

Identificación de Personas por Medio de Firmas Escritas a Mano

Molina M.L¹, Arias N.L², Gualdrón O³

¹ Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Física y Geología, Grupo de Investigación de Óptica Moderna. Universidad de Pamplona.

E-mail: marlumopra@unipamplona.edu.co

² Universidad Industrial de Santander, Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales.

³ Universidad Industrial de Santander, Grupo de Conectividad y Tratamiento de Señales.

Recibido 02 Marzo 2007

Aceptado 30 Abril 2007

ABSTRACT

The automatic signature verification is a very well established area of active research, with an amplitude of applications. In contrast, the automatic signature identification has not been given much importance, although there is a wide range of potential applications the signature could be used as an identification tool. This paper describes a procedure for the handwritten signatures identification instead of the signature verification. The method considers global and local characteristics that summarize shape aspects and dynamics in the production of the signatures. The input signals are acquired through one digital tablet, registering position and pressure variables. Such signs are considered functions in time and space.

Before extracting the information of the static characteristics or shape, such as, total longitude, relationship of length and width; and dynamics such as speed, acceleration, etc; the signature is normalized by position, size and orientation using the Fourier transformer. The identification is carried out choosing the maximum value to the output of the neural network OCON (one class - one network). The performance of the method was evaluated questioning the 20 networks for each one of the signatures of the database (1680 signatures). The obtained results indicate that the proposed system is able to identify the signer with accuracy.

KEY WORDS:

identification, Signatures, Neural network.

RESUMEN

La verificación automática de la firma es un área de investigación bien establecida y activa, con numerosas aplicaciones. En contraste, la identificación automática de la firma se le ha dado poca importancia, aunque exista una amplia gama de aplicaciones potenciales que podrían usar la firma como herramienta de identificación. Este trabajo describe un procedimiento para la identificación de firmas escritas a mano en vez de la verificación de firmas. El método tiene en cuenta características globales y locales que resumen aspectos de forma y dinámica de producción de las firmas. Las señales de entrada son adquiridas a través de una tableta digitalizadora, que registra variables de posición y presión. Tales señales se consideran funciones del tiempo y de espacio.

Antes de extraer la información de las características estáticas o de forma tales como longitud total, relación largo/ancho; y dinámicas como velocidad, aceleración, etc; la firma es normalizada por posición, tamaño y orientación usando su transformada de Fourier. La identificación se realiza escogiendo el máximo valor a la salida de las redes neuronales OCON (una clase-una red). El desempeño del método se evaluó cuestionando las 20 redes para cada una de las firmas de la base de datos (1680 firmas). Los resultados obtenidos indican que el sistema propuesto es capaz de identificar firmantes con buena exactitud.

PALABRAS CLAVES

identificación, firmas, redes neuronales

INTRODUCCIÓN

La firma escrita a mano es considerada entre los mejores medios para la identificación de personas. Esta puede ser producida tempranamente y utilizada sin necesidad de claves, ni tarjetas de seguridad, las cuales pueden ser extraviadas. Sería de gran valor un sistema de identificación inteligente, donde el usuario no tenga que portar un número de identificación para que se le permita el acceso a lugares o información. En vez de esto, el sistema debe ser capaz de llegar a una decisión de identificación basado solamente en la firma del usuario.

Aparentemente, el problema de reconocimiento de firmas es más complejo que el problema de verificación de firmas (M. Molina, 2004). La meta de la identificación es encontrar el autor de una firma dada entre un conjunto de firmantes conocidos. Esta tarea es muy laboriosa si tenemos que identificar entre un gran número de firmantes posibles. Al mismo tiempo, la probabilidad de obtener un resultado falso (identificar el firmante falso) incrementa. La identificación del firmante, por ejemplo, es usada automáticamente para identificar, que persona firmó.

El mecanismo para la identificación de firmas presentado está basado en dos conjuntos de características de diferentes medidas: dinámicas y estáticas, en combinación con una etapa múltiple de clasificador basado en redes neuronales (R. Plamondon, 1989). La identificación se realiza a través de una

estructura de red neuronal OCON (una clase-una red). La tarea de clasificación la realiza una red neuronal de base radial (RBF). La identificación se realiza hallando el mayor valor arrojado por las redes de los firmantes de la base de datos para una firma prueba.

La organización del trabajo es como sigue: sección 2. Contiene información de la base de datos y la etapa de preprocesamiento. Sección 3. La extracción de características. Sección 4: clasificación. Sección 5. Desempeño del mecanismo de identificación. Sección 6. se presentan los resultados experimentales y por ultimo en la sección 7, se presentan las conclusiones.

BASE DE DATOS Y PREPROCESAMIENTO

Los resultados de este trabajo son obtenidos usando un conjunto de datos de 1680 firmas genuinas (84 por persona). Las firmas son tomadas de 20 personas.

En la etapa de preprocesamiento realizamos la normalización de la firma, como sigue.

2.1. Normalización

El objetivo de la normalización de la firma es el de transformar una firma en un mismo canon. La normalización de la firma está basada en la normalización de sus descriptores de Fourier (R.S.Kashi,1996).

Primero hacemos el conjunto $Z_0=0$, el cual de es equivalente a trasladar el origen del sistema de coordenadas al centroide de la curva.

Después, dividimos el resto de descriptores de Fourier por Z_1 , lo cual es equivalente a escalar por $K=1/|Z_1|$ y rotar por $\theta = -\arg Z_1$ ver figura.1.

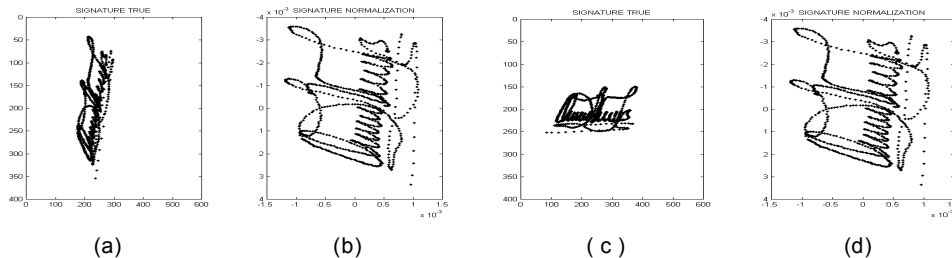


Figura 1. Las dos figuras a y c son firmas adquiridas desde la tableta. Las figuras correspondientes a su derecha b y d son las versiones normalizadas de a y c.

Tabla 1. Características de la firma

CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS	
Razón longitud vs ancho : $L_w = V_m T_d / X_w$	
Razón del espacio horizontal: $X_{wr} = X_w / H$;	
Centroide horizontal : $Y_{cn} = Y_m - \min(y)$	
Centroide Vertical : $X_{cn} = X_m - \min(x)$	
Donde V_m, Y_m, X_m son las medias de v, y y x respectivamente; $X_w = \max(x) - \min(x)$; H espacio horizontal.	
Distribución de densidad de puntos de la trayectoria en los ángulos tangentes $S_l = \text{card} \{ \theta_k : (l-1)\pi/4 < \theta_k \leq l\pi/4 \}, K, \quad k = 1, \dots, K, \quad l = 1, \dots, 8, \quad \delta_l = \theta_{k_l} - \theta_{k_{l-1}}, \quad \pi$	
Densidades sector - ángulo de los cambios angulares. es decir, cuatro sectores entre 0 y 2π .	
Primer momento : $M_1 = (x_m^2 + y_m^2) / K$ donde $x_m = \sum_1^K (x - X_m)$ y $y_m = \sum_1^K (y - Y_m)$	
Siendo X_m y Y_m la media de x, y y respectivamente y $K =$ número de muestras.	
CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS	
Tiempo total: $T = t_k - t_1$	Razón del tiempo presionado $T_p = T_p / T$
RMS de la velocidad: $V = \left(\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K v(k)^2 \right)^{1/2}$	Velocidad media: $V_m = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K v(k)$
Velocidad Promedio Horizontal: $V_x = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K v_x(k)$	Integral de la Acel.Centrípeta: $I_{A_c} = \sum_{k=1}^K v(k) \cdot \dot{v}(k) $
Presión promedio: $P_p = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i$	Pmax-Pmin (P normalizada): $P_{mm} = P_{max} - P_{min}$
Correlación entre v_x, v_y : $V_{xy} = \left \sum_{k=1}^K v_x(k) v_y(k) \right $	Derivada de la presión

EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS

En muchos sistemas, este paso casi no existe ya que el conjunto de señales es directamente usado como el conjunto de características. En otros sistemas, como el nuestro, los parámetros complejos son extraídos desde los datos pre-procesados.

Las 30 características extraídas de las firmas del banco de datos se muestran en la tabla 1.

CLASIFICACIÓN

4.1. Primera etapa de clasificación

En la primera etapa de clasificación se utilizan dos redes pequeñas, una para cada grupo de características. Todas las características son normalizadas antes de entrar a la red. El resultado de los pesos es almacenado para cada firmante por separado.

La figura 2 muestra la estructura del clasificador, además vemos que una distancia euclidiana es usada para entrenar una red junto con las otras dos redes mencionadas anteriormente. El resultado de estas redes sirven como entradas a la red RBF quien será la que tome la decisión final.

4.2. Segunda Etapa de Clasificación

Para tomar la decisión final, en esta etapa se emplea una red neuronal RBF. La red RBF tiene tres entradas que son las salidas de las redes en la primera etapa.

DESEMPEÑO DEL MECANISMO DE IDENTIFICACION

De acuerdo con el análisis hecho hasta el momento, cuando al mecanismo implementado para la identificación de firmas se le cuestiona de quien es cierta firma prueba, se siguen los siguientes pasos:

- La señal se captura y pasa por la etapa de preprocesamiento y la etapa de extracción de características.
- Los dos conjuntos de características extraídos sirven respectivamente como entradas a las dos redes neuronales perceptron multicapa. Se simula la red y se obtiene las salidas de estas correspondientes a las características de entrada.
- Se halla la distancia euclidiana entre las 30 características (13 dinámicas y 17 estáticas) de la señal de la firma no conocida y se entrena una nueva red.
- Las salidas de estas redes perceptron multicapa y la distancia euclidiana son tomadas como las entradas a la red RBF en la segunda etapa de clasificación.
- La red RBF es simulada. El sistema propone como la firma reconocida a la del firmante que arroje el máximo valor a la salida de la red RBF

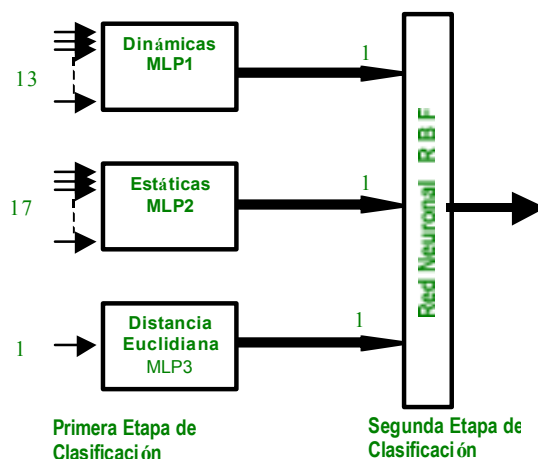


Figura 2 Descripción pictórica del clasificador utilizado

IDENTIFICACION

Para la identificación, se tiene un conjunto que consta de 1680 firmas genuinas. Cuestionamos el sistema 20 veces para cada firma. El mecanismo implementado escoge el máximo valor arrojado por el sistema de redes, como el firmante identificado.

Los posibles casos existentes serían:

Identificación Correcta: si el mecanismo implementado pregunta a quien pertenece la

firma prueba y la respuesta concuerda con el dueño de la firma.

Identificación Incorrecta: si el mecanismo implementado pregunta a quien pertenece la firma prueba y la respuesta no concuerda con el dueño de la firma.

La Tabla 2 resume los resultados obtenidos en la etapa de identificación para el firmante 4.

Tabla 2. Resultados de la identificación para un firmante

RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA ETAPA DE IDENTIFICACION PARA UN FIRMANTE CUALQUIERA	
Casos que deben ser identificados	84 (100.0%)
Identificación Correcta	78 (92.86%)
Identificación Falsa	6 (7.14%)

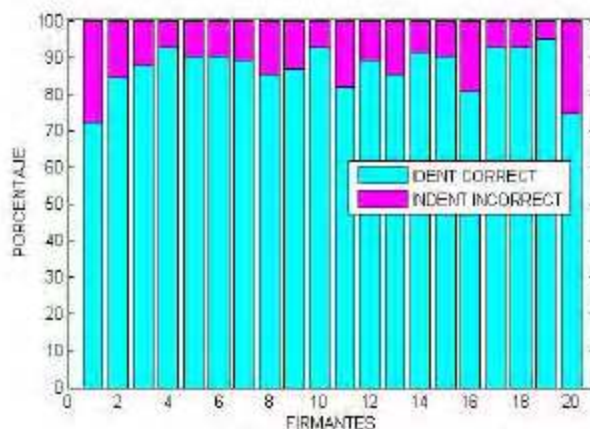


Figura 3. Porcentaje de error para cada uno de los 20 firmantes

RESULTADOS OBTENIDOS DEL MECANISMO DE IDENTIFICACION		
Casos que deben ser identificados	1680	(100.0%)
Identificación Correcta	1417	(84.35%)
Identificación Incorrecta	263	(15.65%)

Tabla 3. Resumen de resultados obtenidos en la identificación

En la figura 3 se muestra pictóricamente el porcentaje de error para cada uno de los firmantes. En la tabla 3 se resume los resultados obtenidos por el mecanismo de identificación propuesto.

tamaño fijo fueron entrenadas, mientras que en la segunda etapa el proceso de entrenamiento fue más sencillo. El desempeño del mecanismo de identificación es del 84.35% para identificaciones correctas.

CONCLUSIONES

Este trabajo propone un mecanismo de identificación de firmas. El sistema está basado en 30 características tanto dinámicas como estáticas o de forma; y en un clasificador de red neuronal de dos etapas que tiene una estructura de una clase una red. Durante el proceso de entrenamiento en la primera etapa solamente redes neuronales pequeñas y de

AGRADECIMIENTOS

M.L.Molina y N.A.Arias, quieren expresar sus agradecimientos a los integrantes del grupo de Óptica y Tratamiento de Señales y, al grupo de Conectividad y Tratamiento de señales de la Universidad Industrial de Santander que en su momento fueron de vital importancia para llevar a cabo este trabajo; y a Colciencias por su apoyo financiero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- H. Baltzakis, N. Papamarkos, "A new signature verification technique based on a two-stage neural network classifier", *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 14 (2001)
- R.S.Kashi, W.Turin, W. Nelson, "On-line handwritten signature verification using stroke direction coding", *Opt. Eng* 35(9) 2526-2533. (1996).
- M. L. Molina, N. A. Arias, O. Gualdrón, "Verification Of The Authenticity Of Handwritten Signature, Using Structure Neural Network Type Ocon", *Proceedings of the SPIE* (2004).
- R. Plamondon y G. Lorette, "Automatic Signature Verification and Writer Identification: the state of the art", *Pattern Recognition* 22(2), 107-131 (1989).
- R. Plamondon and G. Lorette, "Designing an Automatic Signature Verifier: problem definition and system description", in *Computer Processing of Handwriting*, R. Plamondon and C.G. Leedham, Eds. pp 3-20 World Scientific (1990).