

Discriminación de imágenes de rostros preprocesados con filtro diferencial gaussiano, mediante correlación óptica

*Luis Escobar C. *, César Torres M. y Lorenzo Mattos V.*

*Laboratorio de Óptica e Informática (LOI), Universidad Popular del Cesar,
A.A: 590. Valledupar, Cesar, Colombia.*

Recibido: 18-06-99. Aceptado: 15-03-2000

Resumen

En el presente trabajo se utilizó un filtro de diferencia de gaussianas (DOG) para procesar treinta imágenes de los rostros de diez personas; se hicieron tres ligeras rotaciones respecto a la imagen inicial. Luego se combinaron para definir un filtro compuesto a través de una forma funcional de filtros de función discriminante sintética (SDF). El proceso de identificación entre una imagen cualquiera y las del filtro permitió establecer picos de correlación más agudos cuando la imagen en cuestión pertenecía al banco de datos y picos achatados en caso contrario. La implementación del procesamiento digital permite que se codifiquen los resultados obtenidos para establecer con claridad si una imagen pertenece o no a un banco de datos.

Palabras clave: Correlación; filtro compuesto; filtro gaussiano.

Discrimination of face images preprocessed with a differential gaussian filter by means of optical correlation

Abstract

In the present work a difference of gaussians filter (DOG) was used for the processing of thirty images of the faces of ten persons; three light rotations with respect to the initial image were made. Then, these were combined to define a composed filter. The identification process between any image and the filter images permitted to establish acuter correlation peaks when the testing image belongs to the data bank and flattened peaks otherwise. The implementation of the digital processing allows the codification of the obtained results and establishes with clarity if an image belongs or not to a data bank.

Key words: Compose filter; correlation; gaussians filter.

Introducción

La necesidad de dispositivos que posean la capacidad discriminativa es un requerimiento para muchos procesos industriales, desde los códigos de barras para cajas registradoras en los supermercados,

hasta la identificación de objetos deteriorados basados en patrones preestablecidos que permiten la reconstrucción de su forma original. En los años sesenta, Vander Lught desarrolló filtros holográficos, y posteriormente Hester y Casasent presentaron la SDF, como respuesta a la necesidad de un

* Autor para la correspondencia. Fax 0955735771 E-mail: nlmattos@col3.telecom.com.co.

no de la imagen en cuestión (Figura 4), como se había establecido anteriormente. Con estas imágenes resultantes se crea una matriz de imágenes procesadas, lo cual permite un mejor manejo de las imágenes para los próximos desarrollos, esto se efectuó de la misma forma que en la matriz de las imágenes del banco de datos

El Filtro Compuesto

La Función Discriminante Sintética (SDF) (3)

La Función Discriminante Sintética SDF (por sus siglas en inglés), típicamente es construida como una combinación lineal de las imágenes de un banco de imágenes $t_n(x,y)$ con $n = 0, 1, 2, 3, \dots, l$.

Denotada la SDF por $s(x,y)$ de tal modo que:

$$s(x, y) = \sum_{n=0}^l \alpha_n t_n(x, y) \quad [4]$$

Teniendo en cuenta los coeficientes de correlación c_n producidos por la correlación entre las imágenes del banco de datos $t_n(x,y)$ y la SDF $s(x,y)$ dados a través de la expresión:

$$\iint t_n(x, y) * s(x, y) dx dy = \langle t_n(x, y) | s(x, y) \rangle = c_n \quad [5]$$

Es posible expresar los coeficientes α_n como:

$$\alpha = R^{-1} c \quad [6]$$

Siendo α la matriz transpuesta de los coeficientes dados a través de la solución de la ecuación [4]; la matriz transpuesta de los coeficientes de correlación para cada imagen y R la matriz de coeficientes de correlación cuyos elementos son:

$$R_{mn} = \langle t_m(x, y) | t_n(x, y) \rangle,$$

permitiendo estos coeficientes dados en la ecuación [6] establecer adecuadamente la SDF. Ahora bien la SDF para un Filtro de Correspondencia Espacial se genera tomando la compleja conjugada de la transformada de Fourier de $s(x,y)$,

$$S(u, v) = \mathfrak{F}[s(x, y)]^* \quad [7]$$

Los valores para la SDF son valores complejos. A través de la inclusión de un filtro de modulación, el cual está dado por:

$$S'(u, v) = \mathfrak{K}[S(u, v)] \quad [8]$$

(siendo \mathfrak{K} el operador de modulación), se puede establecer la ecuación para la síntesis de la SDF. Este a su vez cumple con:

$$\langle t_n(x, y) | s'(x, y) \rangle = c_n \quad [9]$$

donde $s'(x,y)$ es la transformada inversa del filtro $S'(u,v)$. Así que la ecuación que determina la síntesis de la SDF se encuentra al sustituir la ecuación [4] en la ecuación [9] resultando:

$$\left\langle t_n(x, y) \left| \mathfrak{F}^{-1} \mathfrak{K} \mathfrak{F} \left[\sum_{m=0}^l a_m t_m(x, y) \right] \right. \right\rangle = c_n \quad [10]$$

A través de este procedimiento la función discriminante sintética establecida recibe el nombre de Filtro SDF.

El filtro compuesto

El filtro compuesto (filtro SDF), está conformado como una superposición de todos los rostros procesados uno tras otro, para su obtención es necesario involucrar los coeficientes de correlación obtenidos al procesar cada una de las imágenes en cuestión y una forma funcional de dicho filtro; al efectuar procedimiento funcional se obtiene el filtro compuesto. En el plano de intensidades la imagen del filtro es como la observada en la Figura 5.

El procedimiento de discriminación y codificación

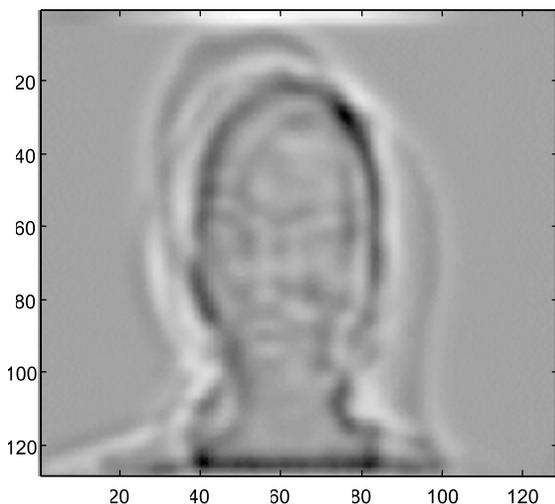


Figura 5. Imagen del filtro compuesto.

Al efectuar una correlación cruzada entre las imágenes a analizar con el filtro compuesto, se espera que los coeficientes resultantes presenten picos bien definidos cuando existe gran similitud entre la imagen en cuestión y alguna del banco de datos que conforma el filtro; en caso contrario este pico de correlación será achatado.

Resultados y Discusión

Inicialmente se probó si el dispositivo lograba clasificar adecuadamente las 30 imágenes procesadas y no procesadas (Figura 6). Para tal efecto a cada trío de rostros de una misma persona se le asignó un coeficiente adicional en escala, de tal forma que el respectivo coeficiente de correlación se diferenciase de los demás. Se encontró que con imágenes procesadas el resultado presenta una gran uniformidad, mientras que para las imágenes no procesadas dicha uniformidad se pierde. Cuando alguna de las imágenes de prueba no pertenecía al banco de datos original, se encontró inicialmente que ésta lo diferenciaba como no perteneciente a éste (Figura 7).

Posteriormente, en una prueba de clasificación, se preparó un filtro compuesto de 20 imágenes del banco de datos y las imáge-

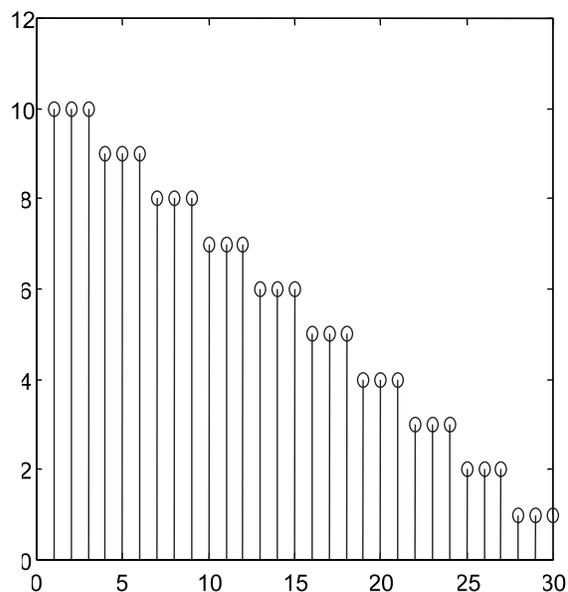


Figura 6. Discriminación con imágenes procesadas.

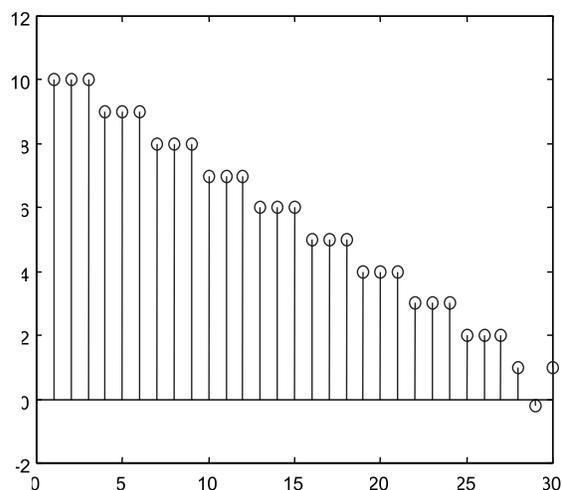


Figura 7. Resultados con una imagen no perteneciente al banco de datos.

nes restantes se utilizaron para comprobar el poder discriminatorio del dispositivo. Los resultados se observan en la Figura 8. Aquí se observa una disminución en la calidad de la discriminación para las nueve imágenes externas, pero se verificó que los coeficien-

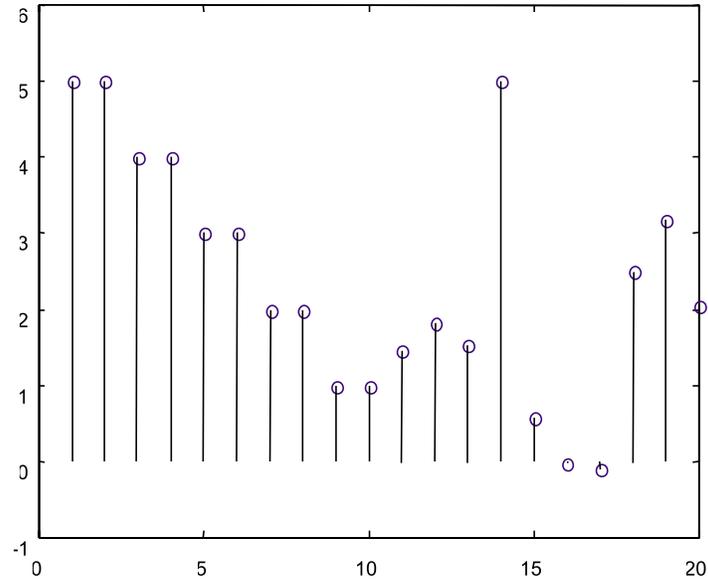


Figura 8. Resultado de discriminación con filtro compuesto de veinte imágenes.

tes para estas imágenes no presentan la uniformidad esperada.

Conclusiones

El dispositivo presenta buena capacidad de discriminación frente a elementos de clases diferentes; ahora bien, cuando es aplicado sobre imágenes no procesadas, se nota que la capacidad discriminativa se reduce notablemente frente a los resultados obtenidos utilizando imágenes procesadas a través del filtro DOG. Cuando se aplicó sobre imágenes de rostros con gran similitud, se encontró que la capacidad discriminativa se redujo en gran proporción, lo cual ha llevado a pensar que deben modificarse algunos parámetros, tanto en la definición del filtro como en la toma de las imágenes, para

obviar los efectos producidos por iluminación y posición. La gran similitud que los contornos de rostros humanos presentan nos induce a pensar en la necesidad de agregar un nuevo parámetro que permita lograr un aumento en la discriminación, independiente de la generada por el dispositivo

Referencias Bibliográficas

1. JAMAL-ALDIN L.S., YOUNG R.C.C., CHADWIN C.R. *Applied Optics* 37(11): 205-206, 1998.
2. JARED D.A., ENNIS D.J. *Applied Optics* 28(2): 232-239, 1989.
3. JAMAL-ALDIN L.S., YOUNG R.C.D., CHADWIN C.R. *Applied Optics* 36(35): 9212-9223, 1997.