

## BÚSQUEDA DE PARÁMETROS IDENTIFICATORIOS EN TRAZOS MANUSCRITOS

Verónica I. Aubin (1), Jorge H. Doorn(1,2)

(1) Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas  
Universidad Nacional de La Matanza, Florencio Varela 1903, San Justo, Argentina.

(2) INTIA, Facultad de Ciencias Exactas  
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires,  
Paraje Arroyo Seco, Campus Universitario, Tandil, Argentina.  
e-mail: veroaubin@gmail.com, jdoorn@exa.unicen.edu.ar

### Resumen

En este trabajo se propone analizar los aspectos característicos en trazos manuscritos, a través del procesamiento de imágenes. Se pretende relacionar la fuerza ejercida cuando una persona escribe con el grosor y valor de gris del trazo, analizando los residuos observables sobre el papel. Se aspira entonces a definir indicadores aptos para la caracterización del autor del texto manuscrito, utilizando recursos del procesamiento de imágenes en tiempo diferido en relación con la escritura. Se pretende sistematizar la información disponible de manera de poder contribuir a la creación de indicadores que permitan tener una métrica de distancia entre una muestra de escritura incógnita con muestras patrones de escrituras realizadas por personas identificadas.

**Palabras clave:** *grafología, análisis de trazos, presión del trazo, perfiles residuales.*

### Contexto

La presente propuesta está inmersa en la línea de investigación “Obtención de las Características Dinámicas de un Trazo Manuscrito”, en el proyecto de investigación “Determinación de Propiedades de Trazos Manuscritos por Distintos Medios”, ING017 de la UNLaM.

### Introducción

En el siglo XIX, Giovanni Morelli [1] introdujo un cambio de paradigma en la identificación de las falsificaciones de cuadros célebres. Hasta ese momento se procuraba autenticar las pinturas mediante

indicadores globales tales como iluminación general, perspectiva entre otras cosas o, analizando las características más evidentes: la sonrisa de Leonardo, los ojos alzados al cielo de los personajes de Perugino, etc. Pero, por evidentes y conocidas, estas características eran precisamente las más fáciles de imitar. Giovanni Morelli creía, en cambio, que las falsificaciones debían detectarse observando los detalles menos trascendentes de cada cuadro, aquellos menos influidos por la escuela pictórica a la que el artista pertenecía, aquellos rasgos estereotipados que cada artista -original o falsificador- incorpora de manera automática, casi inconsciente, en su técnica de dibujo: los lóbulos de las orejas, las uñas, los dedos de manos y pies. Estos datos marginales son, según Morelli, reveladores porque constituyen los momentos en los que el control del artista se relaja y cede su lugar a impulsos puramente individuales, “que se le escapan sin que él se dé cuenta“. De este modo, Morelli descubrió y catalogó la forma de oreja característica de Botticelli, de Leonardo, de Rafael, etc., rasgos que se encuentran en los originales, pero no en las copias [2].

La influencia de este cambio de paradigma ha sido inmensa y con el paso del tiempo los detalles que se utilizan han evolucionado siendo cada vez más minúsculos como por ejemplo en la identificación de personas. En este ámbito, Alphonse Bertillon [3], en 1879, elaboró un método antropométrico basado en minuciosas medidas; tiempo después, Francis Galton (1822-1911) propuso un método de identificación mucho más sencillo, tanto por

lo que se refería a la recopilación de datos como a su clasificación. El método estaba basado en las huellas digitales. Dicho método de clasificación tiene como antecedente la propuesta hecha por el fundador de la histología, Purkynje, quien desde 1823 afirmaba que no existen dos individuos con impresiones digitales idénticas, por lo que esta peculiaridad era digna de tomarse en cuenta [3].

Los 40 rasgos propuestos por Galton para la clasificación de las impresiones digitales fueron analizados y mejorados por el investigador de la Policía de la provincia de Buenos Aires Juan Vucetich [4].

En el campo particular del estudio de trazos manuscritos realizados por seres humanos, el método más eficiente y actualmente más generalizado de análisis pericial es el denominado grafonómico por Sollange Pellat [5]. Este método arranca de una nueva manera de abordaje analítico del grafismo. Citando a Viñals y Puente “La fiabilidad del sistema era fruto de una nueva visión sobre la escritura: [6] no considerarla como arte, sino como un reflejo fisiológico y psicológico del individuo. Es por ello que se convierte en un elemento identificativo. .. Pero en la escritura existe una jerarquía de signos, tales como la profundidad, intensidad, presión, rapidez, dirección, continuidad que son imposibles de cambiar. Esta metodología que se demostró altamente efectiva pues se adentra en la anatomía de la letra, y consiguió el reconocimiento de la Justicia”[6]

En el presente proyecto se ha tratado profundizar el abordaje analítico del grafismo, utilizando recursos del procesamiento de imágenes. procurando encontrar aspectos característicos del trazo invisibles o muy poco visibles que tengan la propiedad de ser altamente repetitivos. El estudio semi-automático o automático de trazos manuscritos es una actividad de importancia en una gran variedad de dominios. En algunos de ellos el objeto de interés es la comprensión del texto escrito, mientras que en otros se procura identificar al autor del mismo [7]. Este proyecto se concentra en algunos

aspectos relacionados con la identificación del autor de los trazos.

Además de los aspectos morfológicos es conocido que la fuerza ejercida durante la escritura es consecuencia de aspectos fisiológicos, psicológicos y culturales [6].

La fuerza ejercida durante la escritura debe medirse durante el acto de la escritura propiamente dicha. Existen dispositivos [8] [9] [10] que permiten conocer esta fuerza y los estudios realizados con los mismos han sido valiosos para estimar las características de las mismas. Sin embargo son poco transportables al problema práctico ya que en general los estudios de identificación del escribiente sólo tienen acceso al resultado de la escritura.

La fuerza ejercida en el momento de la escritura deja algunos residuos tales como el color relativo de cada fragmento del trazo o el ancho del mismo. Este hecho ha sido reconocido y analizado por muchos autores [11] [12] [13] [14], sin embargo no se han desarrollado indicadores o parámetros de comparación que permitan ayudar a la identificación del autor del texto estudiado.

En proyectos anteriores se analizaron algunos aspectos de los trazos manuscritos, a través del procesamiento de imágenes. Se relacionó, bajo condiciones controladas, la fuerza ejercida cuando una persona escribe con el grosor y valor de gris del trazo [15] [16] [17].

Se estableció que el ancho medio y el valor de gris son, dentro de ciertos límites, casi proporcionales al peso, pero una vez que el papel alcanza la máxima deformación condicionada por la base ya no varía significativamente. Se comprobó que no había variación en los resultados anteriores utilizando distintos colores de tinta [15] [16] [17].

Además, se encontró que un trazo espontáneo de un grafema aparecen zonas donde el ancho medio y el valor de gris son notoriamente diferentes del resto del trazo. Estas zonas son casi invariantes en su ubicación relativa para todas las muestras del mismo grafema realizadas por la misma persona [17].

Las comparaciones realizadas sobre los gráficos característicos del trazo arrojaron resultados muy favorables. Por un lado los valores de grises y los anchos medios del trazo son altamente repetitivos para trazos que representan el mismo grafema realizados por el mismo autor [17].

En el presente proyecto se aspira a sistematizar la información disponible de manera de poder contribuir a la creación de métricas que sean indicadores que permitan tener estimar una de distancia entre una muestra de escritura incógnita con muestras patrones de escrituras realizadas por personas identificadas.

### Líneas de investigación y desarrollo

El arreglo experimental se basa en la captura de imágenes, una cámara SONY XCD-SX910 CR, lente macro zoom NAVITAR 7000, F=12.5-108mm usando la luz difusa ambiente; el mismo instrumento de escritura, bolígrafo “bic trazo grueso” de color azul y las características del papel y la base de apoyo en 5 hojas de 75g/m<sup>2</sup>.

Para realizar el análisis de los aspectos característicos del trazo manuscritos se tomaron distintas muestras del mismo grafema realizadas por distintas personas.

Se procesaron las imágenes digitalizadas, a los fines de constatar las peculiaridades distintivas más sobresalientes que permiten obtener información acerca de las características del escritor, tales como presión relativa en los trazos verticales, horizontales, ascendentes, descendentes, rectos, curvos y las minucias del trazo que tengan la propiedad de ser altamente repetitivos. En lo que sigue se ha hecho una extensión del término minucias, propio de las impresiones digitales, a los trazos estudiados con un sentido similar al de las huellas digitales.

El proceso comienza con la umbralización de la imagen y el suavizado de los bordes aplicando los algoritmos de erosión y dilatación [18]. Luego, se esqueletiza el trazo manteniendo la continuidad del mismo [19], y se calcula para cada punto del esqueleto la recta perpendicular al mismo, sobre la cual se

mide en la imagen original el valor del mínimo gris. Se procede a rectificar el trazo de manera de poder graficar el valor de gris en un sistema cartesiano.

### Zonificación de los grafemas

Se presentan, a modo ilustrativo (imágenes 1 y 2), dos muestras del mismo grafema realizadas por el mismo autor.

Utilizando el tratamiento descrito más arriba, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla1, y los gráficos 1 y 2 donde se observa que los valores de grises correspondientes a cada tramo del trazo se mantienen relativamente similares entre si.

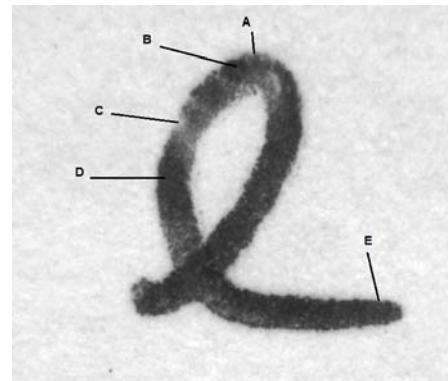


Imagen1

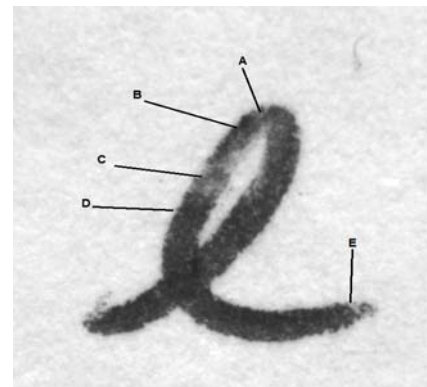


Imagen 2

El punto A se corresponde con un posible levantamiento del bolígrafo al realizar la curva superior del grafema debido al cambio de dirección en la construcción de los rasgos.

El punto B se corresponde con una probable detención en el trazo.

El punto C se relaciona con un posible levantamiento de la birome.

El punto E se corresponde con el final del trazo.

El gráfico 3 representa los resultados obtenidos para el mismo grafema realizado por otro autor.

Promedio de valores de grises mínimos		
	Imagen1	Imagen2
Trazo Inicial	48,52	54,45
Trazo ascendente inferior	56,49	58,34
Trazo ascendente superior	61,51	67,62
Trazo descendente superior	77,45	79,91
Trazo descendente inferior	60,79	58,09
Trazo final	50,30	52,39
Último trazo	54,83	55,51

Tabla1

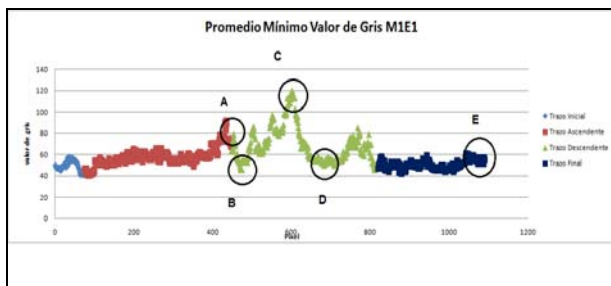


Gráfico1

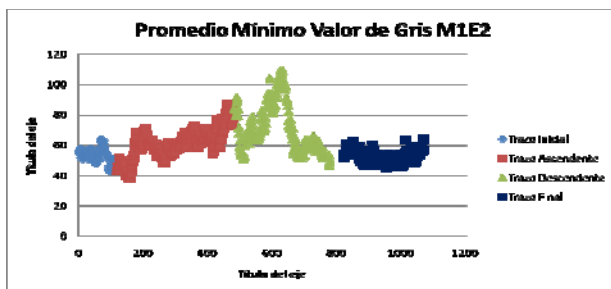


Gráfico2

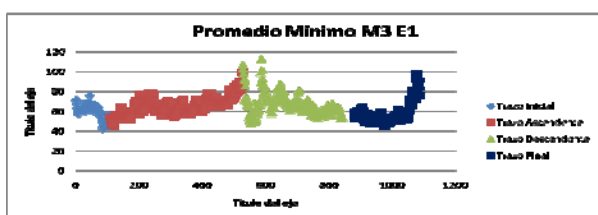


Gráfico 3

La comparación de los gráficos hace evidente las diferencias la diferencia entre los residuos dejados por dos autores diferentes.

### Minucias

El estudio cualitativo del conjunto de imágenes y los gráficos correspondientes permitió observar la presencia de minucias o aspectos característicos como puntos muy oscuros, muy claros, discontinuidades o superposiciones que parecen ser invariantes para cada escritor.

### Asimetría en el trazo

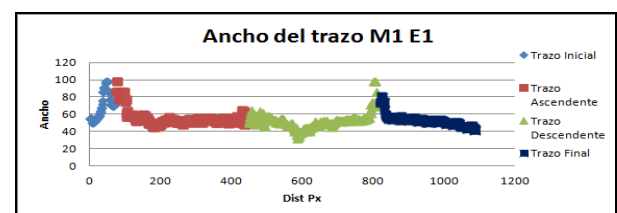
La observación detallada de las imágenes permitió detectar la presencia de un nuevo fenómeno: La línea que une los puntos más oscuros a lo largo del trazo no coincide con la línea del esqueleto. Por otra parte esta línea se ubica siempre en la misma posición relativa en las diferentes zonas de un grafema producido por el mismo autor. Estudiando más detalladamente este fenómeno se encontró que la distancia relativa entre la línea de los mínimos y el esqueleto varía de individuo a individuo, la repetitividad de este hecho es parcialmente desconocida y su proyección identificatoria debe ser estudiada con mayor detalle.

### Ancho medio

Utilizando el esqueleto se midió también el ancho del trazo. En forma análoga a lo que ocurre con los valores de gris se comprobó que el ancho medio de los trazos también permite zonificar los grafemas. Este ancho medio muestra una alta correlación con los valores mínimos de gris.

### Resultados y Objetivos

Se encontró que esqueletizando y rectificando un trazo espontáneo de un grafema aparecen zonas donde el ancho medio y el valor de gris son notoriamente diferentes del resto del trazo. Estas zonas parecen ser casi invariantes en su ubicación relativa para todas las muestras del mismo grafema realizadas por la misma persona.



Las zonificaciones realizadas por mínimos en los valores de gris y por anchos medios son muy similares.

La presencia de minucias en puntos casi fijos del trazo, permitirían colaborar en la identificación del autor.

Queda pendiente determinar el grado de repetitividad de las zonas de mayor fuerza y menor fuerza en más escritores y en más

grafemas. Establecer el grado de repetividad de las minucias en más escritores y en más grafemas.

### Formación de Recursos Humanos

Esta línea de investigación se corresponde con la tesis de maestría “Determinación de Propiedades de Trazos Manuscritos por Distintos Medios” que está desarrollando la Lic. Verónica Inés Aubin en la UNLaM.

### Referencias

[1] F.A. Campagne. “El oficio del historiador: Entre Sherlock Holmes y Sigmund Freud”. <http://www.nuevaalejandria.com/archivos-curriculares/sociales/nota-016.htm> (última consulta marzo 2011)

[2] Udo Kultermann. “Historia de la historia del arte, el camino de una ciencia”. Ediciones Akal. Nueva edición aumentada 1990.

[3] Ginzburg, Carlo. “Señales: Raíces de un paradigma indiciario”. En Aldo GARGANI (1983). Crisis de la Razón. México: Siglo XXI.

[4] [wikipedia.org/wiki/Juan\\_Vucetich](http://wikipedia.org/wiki/Juan_Vucetich)

[5] Manuel José Moreno Ferrero “Grafología Forense: La Pericia Caligráfica Judicial” [www.grafoanalis.com/moreno\\_forense.pdf](http://www.grafoanalis.com/moreno_forense.pdf) (última consulta marzo 2011)

[6] F. Viñals and M. Puente. “Pericia Caligráfica Judicial: Práctica, casos y modelos”. Ed. Herder, Barcelona. 2001.

[7] Plamondon R. y Srihari S. N “On-Line and Off-Line Handwriting Recognition: A Comprehensive Survey”. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 22(1), 63–84 (Jan. 2000).

[8] D. Sakamoto, T. Ohishi, Y. Komiya, H. Morita and T Matsumoto, "On-line Signature Verification Algorithm Incorporating Pen Position, Pen Pressure and Pen Inclination Trajectories", Proc. IEEE ICASSP 2001, Vol. 2, pp. 993-996, 2001.

[9] W. S. Wijesoma, K.W. Yue, K. L. Chien, and T. K. Chow, “Online handwritten signature verification for electronic commerce over the internet,”, WI 2001. N. Zhong et al.

Eds. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2001, pp. 227–236.

[10] Nelson, W. and E. Kishon.. Use of Dynamic Features for Signature Verification. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 201-205. 1991

[11] Ammar, M., Yoshida, Y., Fukumura, T.: “A New Effective Approach for Off-line Verification of Signatures by Using Pressure Features”, Proc. ICPR (1986) 566-569

[12] Huang, K., Yan, H.: “Off-line signature verification based on geometric feature extraction and neural network classification”, Pattern Recognition 30(1997) 9-17

[13] A. Mitra, P. Kumar Banerjee and C. Ardil. “Automatic Authentication of Handwritten Documents via Low Density Pixel Measurements”. International Journal of Information and Mathematical Sciences 2:4 2006.

[14] J. F. Vargas, M. A. Ferrer, C. M. Travieso, and J. B. Alonso. “Off-line Signature Verification Based on Gray Level Information using Wavelet Transform and Texture Features”. In Proceedings International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, Nov. 2010.

[15] V. I. Aubin, R. S. Wainschenker, J.H. Doorn.: “Determinación de Propiedades de Trazos Manuscritos por Medios Interferométricos”. WICC-2005. 2005 ISBN:950-665-337-2 pag 134-137.

[16] V. I. Aubin, R. S. Wainschenker, J.H. Doorn.: “Perfilometría Virtual en Trazos Manuscritos Residuales”. WICC 2010.

[17] V. I. Aubin, R. S. Wainschenker, J. H. Doorn.: “Aspectos Invariantes en Trazos Manuscritos”. WICC 2011.

[18] Baxes G. A. “Digital Image Processing” John Wiley & Sons Inc.(1994).

[19] Zhang T. Y. and Suen C. Y. “A fast parallel algorithm for thinning digital patterns”. In Communications of the ACM, volume 27, pages 236-239, 1984