






## Motor generador de firmas sintéticas

		
Tipo de resultado de I+D	Grado de madurez comercial	Protección
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Nueva tecnología</li> <li><input type="checkbox"/> Nuevo producto</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Nuevo servicio</li> <li><input type="checkbox"/> Nuevo conocimiento o capacidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Modelo o idea conceptual</li> <li><input type="checkbox"/> Prueba de concepto</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Validado en un entorno controlado</li> <li><input type="checkbox"/> Validado en un entorno real</li> <li><input type="checkbox"/> Implantado entorno real con éxito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> No aplica</li> <li><input type="checkbox"/> Patente</li> <li><input type="checkbox"/> Software</li> <li><input type="checkbox"/> Know how</li> <li><input type="checkbox"/> Modelo de utilidad</li> </ul>

### Descripción de la solución. Problema que resuelve

Durante siglos, la firma manuscrita ha sido aceptada en todo el mundo con el propósito de reconocer la autoría de las personas firmantes. Algunas de sus aplicaciones más utilizadas han sido: la validación legal de documentos formales como contratos, testamentos, declaraciones de impuestos corporativos; o en las transferencias financieras, entre otras. Esto ha hecho que la firma se utilice como un rasgo biométrico en el contexto de sistemas y aplicaciones.

Desde el punto de vista de la tecnología, existen dos tipos de firmas:

- **Firmas off-line o estáticas:** Son las más frecuentes y tradicionales. Son firmas que quedan depositadas en un papel tras la firma del individuo con un instrumento de escritura, normalmente un bolígrafo. La información de esta firma suele encontrarse en una imagen escaneada.
- **Firmas on-line o dinámicas:** Su principal característica es que contienen el orden temporal y dinámico en el que el firmante ejecutó la firma (presión del lápiz, velocidad de escritura, aceleración y trazado). Para registrar este tipo de firmas se usan dispositivos electrónicos, como por ejemplo las tabletas, sobre las que se escribe con un lápiz digital, o los dispositivos táctiles, como los smartphones, sobre los que se escribe directamente con el dedo.

Los avances tecnológicos han permitido el surgimiento de robots capaces de actuar con las mismas características que la inteligencia humana, mediante el aprendizaje de patrones matemáticos a partir de datos conocidos, con el fin de generalizar y predecir nuevas situaciones. Con este fin se utiliza el llamado aprendizaje automático, que se basa en la introducción del conocimiento en forma de ejemplos continuados. Cuanto más rica sea la muestra de datos, más efectivo será entrenar a las máquinas.

Sin embargo, la obtención de datos reales (firmas, en este caso), es un proceso costoso que además encuentra algunas barreras u obstáculos legales, como podría ser la normativa en materia de protección de datos de carácter personal.

Una forma de resolver este dilema es mediante la producción de los llamados datos sintéticos, que son datos artificiales fabricados por ordenadores con alta similitud a las firmas reales. Estos datos son anónimos y se crean a partir de una serie de parámetros matemáticos que les permiten asemejarse a datos reales.

Los modelos generativos tienen la capacidad de aprender de datos reales y crear datos muy similares a éstos, distinguiéndose dos posibilidades:

- **Generación de duplicados de firmas:** Duplicar una firma significa generar artificialmente nuevas firmas a partir de una (o varias) firmas reales genuinas. Entre sus ventajas están: el entrenamiento de los sistemas de verificación automática, el aumento del número de firmas en una base de datos, el ajuste en el rendimiento de los verificadores con un menor número de firmas reales de referencia o la mejora de los rendimientos iniciales de un verificador.
- **Generación completa de firmas sintéticas:** En la generación de la firma totalmente sintética, los algoritmos empiezan a trabajar sin conocer ninguna firma real. En esta modalidad, los algoritmos definen una nueva identidad ficticia, diseñan la firma y generan tantas repeticiones de dicha firma ficticia como se soliciten. Estos generadores crean tanto firmas estáticas como firmas dinámicas.

La solución propuesta es un motor integrado por algoritmos capaces de generar firmas sintéticas, tanto duplicadas (a partir de una base de datos de donantes, que cedieron sus firmas manuscritas con fines de docencia e investigación) como generadas completamente de manera sintética, es decir, sin partir de firmas reales (eliminando así cualquier restricción ligada a la ley de protección de datos).

De hecho, el motor es capaz de generar bases de datos ad-hoc para el desarrollo y entrenamiento de sistemas con propósitos comerciales. En este contexto, las firmas sintéticas tienen muchas utilidades, y entre ellas: minimizar el tiempo de aprendizaje automático, o el coste y el riesgo de las operaciones.

## Ámbitos de aplicación comercial

La firma manuscrita de un firmante varía cada vez que la ejecuta. Ésta no solo está condicionada a cómo un individuo aprendió a escribir a mano, sino también depende de las circunstancias del medio, de la personalidad del firmante, de la educación, del medio ambiente cultural, además de sus habilidades cognitivas y motoras.

De hecho, la firma (como rasgo biométrico conductual), es sensible a las variaciones a largo plazo que pueden estar relacionadas con el envejecimiento o las degeneraciones neuromotoras, entre otros.

Todos estos elementos abren un amplio espectro de posibilidades, encontrando numerosos ámbitos de aplicación comercial. Entre otros, la generación de firmas sintéticas podría contribuir a diversas disciplinas sensibles a las firmas manuscritas, tales como:

- **Inteligencia artificial:** Como se ha descrito anteriormente, los científicos informáticos emplean bases de datos de firmas sintéticas (especialmente útiles cuando los datos reales son muy costosos de conseguir o tienen difícil acceso) para optimizar sus procesos de entrenamiento de sistemas de inteligencia artificial.
- **Análisis forense:** Los examinadores de documentos forenses podrían utilizar la generación duplicada de firmas como soporte adicional para la toma de decisiones. La evaluación de la autenticidad de las firmas manuscritas permitirá detectar falsificaciones, firmas encubiertas y fraudes, especialmente relevantes en procesos legales (contratos, testamentos, poderes, ...), o en transacciones económicas (declaraciones de impuestos, transferencias bancarias, etc.).
- **Soporte al aprendizaje:** Los modelos empleados para la generación sintética de firmas podrían tener aplicación en el ámbito de la educación (para aprender a escribir trazo por trazo, p.e.), o en el diseño de pruebas específicas para la rehabilitación o para ejercitar a personas que padecen alguna enfermedad visual o determinados trastornos musculoesqueléticos.
- **Ayuda a la identificación de patologías:** Dado que la escritura guarda una correlación con el mapa cognitivo y con otras señales biomédicas asociadas a cada individuo, posibles aplicaciones alternativas a la verificación de firmas están relacionadas con la identificación temprana y evaluación de dificultades de aprendizaje en niños o de problemas de degeneración cognitiva o motora en adultos, tales como Parkinson o Alzheimer.

## Oportunidad de mercado

Actualmente, el reconocimiento biométrico está en continuo crecimiento. En nuestra vida diaria, esta tecnología está tomando popularidad en el control de acceso, en la identificación de personas, en las transacciones financieras o en la salud y el bienestar, entre otros.

A pesar de que el número de rasgos biométricos es limitado, esta tecnología es capaz de ofrecer una mayor seguridad y comodidad que los métodos tradicionales como aquellos basados en soportes físicos (por ejemplo, pasaportes o tarjetas de identificación) y aquellos basados en el conocimiento (por ejemplo, números PIN o contraseñas) para asegurar que la persona correcta está en el lugar correcto en este momento.

Algunos ejemplos de rasgos biométricos son las huellas dactilares, la cara, el iris o la voz, siendo la firma una de las menos explotadas debido al poco éxito en aplicaciones prácticas hasta ahora.

Uno de los retos cruciales de un sistema biométrico basado en firmas es la variabilidad intra-personal (es decir, la similitud entre firmas ejecutadas por el mismo firmante), la cual es impredecible. Esta deriva temporal, que puede incluso verse degradada por el efecto del envejecimiento o de otro tipo de patologías, plantea un gran desafío en el reconocimiento automático de la firma.

Otro reto importante que enfrentan los sistemas biométricos basados en firmas es la variabilidad inter-personal, la cual es también impredecible. Esto significa la similitud entre las firmas ejecutadas por diferentes autores. En un sistema basado en la firma manuscrita, la variabilidad inter-personal se atribuye principalmente a las formas de falsificar la identidad de los firmantes.

Para resolver esta casuística, el motor generativo propuesto está basado en una combinación de algoritmos capaces de generar tanto firmas completamente sintéticas (modelado inter-personal) como firmas duplicadas (modelado intra-personal). Este conjunto amplio de firmas permite disponer de un set de entrenamiento muy completo (al incluir variabilidades inter e intra personales extra), logrando reducir las tasas de error en la ejecución de los sistemas de verificación automática de firmas basados en inteligencia artificial.

Es aquí donde radica la principal oportunidad de mercado. En la medida en que la tecnología está contribuyendo a resolver los desafíos aludidos, la firma se impondrá como un rasgo biométrico sólido, con múltiples aplicaciones comerciales (ver apartado anterior) en un mercado global y, por tanto, de gran tamaño.

## Ventaja competitiva

La firma manuscrita es un rasgo biométrico ampliamente aceptado por la sociedad: que un cliente ofrezca una firma es algo más aceptable que ofrezca su huella dactilar, su iris u otro rasgo biométrico. Su uso en reconocimiento automático de personas es, por tanto, una oportunidad competitiva.

Además, la creación de datos de manera artificial es, en general, más rentable que la recopilación de datos del mundo real. En el contexto de firmas manuscritas, de entre todas las posibles ventajas de sintetizarlas, algunas de las más relevantes son las siguientes:

- La producción de firmas no requiere de ningún esfuerzo una vez los algoritmos hayan sido desarrollados.
- No existe limitación de tamaño en términos de firmas por individuos ya que las muestras son generadas por un ordenador.
- No intervienen los aspectos legales con lo cual no se compromete compartir los datos a terceros.
- Se eliminan los errores humanos de etiquetado y organización de las bases de datos.
- Permiten llevar a cabo evaluaciones estadísticas significativamente relevantes del rendimiento de los sistemas.
- Se puede simular el envejecimiento en la firma o los diferentes niveles de madurez.
- Se pueden simular firmas afectadas por enfermedades neurodegenerativas u otros desórdenes cognitivos.
- En consecuencia, surge una tremenda oportunidad de analizar el deterioro y la pérdida de función de los órganos responsables en la producción de la escritura.

Adicionalmente, a diferencia de otros modelos generativos existentes en la actualidad, el motor de firmas sintéticas desarrollado permite dividir el complejo proceso de escritura en las diferentes etapas basadas en aspectos cognitivos y neuromotores.

Dado que los modelos propuestos buscan imitar los procesos biológicos en un modo cercano a la realidad, no solo permiten comprender mejor el funcionamiento humano de generación de escritura, sino que además ofrecen mayor flexibilidad para adaptarse a las diferentes morfologías, léxico y demás peculiaridades de la escritura real.

**AUTORÍA** Miguel A. Ferrer Ballester

**Categoría** Catedrático de Teoría de la Señal y Comunicaciones

**Centro de investigación** Grupo de Procesado Digital de la Señal (GPDS) del Instituto para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación en Comunicaciones (IDeTIC)

#### Oficinas de contacto

##### Propiedad Industrial e Intelectual (OPII)

@ maria.sacristan@fpct.ulpgc.es

☎ 928 45 49 76

@ elisa.rodriguez@fpct.ulpgc.es

☎ 928 45 99 45 / 43

##### Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)

@ arivero@fpct.ulpgc.es

☎ 928 45 99 56 / 43



[www.fpct.ulpgc.es](http://www.fpct.ulpgc.es)