

# I N T R O D U C C I Ó N

Hoy en día la manera más conveniente para identificarse dentro y fuera del ámbito legal es la firma autógrafa. Su inclusión es obligada en contratos, identificaciones y todo tipo de documentos financieros. La verificación de la autenticidad de una firma se realiza en la mayoría de los casos por una persona que compara de manera visual la firma genuina (firma en que se tiene la seguridad de que pertenece al autor) con la firma cuestionada (firma que se necesita comprobar). La persona decide tras la inspección visual si la firma es original o se trata de una falsificación. Este proceso de verificación no está libre de errores. Con el objetivo de disminuir los errores humanos de verificación es que se ha propuesto desarrollar sistemas automáticos de reconocimiento de firma.

Dependiendo del momento en que se presenta la firma autógrafa a los sistemas, estos se clasifican en dos. Los sistemas fuera de línea (off-line) y los sistemas en línea (on-line). Los primeros comprenden aquellos que requieren de dispositivos de adquisición de imágenes a partir de documentos previamente firmados. Los segundos se realizan con dispositivos especiales que permiten capturar información dinámica de la realización de la firma en el momento de su presentación al sistema. Los dispositivos más utilizados en sistemas fuera de línea son los scanners, mientras que para los sistemas en línea los dispositivos típicos son las tablas digitalizadoras.

El análisis y diseño de los sistemas biométricos se auxilia en muchas ocasiones de la conceptualización hecha por Wayman[1]. Wayman propone 5 subsistemas que interactúan para poder realizar tareas de reconocimiento automático: obtención de datos, transmisión de datos, procesamiento de señales, almacenamiento y decisión.

Aunque los lineamientos de Wayman son suficientemente generales, el diseño y utilización de herramientas en cada uno de estos subsistemas depende fuertemente del tipo de biometría, y de los requerimientos particulares de cada sistema. En este trabajo se discuten y aplican dichos lineamientos particularizándolos al tratamiento de firmas.

La obtención de datos se puede realizar de diferentes formas. En el caso de la adquisición de la firma se utilizan distintas tecnologías dependiendo si el sistema es en línea o fuera de línea. La elección depende de los requerimientos del sistema y posiblemente restricciones de operación o adopción.

El módulo de transmisión de datos participa una vez que se tiene la biometría. Dependiendo de la capacidad de transmisión del medio, peso de la biometría y restricciones en los tiempos de respuesta del sistema se decide si es necesario aplicar métodos de compresión o no.

El módulo de procesamiento de señales se divide a su vez en tres: extracción de características, control de calidad y reconocimiento de patrones. Cada uno de estos aspectos tiene diferentes métodos, como es PDF (Función de Densidad de Probabilidad) para extracción del vector de características o el código extendido de sombra que tiene la misma finalidad. Para el reconocimiento de patrones se pueden considerar metodologías matemáticas o de probabilidad, como Modelos Ocultos de Markov, Redes Neuronales y Mezclas Gaussianas.

El presente trabajo tiene como objetivo comprobar la hipótesis de que la aplicación de algoritmos genéticos dentro de algunos procesos en un sistema de reconocimiento de firma autógrafa off-line mejora el desempeño<sup>1</sup> del sistema.

Para lograr esta empresa se modificó el diagrama de Wayman colocando un nuevo módulo en evaluación ligado con el modulo de decisión. Los algoritmos genéticos multiobjetivo fueron utilizados para identificar los componentes relevantes de los vectores característicos.

En el primer capítulo se desarrolla la investigación de la firma y los rasgos que la hacen única, tales como los elementos generales grafoscópicos, los elementos estructurales, etc. Además se le estudia como un factor importante e influyente en la sociedad así como el papel jurídico que desempeña. Se proporcionan los argumentos necesarios para que el presente trabajo sea enfocado a la firma off-line; es decir a las firmas plasmadas con anterioridad en documentos. Este sería el caso de los contratos en el ámbito legal y en el terreno financiero el de los cheques.

Una vez que se definió que la firma a verificar sería off-line, se investigaron diversos sistemas de reconocimiento de firma autógrafa off-line identificándose métodos aplicables a los diferentes módulos del sistema. La recopilación de estos métodos así como una breve explicación de ellos se ven plasmadas en el capítulo dos.

---

<sup>1</sup> medido a través de las tasas de falsa aceptación y de falso rechazo

El capítulo tres presenta las bases teóricas de los algoritmos genéticos, desde su definición, antecedentes, descripción de su metodología, diversos operadores genéticos, el pseudocódigo, parámetros. También se incluyen extensiones y variantes como paralelos, locales y multiobjetivo concluyendo con una discusión acerca de la utilización de los algoritmos genéticos en los sistemas de reconocimiento biométrico.

Una vez comprendido el funcionamiento y las ventajas que ofrecen los algoritmos genéticos es momento para presentar el diseño y desarrollo del sistema de reconocimiento de firma autógrafa off-line. El diseño se basa en el diagrama de sistemas biométricos de Wayman, sin embargo, se hicieron algunas adaptaciones. El enrolamiento de las firmas es a través de un formato de 14 celdas en papel, éste es digitaliza y guarda en jpg, para después extraer su vector característico con PDF (Probability Density Function), que con ayuda de los algoritmos genéticos multiobjetivo se logra un submuestreo eficiente dando solo las áreas de importancia; este vector es la entrada de una Red Neuronal de Base Radial que realiza el reconocimiento de patrones y por último se utiliza un umbral personalizado para la decisión. Este sistema se documenta en el capítulo cuatro.

Teniendo un sistema de reconocimiento de firma entrenado se procede a evaluar su desempeño, para ello se lleva a cabo el análisis de los resultados con el objetivo de poder comprobar la hipótesis planteada. Dicho análisis es elaborado en el capítulo cuatro.

Por último teniendo los resultados de la evaluación se exponen las conclusiones sobre esta tesis.