

PERFILOMETÍA VIRTUAL EN TRAZOS MANUSCRITOS RESIDUALES

Verónica I. Aubin (1), Rubén S. Wainschenker (2), 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, {rfw,jdoorn}@exa.unicen.edu.ar

RESUMEN

El proyecto “Determinación de Propiedades de Trazos Manuscritos por Distintos Medios” propone estimar el grado de presión o el grado de presión relativa empleado en la escritura manuscrita, en distintas partes del trazo. Usando un método no invasivo y de bajo costo. Que el texto original no se modifique física o químicamente permite la posibilidad de múltiples análisis, también el caso de análisis forense donde existe la necesidad de preservar la muestra original.

En este trabajo se propone a través del procesamiento de imágenes, inferir la presión ejercida cuando una persona escribe, analizando las diminutas deformaciones que la escritura produce sobre el papel y las características del trazo tales como el grosor y valor de gris del mismo.

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.

1. INTRODUCCION

Tal como ocurre con la voz o con la mayoría de los parámetros vitales de un ser humano, los trazos manuscritos realizados por una persona tienen una gran variabilidad dependiendo de numerosos factores. Sin

embargo la firma de un ser humano es aceptada en forma casi universal como un medio de reconocimiento de la voluntad de esa persona. Ambos hechos son ciertos, los trazos realizados por seres humanos son enormemente variables, pero existe un núcleo de aspectos invariantes que hace viable el reconocimiento automático o manual de texto manuscrito en todas sus variantes.

El procesamiento automático de trazos realizados por seres humanos ha sido aplicado en gran cantidad de situaciones tales como el reconocimiento del texto manuscrito, el reconocimiento del escritor y la verificación de firmas entre muchas otras. Las diferentes estrategias con que se abordan estas aplicaciones tienen sus cimientos en la extracción de diversos parámetros del texto manuscrito.

Las dos estrategias clásicas para la adquisición de información para el análisis de trazos manuscritos son la adquisición de datos en tiempo real (on-line) o la adquisición de datos posterior (off-line) [1]. On-line significa que la escritura se hace en un arreglo experimental completamente controlado donde el dispositivo de escritura o la superficie sobre la que se escribe o ambos tienen detectores que capturan en cada instante la posición, trayectoria, presión, o la orientación del instrumento de escritura. En el segundo caso se obtiene la información de los resultados del proceso de escritura, analizando el texto producido [6][7][8][9][10].

Si bien es sabido que hay especialistas en estudio de la escritura que pueden apreciar la

presión de los trazos basados sólo en su habilidad y experiencia personal, la adquisición sistemática de la información asociada a presión, presión relativa y grosor del trazo de escritura, ha quedado restringida, en los últimos años, a dispositivos de captura en tiempo real, o sea a dispositivos que sólo pueden obtener la información necesaria si quien escribe utiliza un instrumento especial para hacerlo.

Los textos manuscritos en general y las firmas en particular incluyen características dinámicas, además de las características morfológicas. Es muy difícil la falsificación de un texto manuscrito que contenga las mismas características dinámicas.

Los dispositivos de captura de información en tiempo real ofrecen una visión del trazo en al menos tres dimensiones (x, y, fuerza) o eventualmente cuatro o cinco (x, y, fuerza, ángulos) mientras que la captura de imágenes del texto ofrece una visión en dos-dimensiones del texto manuscrito. La información dinámica del trazo hasta ahora no puede ser capturada por medio de imágenes en dos-dimensiones.

Existen muchos estudios que encaran el problema de la Verificación de Firma en forma automática [2] [3] [4] [5], utilizando técnicas basadas en rasgos no dinámicos de la firma, tales como aspectos globales, locales, estadísticos, geométricos, etc., o una combinación de diferentes aspectos.

La línea de investigación de este proyecto es inferir la presión ejercida en el momento de la escritura en cada sector del trazo, partiendo del análisis de una imagen en dos dimensiones, obtenida con una máquina fotográfica o un scanner, analizando las tonalidades de grises y ancho del trazo.

2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

Fuerza ejercida en la escritura

Se ha comprobado experimentalmente en etapas anteriores del proyecto que la fuerza

aplicada durante la escritura, con los instrumentos habituales y sobre los papeles habituales varían entre 0 N y 2 N (Newton). Esto ha definido toda la estrategia posterior como se indica en los siguientes párrafos.

Trazos con fuerza controlada

Con el único propósito de comprobar que existe alguna posibilidad de estimar la fuerza aplicada durante la escritura a partir de los registros dejados en el papel, se creó un arreglo experimental para producir trazos con fuerza controlada como muestra la figura 1.

Este dispositivo es básicamente un tubo hueco que contiene un instrumento de escritura sometido a la fuerza que ejercen las pesas que se colocan sobre el instrumento de escritura en el mismo tubo. La fricción entre los componentes del dispositivo es prácticamente despreciable.



Figura 1. Dispositivo para realizar los trazos con fuerza controlada

Utilizando éste dispositivo, se realizaron numerosos trazos rectos con diferentes pesas de manera de realizar trazos con presión constante. Las pesas utilizadas fueron seleccionadas entre 10g y 200g (lo que se corresponde con los 0,1 y 2 N).

En la figura 2, se presenta un gráfico de los valores de la escala de grises a lo largo de una línea imaginaria perpendicular al trazo, en un punto determinado del mismo. La zona horizontal representa el papel sin ninguna escritura. Se muestra en la imagen como se tomaron las mediciones de ancho medio del

trazo y valor del nivel de gris, para su posterior análisis.

Debe notarse que los valores de la ordenada se corresponden con intensidad de tonos de gris, no de fuerza.

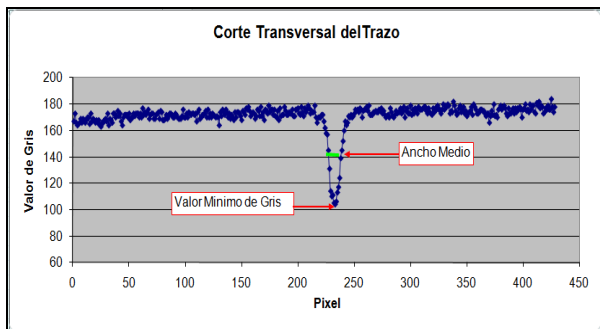


Figura 2 Número digital de intensidad de gris en función de la posición del pixel en un punto determinado del trazo.

La influencia de la fuerza aplicada sobre el valor de gris en el centro del trazo se observa en la figura 3.

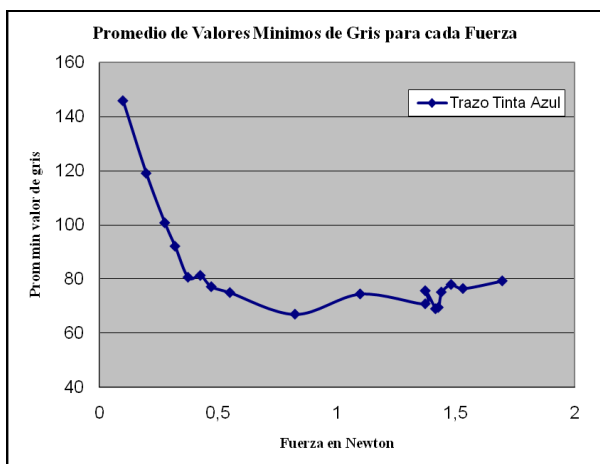


Figura 3. Nivel de gris en el centro del trazo.

En la figura 4 se ve la influencia de la fuerza aplicada sobre el ancho medio del trazo.

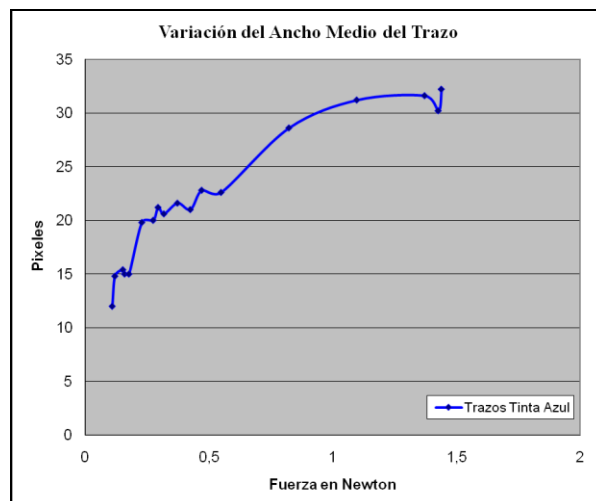


Figura 4. Ancho medio del trazo

Los resultados obtenidos representan una realidad que se ajusta a lo que se esperaba, se observa que entre la cota inferior de fuerza y los 1 N aproximadamente la deformación es casi proporcional al peso, pero una vez que el papel alcanza la máxima deformación condicionada por la base ya no sigue adelante.

Estos resultados están sujetos al arreglo experimental utilizado. Será necesario ampliar estos estudios a más condiciones de escritura. Sin embargo su gran valor es que legitiman todo el proyecto.

Trazos con distintos colores de tinta

Viendo los resultados anteriores, se repitió la experiencia para estudiar como influía el color de la tinta en las mediciones.

Se realizaron muestras de trazos rectos con pesos controlados de diferentes magnitudes, utilizando bolígrafos “bic trazo grueso” de distintos colores de tinta, manteniendo las características del papel y la base de apoyo en 5 hojas de 75g/m².

Se obtuvieron varias imágenes en el mismo momento para mantener la iluminación constante.

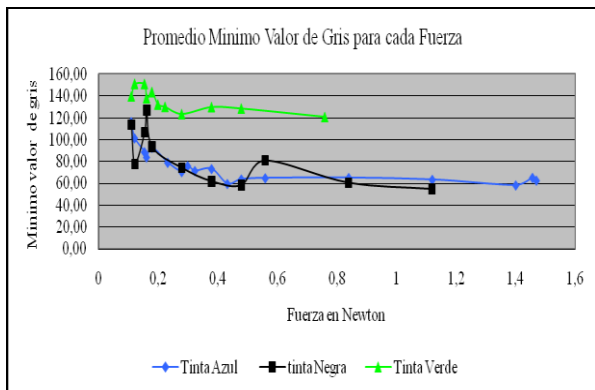


Figura 5. Gráfico de Promedio de la tonalidad de gris mínima en función de la masa de las pesas para los distintos colores de tinta

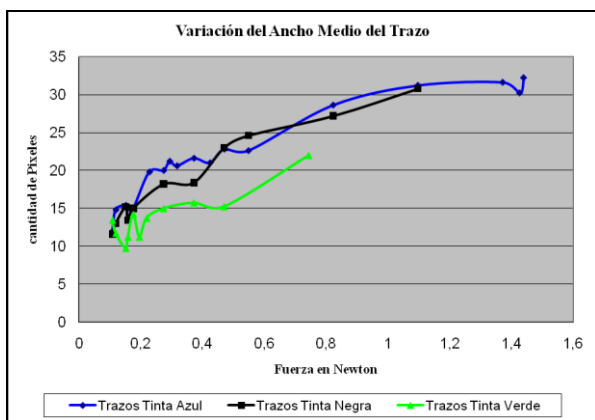


Figura 6. Gráfico del Ancho Medio del trazo en función de la masa de las pesas para los distintos colores de tinta

Se observa que se mantienen los resultados obtenidos anteriormente independientemente de la tinta utilizada, como se aprecia en la figura 5 y 6. La deformación producida en el papel medida a través del ancho medio del trazo o tonalidad de gris es casi proporcional al peso hasta que alcanza la máxima deformación.

Estudio de Trazos Espontáneos

Se planificó determinar el ancho medio y el valor de gris sobre la línea central del trazo de cualquier grafema, extraído de un contexto de escritura no controlada. Aquí se pretende obtener información acerca de las características del escritor, tales como presión relativa en los trazos verticales, horizontales, ascendentes, descendentes, rectos, curvos, etc.

Para avanzar en esa dirección se procedió a esqueletizar el grafema y luego medir el ancho sobre la perpendicular al esqueleto y el valor de gris promedio en la dirección del mismo.

A tal fin, se implementaron distintos algoritmos de procesamiento de imágenes y transformaciones morfológicas. Los que permiten la obtención de las características buscadas. El primer algoritmo utilizado fue el clásico de erosión y dilatación [11] para suavizar los bordes. La aplicación de este algoritmo es semiautomática ya que quien lo utiliza debe decidir la cantidad de repeticiones a realizar. A continuación se procedió a aplicar el algoritmo de esqueletización de Zhang y Suen [12], manteniendo la continuidad del trazo.

Se encontró para cada punto del esqueleto la recta tangente al mismo, sobre la cual se midió en la imagen original el ancho del trazo y se tomó el valor del mínimo gris.

Luego de aplicados estos algoritmos se representará el trazo sobre una recta, donde se señalarán cada uno de los segmentos del trazo y quedarán identificados los cruces y las bifurcaciones. Esta recta será el eje x en la representación de los gráficos correspondientes a valores del ancho medio y los mínimos valores de grises del trazo.

Los resultados obtenidos se detallan en la sección siguiente.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Los algoritmos descriptos en la sección anterior fueron probados en primer lugar con las imágenes que dieron lugar a las figuras 2 a 6, verificándose el funcionamiento correcto en ese contexto.

Complementariamente se utilizaron estos algoritmos en un grafema concreto previamente analizado con un microscopio electrónico metalográfico el cual por su precisión se constituye en una suerte de estándar de referencia para estudiar la calidad

de la predicción de la técnica en desarrollo. Parte de estas comparaciones no han sido realizadas aún.

Queda pendiente la posibilidad de evaluar la inclinación del instrumento de escritura sobre la simetría de los valores de gris en la dirección perpendicular al esqueleto del trazo. Potencialmente puede ser necesario regresar a la realización de trazos pero con el instrumento de escritura en diferentes ángulos respecto del papel.

4. FORMACION 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.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] 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).
- [2] Bajaj R. and Chudhury S., “Signature Verification using Multiple Neural Classifiers”, *Pattern Recognition*, Vol. 30, No. 1, pp. 1-7, 1997.
- [3] Mizukami Y., et al, “An off-line signature verification system using an extracted displacement function”, *Pattern Recognition Let.*, Vol. 23, pp. 1569-1577, 2002.
- [4] Ramesh V. E., Narasimha Murty, M., “Off-line signature verification using genetically optimized weighted features”, *Pattern Recognition*, vol. 32, pp. 217-233, 1999.
- [5] Fang, B., et al, “Off-line signature verification by the tracking of feature and stroke positions”, *Pattern Recognition*, Vol. 36, pp. 91-101, 2003.
- [6] Ammar M., y. Yoshida T., Fulumura, “A new effective approach for off-line erification of signatures by using pressure features”, *Proc. 8 th ICPR*, Washington DC, USA, 1986, pp. 566-569.
- [7] Fang B., Leung C. H, y. Tang Y. Tse K. W., Kwok P. C. K, Wong Y. K., “Off-line Signature Verification by the Tracking of Feature and Stroke Positions”, *Pattern Recognition* 36 (2003), pp. 91-101.
- [8] Quercioli F., Tiribilli B, Bartoli A., “Interferometry with optical pickups”, *Optics Letters* Vol. 24, N° 10, may 15, 1999.
- [9] Bartoli A., Quercioli F., Tiribilli B., Poggi P, “Fast one-dimensional profilometer with a compact disc pickup”, *Aplied Optics* Vol. 40, N° 7, march 2001.
- [10] Schirripa Spagnolo G., Simonetti C., Cozzella L. “Determination of the sequence of line crossings by means of 3D laser profilometry” *Optical Security Systems*, edited by Zbigniew Jaroszewicz, Sergei Y. Popov, Frank Wyrowski, *Proc. of SPIE* Vol. 5954, 59540V, (2005) · 0277-786X/05/\$15 · doi: 10.1117/12.623117
- [11] Baxes G. A. “Digital Image Processing” John Wiley & Sons Inc.(1994).
- [12] 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.