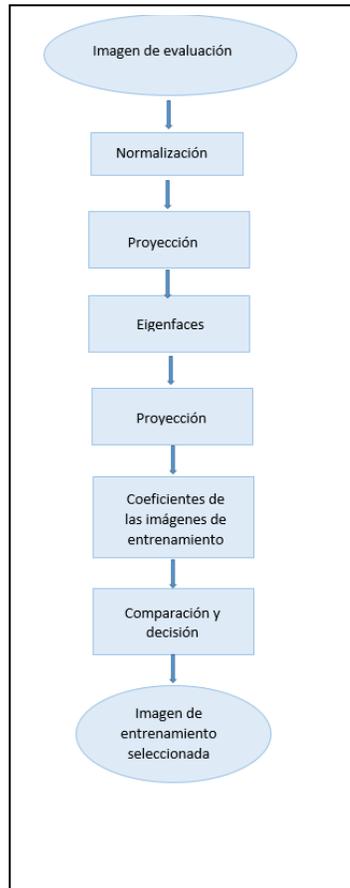


Figura 3.

Calculando

Proceso lógico de Reconocimiento

Eigenfaces.

La imagen $I(x, y)$ se puede almacenar como un arreglo de dos dimensiones $N \times M$. Una imagen también se puede considerar como un vector, por lo que una imagen de tamaño 77×100 se puede representar por un vector de 7,700. El sistema desarrollado en Matlab, encuentra un rostro determinado en una base de datos con cuyas imágenes se realizó la etapa de entrenamiento. La técnica empleada es conocida como “eigenfaces” creada por Sirovich and Kirby (1987)[6] y utilizadas



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

por Matthew Turk y Alex Pentland en la clasificación de rostros en el Instituto Tecnológico de Massachusetts [1]. El objetivo principal del proyecto es desarrollar un sistema confiable de reconocimiento de rostros basados en técnicas de procesamiento digital de imágenes que permita optimizar los recursos computacionales y a su vez minimizar el error del sistema.

La técnica “eigenfaces” utilizado se deriva de un método matemático llamado PCA (Principal Components Analysis) la cual consiste en la recolección de imágenes de rostros de varias personas, llamada base de datos de entrenamiento, estas se organizan y almacenan en una matriz que se procesará para obtener los denominados vectores “eigenfaces” que definen el subespacio de las imágenes de rostros, conocido como “face space”. Para identificar la imagen deseada dentro de la base de datos, se consideraron dos fases: una de aprendizaje o entrenamiento y una de reconocimiento o prueba.

Las etapas de entrenamiento y de reconocimiento utilizan una base de datos de rostros compuesta por un conjunto de imágenes. Para describir el método, se asume, que se tiene un conjunto de “ M ” imágenes (de P filas y Q columnas), mismas que se convierten en vectores, para construir una matriz que contiene a cada vector como columna, resultando una matriz de “ $P \times Q$ ” filas y “ M ” columnas, en la tabla 1 se observan las operaciones y la correspondiente representación matemática de las actividades realizadas en cada etapa del entrenamiento.

Tabla 1. Proceso matemático de entrenamiento y reconocimiento.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
 Multidisciplinario
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
 ISBN: 978-607-95635

| | |
|--------------------------------|--|
| entrenamiento y reconocimiento | |
| 1 | Cada imagen Φ_i con $i=1,2,\dots, M$ se convierte en vectores de dimensión N^2 cuyo valor se construye concatenando cada fila de la imagen, formando así una matriz $N^2 \times M$. |
| 2 | Se calcula el rostro promedio de la $\psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Phi_i$ matriz |
| 3 | Luego se calcula el vector que indica la diferencia de cada vector “ Φ_i ” al vector promedio, obteniendo un nuevo conjunto de vectores. <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$\Gamma_i = \Phi_i - \psi$</div> Estos vectores se almacenan en la matriz A <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;">$A = [\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_M]$</div> |



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

| | |
|---|--|
| 4 | <p>Se calcula la matriz de covarianza de A para encontrar sus eigenvectores, estos vectores ortonormales se usan para construir la representación de las imágenes.</p> $C(\{\Phi_i\}) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma_i^T \Gamma_i = AA^T$ |
| 5 | <p>Después se toman los eigenvectores de los eigenvalores de mayor valor, ya que contienen la mayor información respecto a las imágenes del conjunto. Los eigenvectores antes mencionados se almacenan en una matriz “U_k”, donde “k” es el número de eigenvectores elegidos:</p> $U_k^T = [u_1, u_2, \dots, u_k]^T$ |
| 6 | <p>Al ser multiplicada la traspuesta de la matriz “U_k”, con la matriz “A”, resulta la matriz del espacio transformado, la cual contiene los datos de las imágenes proyectadas en el nuevo espacio de dimensión “k”.</p> $\Omega_k = U_k^T A$ |



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

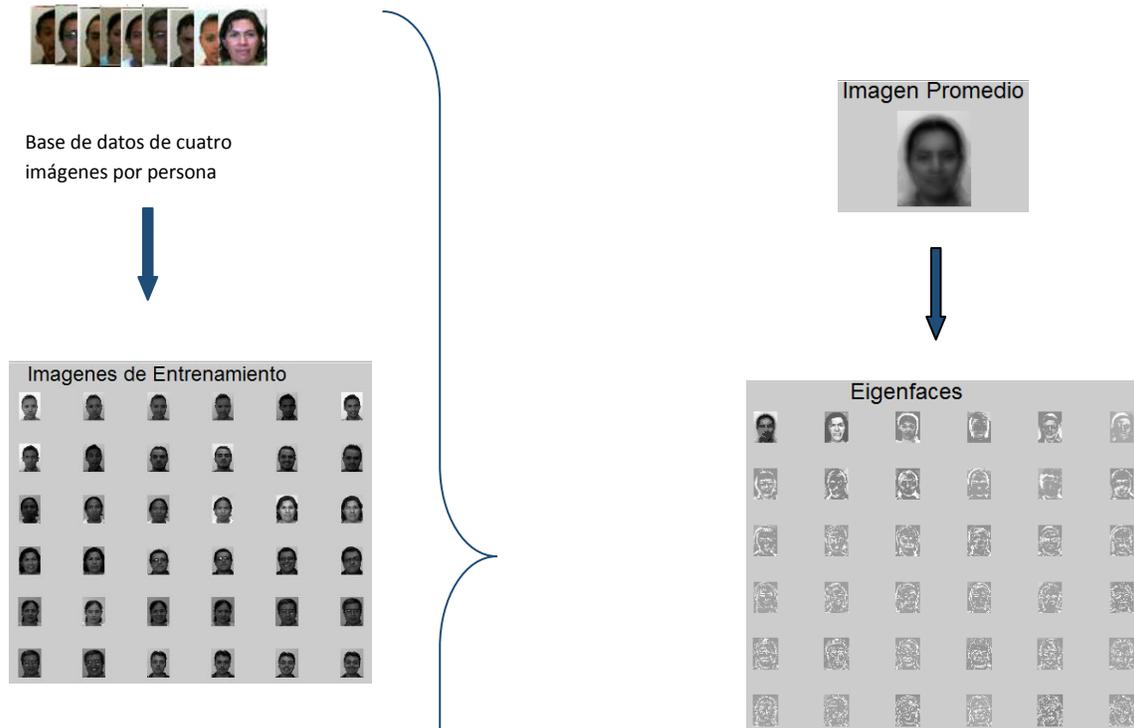
| | |
|---|--|
| 7 | Teniendo los vectores que representan las proyecciones de cada imagen del conjunto sobre el espacio de dimensión “k”, se procede al reconocimiento de datos, utilizando los “eigenfaces”. |
| 8 | <p>El programa adquiere una nueva imagen de rostro en escala de grises. Luego se realiza el procedimiento PCA y se obtiene el vector “eigenfaces” “I_p” de la imagen adquirida. En seguida el vector es comparado con todos los vectores de las imágenes de la base de datos proyectadas “I_i”, calculando la distancia euclidiana entre ellos “d_i”.</p> $d_i = \left \sqrt{(\Omega_i - I_p)^2} \right $ <p>Con el cual la imagen que se desea encontrar tiene mayor semejanza.</p> |

Experimentos y resultados

El rostro que el sistema reconoce es una imagen que ha sido tratada en espacio definido por la técnica "eigenfaces", que son los vectores propios de la serie de rostros; que no se corresponden necesariamente a las características aisladas tales como ojos, oídos y nariz. Dada la imagen de un rostro como entrada del sistema, en la Figura 4 se muestran los resultados, una vez realizado el proceso matemático de entrenamiento y reconocimiento, calculando la distancia mínima, se reconoce en la base de datos de imágenes, aquella que se corresponde con el rostro dado.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
 Multidisciplinario
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
 ISBN: 978-607-95635

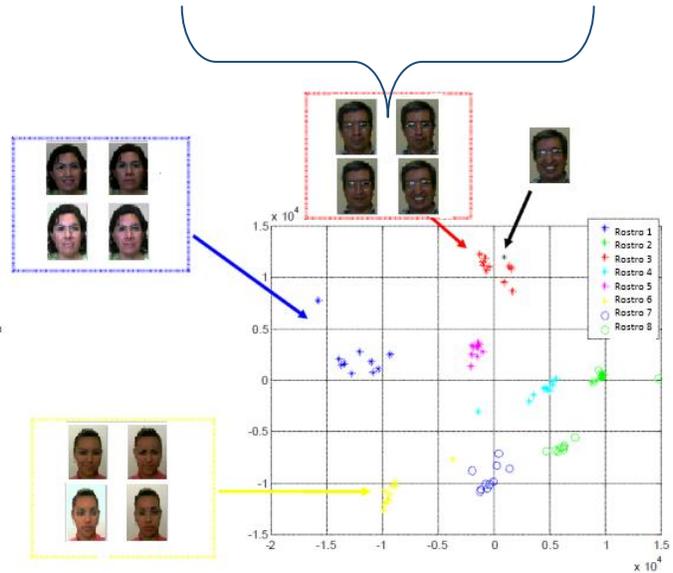
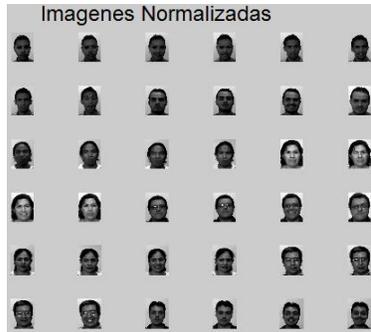


Figura 4. Resultados del Proceso de Reconocimiento del Rostro.

Conclusiones

Si la imagen del rostro a identificar, se clasifica como encontrada en la base de datos, se determina como conocida, en caso contrario, se puede añadir al conjunto de imágenes original de la base de datos, y también los Eigenfaces se deben volver a calcular. Esto daría la oportunidad de modificar el espacio del rostro, cada vez que el sistema encuentre más instancias de rostros desconocidos. El método de reconocimiento de rostros basado en la técnica



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

eigenface puede ser mejorada significativamente por medio de técnicas simples de pre-procesamiento de imagen, usando filtros que resalten las características del rostro, disminuyendo considerablemente el error.

Se puede implementar un sistema que use traslaciones y escalas de la imagen original para proyectarlas dentro de un face-space y realizar el reconocimiento, compensando las posibles inexactitudes en el procedimiento de alineación. Es probable que los métodos de pre-procesamiento de imágenes mejoren los algoritmos y el resultado del sistema de reconocimiento de rostros.

Referencias

1. Jae Young Choi Jae Young Choi, W De Neve, Y M Ro, K N Plataniotis. Face annotation for personal photos using context-assisted face recognition. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology (2010) Volume: 20, Issue: 10, Publisher: IEEE, Pages: 1292-1309.
2. Michael J. Sheehan*, Elizabeth A. Tibbetts. Specialized Face Learning Is Associated with Individual Recognition in Paper Wasps. Science 2 December 2011: Vol. 334 no. 6060 pp. 1272-1275.
3. Xiaoyang Tan Dept. of Comput. Sci. & Technol., Nanjing Univ. of Aeronaut. & Astronaut., Nanjing, China. Enhanced Local Texture Feature Sets for Face



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

Recognition Under Difficult Lighting Conditions. Image Processing, IEEE Transactions on Volumen: 19, Issue: 6. Page(s): 1635 –1650. June 2010.

4. Chao-Kuei Hsieh . Dept. of Electr. Eng., Nat. Tsing Hua Univ., Hsinchu, Taiwan Shang-Hong Lai ; Yung-Chang Chen. An Optical Flow-Based Approach to Robust Face Recognition Under Expression Variations. Volume: 19 , Issue: 1 Page(s): 233 –240, June 2010.

5. Huang-Wei Chang, Hwann-Tzong Chen. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2010 IEEE on 13-18 June 2010. Page(s): 3043 –3049.

6. Turk, Mathew and Pentland, Alex, “Vision and Modeling Group, the Media Laboratory. Massachusetts Institute of Technology”.

7. Zhujie e Y.L.Yu, “Departament of Electronic Engineering, The Hong Kong University of Science & Technology”, “Institute of Radio and Automatic control, South China University of Technology”

8. Tomas Heseltine, Nick Pears and Jim Austin, “Advanced Computer Architecture Group Department of Computer Science, The University of York”

9. Pecenovic, Zoran and Crivelli, Rocco, “Signal Processing Mini-project: Face recognition using Eigenimages”.

9. Bergasa, Luis Miguel, “Aplicaciones con PCA”.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

10. Sirovich L., Kirby M., “Low-dimensional procedure for the characterization of human faces”. Journal of the Optical Society of America, vol. 4: 519–524. (1987).

11. MIT Media Laboratory Vision and Modeling Group (VISMOD) Face Recognition Demo Page <http://www-white.media.mit.edu/vismod/demos/facerec/>

12. AT&T Laboratories Cambridge, “The ORL Database of Faces”, ftp://ftp.uk.research.att.com:pub/data/att_faces.zip <http://www.cam-orl.co.uk/facedatabase.html>

13. ORL face database. [En línea]
<http://www.uk.research.att.com/facedatabase.html>

14. Database, Yale B Extended. [En línea]
<http://cvc.yale.edu/projects/yalefacesB/yalefacesB.html>

15. Xiaoyang Tan and Bill Triggs. Preprocessing and Feature Sets for Robust Face Recognition. Montbonnot, France.

16. Lior Shamir. Evaluation of Face Datasets as Tools for Assessing the Performance of Face Recognition Methods. 79: 225-230. 2008.

17. Yale University. Yale faces.
<http://cvc.yale.edu/projects/yalefaces/yalefaces.html>, July 2009.