

## A P É N D I C E D

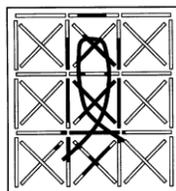
### MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA EXTRACCIÓN DE VECTOR CARACTERÍSTICAS.

#### Código extendido de Sombras.

Burr ha propuesto el código de sombras como una característica hecha a la medida para el reconocimiento de caracteres pertenecientes a firmas autógrafas [21].

Consiste en la superposición de un arreglo de máscaras de barra sobre la imagen binaria de una firma autógrafa. Siguiendo a Burr, se asume que cada barra es una luz de detección que relaciona un área espacial limitada para señales 2D. La operación de proyección de sombras se define como las proyecciones simultáneas de cada pixel negro de forma horizontal, vertical y diagonal en relación a las barras Figura D.1. La proyección de la sombra transforma al conjunto de bits de forma que los distribuye uniformemente a lo largo de la barra. Después todos los pixeles de una firma son proyectados, el número de los bits proyectados en las barras son contados. La forma perteneciente a la firma es, por lo tanto, representada por un vector característico con cardinalidades iguales al número de barras, con valores numéricos normalizados en el rango de [0-1].

La lógica del Código extendido de sombras permite la proyección local de la firma. Así, estos factores de la forma parecen ser un buen compromiso entre las características globales relacionadas con el aspecto general de la firma, y las características locales relacionadas con las medidas hechas en partes de la firma.



**Figura D.1.** Firma superpuesta y proyectada en las barras; figura basada en el artículo de Robert Sabourin [21].

## Blobs

Esta técnica se basa en el seguimiento del contorno de la firma, pues a través de ella y del estudio de la conectividad se analizan estructuras Blob que conforman la imagen de la firma. Un blob representa una estructura continua identificable en una imagen por ser de un color distinto de su fondo [4].

En el conjunto de blobs, el resultado obtenido de la conectividad incluye información, además es posible conocer la estructura jerárquica que relaciona cada blob de la imagen con el resto de blobs mediante su relación de parentesco.



**Figura D.2.** Firma que muestra distribución de Blobs, ejemplo mostrado en el artículo de Justino Edson J.R. [4]

En la Figura D.2 se incluyen en azul los blob pieza o padre del fondo de la imagen y en rojo los blobs hijo dependiente de los anteriores. En ejemplo anterior se observan cuatro blobs pieza, uno principal y otros tres de menor tamaño correspondientes a las letras "b" e "i" que se representan aisladas de la imagen de la firma.

Las cadenas de puntos  $(x,y)$  del perímetro de los blobs, tanto pieza como de sus hijos, que conforman la imagen constituyen la información biométrica relevante de este trabajo. Dicha cadena se recorre en sentido horario partiendo del punto más alto de la imagen.

## Densidad Local.

Lo primero que este método realiza es colocar un grid superpuesto encima de la imagen de la firma, segmentando a la firma en celdas cuadradas Figura D.3. Por cada celda, la densidad de los pixeles es calculada y considerada como una característica local asociada. De esta manera, la imagen de la firma es representada por una secuencia de columnas. Asociadas cada columna es un vector real, cuyos componentes son la densidad de los pixeles en la celda [9].

Se han probado con varias resoluciones siendo la más apropiada la de 100x100 y 16x16 permitiendo un análisis de la señal de la firma en resolución baja y resolución alta según corresponda, y de 40x40 pixeles correspondiente a una resolución media permitiendo un uso comprometido entre los extremos.

Para cada tamaño de celda, la imagen es transformada dentro de una secuencia real de vectores, las cuales son más adelante transformadas dentro de una secuencia de símbolos discretos usando un k-means de un algoritmo de vector de cuantificación (VQ). Idealmente conviene derivar en un código para cada autor en el orden para agregar más características sensitivas del autor en el proceso de verificación, sin embargo; se dan una pequeña cantidad de firmas para entrenar de cada autor, si el rendimiento es pobre se hará un ajuste al codebook con la finalidad de contemplar más autores.



**Figura D.3.** Ejemplo de un Grid superpuesto sobre la imagen, expuesto en el artículo de El-Yacubi [9]

### **Morfología Matemática.**

Se extraen dos tipos de información de la firma para la implementación del conjunto de características utilizadas para esta técnica: la orientación del trazo de la firma y la orientación de la silueta de una firma agrandada. Par extraer estas características de la firma recurrimos a la morfológica matemática que se puede considerar una herramienta para extracción de los componentes de la imagen útil para la representación y descripción del objeto geoméricamente [6].

Orientación del trazo de la firma:

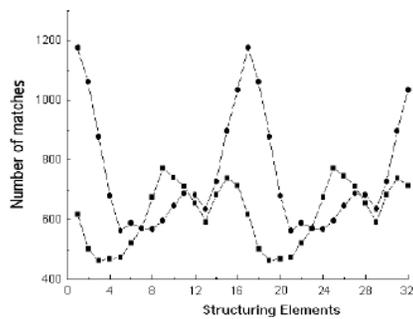
El primer conjunto de características concierne a la orientación del trazo en una imagen de firma. Antes de extraer este tipo de información, se implementara un conjunto de 32 diferentes elementos estructurados de 5X5 diferentes (SEs) como se muestra en la Figura D.4. Cada uno de los 32 SEs representa un pequeño segmento de línea con un grado de inclinación diferente. A continuación para cada SE aplicamos una transformación morfológica de acertar o errar (hit-or miss) a la imagen de firma delimitada y normalizada en tamaño. La transformación morfológica de acertar o errar es una herramienta básica para la detección de formas.

El objetivo es identificar el grado de inclinación de los trazos de la firma y contar la frecuencia de coincidencias para cada uno de los 32 SEs con la imagen de la firma.



**Figura D.4.** Representaciones referenciadas de las SEs de un cheque bancario [6], modificadas y corregidas para que éstas sean simétricas y distintas.

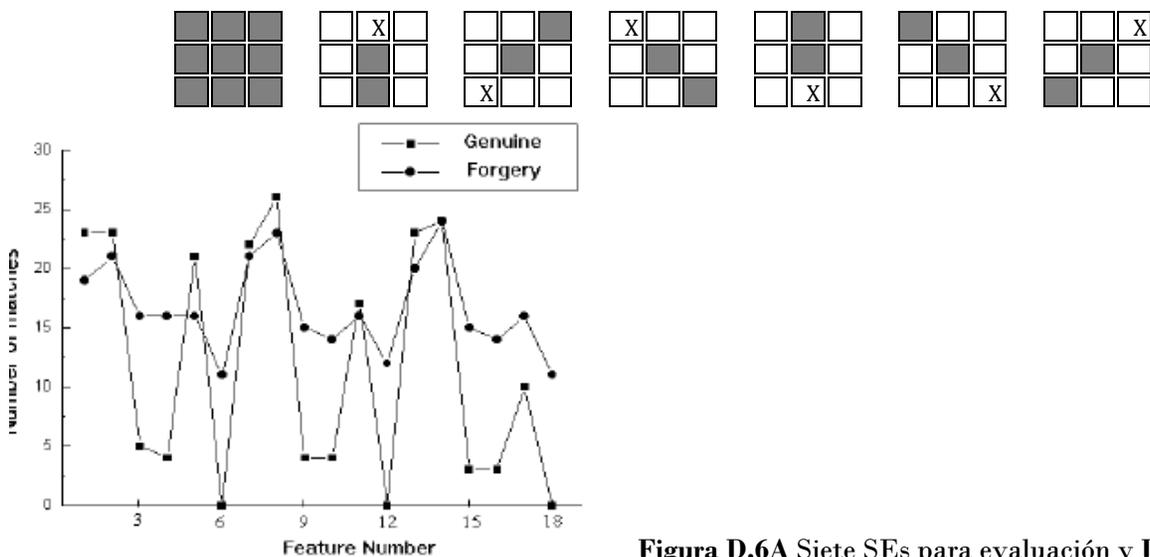
En la Figura D.5 se compara el número de concordancias para cada uno de los 32 elementos que conforman la estructura de una firma genuina con aquellos en una falsificación simple, observando que en ésta técnica es distinguible la firma autentica de la falsificación.



**Figura D.5.** Gráfica comparativa de concordancias para cada elemento, generada para un cheque bancario [6]

Orientación de la silueta de las firmas ampliadas.

El segundo conjunto de características, de forma similar al primero, provee la frecuencia de orientación de la línea de contorno en una imagen de firma y en sus versiones ampliadas. Para extraer estas características se utilizan 7 elementos estructurados de 3X3, llamados SE3.1, SE3.2,...,SE3.7 como se muestra en la Figura D.6A. El elemento estructurado SE3.1 se utiliza para ampliar la imagen de la firma así como sus versiones sucesivamente ampliadas mientras que cada uno de los otros representa una silueta de orientación distinta. Note que "x" en cada SE representa que el píxel puede ser tanto blanco como negro. Empezando con la imagen de la firma original repetimos el proceso de ampliación  $n-1$  veces sobre la última imagen ampliada, obteniéndose  $n$  imágenes diferentes (una imagen original  $n-1$  versiones agrandadas). Para cada una de esta  $n$  imágenes, contabilizamos la frecuencia de cada uno de las seis direcciones ocurridas en la silueta. Es por eso que el segundo conjunto de características se utiliza un vector  $6n$  dimensional. Cada componente de este vector muestra la frecuencia de ocurrencias de una determinada dirección una silueta de imagen. En la figura D.6B se compara el vector de características obtenido de una firma genuina con uno obtenido de una falsificación simple con las imágenes de la firma original agrandadas dos veces. Por lo tanto cada vector de características tiene 18 elementos. Note que existen considerables discrepancias entre dos vectores de características lo que demuestra una buena capacidad de discriminación para el conjunto de características propuesto.



**Figura D.6A** Siete SEs para evaluación y **D.6B** Compara el vector de características obtenido de una firma genuina con uno obtenido de una falsificación de un cheque bancario [6].

## **Grafometría.**

Este más que ser un método o una técnica para la extracción del vector de características, es un complemento de ella pues toma en consideración áreas de interés donde se puede localizar información relevante por ejemplo el zona media; donde se encuentra el cuerpo de la firma, la zona alta; donde se ven los trazos ascendentes y la zona baja donde se observan los trazos descendentes, todo esto con la finalidad de ver cierta características de la firma como son:

**Calibre:** El calibre incorpora dos aspectos importantes de las características geométricas en la evaluación global, las cuales son altura y ancho de la firma. Estas características son perfectamente absorbidas con el uso de escalas.

**Proporción:** La geometría regular en la forma de una firma es una característica principal observada en proporciones básicas. Con la escala esto es posible para incorporar la regularidad de las características de escritura. En este caso hay también una perfecta relación con la ocupación de la celda.

**Espaciamento:** Ésta característica revela el comportamiento geométrico de los huecos existentes entre los bloques de la firma o una simple carencia de ella.

**Directrices de comportamiento.** Esto tiene que ver con el movimiento vertical de la firma en concordancia con la línea de base, esto no puede ser analizado fuera de la presencia o la localización de la línea de base.

**Comportamiento base:** La base del comportamiento describe el ángulo de inclinación del texto durante la escritura, conforme a la línea horizontal imaginaria.

Todas estas características que se mencionaron con anterioridad pueden ser implementadas en sistemas automáticos con ayuda de algunas técnicas como código extendido de sombras, en donde mediante el grid podemos observar dichas características, otra técnica sería el de densidad local en éste también podemos considerar estas características mencionadas y por último de forma más particular es el de morfología matemática pues este secciona y realiza un amplificación de los trazos.