

# Reconocimiento de Firmas Usando Extracción de Envoltentes

Jesús García Ruiz, Héctor Pérez Meana,  
Mariko Nakano Miyatake, Jorge F. Veloz  
Ortiz  
SEPI ESIME-Culhuacán  
email hmpm@df1.telnet.mx

**E**l desarrollo de nuevos conceptos en el campo de la computación, tales como la Inteligencia Artificial y las Redes Neuronales, ha permitido la realización de sistemas que intentan emular el comportamiento del cerebro humano en la realización de ciertas funciones. El reconocimiento de caracteres manuscritos y reconocimiento de voz son algunas de las aplicaciones de las redes neuronales que han tenido más éxito, habiendo sido reportadas durante las últimas décadas varias estructuras neuronales, las cuales presentan un funcionamiento suficientemente bueno para la realización de esas tareas.

Por otro lado, el reconocimiento de firmas ha sido un tema de investigación intensa durante los últimos años, debido a la gran importancia que tiene, entre otros, en el sistema financiero. Sin embargo, no existe todavía un método suficientemente confiable, especialmente para la detección de firmas falsificadas. El reconocimiento de firmas tiene varios problemas que dificultan su análisis, entre los que destacan:

a) La firma es una imagen y no tiene significado por sí misma.

b) No es suficiente reconocer a quien podría pertenecer una firma determinada, sino que el sistema requiere verificar la autenticidad de dicha firma (es decir, si es falsificada o no).

Por lo tanto, en el reconocimiento de firmas hay que considerar dos clases de errores, los cuales se pueden clasificar como tipo I y tipo II. El error tipo I se presenta cuando el sistema no reconoce una firma original y la considera como copiada o falsificada, mientras que el tipo II se produce por el caso inverso, cuando el sistema considera una firma falsificada o copiada como original [1].

Para el reconocimiento de firmas existen, básicamente, dos caminos: el reconocimiento en línea o dinámico, y el reconocimiento fuera de línea o estático. Para llevar a cabo el reconocimiento dinámico se puede usar la información contenida en el proceso en forma dinámica, tal como el punto inicial y el punto final de la firma, la velocidad e intensidad en cada parte de la misma, etc.; mientras que en el reconocimiento estático se tiene que verificar a partir de la imagen capturada, únicamente, y no hay manera de determinar con precisión el punto inicial o el punto final de la firma.

El reconocimiento dinámico tiene menos problemas al contar con más elementos de decisión, por lo que es más atractivo para la mayoría de los

investigadores, en comparación al reconocimiento estático; sin embargo, considerando las aplicaciones prácticas de ambos, el reconocimiento estático tiene más aplicaciones.

En el reconocimiento de firmas estático, la extracción de características es un factor muy importante, ya que el funcionamiento del sistema depende en gran medida de las características utilizadas. Debido a ello se han desarrollado varios métodos de extracción, tal como el basado en el patrón de referencia [2].

Este trabajo presenta un método de reconocimiento de firmas estático usando características extraídas de la firma. El sistema propuesto tiene un mejor funcionamiento comparado con otros métodos [2], [3] propuestos, siendo además más simple su realización.

---

## SISTEMA PROPUESTO

---

El sistema propuesto consta de dos partes: extracción de características y reconocimiento de la firma usando dichas características.

### 2.1 EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS

El método utilizado para extraer características obtiene el valor Kurtosis, el valor Skewness, el valor relativo

entre Kurtosis y Skewness y el valor relativo entre las proyecciones vertical y horizontal de la firma analizada.

Los valores de Kurtosis vertical y horizontal ( $K_v$  y  $K_h$ ) se calculan con las ecuaciones siguientes:

$$K_v = \frac{\mu_3^v}{(\mu_4^v)^{0.75}} \quad (1)$$

$$K_h = \frac{\mu_3^h}{(\mu_4^h)^{0.75}} \quad (2)$$

Los valores correspondientes de Skewness  $S_v$ ,  $S_h$  se calculan con

$$S_v = \frac{\mu_3^v}{(\mu_2^v)^{1.5}} \quad (3)$$

$$S_h = \frac{\mu_3^h}{(\mu_2^h)^{1.5}} \quad (4)$$

Para los valores relativos vertical y horizontal  $R_v$  y  $R_h$ , entre Kurtosis y Skewness se utilizan las ecuaciones:

$$R_v = \frac{\mu_3^v}{(\mu_4^v)^{0.75}} \quad (5)$$

$$R_h = \frac{\mu_3^h}{(\mu_4^h)^{0.75}} \quad (6)$$

Los valores relativos entre vertical y horizontal  $VH_1$ ,  $VH_2$  se obtienen de

$$R_h = \frac{\mu_3^h}{(\mu_4^h)^{0.75}} \quad (7)$$

$$VH_2 = \frac{\mu_4^v}{\mu_4^h} \quad (8)$$

donde los valores  $m_r^v$  y  $m_r^h$  se calculan usando las ecuaciones (9) y (10):

$$\mu_r^v = \frac{1}{N} \sum (X(i) - X_v^c)^r \quad (9)$$

$$\mu_r^h = \frac{1}{N} \sum (Y(i) - X_h^c)^r \quad (10)$$

donde  $X_v^c$  y  $X_h^c$  son el valor de la centroide vertical y horizontal, respectivamente, y resultan de las ecuaciones (11) y (12):

$$X_h^c = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X(i) \quad (11)$$

$$X_v^c = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y(i) \quad (12)$$

donde, a su vez  $X(i)$  y  $Y(i)$  son la proyección horizontal y vertical, respectivamente, y se obtienen de

$$X(i) = \sum_j firma(i, j) \quad (13)$$

$$Y(i) = \sum_i firma(i, j) \quad (14)$$

Estos valores son independientes de la posición de la firma y el tamaño de ésta. Además de estos valores se extraen las envoltentes superior e inferior de la firma, cada envoltente se divide en 12 partes y a cada parte se le asigna un valor entero que representa su forma. En la **figura 1** se muestra una firma, y las **figuras 2** y **3** son la envoltente superior e inferior, respectivamente, separadas en 12 partes y sus valores asignados. Estos valores son relativamente independientes a la posición y tamaño de la firma.

Debido a esta independencia de los valores, el sistema es capaz de reconocer adecuadamente una firma aún cuando cambien su posición y/o tamaño.



Figura 1. Firma Capturada.

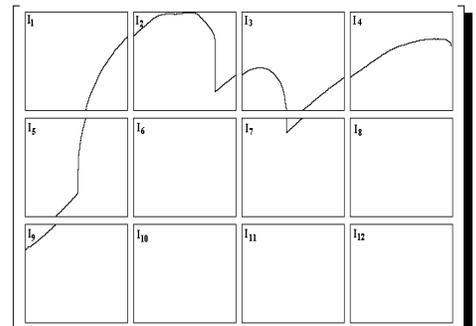


Figura 2. Envoltente superior de la firma.

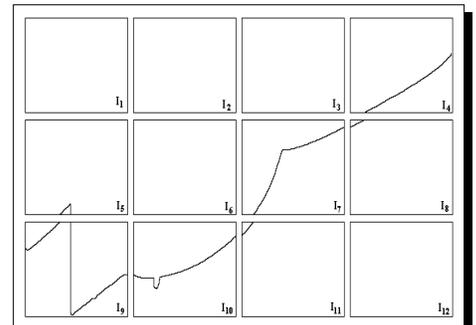


Figura 3. Envoltente inferior de la firma.

#### RECONOCIMIENTO DE LA FIRMA

El sistema usa las características extraídas como entrada de tres redes neuronales de tipo perceptron multicapas. La primera red clasifica las firmas usando características de los 8 valores de proyección horizontal y vertical, calculados con las ecuaciones (1) a (14). La segunda y tercera red clasifican las firmas usando los 12 valores de los envoltentes superior e inferior, respectivamente.

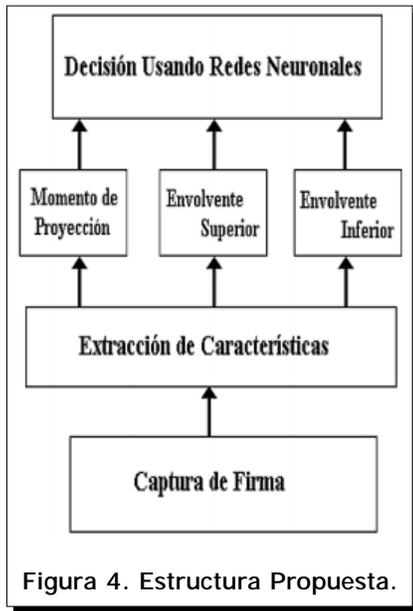


Figura 4. Estructura Propuesta.

La **figura 4** muestra la estructura propuesta, la **figura 5** muestra la estructura de la segunda red, mientras que la estructura de la tercera red aparece en la **figura 6**.

**RESULTADOS OBTENIDOS**

Para evaluar el sistema propuesto, se generó una base de datos que incluye 150 firmas ( 15 firmas de 10 personas); de estas, 50 firmas( 5 firmas de 10 personas) se usaron para entrenar a las tres redes separadamente, y las 100 firmas restantes (10 firmas de 10 personas) se emplearon para evaluar el funcionamiento del sistema propuesto. Los resultados de la simulación computacional mostraron que aproximadamente el 90 por ciento de las firmas se reconoce correctamente.

De los resultados antes mencionados también se desprende que los envoltentes superior e inferior de la firma son los factores más importantes para su reconocimiento.

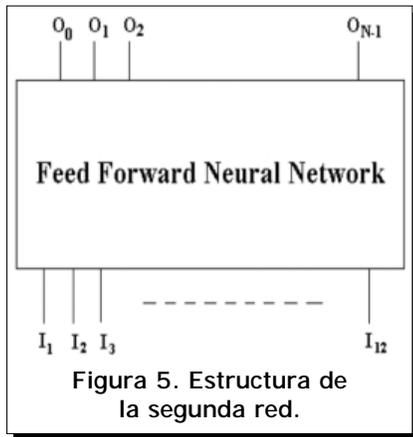


Figura 5. Estructura de la segunda red.

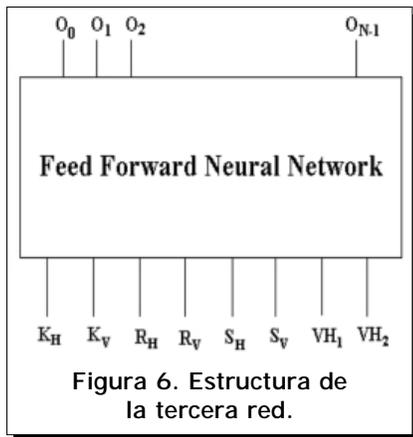


Figura 6. Estructura de la tercera red.

**REFERENCIAS**

- [1] R. Bajaj and S. Chaudhury, "Signature Verification Using Multiple Neural Classifiers", Pattern Recognition, vol. 30, No. 1, Pag. 1-7, 1997.
- [2] F. Leclerc and R. Plamondon, "Automatic Signature Verification: The State of the Art 1989-1993", International Journal of Patter Recognition and Artificial Intelligence Vol. 8, No. 3 , Pag. 643-660, 1994.
- [3] M. Ammar, "Progress in Verification of Skillfully Simulated Handwritten Signature", International Journal of Patter Recognition and Artificial Intelligence, vol. 5, No. 1 & 2, pag. 337-351, 1991.

**Nota:**

El presente trabajo fue presentado en el 9º Congreso Internacional de Electrónica Comunicaciones y Computadoras en la UDLA Puebla. Páginas 234 a 238.