



DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DEDICADO AL ESTUDIO Y REPORTE DE ELEMENTOS PARA EL ANÁLISIS GRAFOLÓGICO, ESPECÍFICAMENTE LA INCLINACIÓN DE LAS LETRAS Y EL ESPACIO EN BLANCO EN UN MANUSCRITO

- Yolanda Goncalves
- Iván Stekman
- Gustavo Peña

Para realizar estudios grafológicos, se analizan las escrituras de los individuos determinando aspectos cómo la inclinación, la dimensión o la forma de las letras, entre otros. Para ello los grafólogos se valen de reglas, transportadores, plantillas, etc., lo cual hace lento y tedioso el proceso de análisis de la escritura. Además muchos de los cálculos se realizan de modo visual, utilizando incluso hasta lupas de aumento, de tal forma que la exactitud depende en muchos casos del grado de agudeza visual que posea el analista grafológico. De hecho, algunos cálculos, como el grado de ocupación total de las letras de un manuscrito, no se realizan por la dificultad que existe en calcular exactamente cuánto espacio de la hoja ha utilizado la persona analizada al escribir.

Sería ideal disponer de una herramienta automatizada que realice algunos de estos cálculos de una forma más fácil, rápida y exacta, de tal forma que el manuscrito a analizar sea digitalizado para luego procesarlo y arrojar los resultados correspondientes de modo más rápido.

No se conoce aún en Venezuela una herramienta informática que logre realizar estos cálculos, lo cual lo convierte en un tema de amplio desarrollo y que ofrece múltiples aplicaciones en diferentes campos, ya sea la salud, reconocimiento de firmas, en investigaciones criminalísticas, etc.

Los aspectos que se toman en cuenta para el análisis de la escritura son variados, entre estos figuran la inclinación, el tamaño, el orden, entre otros. Se puede analizar hasta el más mínimo detalle de la

escritura de un individuo, por lo que se torna complicado y extenso el desarrollo de una herramienta automatizada que logre discernir todas las variantes que pudieran presentarse en un manuscrito, sin embargo, se puede tomar un subconjunto de estos aspectos para su informatización y así, paso a paso, lograr una herramienta final que englobe todo el conjunto, tal como en este caso, en donde se tomaron dos de ellos, la inclinación de las letras y el grado de ocupación de las letras o espacio en blanco dejado en un manuscrito.

La grafología

La grafología es un método de evaluación gráfica que tiene por objeto el estudio del carácter, del temperamento y de la personalidad de un individuo, mediante el análisis e interpretación de los aspectos de movimiento, espacio y forma de la escritura manuscrita (Veis, 1983).

En todo movimiento o gesto gráfico de las letras se pueden observar los diferentes aspectos del mismo, donde, a partir de los módulos establecidos por el grafoanálisis, se puede medir la corriente vital que anima los impulsos psíquicos de una persona. Según Vels, (1983) estos aspectos son ocho y se clasifican como sigue:

- **El orden:** distribución de las letras, palabras y líneas, disposición del texto en la página y proporciones de las letras.
- **La dimensión:** amplitud de los movimientos.
- **La presión:** intensidad o fuerza del impulso gráfico.
- **La forma:** modalidad de estructura de las letras.
- **La rapidez:** vivacidad del impulso gráfico.
- **La dirección:** lugar o plano simbólico hacia donde se dirigen preferentemente los movimientos en el espacio gráfico.
- **La inclinación:** espontaneidad de los movimientos.
- **La continuidad:** constancia, regularidad, estabilidad o perseverancia de la onda gráfica.

La técnica del análisis gráfico

El análisis del manuscrito se realiza generalmente sobre una hoja blanca, procurando que se encuentre libre de sucios o escritos previos, solicitándole a la persona a analizar que redacte algo en aproximadamente 15 o 20 líneas colocando al final su firma autógrafa, ya que ésta también se usa para el análisis. El instrumento de escritura debe ser

preferiblemente un bolígrafo o lo que la persona a analizar use comúnmente para escribir.

Para el estudio de la inclinación de las letras se escogen aquellas letras que posean hampas y jambas como la "l" y la "j" respectivamente trazando una recta que corte el óvalo de la letra. La recta, generalmente, debe pasar aproximadamente por los extremos de la letra. Se escogen como mínimo 10 letras al azar, se calcula la inclinación individual de cada una de ellas y luego se promedian. La inclinación de las letras se mide con respecto a la horizontal que se forma de la dirección del escrito.

En cuanto al cálculo del grado de ocupación de las letras (relación blanco/negro o espacio en blanco/escrito) se realiza de forma visual, es decir, el analista grafológico observa cuánta proporción de la hoja utilizó la persona analizada para escribir. Este cálculo generalmente no se realiza por ser de gran dificultad valorar exactamente el espacio ocupado por las letras en la hoja, razón por la cual los módulos del orden de la grafía se basan en su mayoría en espaciados o longitudes pequeñas que sean más fáciles de calcular mediante algún instrumento de medición o a simple vista.

ASPECTOS DE DESARROLLO

El prototipo fue realizado utilizando la versión empresarial Visual Basic 6.0 ®. La selección de una herramienta como esta, se debe a que su amplia difusión y versatilidad lo hacen ideal para el desarrollo. Para implementar la funcionalidad de base de datos requerida por el prototipo el manejados Microsoft SQL Server 7.0 ® fue el seleccionado.

El prototipo contempla dos de los aspectos tomados en cuenta para los análisis grafológicos, que son la inclinación de las letras y el grado de ocupación de las mismas en el manuscrito. Los manuscritos son escaneados en escala de grises y convertidos en imágenes digitales que luego pueden ser procesadas para calcular lo requerido.

Los manuscritos deben ser realizados en una hoja estandarizada tamaño carta, color blanco, que será proporcionada por el analista grafológico, de tal forma que a 3 cm. del extremo superior de la hoja se encontrará una recta horizontal, debajo de la cual la persona analizada podrá comenzar a escribir. Esta recta horizontal podrá tomarse como referencia para conocer cuál es la verdadera horizontal de la hoja, ya que al escanear el manuscrito se pierde la horizontalidad verdadera, ya sea porque se colocó la

hoja de forma incorrecta o porque al pasar del papel al formato digital, por lo general, se obtienen otras perspectivas. Además de esta recta, el analista grafológico puede trazar, en el espacio que existe entre el extremo superior de la hoja y la horizontal estándar, una horizontal que siga la dirección de la escritura analizada, de esta forma se obtiene mayor precisión en los cálculos de la inclinación de las letras (recuérdese que la inclinación de las letras se calcula usualmente contra la horizontal formada por la dirección de la escritura analizada).

Calculo de la inclinación de las letras

Dado que se toman aquellas letras que poseen hampas y jambas como la "l" y la "j" respectivamente, para el cálculo de la inclinación general del escrito, era necesaria la detección de dichas letras. Ahora bien, la detección totalmente automática de letras manuscritas es un trabajo sumamente difícil, tomando en cuenta que cada persona escribe de una forma muy particular. Aún en la actualidad la detección de letras manuscritas es un trabajo arduo e inconcluso, cuya solución parece estar todavía muy lejos. Por tal razón, se decidió involucrar al usuario en la selección de las letras adecuadas para el cálculo de la inclinación, de tal forma que éste, haciendo uso del ratón, puede trazar una recta que se acople con la letra adecuada y el prototipo automáticamente determina la inclinación de dicha recta con respecto a la horizontal que forma parte del estándar de la hoja escaneada o con respecto a la horizontal trazada por el usuario. Sería más sencillo calcular la inclinación de las letras con respecto a la horizontal del sistema, pero recuérdese que al escanear, muchas veces la hoja no se coloca totalmente derecha, por lo que el resultado de las inclinaciones podría resultar inexacto.

El sistema puede detectar la horizontal de forma automática o puede ser seleccionada por el usuario usando el ratón. Para la detección automática de la horizontal se requiere que sea dibujada en los tres centímetros superiores de la hoja, de tal forma que se facilite la detección de la misma usando la transformada de Hough, la cual usa la ecuación paramétrica de la recta y aprovecha la propiedad de intersección en un mismo punto de todas las curvas sinusoidales que pertenecen a una misma recta.

Luego de la detección de la horizontal, el sistema calcula el ángulo que existe entre la recta que trazó el usuario y la horizontal hallada. La fórmula utilizada para el cálculo del ángulo es la de ángulo entre dos rectas, la cual expresa lo siguiente:

$$\alpha = \arctg \frac{m_2 - m_1}{1 + m_2 * m_1}$$

Donde m_2 y m_1 son las pendientes de las rectas involucradas en el cálculo del ángulo, es decir, la pendiente de la horizontal hallada y la pendiente de la recta trazada por el usuario sobre la letra que desea analizar.

Por lo general, se escogen varias letras para calcular la inclinación total de todo el manuscrito, por lo cual, a medida que el usuario va midiendo cada letra, el sistema va calculando y mostrando la media aritmética, la varianza y la mediana de dichas medidas. Estas fórmulas, a excepción de la varianza, son las que usan los grafólogos usualmente para el cálculo de la inclinación total del escrito. La fórmula de varianza fue agregada para proporcionar más información a los análisis del manuscrito.

Determinación del grado de ocupación de las letras

Para la técnica del grafoanálisis que se encarga de determinar el grado de ocupación de las letras, representado por la relación blanco/negro de un escrito, se planteó que la forma más eficiente de hacer esta tarea de forma automatizada, es la de contar los pixeles que corresponden al escrito y esto será lo que corresponda a la zona negra u oscura mientras que el fondo de la imagen será lo blanco o claro. Para lograr esto se apoyaron los algoritmos en técnicas de umbralización, ya que permiten separar elementos de una imagen como objetos independientes. Si se toma en cuenta el escrito como un objeto y lo que queda de la hoja como fondo la técnica de umbralización ajusta a este propósito.

El problema principal para aplicar la técnica de umbralización es la naturaleza de la imagen que se obtiene al escanear un manuscrito, ya que son imágenes muy brillantes y la mayor información del escrito se encuentra en pixeles que se confunden con el fondo, esto en términos del histograma (ver figura 1 como un ejemplo del histograma típico de un manuscrito escaneado).

En la Universidad Tecnológica de Nanyang, Singapur, se encontró un método para estudiar la imagen digital de un manuscrito de una forma simple y poco costosa en tiempo de cómputo. Yan Solihin y C.G. Leedham (1999) escritores del documento "The

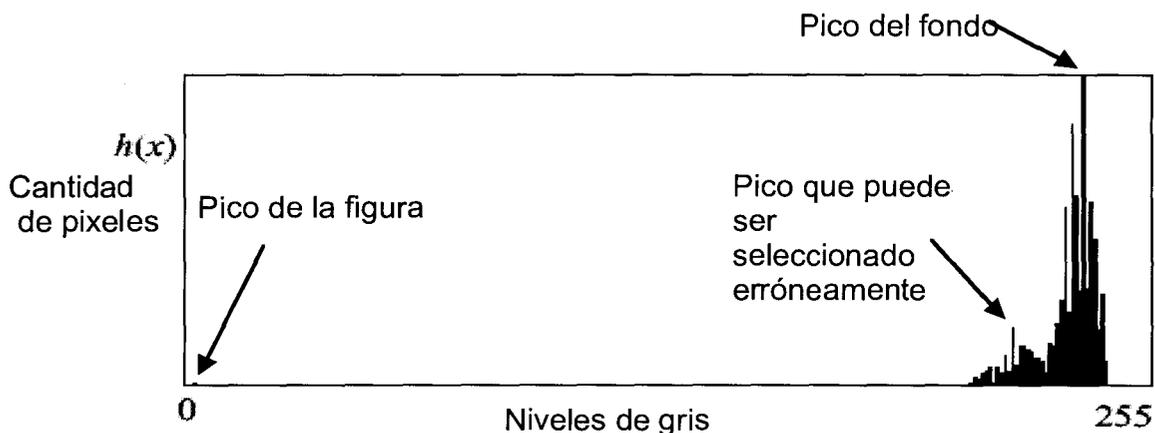


Figura 1. Histograma típico de un manuscrito
 Fuente: The Multi-stage Approach to Grey-Scale image Thresholding for Specific Applications; Solihin, Y. y Leedham, C.G.

Multi-stage Approach to Grey-Scale image Thresholding for Specific Applications", primero plantean una aclaración de cómo deberían seleccionarse los picos en el histograma de un manuscrito escaneado y lo que proponen es que el pico que represente al objeto (el escrito en este caso) debería ser el pico que contenga la intensidad más a la izquierda (en la figura 2 se puede observar cuáles deberían ser los picos que se deben seleccionar).

Como segundo planteamiento exponen una nueva forma de realizar la umbralización, proponen una umbralización por etapas llamada umbralización global multi-etapa, la cual consiste en lo siguiente:

La umbralización global multi-etapa es un algoritmo que realiza la umbralización en n etapas ($n > 1$). En

cada etapa k , se usa el valor de umbral producido por la etapa $k-1$ y además usa información adicional de la imagen, para producir valores de umbral más precisos para cada etapa $k+1$. Este proceso continúa y termina en la etapa n , donde el valor de umbral que se obtenga en este nivel será el valor final de umbral.

En particular, en este trabajo se aplica una técnica basada en la umbralización global multi-etapa denominada razón integral cuadrática, que está pensada específicamente para la extracción de manuscrito, la misma es planteada por Yan Solihin y C.G. Leedham en el mismo documento citado anteriormente.

En el estudio de Yan Solihin y C.G. Leedham (1999) los resultados de esta técnica fueron probados y

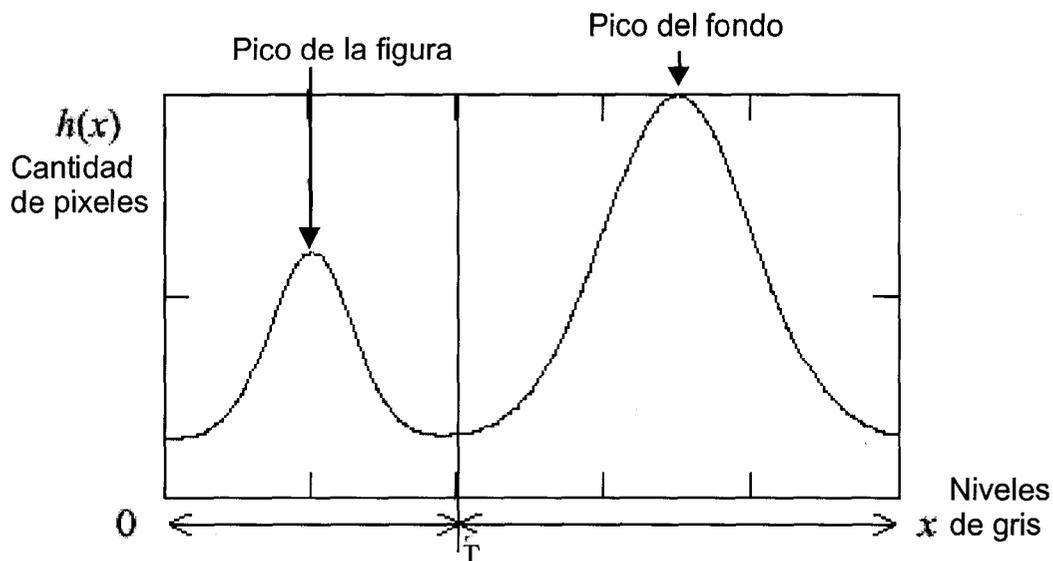


Figura 2. Histograma ideal para umbralización
 Fuente: The Multi-stage Approach to Grey-Scale image Thresholding for Specific Applications; Solihin, Y. y Leedham, C.G.

comparados contra todas las técnicas de umbralización global clásicas, resultando superiores en comparación a los resultados de las técnicas tradicionales.

Una vez que se logra obtener un buen valor de umbral mediante la técnica de QIR, se puede proceder a determinar el grado de ocupación de las letras. El proceso para obtener este valor, una vez determinado el umbral, es más simple, ya que se recorre la imagen pixel a pixel y si el pixel en estudio es mayor al umbral, se considera blanco y se contabiliza uno más para el conjunto blanco, en caso contrario, se contabiliza para el conjunto de los negros. Una vez que se recorre la imagen completa se tiene la cantidad de blanco y negro, con esto se puede calcular el porcentaje de negro (lo cual representa el grado de ocupación de las letras), además se puede obtener el porcentaje de blanco y finalmente la relación que guardan estos dos valores lo que corresponde a la relación blanco/ negro o claro/oscuro.

las funciones que hacen posible el cálculo de la inclinación y del grado de ocupación de las letras de un manuscrito. Además, posee funciones adicionales que agilizan y facilitan el análisis de los manuscritos.

La función de *Brillo/contraste*, la cual se cuenta como una acción de ajuste de la imagen, puede alterar el brillo y el contraste de la imagen al mismo tiempo, ya que al seleccionarlo aparece una pequeña pantalla con dos barras que se pueden desplazar hacia la derecha para aumentar el brillo o el contraste o hacia la izquierda para disminuirlos.

También en el rango de ajustes se encuentra la opción de *Zoom in* y *Zoom out*, las cuales permiten aumentar o disminuir el tamaño de la imagen en un cierto porcentaje, según la selección del usuario. Todo lo que se encuentre sobre la imagen, ya sean líneas o el recuadro de selección, aumentará o disminuirá en la misma proporción que la imagen.

Con la opción *Horizontal*, el usuario puede seleccionar si desea que la detección de la horizontal del manuscrito (horizontal que sigue la dirección de las letras del manuscrito), contra la cual se medirán todos los ángulos de las letras del manuscrito analizado, sea automática o manual. En caso de que seleccione la opción manual, el prototipo se colocará en modo línea, de tal forma que el usuario podrá trazar,

Características del prototipo

Una vez culminada la fase de generación de código, se obtuvo como resultado un prototipo totalmente funcional. Este prototipo consta de todas

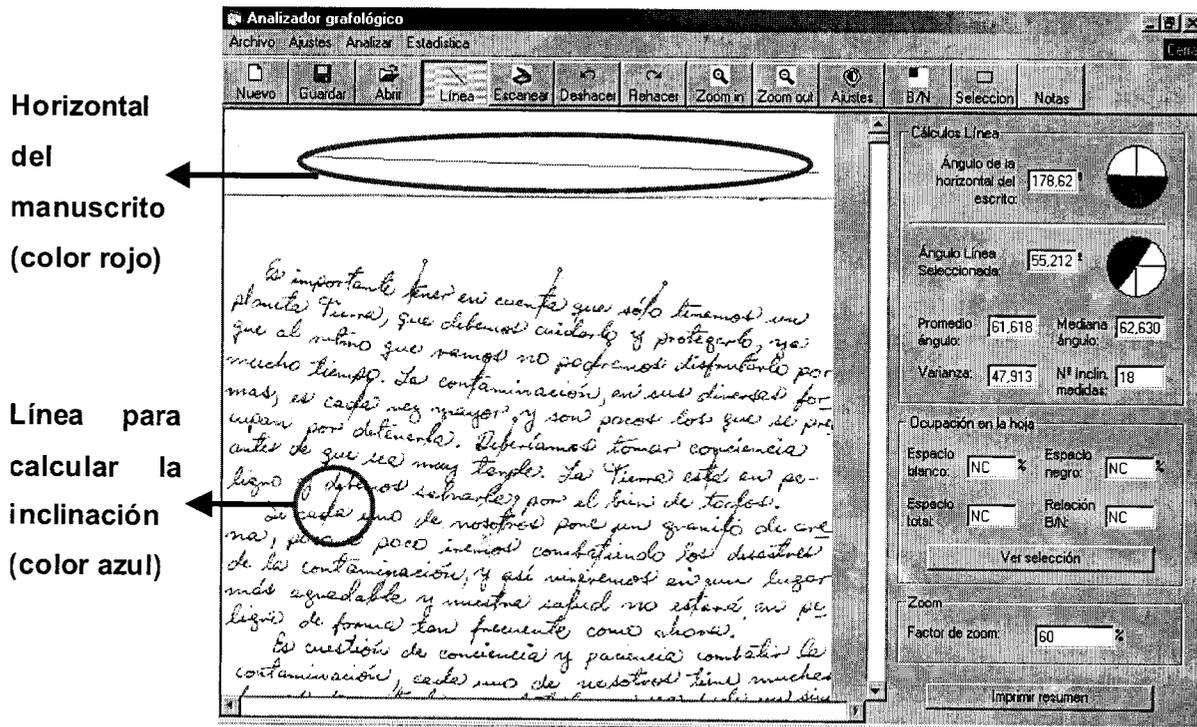


Figura 3. Detección manual de la horizontal
Fuente: Elaboración propia

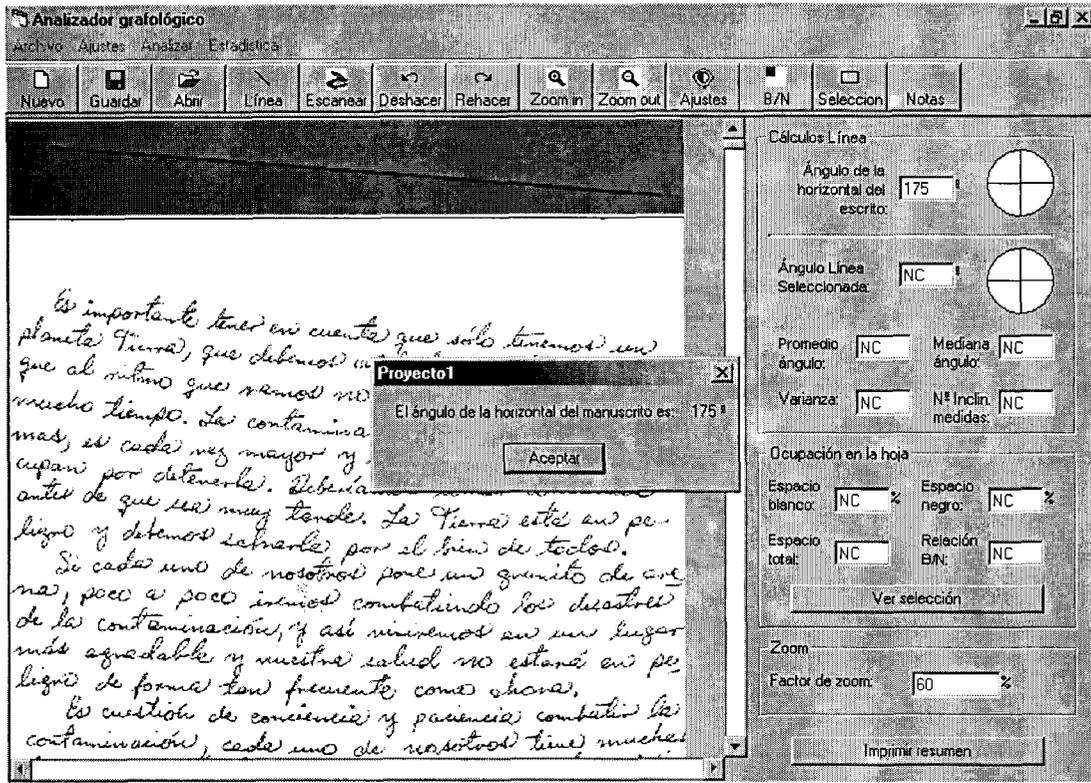


Figura 4. Detección automática de la horizontal
Fuente: Elaboración propia

usando el ratón, la horizontal que más le ajuste al manuscrito, la cual puede ser modificada posteriormente. Esta horizontal se diferencia del resto de las líneas porque se visualiza de color rojo. Una vez que se ha trazado la horizontal, el resto de las líneas que se tracen con el ratón se visualizarán de color azul, expresando que dichas rectas son las que miden el ángulo de las letras del manuscrito (ver figura 3).

Por otra parte, si el usuario selecciona la opción automática, el prototipo buscará automáticamente la horizontal desde el inicio de la imagen hasta 3 cm. de la misma, coloreando de rojo momentáneamente la zona donde está realizando la búsqueda (ver figura 4). El ángulo de esta recta horizontal, el cual se mide contra la horizontal del sistema, podrá visualizarse en la parte derecha de la pantalla principal del prototipo.

La opción *Línea*, permite el trazado de líneas sobre el manuscrito. Si el usuario no ha seleccionado aún la horizontal, cuando se coloca el prototipo en modo línea, la primera línea que se dibuje corresponderá a la horizontal contra la cual se medirán los ángulos de inclinación de las letras y se visualizará de color rojo, mientras que si ya se ha seleccionado una horizontal, ya sea de forma manual o automática, las líneas

corresponderán a los ángulos de las letras medidas, visualizándose de color azul. Para modificar cualquier *línea* se debe quitar el modo línea seleccionando de nuevo esta opción. Cada vez que se trace una línea sobre el manuscrito, se visualizará en la parte derecha de la pantalla principal del prototipo el ángulo correspondiente de forma numérica y gráfica, ya sea el de la horizontal o el de las letras escogidas. El ángulo de las letras es medido contra la horizontal que haya seleccionado el usuario. Cada vez que se tracen líneas para calcular la inclinación de alguna letra, se visualizará en la parte derecha de la pantalla principal el ángulo individual de la letra seleccionada, y los resultados del promedio, la mediana y la varianza de todas las inclinaciones previamente calculadas por el usuario.

Por último, pero no menos importante, se encuentra la opción de B/N (blanco/negro), que permite calcular el grado de ocupación de las letras que se encuentren en la zona seleccionada. Si al escoger esta opción no se ha seleccionado ninguna zona aparece un mensaje notificando que si no se desea realizar la selección de una zona particular, el cálculo se realizará utilizando todo el área de la imagen del manuscrito. La zona

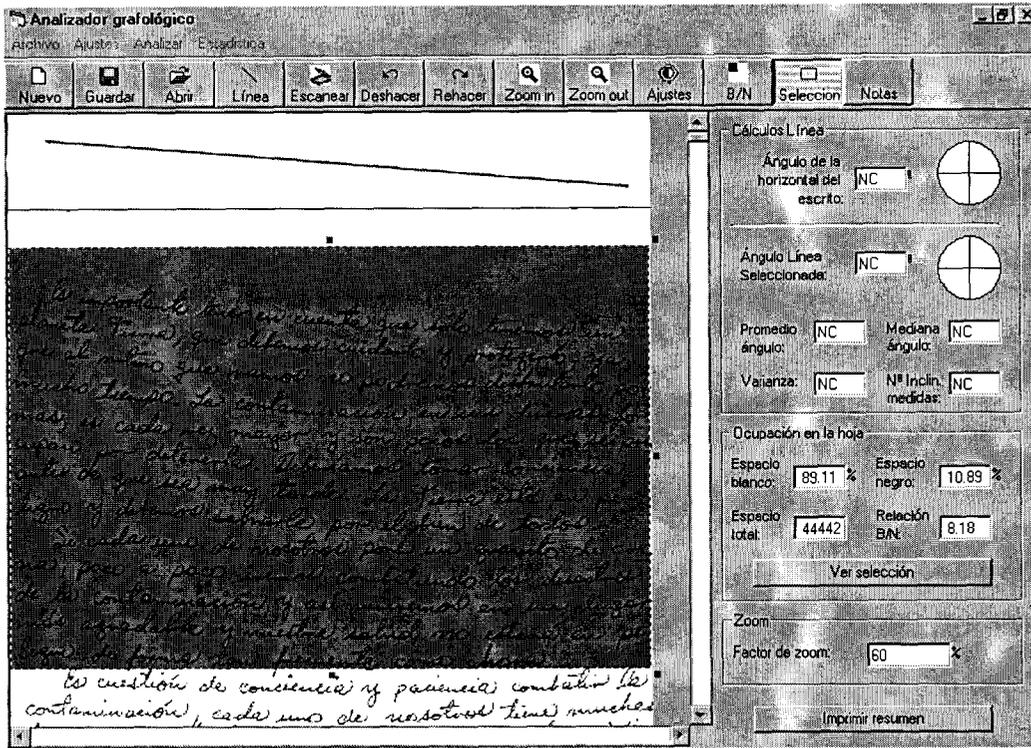


Figura 5. Zona seleccionada para el cálculo blanco/negro (zona roja)
Fuente: Elaboración propia

donde el prototipo realiza el cálculo se colorea de rojo mientras se realiza el análisis (ver figura 5). Los resultados de este cálculo se pueden observar en la parte derecha de la pantalla principal del prototipo.

Conclusiones

- El prototipo obtenido es capaz de calcular la inclinación y el grado de ocupación de las letras de un manuscrito digitalizado, cumpliendo así los objetivos planteados inicialmente.
- Con el procesamiento digital de imágenes es posible manipular los distintos elementos que posee una imagen, permitiendo así el estudio a fondo de cualquier imagen que pueda ser digitalizada, incluyendo manuscritos.
- Para automatizar totalmente el aspecto de inclinación de las letras, de tal forma que el sistema sea capaz de calcular la inclinación sin requerir el trazado de líneas por parte del usuario, se necesitaría que el sistema reconociera las letras manuscritas.
- Es posible automatizar la mayoría de los aspectos de la grafología, mas no todos, ya que varios de ellos dependen en su totalidad de percepciones humanas que una máquina no sería capaz de distinguir aún.
- El prototipo sirve como medio de estudio para verificar que tan útil y exacta sería una herramienta de grafoanálisis automatizada.
- El prototipo explora nuevas formas de analizar los manuscritos, que aplicadas manualmente serían poco prácticas y engorrosas.
- Gracias a las capacidades de ajustar el brillo, el contraste y el tamaño (zoom) de la imagen del manuscrito, se eliminan varias herramientas que causan incomodidad a los especialistas al hacer los análisis grafológicos.
- Con el uso de placas sensibles, es posible automatizar más aspectos de la grafología para obtener una herramienta casi completa que apoye el trabajo de los analistas grafológicos.
- En la actualidad, la utilidad más provechosa de una herramienta grafológica, es realizar investigaciones acerca de la grafología y lo que se puede llegar

con ella, como también probar nuevos métodos de análisis que manualmente no son factibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

- Cornell, Gary (1999). *Manual de referencia Visual Basic 6* (1era. ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- González, R. y Woods, R. (1996). *Tratamiento de Imágenes*. (Trad. Fernando Davue, Luis Rosso y Sergio Ruiz). Delaware: Addison-Wesley Iberoamericana (original en inglés, 1992).
- Molich R. y Nielsen J. (1990). *improving A Human Computer Dialog: What Designer Know about. Traditional interface Design*.
- Llorens Fabregas, J. (2003). *Sistemas de Información - Planificación, Análisis y Diseño* (3ra ed.). Editorial Miró
- Pressman, R. (1997). *Ingeniería de Software: un Enfoque Práctico* (4ta ed.). México: McGraw-Hill.
- Senn, J. (1995). *Análisis y Diseño de Sistemas de Información* (2da ed.). México: McGraw-Hill.
- Vels, Augusto (1983). *Diccionario de Grafología y Términos Psicológicos Afines* (5ta ed.). España: Herder.
- Whitten, J., Bentley, L. y Barlon, V. (1998). *Análisis Diseño de Sistemas de Información* (3ra ed.). Colombia: McGraw-Hill/Irwing.
- Xandró, Mauricio (1994). *Grafología Elemental* España: Herder.
- Yourdon, E. y Constantine, L. (1986). *Structured Design - Fundamentals of a Discipline of Computer Program and Systems Design*. Prentice-Hall.

Documentos en línea

- Alonso, Luis Manuel (2001). *Acerca de la construcción de conocimientos matemáticos en las carreras de ingeniería mediante conocimientos computacionales*, [en línea]. Habana: Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". Disponible en: <http://www.utm.mx/temas-docs/nfnotas14R3.pdf> [2003, septiembre].
- Betancur, L., Prieto, F. y Osorio, G. *Adquisición y Preproceso de Imágenes en VHDL*, [en línea]. Manizales: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Disponible en: <http://pci.unalmz.edu.co/Articulos/AdquisicionprocesamientoVHDL.pdf> [2003, septiembre].
- Bravo, Antonio J. *Procesamiento Digital de Imágenes*, [en línea]. Disponible en: <http://www.ing.ula.ve/.abravo/document/tutorial/imagenes/indice.html> [2003, septiembre].
- Clipgem for Form Data Entry and Simultaneous Electronic Signature Capture*, [en línea]. Disponible en: www.topazsystems.com/Clip_Gem/ClipGem.pdf [2003, septiembre].
- Definition of Usability (ISO 9241)*, [en línea]. Disponible en: <http://www.tau-web.de/hci/space/i7.html> [2003, julio].
- García de Jalón, J., Rodríguez, J. y Brazález, A. (1999). *Aprenda VisualBasic 6.0 como si estuviera en primero*, [en línea]. San Sebastián: Universidad de Navarra. Disponible en: <http://mat21.etsii.upm.es/ayudainf/aprendainf/VisualBasic6/vbasic60.pdf> [2003, septiembre].
- How Do Touchscreen Monitors Know Where You're Touching?*, [en línea]. Disponible en: <http://www.howstuffworks.com/question716.htm> [2003, septiembre].
- Llamazares, Juan C. *¿Cómo funciona?: Pantallas y ratones táctiles o 'touchpad'* [en línea]. Disponible en: <http://www.ecojoven.com/dos/05ltactil.html> [2003, septiembre].
- Nielsen, Jakob (1997). *Ten Usability Heuristics*, [en línea]. Disponible en: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html [2003, agosto].
- Pantallas Táctiles*, [en línea]. Disponible en: <http://www.ars-nova.net/Tactiles.htm> [2003, septiembre].
- Solihin, Y. y Leedham C. G. (1999). *The Multi-stage Approach to Grey-Scale Image Thresholding for Specific Applications*, [en línea]. Nanyang: Nanyang Technological University. Disponible en: chooyu.cs.uiuo.edu/~solihin/Paper/MultistageTH.pdf [2003, septiembre].
- Tablet Pcs*, [en línea]. Disponible en: <http://www.arches.uga.edu/~mcockrel/history.htm> [2003, septiembre].

Sitios web

- <http://www.microsoft.com> [2003, septiembre].
- <http://www.officecomputertraining.com/vbtutorial/tutpages/page4.asp#pic> [2003, septiembre].
- <http://www.planet-source-code.com> [2003, octubre].
- <http://tannerhelland.tripod.com/VBStuff.htm> [2003, septiembre].