



Programa PROINCE
Universidad Nacional de la Matanza
Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

Código: C159

Título del proyecto: “Nuevos parámetros pseudo-dinámicos para la identificación de personas”

Programa de Investigación: PROINCE

Nombre del Director: Kaplan Gladys Noemí

Co-Director: Aubin Verónica Inés

Participantes: Doorn, Jorge Horacio (2014/1/1 al 2014/12/31); Pizarro, Yanina Lucía (2014/1/1 al 2014/07/27); Ponchioni, Sergio Hernán (2014/1/1 al 2014/07/27); Ardura, Daniela Carolina (2014/1/1 al 2014/07/10)

Fecha de Iniciación del Proyecto: 2014/01/01

Fecha de Finalización del Proyecto: 2015/12/31

Resumen:

En virtud que el presente proyecto es una continuación de la línea de investigación planteada en el proyecto PROINCE-C131 “Estimación de parámetros identificatorios en trazos manuscritos mediante procesamiento de imágenes”, desarrollado en el período 2012/01/01 al 2013/12/31, muchas de las actividades planificadas y desarrolladas son profundizaciones de las actividades llevadas a cabo en el proyecto anterior.

El sustento esencial, tanto del presente proyecto como del anterior, reside en el hecho que la escritura manuscrita de cada persona depende de su aparato neuromotor, lo que determina que su desarrollo de la escritura sea única, tanto en la forma de los trazos como en los residuos presentes en los mismos.

Diversos autores han propuesto utilizar los niveles de gris de los trazos residuales y su distribución a lo largo de los mismos, como formas de identificar o autenticar al escritor. Estos valores de gris y su distribución fueron atribuidos casi sin excepción a la presión (estrictamente la fuerza) ejercida por el escritor, mediante el instrumento de escritura sobre el papel o el material receptor de los trazos. Esta hipótesis, ni explicitada ni probada, ha sido refutada, al menos parcialmente, en el presente proyecto, ya que en los arreglos experimentales llevados a cabo se ha comprobado que la relación entre el ángulo ataque del instrumento de escritura y el ángulo del trazo sobre el papel contribuye a alterar notablemente esos valores de gris.

Este descubrimiento, del que no se conocen antecedentes, ha hecho que se alterara parcialmente el cronograma, incrementando las actividades relacionadas con estudios de trazos controlados, donde se varía solamente el ángulo de escritura manteniendo constante la fuerza y la velocidad de escritura, disminuyendo las relacionadas con trazos espontáneos. Estudiar aisladamente la influencia de cada una de estas características en el trazo, permitirá determinar mejor los descriptores para su uso en la verificación o identificación del autor del trazo.

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

Área de conocimiento: Ing. comunicaciones y electrónica.

Código de Área de conocimiento: 1800

Disciplina de conocimiento: Computación

Código Disciplina de conocimiento: 1802

Campo de Aplicación: Computación

Código Campo de Aplicación: 1802



1. Resumen

Código:C159

Título del proyecto: “Nuevos parámetros pseudo-dinámicos para la identificación de personas”

La forma de escribir depende del aparato neuromotor de la persona lo que determina que el desarrollo de la escritura sea único, tanto en la forma de realizar los trazos como en la forma de manejar el instrumento de escritura.

La utilización de la información presente en los niveles de gris de la firma o del texto manuscrito, es un aspecto considerado en trabajos publicados sobre la verificación o identificación off line de firmas, pero aún tiene un potencial importante por explotar.

Este proyecto es una continuación de la línea de investigación planteada en el proyecto PROINCE-C131 “Estimación de parámetros identificatorios en trazos manuscritos mediante procesamiento de imágenes” 2012/2013.

Se pretende identificar nuevos parámetros descriptores que contribuyan a la identificación del autor del trazo, analizando y sistematizando la presencia de simetrías o asimetrías longitudinales en los trazos, en función de su valor del nivel de gris. Se pretende también determinar las posibles mejoras que producirían la incorporación de estos nuevos descriptores en la clasificación.



-Introducción:

- Selección del Tema

Este proyecto se sustenta principalmente en el hecho que la escritura manuscrita de cada persona es característica y estable. Cada individuo manifiesta en su escritura una serie de características homogéneas que se perpetúan a través del tiempo, lo que hace posible su identificación.

En la literatura existen diversos trabajos que utilizan los niveles de gris de los trazos residuales y su distribución a lo largo de los mismos, como formas de identificar o autenticar al escritor. Estos valores de gris y su distribución fueron atribuidos casi sin excepción a la presión (estrictamente la fuerza) ejercida por el escritor, mediante el instrumento de escritura sobre el papel o el material receptor de los trazos. Esta hipótesis, ni explicitada ni probada, ha sido refutada, al menos parcialmente, en el presente proyecto, ya que en los arreglos experimentales llevados a cabo se ha comprobado que la relación entre el ángulo ataque del instrumento de escritura y el ángulo del trazo sobre el papel contribuye a alterar notablemente esos valores de gris.

Con el propósito de entender mejor como influyen las distintas características de la escritura en el valor de gris de la imagen del trazo, reorientó el proyecto. Estudiar aisladamente la influencia de cada una de estas características en el trazo, presión y velocidad y ángulo del instrumento de escritura, permitirá determinar mejor los descriptores para la verificación o identificación del autor.

- Definición del Problema

Antes de las aportaciones de la grafología mediante la amplificación definitiva de categorías grafonómicas, los peritos calígrafos cotejaban las escrituras bajo estudio en función de los aspectos formales y estáticos de la caligrafía, precisamente aquellos elementos del grafismo que más fácilmente podrían ser reproducidos. A este método, hoy ya obsoleto, estéril e insuficiente, se lo ha denominado caligráfico, morfológico y también gramatomórfico [1]. En el presente proyecto utilizando recursos del procesamiento de imágenes se ha procurado encontrar aspectos característicos del trazo invisibles o muy poco visibles que tengan la propiedad de ser altamente repetitivos. Los trazos manuscritos realizados por una persona tienen una gran variabilidad dependiendo de numerosos factores. Sin embargo, los trazos manuscritos ocupan un lugar muy especial en el amplio conjunto de rasgos biométricos de comportamiento debido a que la autenticación de personas basada en imágenes escaneadas de escritura (autenticación de escritor off-line), ha suscitado un gran interés en los últimos años por sus aplicaciones en el campo forense y en el análisis de documentos históricos [2].

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 [3, 4], entre muchas otras. Las diferentes estrategias con las que se abordan estas aplicaciones tienen sus cimientos en la extracción de diversos parámetros del texto manuscrito.

- Justificación del Estudio

La información que se recuperada off-line de los residuos estáticos en el papel se suele denominar pseudo-dinámica. Es claramente diferente de la información dinámica real capturada en línea durante la actividad de escritura. Hay muchas contribuciones proponiendo características pseudo-dinámicas diferentes, la mayoría de ellos orientados a la autenticación de firma, que es una aplicación específica de la identificación del autor del texto libre. Algunos de ellos se resumen en los siguientes párrafos.

En [5] se analiza el histograma del nivel de gris de la firma y propone un umbral de presión. La firma se describe en términos de porcentaje de píxeles cuyo valor gris superior tal límite, junto con otros parámetros como el valor mínimo y máximo del gris y el rango dinámico de la imagen



de la firma. Estos parámetros se comparan con un conjunto de parámetros de firma usando clasificadores basados en distancia euclidiana.

Se usa una combinación de parámetros geométricos y pseudo-dinámicos [6]. Se basa en parámetros geométricos de trazos como el contorno, el esqueleto y las regiones de alta presión; Estos parámetros alimentan un clasificador basado en redes neuronales.

La propuesta presentada en [7] está orientada a la geometría, pone el foco en movimientos cuyo tamaño excede un umbral de longitud. Un índice de suavidad se calcula para cada uno de estos movimientos. El cociente entre el número de trazos suaves y el número total de trazos se convierte en un parámetro de identificación.

Una estrategia basada en características pseudo-dinámicas se describe en [8]. Está orientado a la detección de falsificaciones elaboradas. La presión¹ aplicada por el instrumento de escritura, estimada mediante el nivel gris de la imagen, se considera el parámetro más relevante. La estrategia elige píxeles de baja presión como parámetros de identificación. No se da ninguna información sobre el papel, el instrumento de escritura o la base donde estaba descansando el papel.

Otra propuesta orientada a parámetros geométricos se puede encontrar en [9]. Está sesgada a reconocimiento o autenticación de firmas, ya que utiliza parámetros no disponibles en texto libre. Se introducen varios nuevos parámetros geométricos como el cociente entre el alto y ancho, un índice de suavidad e inclinación en relación con una línea de base, entre otros.

Con un conjunto similar de parámetros geométricos, [10] proponen un método de verificación de la firma China. Además de parámetros geométricos incluyen dos características pseudo-dinámicas: la distribución del nivel de gris del pixel y el ancho de la línea. Ambos parámetros se suponen que indican la presión² aplicada durante el proceso de escritura. No se da ninguna indicación sobre el papel, el instrumento de escritura o de la base utilizada.

En dos artículos consecutivos [11, 12], proponen dos métodos para la autenticación o reconocimiento de firmas. En el primero, se calcula el centro geométrico de la firma y se ubica en ese lugar el origen de un sistema de coordenadas polar. Se crea una imagen que representa la distribución de píxeles de alta presión³, dentro de sectores polares. Estos sectores polares están definidos por límites de ángulo y radio. La imagen es binarizada usando un umbral calculado en base al histograma de nivel gris de la imagen. En el segundo artículo, se analiza la distribución de nivel de gris de los píxeles utilizando la transformada wavelet y los patrones de esta distribución se determinan mediante la matriz de co-occurrence.

En un artículo orientado al reconocimiento de autores paleográficos se analizó la relación del ancho del trazo y la dirección de la traza [13]. Se destaca la importancia de esta relación para la identificación del autor. Esta relación se describe en términos del instrumento de escritura usado en esa época que era una pluma de tinta líquida basada en la capilaridad. Estas conclusiones se extienden a los textos cursivos modernos. En este caso las causas de dicha influencia son atribuidas al incremento de la fuerza aplicada por el autor del trazo cuando la línea va en ciertas direcciones. Las variaciones individuales se supone que sean parcialmente deliberada e inconsciente.

- Limitaciones

En el estado actual de conocimiento no se conocen limitaciones significativas. Sin embargo con el incremento de la calidad de los dispositivos de captura podrían en un futuro cercano ampliarse las posibilidades actuales.

- Alcances del Trabajo

¹ El autor utiliza la palabra presión (pressure en inglés)

² Igual que cita 1.

³ Igual que cita 1.



Los resultados de esta investigación amplían el conjunto de elementos a disposición de los profesionales dedicados al procesamiento de trazos manuscritos, ofreciendo una nueva fuente de información para la caracterización de los documentos que están siendo estudiados.

Los resultados obtenidos en este trabajo se pueden aplicar a distintos desarrollos vinculados con:

- o Reconocimiento de firmas
- o Verificación de firmas
- o Reconocimiento de rasgos psicológicos del trazo
- o Reconocimiento de la autoría de dibujos, pinturas y grabados

- **Objetivos**

Se aspira a definir nuevos indicadores pseudo-dinámicos aptos para la caracterización del autor del texto manuscrito, utilizando recursos del procesamiento de imágenes en tiempo diferido en relación con la escritura.

Objetivos específicos

Se pretende evaluar el impacto de la inclinación del instrumento de escritura sobre la simetría de los valores de gris en la dirección perpendicular al esqueleto del trazo, utilizando recursos del procesamiento de imágenes en tiempo diferido en relación con la escritura

Se pretende averiguar si la resistencia tangencial al instrumento de escritura incide en la forma y otras características de trazos.

Se pretende averiguar si la inclinación del instrumento de escritura puede correlacionarse con la distancia entre el esqueleto y la línea de los puntos más oscuros del trazo.

En particular se aspira a corregir potenciales errores del modelo conceptual con que se abordan los parámetros pseudo-dinámicos de la escritura manuscrita.

- **Hipótesis**

Se supone que es posible relacionar el conjunto de parámetros pseudo-dinámicos de la escritura manuscrita, con la línea de puntos más oscuros de la imagen del trazo.

-Desarrollo:

- **Material y Métodos**

Se decidió mantener el arreglo experimental utilizado en proyectos anteriores, el mismo se basa en la captura de imágenes, usando un escáner de uso común; el instrumento de escritura, bolígrafo "Bic trazo grueso" de color azul; papel de 75 g/m² y la base de apoyo de 5 hojas.

La discusión de variar en el arreglo experimental, el uso de distintos instrumentos de escritura, o diferentes calidades de papeles y el número de hojas de apoyo, fue tratado en el proyecto PROINCE - C131 "Estimación de parámetros identificatorios en trazos manuscritos mediante procesamiento de imágenes" 2012/2013. En una experiencia exploratoria como ésta, no hubo ninguna intención de cubrir todas las posibles combinaciones de factores. Por eso, sólo unas pocas combinaciones fueron utilizadas. Se realizaron sólo cambios en el color de la tinta, puesto que este factor se percibía en aquel momento, como el más importante.

Durante el desarrollo de la tarea de definir los grafemas para realizar el estudio de la influencia de la inclinación del instrumento en el trazo, se encontró que trabajar con trazos controlados y rectos, supera cualitativamente a la elección de cualquier grafema a mano alzada. Este hecho, por sí solo, ameritó un replanteo de las actividades a realizar, con el beneficio de poder

determinar exactamente la influencia de la orientación y ángulo del instrumento de escritura en las distintas direcciones del trazo.

Se diseñó un primer dispositivo para realizar trazos controlados, como muestra la Figura 1. Este permite realizar trazos rectos a una aceleración constante, con una presión determinada y variar el ángulo de escritura.



Figura 1 Dispositivo para trazos controlados.

El dispositivo es básicamente un carrito, que se mueve a aceleración constante, con un agarre que permite mantener con un determinado ángulo un tubo hueco, que contiene un instrumento de escritura sometido a la fuerza que ejercen las pesas que se colocan sobre él, en el mismo tubo. La fricción entre los componentes del dispositivo es prácticamente despreciable. Utilizando éste dispositivo, se realizaron numerosos trazos rectos con distintos ángulos de escritura, con la lapicera en distintas orientaciones, según su punta apunte al Norte, Sur, Este y Oeste, siguiendo la trayectoria del trazo en sentido Norte-Sur, Sur-Norte, Este-Oeste, Oeste-Este. Como muestra el esquema de la Figura 2.

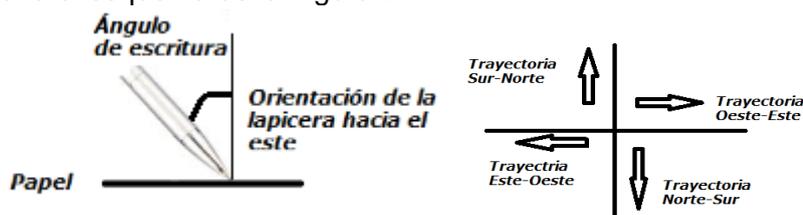


Figura 2

La dispersión introducida por un ser humano cuando realiza trazos manuscritos controlados a velocidad constante es muy baja por eso el control de la velocidad de escritura utilizando el carrito del dispositivo, descrito anteriormente, fue desechado.

Lo antedicho, permitió diseñar, como ilustra la figura 3, un arreglo experimental muy básico, para realizar trazos verticales, utilizando los siguientes elementos:

- Un instrumento de escritura
- Un conjunto de pequeñas esferas de masa controlada
- Un tubo de capaz de sostener el instrumento de escritura y las esferas



Figura 3. Dispositivo para realizar los trazos con fuerza controlada

Para realizar trazos con ángulos de inclinación controlados, el arreglo experimental fue ligeramente modificado cortando el tubo en un ángulo predefinido. Esto hace que el instrumento de escritura tenga un contacto no vertical con la hoja de papel. La posición del instrumento de escritura puede ser en cualquier posición en relación con la dirección del trazo.

- Lugar y Tiempo de la Investigación

Laboratorio PRAMIN. Lunes de 12 a 18 hs.

- Descripción del Objeto de Estudio

Se trata de corroborar o refutar la hipótesis que el valor de gris y el ancho del trazo son representativos de la presión ejercida por el escritor, mediante el instrumento de escritura sobre el papel o el material receptor de los trazos. Estrictamente, el uso de la palabra presión en este contexto es ambiguo ya que no está claro si bien se utiliza con el significado común del esfuerzo de la fuerza sobre una superficie de un objeto o la más precisa semántica de la ciencia física como la de la fuerza por unidad de área [14]. En lo que sigue, la palabra presión se sustituye por la palabra fuerza.

Profundizar la comprensión de la distribución de puntos más oscuros en la imagen del trazo en relación con la inclinación del instrumento de escritura, la velocidad y la presión con la que se realiza el trazo.

- Descripción de Población y Muestra

Utilizando el dispositivo de carrito, descrito anteriormente, se realizó un primer conjunto de muestras de trazos rectos manuscritos. Utilizando éste dispositivo, se realizaron numerosos trazos rectos con distintos ángulos de escritura, con la lapicera en distintas orientaciones, según su punta apunte al norte, sur, este y oeste, siguiendo la trayectoria del trazo en sentido Norte-Sur, Sur-Norte, Este-Oeste, Oeste-Este. Los resultados de estas muestras, se muestran en el anexo, ya que fueron de importancia, para dirigir los lineamientos de la investigación, pero no forman parte de los resultados definitivos.

Al observar las muestras se ve la presencia de líneas más claras entre líneas oscuras. Para detectar si eran producidas por un defecto en el instrumento de escritura se tomaron nuevas muestras con cinco biromes distintas. Por cada lapicera se tomaron cuatro muestra resultado de hacer girar la lapicera en ángulos de 45° . Se determinó que las líneas no correspondían a un defecto de la birome sino a una característica de la tinta.

Se utilizó el dispositivo del tubo con esferas de peso controlado, para realizar numerosos trazos verticales con presión constante. Las pesas utilizadas fueron seleccionadas entre 10gf y 200gf (lo que se corresponde aproximadamente con 0,1 y 2 N).

Se tomaron muestras de trazos rectos con el instrumento de escritura inclinado, utilizando el dispositivo modificado, de tal forma de considerar ángulos de escritura de 45° y 30° con respecto a la vertical y considerando las pesas necesarias para poder hacer comparables, los



trazos verticales con los inclinados, en cuanto a la fuerza ejercida en el momento de escritura. Para reducir el número de muestras, se utilizaron tres posiciones arquetípicas:

- **Inclinado contra el movimiento.** La proyección de la posición del instrumento de escritura coincide con el fragmento del trazo ya creado.
- **Inclinado hacia adelante el movimiento.** La proyección de la posición del instrumento de escritura coincide con el fragmento del trazo no creado todavía.
- **Inclinado perpendicular al movimiento.** La proyección de la posición del instrumento de escritura cae en ángulo recto con el movimiento.

- Diseño de la Investigación

Se propone el uso de un método no invasivo ni destructivo y de bajo costo para captar las deformaciones en el papel producidas por la escritura manuscrita

- Instrumentos de Recolección y Medición de Datos

Para la realización de las muestras se utilizó bolígrafo “bic trazo grueso” de color azul, manteniendo las características del papel y la base de apoyo en 5 hojas de 75g/m². Se escanearon las muestras para digitalizarlas.

- Confiabilidad y Validez de la Medición

La precisión de aproximadamente 798 píxeles por centímetro en las muestras, fue suficiente para el trabajo realizado. Resulta tan notoria la importancia de la inclinación que son suficientes unas pocas muestras para demostrar la influencia

- Métodos de Análisis Estadísticos

Se utilizaron técnicas de estadísticas básicas.

- Resultados

Trazos verticales

Se estudiaron las muestras de los trazos verticales para poder asociar, en principio, la fuerza utilizada en la escritura con los valores de gris y el ancho del trazo, obtenidos por procesamiento digital de las imágenes.

Nivel de gris y ancho del trazo

Cada trazo fue digitalizado de tal manera que asegura una imagen horizontal perfecta. La figura 4 muestra el nivel de gris de los píxeles pertenecientes a una línea vertical que cruza el trazo. El nivel de gris de los píxeles situados antes y después del pico representa el valor de gris g_p , de la parte no escrita de la hoja. Para cada píxel del esqueleto, se elige el nivel de gris del píxeles más oscuro en tal segmento vertical g_d . El nivel de gris medio de todos los píxeles elegido se toma como el nivel de gris del trazo y se muestra en la figura 5a. Para calcular el ancho del trazo, para cada píxel del esqueleto referencia nivel gris g_r se calcula como:

$$g_r = (g_d + g_p) / 2$$

El ancho medio se define aquí como el número de píxeles del segmento vertical cuyo valor gris coincide o es más oscuro que g_r . Estrictamente, el ancho medio es el sector del trazo con al menos un determinado nivel de gris. El ancho medio a lo largo de todo el trazo se presenta en la figura 5b, en función de la fuerza aplicada.

Utilizando diferentes esferas, se obtuvieron trazos rectos bajo fuerzas de 10 gramos a 150 gramos. La figura 4a representa la relación entre el nivel de gris del trazo con la fuerza aplicada. La influencia de la fuerza aplicada en el nivel de gris es casi lineal cuando la fuerza aplicada varía entre 0 y 50 gramos. Si se aplican fuerzas más fuertes, el nivel gris cambia muy poco.

Para la sección representativa, la influencia de la fuerza mantiene su linealidad hasta 150 gramos. La figura 4b presenta la influencia de la fuerza aplicada sobre el ancho medio del trazo.

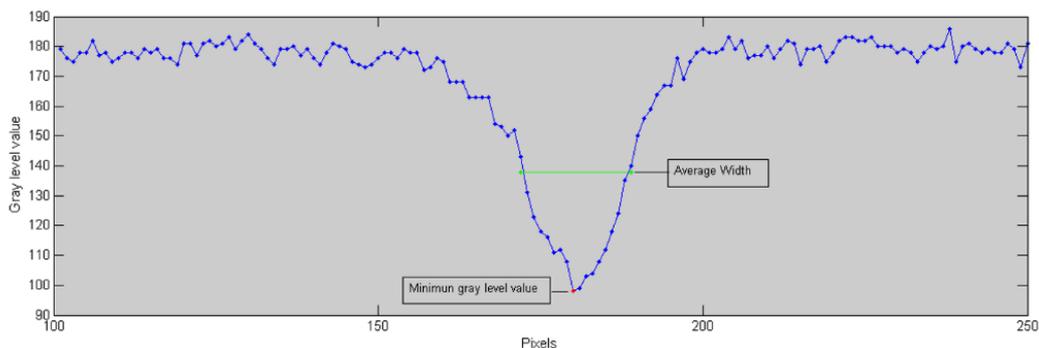


Figura 4. Valor de gris a lo largo de una línea vertical a la traza

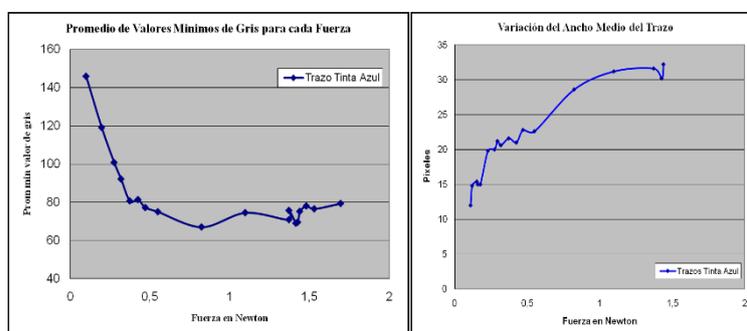


Figura 5. (a) Nivel de gris de píxeles más oscuros para diferentes fuerzas (b) ancho medio para diferentes fuerzas

Trazos inclinados

Al mismo tiempo, que se realizaron las muestras de movimientos controlados con fuerzas específicas, dirección y posición del instrumento de escritura, se tomaron muestras de escrituras libres, totalmente descontroladas, utilizando el mismo instrumento de escritura, mismo papel y misma cantidad de hojas de apoyo. La observación de las acciones gestuales de los escritores y los residuos observables en la hoja de papel conducen a proponer una nueva hipótesis que vincula el ancho medio y el nivel de gris con la posición del instrumento de escritura.

Con arreglo experimental ligeramente modificado, para que el instrumento de escritura tuviera contacto no vertical con la hoja de papel, se realizaron muestras en tres posiciones arquetípicas: inclinado contra el movimiento, inclinado hacia adelante el movimiento e inclinado perpendicular al movimiento. Se obtuvieron muestras de trazos inclinados para ángulos de 30 y 45 grados entre los instrumentos de escritura y la vertical.

Para los trazos donde la proyección de la posición del instrumento de escritura coincide con el fragmento del trazo no creado todavía, la totalidad del trazo parece más claro que el trazo vertical con fuerza similar. Por otro lado cuando el ángulo es contra el movimiento, su valor de gris es muy similar al del vertical. Estos resultados se pueden observar con sólo unas muestras. Tal vez, experiencias controladas que incluyan más muestras permitan distinguir trazos verticales e inclinados contra los valores de gris del trazo. Cabe señalar que el arreglo experimental, se basa en un conjunto reducido de pesas de pequeñas esferas. La tabla 1 representa el valor de gris medio de inclinado y vertical trazos bajo dos fuerzas diferentes.

Tabla 1. Nivel gris de movimiento vertical e inclinado bajo diferentes fuerzas

Fuerza en gf.	Vertical	45 ° inclinado contra el trazo
75	169,33	187,53
90	141,87	157,52

Además, las muestras obtenidas para los trazos cuando la inclinación es perpendicular al trazo muestran oscuridad muy similares a los obtenidos con trazos verticales con fuerzas similares. Sin embargo, estos ejemplos muestran una característica nueva importante: la distribución de gris en el ancho de la traza es notoriamente asimétrica. Los píxeles más oscuros medidos en la línea perpendicular al trazo aparecen lejos del esqueleto. Esto es algo diferente de lo que ocurre en los trazos verticales, donde el punto más oscuro y esqueleto coinciden o están cerca uno del otro. Cuando la inclinación aumenta, la asimetría y la distancia entre el esqueleto y los píxeles más oscuros también aumentan. La tabla 2 contiene algunos datos relacionados con la distancia entre el esqueleto y el punto más oscuro.

Tabla 2. Distancia, en número de píxeles los píxeles más oscuros y el esqueleto

Muestra	30°	45 °
1	20,99	28,29
2	24,45	29,68
3	22,29	28,48
4	26,99	30,04

La asimetría del nivel de gris a través del trazo puede visualizarse también comparando el valor medio de gris de los píxeles de ambos lados del esqueleto. La tabla 3 contiene vienen datos sobre esa cuestión.

Tabla 3. Media y mediana del valor gris de los píxeles en ambos lados del esqueleto.

		1	2	3	4	5
Mitad derecha	Promedio	180,57	166,75	165,63	169,40	165,30
	Mediana	180,57	173,78	168,63	175,00	166
Mitad izquierda	Promedio	202,34	189,55	190,25	187,70	176,47
	Mediana	202,35	190,41	190,26	189,41	176

Con este estudio también se pudo comprobar una influencia contra intuitiva, ya que los trazos con nivel de gris más oscuros se dan cuando la proyección de la posición del instrumento de escritura coincide con el fragmento del trazo ya creado, provocado por un arrastre de la descarga de tinta y no como se creería a priori, que en los trazos, donde la proyección de la posición del instrumento de escritura coincide con el fragmento del trazo no creado todavía, la fuerza aplicada para vencer la resistencia del papel generaría un mayor nivel de gris.

- **Discusión**

En relación con los parámetro de pseudo-dinámico, prácticamente todos los autores utilizan nivel de gris de los píxeles, su distribución a lo largo del trazo o su histograma. Implícita o explícitamente este atributo se refiere como la presión aplicada por el instrumento de escritura en el papel de [5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15]. Incluso más que eso, muchas veces el atributo nivel gris se menciona directamente como píxeles de alta presión o píxeles baja presión. En algunos artículos el parámetro de la línea se atribuye también a la presión aplicada [10]. En las publicaciones consultadas las citadas y muchas otras, no hay indicación sobre el papel, el instrumento de escritura o la base utilizada. Por otra parte, tampoco se encontró un artículo



demostrando a la relación entre la presión y el nivel de gris, ni una cita a tal tipo de experiencia. Esta falta de datos motivó a los autores de este capítulo para hacer algunos experimentos al respecto. La relación entre la presión y el valor de gris parece ser tan evidente que no había ninguna intención de refutar tal relación [16]. El propósito era sólo saber más sobre ella: para ver si se trata o no de una relación lineal o si tiene alguna peculiaridad que pueda ayudar a entender más claramente los residuos en el papel o superficie sobre la cual el proceso de escritura tiene lugar.

-Conclusiones

En este proyecto se estudiaron distintos métodos para la extracción de características del texto de la escritura. Estos métodos son no invasivos y de bajo costo. Son de bajo costo porque sólo necesitan una imagen del texto. Son no invasivos ya que el texto original no se modifica de ninguna manera. Además permiten múltiples análisis. Ellos se centran en la pequeña deformación producida en el papel y la distribución del nivel de gris en cada sección de los trazos.

Resultados obtenidos coinciden con los resultados ya publicados [5, 8, 11] en el sentido que el valor de gris y el ancho [10] son muy repetitivos para los trazos del mismo grafema creado por el mismo autor. Estos resultados se extendieron desde el punto de vista de los mecanismos que influyen en el valor gris y el ancho medio del trazo. La hipótesis implícita de que sólo la fuerza aplicada es la causa impulsora, fue refutada ya que ambos valores están influenciados también por la relación entre la inclinación del instrumento de escritura y dirección del movimiento.

También se determina que es más revelador con la evolución del nivel de gris a lo largo del trazo que el uso de histogramas [5, 8, 11]. Los histogramas ocultan información muy valiosa, como es la distancia entre los puntos más oscuros del trazo y el esqueleto. Cuando esta distancia es:

- **Cerca de cero:** la tangente al trazo es una indicación de la posición del instrumento de escritura
- **Máximo:** la perpendicular a la tangente es una indicación de la posición del instrumento de escritura

Finalmente la distancia entre la línea de los píxeles más oscuros y el esqueleto sugieren la inclinación efectiva del instrumento de escritura.

-Bibliografía

1. Moreno Ferrero, M. Grafología Forense: La Pericia Caligráfica Judicial www.grafoanalis.com/moreno_forense.pdf.
2. Viñals, F. and Puente, M. (2001). Pericia Caligráfica Judicial: Práctica, casos y modelos. Ed. Herder, Barcelona.
3. Plamondon, R. and Lorette, G. (1989). Automatic signature verification and writer identification The state of the art. Pattern Recognit, vol. 22, no. 2, pp. 107–131, Jan.
4. Fairhurst, M.C. and Kaplani, E. (2003). Perceptual analysis of handwritten signatures for biometric authentication. Inst. Elect. Eng. Proc. Vis., Image Signal Process, vol 150, no 6, pp 389-394, Dec.
5. Ammar, M., Yoshida, Y., & Fukumura, T. (1986) A new effective approach for off-line verification of signatures by using pressure features. In Proceedings of International Conference on Pattern Recognition (pp. 566-569) Paris, France.
6. Huang, K., & Yan, H. (1997). Off-line signature verification based on geometric feature extraction and neural network classification. Pattern Recognition, 30(1), 9-17.
7. Fang, B., Wang, Y. Y., Leung, C. H., Tang, Y. Y., Kwok, P. C., Tse, K. W., & Wong, Y. K. (1999). A smoothness index based approach for off-line signature verification. In Document



- Analysis and Recognition, 1999. Proceedings of the Fifth International Conference on (pp. 785-787). IEEE
8. Mitra, A., Banerjee, P., & Ardil, C. (2005). Automatic Authentication of handwritten documents via low density pixel measurements. *International Journal of Computational Intelligence*, 2(4), 219-223.
9. Oliveira, L. S., Justino, E., Freitas, C., & Sabourin, R. (2005). The graphology applied to signature verification. In *12th Conference of the International Graphonomics Society* (pp. 286-290).
10. Lv, H., Wang, W., Wang, C., & Zhuo, Q. (2005). Off-line Chinese signature verification based on support vector machines. *Pattern Recognition Letters*, 26(15), 2390-2399.
11. Vargas, J., Ferrer, M. A., Travieso, C. M., & Alonso, J. (2008). Off-line signature verification based on high pressure polar distribution. In *Proceedings International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition*. Montreal.
12. Vargas, J. F., Ferrer, M. A., Travieso, C. M., & Alonso, J. B. (2011). Off-line signature verification based on gray level information using texture features. *Pattern Recognition*, 44(2), 375-385.
13. Brink, A. A., Smit, J., Bulacu, M. L., & Schomaker, L. R. B. (2012). Writer identification using directional ink-trace width measurements. *Pattern Recognition*, 45(1), (pp. 162-171).
14. Merriam-Webster Inc. (2004). *Merriam-Webster's collegiate dictionary*. Merriam-Webster.
15. Plamondon, R., & Srihari, S. N. (2000). Online and off-line handwriting recognition: a comprehensive survey. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 22(1), 63-84.
16. Popper, K. (1963). *Conjectures and refutations* (Vol. 7). London: Routledge and Kegan Paul.

-Anexos

Estudio de trazos controlados

Utilizando recursos del procesamiento de imágenes en tiempo diferido en relación con la escritura se estudiaron las muestras de trazos rectos manuscritos, realizados en forma inclinada con el instrumento de escritura en ángulos distintos de 45° y 30°, con respecto a la vertical, utilizando el dispositivo de carrito descrito anteriormente.

A modo de ejemplo se muestra el análisis de una escritura a 45° con trayectoria del trazo Norte-Sur. En la figura 4 se puede observar la distribución de los puntos más oscuros. La muestra fue escaneada y umbralizada para resaltar la ubicación de los puntos de menor nivel de gris, representados por los niveles de grises más claros en la imagen.

En la Figura 4 a) se puede observar que los puntos más oscuros se encuentran concentrados de la línea media del trazo hacia la derecha. En la Figura 4 b) por el contrario, al estar la lapicera orientada hacia el Este los puntos se alinean hacia la izquierda. En la Figura 4 c) y d) los puntos de menor valor de gris se encuentran en el centro del trazo. Se puede ver en estas dos últimas imágenes una variación de la intensidad del nivel de gris. La mayor intensidad, Figura 4 c) se produce por un arrastre de la tinta.

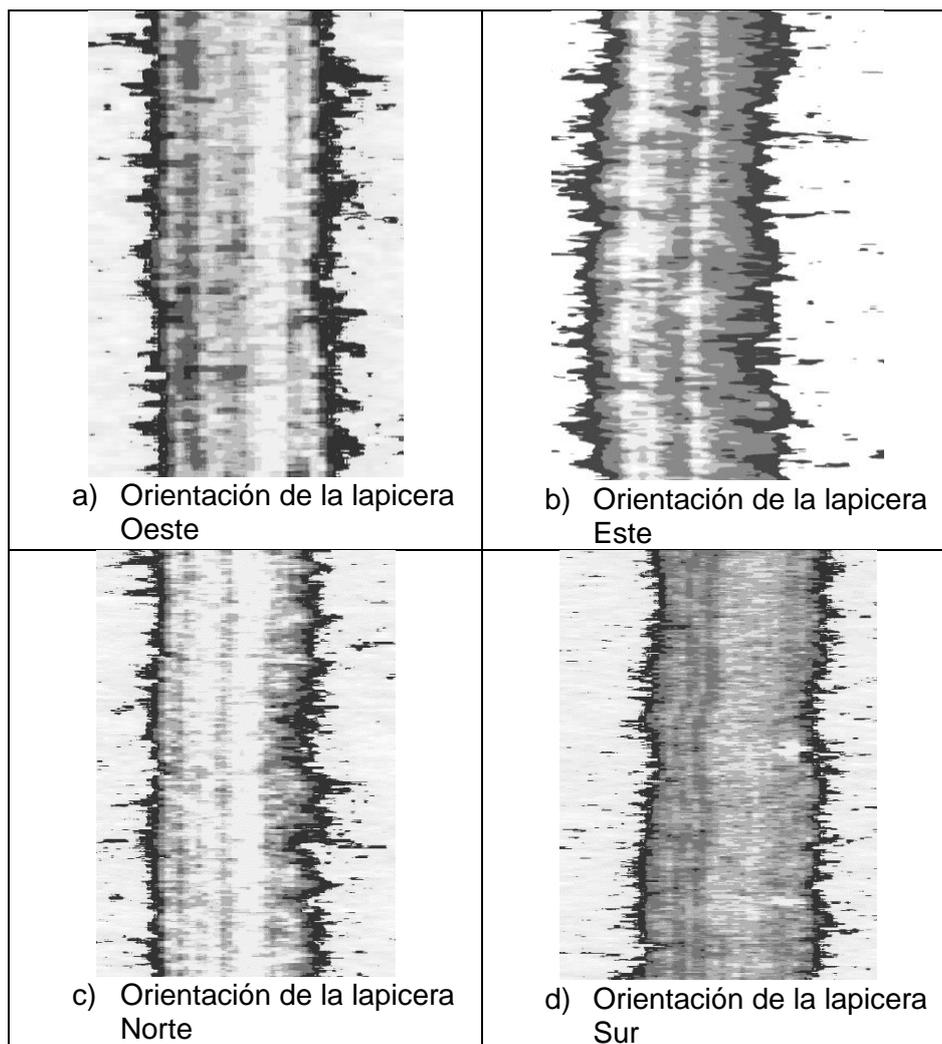


Figura 4

Habiendo analizado varias muestras en los 4 sentidos del trazo, Norte-Sur, Oeste-Este, Sur-Norte y Este-Oeste, para las cuatro inclinaciones consideradas de la lapicera e independientemente del ángulo de inclinación, vemos que el concepto anterior se puede generalizar diciendo que: cuando el sentido del trazo es perpendicular a la orientación de la lapicera, los puntos más oscuros se encuentran desplazados hacia el punto cardinal opuesto a la orientación del instrumento de escritura, mientras que si la orientación de la lapicera es paralela al sentido del trazo los puntos más oscuros se encuentran en la zona central del trazo.

En la Figura 5 se presentan los histogramas de 50 bins de las muestras consideradas en la figura 4 a) y b). La figura 5 a) muestra superpuestos los histogramas correspondientes a la mitad derecha e izquierda de la imagen del trazo considerando al esqueleto como línea divisoria. Se observa que la línea continua, lado derecho, comienza a subir antes que la línea marcada con '+' correspondiente al lado izquierdo, que está más cargada hacia la derecha. Confirmando que los valores de grises de una imagen de un trazo realizado con orientación del instrumento de escritura hacia el Oeste y trayectoria del trazo Norte-Sur presenta valores más oscuros del lado derecho de la imagen. En la figura 5 b) se muestran los histogramas de un trazo realizado con la lapicera inclinada con orientación Este, el comportamiento es igual al de la figura 5 a) con sentido contrario.

El cálculo del histograma se hizo sobre la zona del trazo, para lo que se segmentó la imagen con el algoritmo automático propuesto en [13]. El esqueleto del trazo se calculó primero

umbralizando la imagen, luego se realiza una dilatación morfológica para suavizar los bordes, y por último la esquelización del trazo binario considerando el algoritmo propuesto en [22].

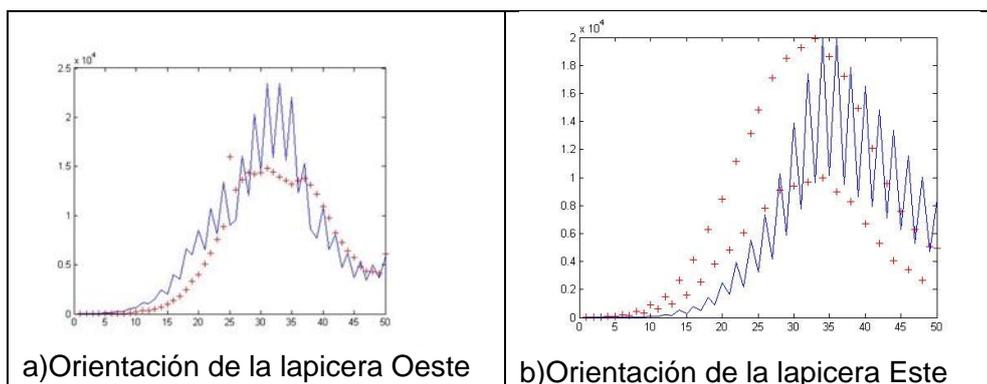


Figura 5

Se realizaron los histogramas para un conjunto de muestra con orientación Oeste y en la Tabla 4 se muestran los estadísticos de tendencia central, promedio y mediana, que se calcularon para cada uno de ellos. Se observa que en todos los casos los estadísticos de la parte derecha son menores que los de la parte izquierda, lo que implica que la mitad derecha es más oscura que la izquierda.

Tabla 4

		Trazo 1	Trazo 2	Trazo 3	Trazo 4	Trazo 5
Mitad Derecha	Promedio	180,57	166,75	165,63	169,40	165,30
	Mediana	180,57	173,78	168,63	175,00	166
Mitad Izquierda	Promedio	202,34	189,55	190,25	187,70	176,47
	Mediana	202,35	190,41	190,26	189,41	176

Se estudió la influencia de la inclinación del instrumento de escritura considerando dos ángulos 45° y 30° para ver que modificaciones se producían en la distribución de puntos más oscuros. De una primera observación visual se concluye que el desplazamiento de los puntos hacia los bordes del trazo es mayor cuanto menor es el ángulo de inclinación de la lapicera. Para una comprobación más rigurosa se calculó el promedio de la distancia de la línea que une los puntos de menor nivel de gris con la línea del esqueleto.

En la Tabla 5 se presentan los valores de las distancias promedio entre los puntos del esqueleto y la línea de menos valor de gris, obtenidos de procesar las imágenes de trazos realizados con el instrumento de escritura con orientación.

Tabla 5

Muestra	Ángulo 45°	Ángulo 30°
Trazo 1	28,29	20,99
Trazo 2	29,68	24,45
Trazo 3	28,48	22,29
Trazo 4	30,04	26,99

Un comportamiento similar se presenta para los otros sentidos de inclinación, lo que permite generalizar el concepto.



Producción científico-tecnológica

4.2.1 Publicaciones

a) Artículos

AUTOR (ES): Aubin Verónica, Ardura Carolina, Ponchioni Sergio, Pizarro Yanina, Doorn Jorge, Kaplan Gladys.

TÍTULO: Escritura manuscrita: Revisión del modelo conceptual de los parámetros pseudo - dinámicos

FUENTE XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.

ISBN 978-987-633-134-0

EDITORIAL Universidad Nacional de Salta

LUGAR Salta.

FECHA Abril de 2015.

AUTOR (ES): Aubin Verónica, Doorn Jorge, Kaplan Gladys.

TÍTULO Búsqueda de Parámetros Identificatorios en Trazos Manuscritos

FUENTE XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.

ISBN 978-950-34-1084-4

PÁGINAS. 280-284

EDITORIAL Universidad Nacional de Tierra del Fuego

LUGAR Ushuaia.

FECHA Mayo de 2014.

b) Capítulos de libro

AUTOR (ES): Aubin Verónica Inés, Doorn Jorge Horacio.

TÍTULO: Exploring New Handwriting Parameters for Writer Identification

FUENTE: 4th Edition of the Encyclopedia of Information Science and Technology

PÁGINAS 8.

EDITORIAL IGI Global

FECHA Submission Oct 14, 2015

LUGAR DE EDICIÓN Estados Unidos de América

d) Congresos Internacionales, Nacionales, Simposios, Jornadas, otros

AUTOR (ES): Aubin Verónica Inés, Doorn Jorge Horacio, Kaplan Gladys

TÍTULO Estimación de parámetros identificatorios en trazos manuscritos mediante procesamiento de imágenes.

TIPO: Jornada

REUNIÓN: Jornada de Investigación Interdepartamental UNLAM.

LUGAR: Universidad Nacional de la Matanza.

FECHA REUNIÓN: Septiembre 2014