

# CAPITULO IV

*“El efecto de lo visto, será consecuencia de lo inevitable.”  
- Jesús H. M.-*

## **4. PRUEBAS**

La organización del capítulo se compone de los siguientes puntos:

- Conceptos y descripción del procesamiento de imágenes.
- Se describe como se obtiene el tamaño de la firma.
- Se describe como se obtiene la dirección de la firma: ascendente, horizontal y descendente.
- Reconocimiento de patrones (acentos y puntos), el ingreso de los patrones a la red de Hopfield.
- Árbol de decisiones, el cual muestra las posibles decisiones que se pueden tomar para el análisis de la firma.
- Pruebas realizadas y resultados.
- Conclusiones.

### **4.1 Procesamiento de Imágenes**

Las imágenes están compuestas por un arreglo de colores con bordes finitos. Podemos simplificar las cosas un poco considerando solamente imágenes monocromáticas, como una imagen con todos los colores se puede mirar como mezcla de tres imágenes monocromáticas. Se divide en tres colores rojo, verde y azul; estos colores combinándolos representan a todos los colores de una imagen y es posible por que son los colores que percibe el humano. Para obtener colores es un proceso de tres dimensiones y cualquier color puede ser definido con tres números en rojo, verde, azul; estos darán como resultado un color, lo podemos ver en la imagen 4.1. [22].

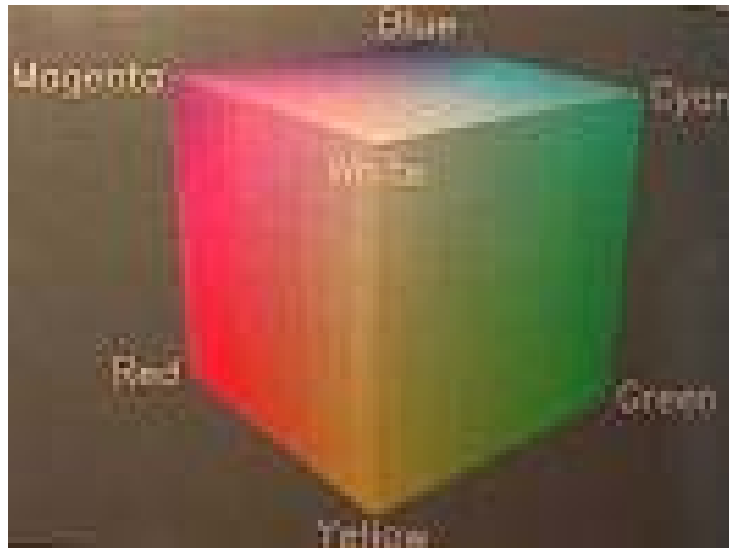


Figura 4.1. Matriz de colores RGB.

Los niveles de grises están formados por los colores blanco y negro, cada punto de la imagen es asignado a un solo número que indica el brillo o gris. Matemáticamente los niveles de grises en una imagen están representados por una función de dos variables  $f(x,y)$  el cual da un número  $a$ ,  $z = f(x,y)$ , que corresponde a los niveles de grises al punto  $(x,y)$  [12].

Una imagen binaria es favorable para un análisis por que tiene límites, áreas y formas definidas; se compone de dos valores 0 y 1 [12]. Al tener una imagen, se abrió con Mono obteniendo como primer punto el tamaño de la imagen, al conocer los limites de la imagen se leyeron los píxeles, obteniendo de estos los colores en RBG. La condición tomada para que un píxel  $(x,y)$  fuera negro o blanco, se puede ver en la ecuación (4.1):

$$\begin{aligned}
 & \text{si } R \geq 128, B \geq 128, G \geq 128, \text{ pixel}(x,y) = 0 \\
 & \text{si } R < 128, B < 128, G < 128, \text{ pixel}(x,y) = 1
 \end{aligned}
 \tag{4.1}$$

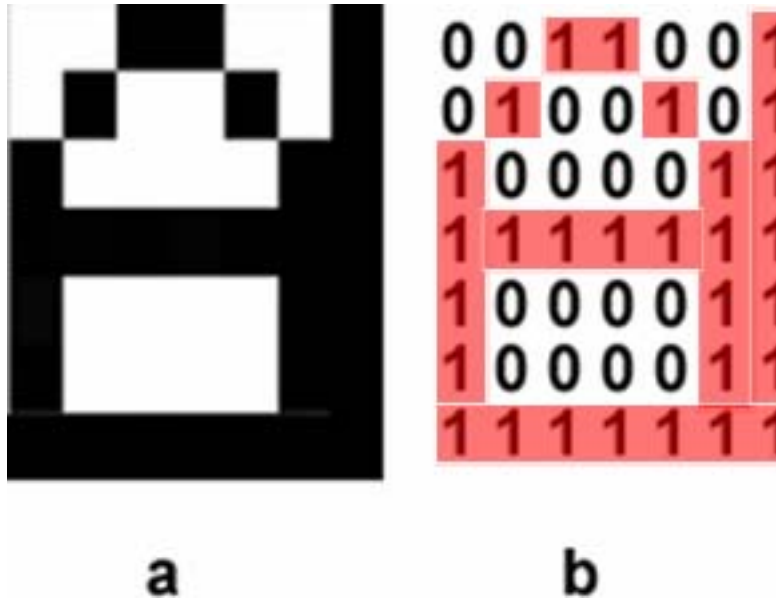


Figura 4.2. Imagen de 7x8 píxeles.

a). Imagen en colores blanco y negro. b) Imagen convertida a 1 y 0.

En la imagen 4.2. (a), se puede observar la imagen en colores negro y blanco, esta imagen se convirtió en una matriz binaria de 0 y 1 como se puede ver en la figura 4.2 (B).

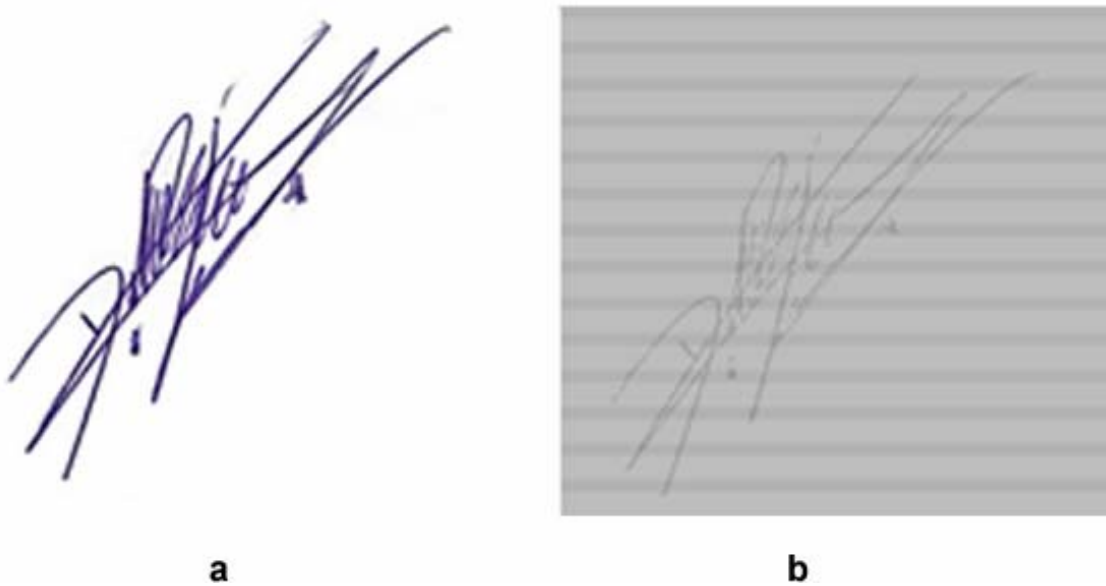


Figura 4.3 Imagen de 300 x 300 píxeles. a). Firma en una imagen. b). Matriz binaria de la imagen.

En la imagen 4.3 (a) se puede ver la firma que esta en una imagen de 300 x 300 píxeles, en la figura 4.3 (b) se puede ver convertida a formato binario. Casi todos los puntos que están en color negro de la imagen 4.3 (a) se pudieron localizar con éxito en su representación, sin embargo al convertir la imagen a su representación en formato binario se llegan a perder ciertos píxeles, como se muestra en la imagen 4.4.



Figura 4.4 Imagen con píxeles perdidos a). Pedazo de la firma (figura 4.2). b). Matriz binaria de la imagen.

Se puede observar en la figura 4.4 (a), que al final de la línea tiene un gancho hacia abajo y un punto, al convertirse a su forma binaria se pierden píxeles como se puede observar en la figura 4.4 (b). Los archivos que pueden contener una firma son en formato jpg, jpeg, bmp y png, esto se debe a que son los formatos que son soportados por Mono.

## 4.2 Tamaño de la Firma

Dada la matriz binaria que se obtuvo de la imagen, se mide el tamaño de la firma para saber si era grande o pequeña, se obtuvo con el siguiente procedimiento:

1. La matriz que se genero de la imagen es de tamaño 300 x 300 píxeles, la mitad de la matriz se encuentra en el punto (150,150).
2. Una cuarta parte de la imagen solo seria del punto 0,0 al punto 150,150 como se muestra en la figura 4.5., el cuadro que se ve en azul es la cuarta parte de la imagen.
3. Si la firma se sale de ese tamaño o recuadro azul, tanto por altura como anchura entonces se determino que la firma era grande. Si la firma se encuentra dentro del rango (cuadro azul) se determina que es pequeña.
4. La firma no siempre se encuentra en el mismo lugar, por lo que se mueve ese cuadro a donde se encuentra la firma para determinar el tamaño.

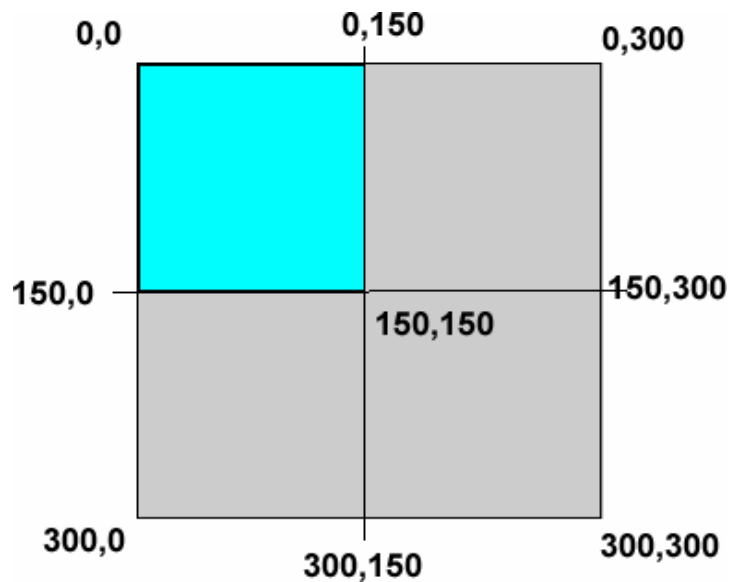


Figura 4.5 Rango del tamaño de la imagen.

Una vez que se tiene la imagen con la firma se localiza la imagen, verificando cual es el tamaño de su altura y el ancho que esta tiene. El cuadro se mueve hasta la

firma, para determinar el tamaño. En la figura 4.6, muestra dos firmas de diferentes personas en la cual se puede observar que la firma chica (figura 4.6 a) se encuentra dentro del recuadro amarillo y no se sale de los límites. La figura 4.6 b, muestra una firma grande la cual sobre pasa los límites del cuadro amarillo por lo que se determina que es de tamaño grande.

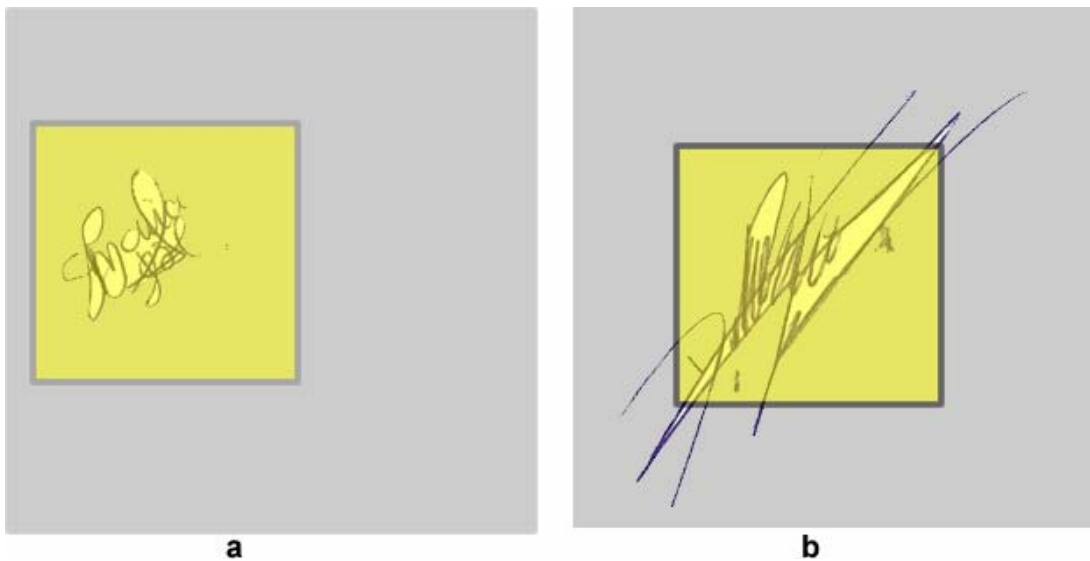


Figura 4.6 Tamaño de firmas. A) Firma chica. B) Firma grande.

### 4.3 Dirección de la firma

Para obtener la dirección de la firma se aplico el algoritmo de Hotelling. Se genera, la matriz A que siempre será de tamaño  $2 \times 2$ , esto se explico en el capítulo 2. Se obtienen los eigen valores y eigen vectores, esto determina la dirección de la firma, se puede ver en la figura 4.7.

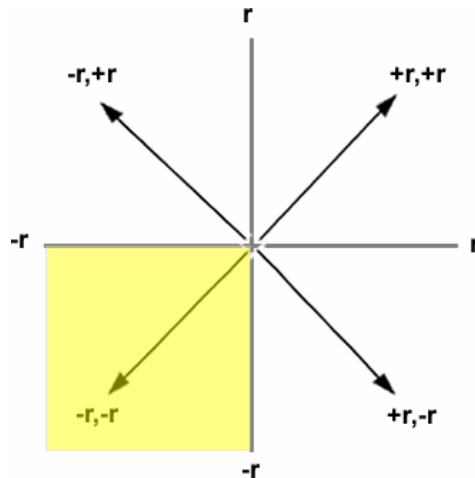


Figura 4.7 Plano de los eigenvectores.

Al tener los eigen vectores, se determina la dirección cumpliendo las condiciones siguientes.

- Si es Gen1[+,+] Gen2[-,+], o Gen1[+,+] Gen2[+,-] entonces la dirección es ascendente.
- Si es Gen1[+,+] Gen2[+,+] entonces la dirección es horizontal.
- Si es Gen1[-,+], Gen2[+,+] o Gen1[+,-], Gen2[+,+] entonces la dirección es descendente.

No se ocupa  $-r$  y  $-r$ , que en la figura 4.7 es el vector que se encuentra en el cuadro amarillo, esto se debe a que si los eigen valores, cumplen las siguientes condiciones:

Si tenemos un  $f(x)$  tal que  $f(x) = -r-r$ , entonces:

- Dado un  $R1=1$  y  $R2=-1$ , esto es igual a  $-(R1)-(R2)$  lo que equivale a  $-(1)-(-1) = -1+1=0$ .



- Dado un  $R1=-1$  y  $R2 =1$ , esto es igual a  $-(R1)-(R2)$  lo que equivale a  $-(-1)-(1) = +1-1=0$ .

Si un eigen vector  $[-r -r]$ , es lo mismo ocupar un eigen vector  $[r,r]$ , esto se debe a que el resultado será 0, para los casos mencionados anteriormente. Siempre y cuando los valores sean positivo y negativo, de otra forma se ocupa eigen vector  $[r,-r]$  o  $[-r,r]$ .

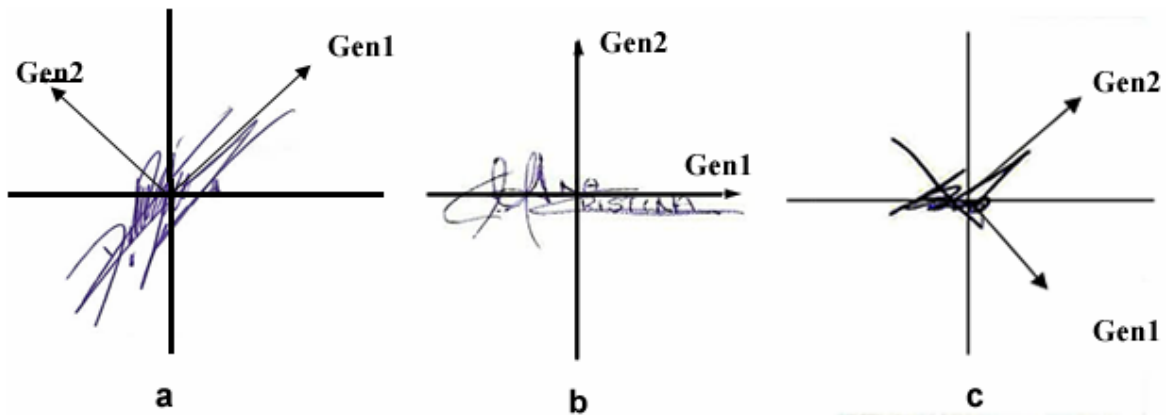


Figura 4.8 Firmas con eigen vectores. A). Eigen vectores de una firma ascendente.

B) Eigen vectores de una firma horizontal. C) Eigen vectores de una firma descendente.

En la figura 4.8 (A) los eigenvectores son  $Gen1=[r,r]$  y el  $Gen2[-r,r]$ , por lo que se determina que la firma tiene inclinación ascendente, en la figura 4.8 (B) los eigenvectores son  $Gen1=[r,r]$  y el  $Gen2[r,r]$ , por lo que se determina que la firma tiene inclinación horizontal, en la figura 4.8 (C) los eigenvectores son  $Gen1=[-r,r]$  y el  $Gen2[r,r]$ , por lo que se determina que la firma tiene inclinación descendente.

#### 4.4 Reconocimiento de puntos y/o acentos en la firma

Se aplica la red neuronal de Hopfield, es una red auto-asociativa que almacena diferentes patrones funcionando como una memoria. Se ingresa una entrada en la cual la red evoluciona hasta estar estable, de este modo da la salida que coincide con los patrones almacenados, en dado caso de que la entrada no coincide con ninguna de los patrones almacenados, la red evoluciona generando como salidas la más parecida a los patrones almacenados [17].

Se aplica la red de Hopfield, debido que al convertir una imagen a una matriz binaria, se llegan a perder píxeles y la información algunas veces llega a estar distorsionada. Si tomamos un fragmento de la imagen y la comparamos directamente con el vector punto, como se muestra en el siguiente ejemplo.

Ejemplo:

<b>Fragmento de la imagen</b>	<b>Patrón Punto</b>
000000000	000000000
0000111000	0000110000
0011001100	0001111000
0010000010	0011111100
0110011110	0111001110
0111000100	0111001110
0010001100	0011111100
0100011100	0001111000
0011110000	0000110000
000000000	000000000

Tenemos la matriz que forma un “punto”, y si la comparamos directamente con “fragmento de la imagen”, no se parece en nada, debido a que la información no se encuentra completa. A la hora de firma los puntos y acentos no son siempre están bien definidos, como un punto o acento. Esto se puede observar la figura 4.9.

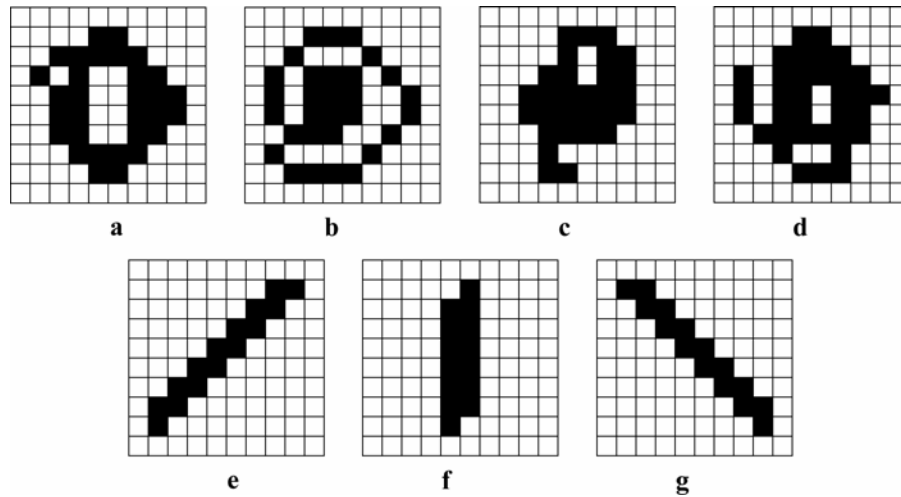


Figura 4.9 Posibles puntos y/o acentos. a) b) c) d) Punto Distorsionado. e) Acento con inclinación ascendente. f) Acento con inclinación vertical. g) Acentos con inclinación descendente.

Debido a esto se utiliza la red neuronal de Hopfield, para dar una entrada a la red y ver cual es el patrón mas parecido, acento o punto. Los patrones que se ingresaron para el reconocimiento son dos, un punto y un acento.

Patrón Acento	Patrón Punto
oooooooo	oooooooo
oooooooo1o	ooo11ooo
oooooo11o	oo1111oo
ooooo11oo	oo11111oo
oooo11ooo	o11oo11lo
ooo11oooo	o11oo11lo
oo11ooooo	oo11111oo
o11oooooo	ooo1111oo
o11oooooo	oooo11ooo
oooooooo	oooooooo

Se ingresaron estos patrones, debido a que dependiendo en que parte de la firma se encuentren tiene un significado que determina una parte de la personalidad. (Ver anexo 2).

### 4.4.1 Ingreso de Patrones

Para poder ingresar un posible patrón a la red neuronal de Hopfield, se tuvo que realizar un barrido en la matriz binaria.

Se posiciona el puntero en un píxel (unidad básica de una imagen [18]), se parte del píxel para leer una matriz de diez por diez píxeles, esto nos da como resultado una matriz como se puede observar en la figura 4.10 (a). Una vez obtenida la matriz, se verifica que no se pase de los límites, esto es indicado por las líneas amarillas. Si existe un píxel en las líneas amarillas el posible patrón no entra en la red neuronal de Hopfield, esto se puede observar en la figura 4.10 (b), no se está respetando los límites esto nos indica que existen conexiones con otra parte de la firma.

Sin embargo, en la figura 4.10 (c), se están respetando los límites pero dentro del cuadro azul no existe ningún píxel, el cual debe estar en color negro y su representación sería uno, por este motivo el patrón no entra en la red neuronal de Hopfield.

Para que un posible patrón pueda ingresar a la red neuronal de Hopfield debe de tener al menos seis píxeles dentro del cuadro azul y respetando los límites de la matriz como se puede observar en la figura 4.10 (a), este patrón ingresa a la red neuronal de Hopfield debido a que el número de píxeles que tiene en negro son doce y esto es mayor a seis píxeles.

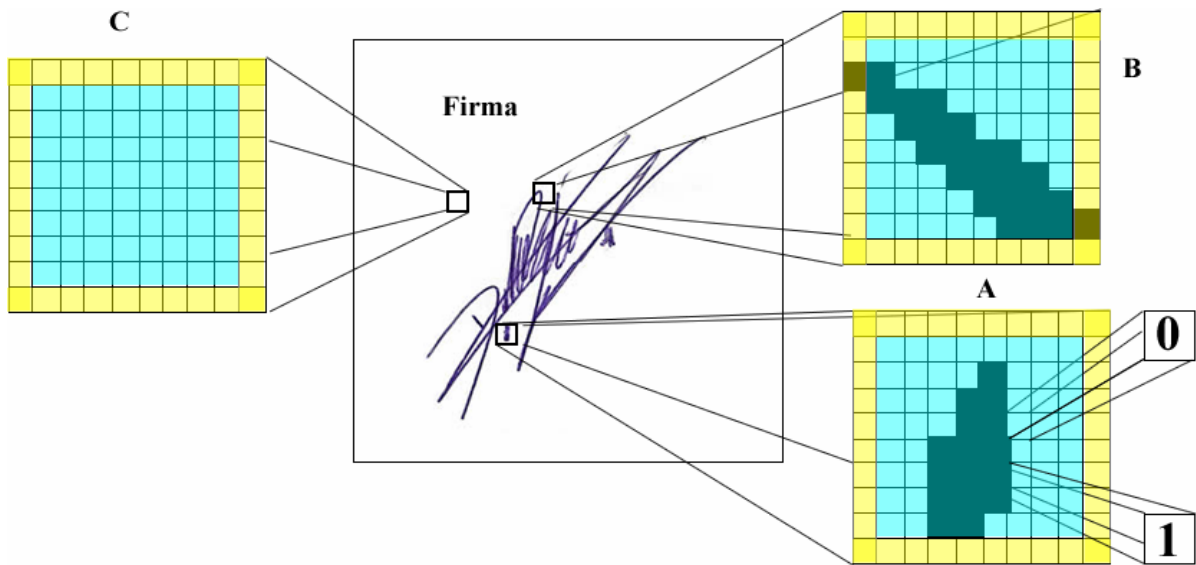


Figura 4.10. Firma. A) Posible patrón, ingresa a la red, B) No es patrón, no ingresa a la red. C) No contiene píxeles, no ingresa a la red.

Al ingresar al sistema la firma de la figura 4.10, se detectaron los siguientes patrones.

Patrón de entrada. (A)	Patrón Reconocido Acento (A)	Patrón de entrada. (B)	Patrón Reconocido Acento (B)
<pre> 000000000 000000010 000000100 000000100 000000100 000000100 000000100 000000100 000000100 000000100 000000100 000000100 000000000 000000000 </pre>	<pre> 000000000 000000010 0000000110 0000001100 0000011000 0000110000 0001100000 0011000000 0011000000 0110000000 0110000000 000000000 </pre>	<pre> 000000000 000000000 000000000 000000000 000000010 0000000110 0000000110 0000000110 0000000110 0000000110 0000000110 0000000110 0000000100 000000000 </pre>	<pre> 000000000 000000010 0000000110 0000001100 0000011000 0000110000 0001100000 0011000000 0011000000 0110000000 0110000000 000000000 </pre>
Patrón de entrada.(C)	Patrón Reconocido Acento (C)	Patrón de entrada. (D)	Patrón Reconocido Punto(D)
<pre> 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000110000 0000110000 0000110000 0000000000 </pre>	<pre> 0000000000 0000000010 00000000110 000000001100 0000000011000 00000000110000 000000001100000 0000000011000000 00000000110000000 000000001100000000 0000000011000000000 0000000000 </pre>	<pre> 0000000000 0000010000 0000000010 000000001100 000000001110 000000001110 000000001110 000000001110 000000001110 000000001110 000000001110 0000000000 </pre>	<pre> 0000000000 0000110000 0001110000 0011111000 0111001110 0111001110 0011111000 0001110000 0000110000 0000000000 </pre>

Patrón de entrada. (E)	Patrón Reconocido Acento (E)
0000000000	0000000000
0000000010	0000000010
0000000100	0000000110
0000001000	0000001100
0000011000	0000011000
0000110000	0000110000
0000000000	0001100000
0000000000	0011000000
0000000000	0110000000
0000000000	0000000000

En este caso se reconocieron varios acentos y un punto como patrones, esto se debe a que al convertir la imagen del formato jpg, jpeg, png y bmp, a su representación binaria se llegan a perder varios píxeles, por lo que se llega a detectar más patrones de los que se pueden visualizar en la firma.

#### 4.5 Árbol de Decisiones

Al ingresar una firma al sistema y al obtener los resultados de los algoritmos, se ingresan a un mezclador, donde se parte de un árbol de decisiones para determinar que tipo de personalidad tendrá el firmante. En la figura 4.11 se puede observar las decisiones que se tomaron de la firma que se visualiza en la figura 4.10.

Fueron las siguientes:

Tamaño: Grande. Inclinación: Ascendente. Puntos: Inferior Izquierdo. Acento: Superior.

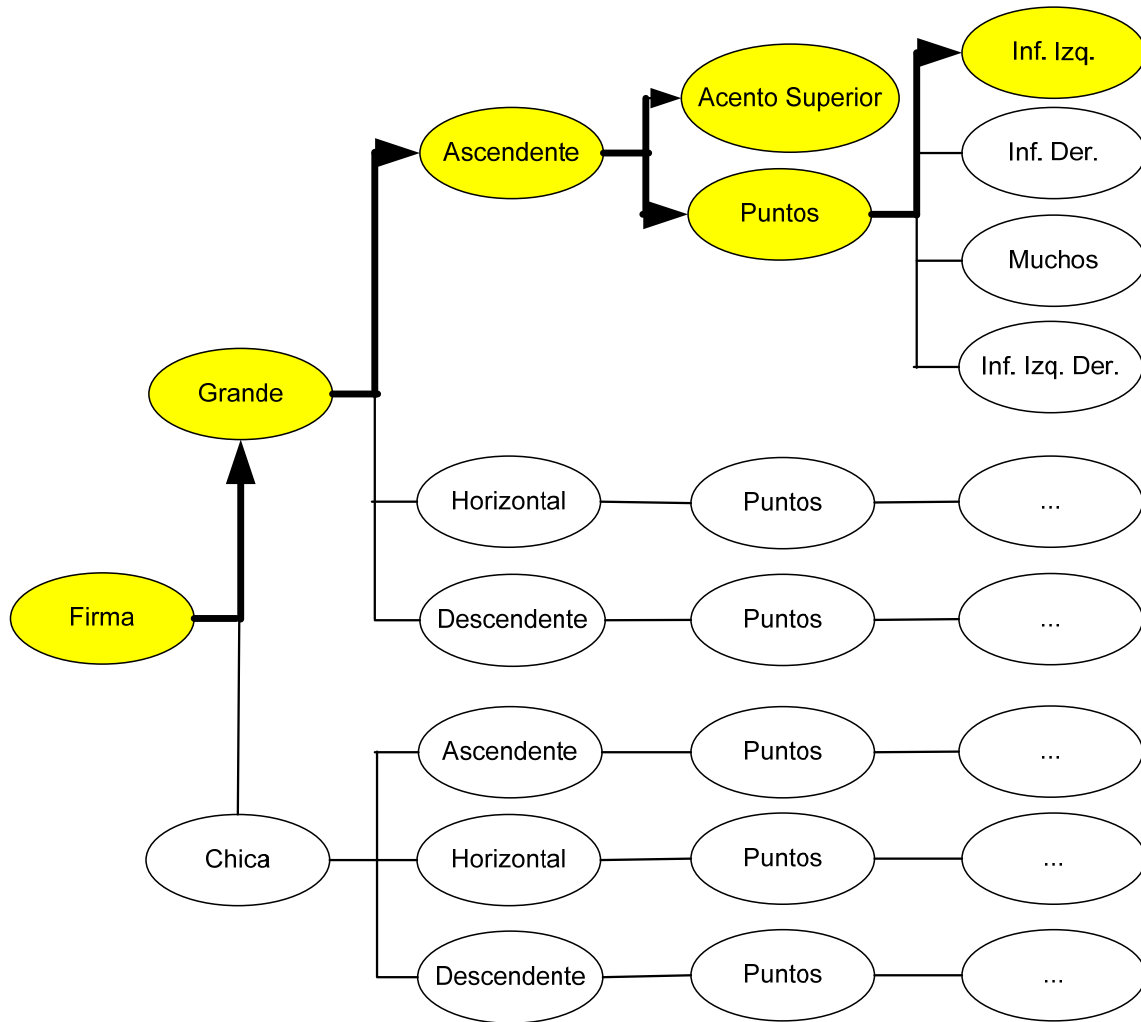


Figura 4.11 Árbol de Decisiones de la Figura 4.10

Al ser analizada la firma, se toman los resultados de los algoritmos. Estos determinan los resultados que se tomaran en el árbol de decisiones, en la tabla 4.1 se puede ver las posibilidades que se pueden tener y los resultados que serán vistos por el usuario principal del sistema.

Tabla 4.1. Significado del Árbol de decisiones.

<b>Característica</b>	<b>Algoritmo</b>	<b>Dependencia</b>	<b>Valor</b>	<b>Resultado.</b>
Tamaño Grande	Procesamiento De Imagen	Chica vale 0	1	Esta persona tiene presencia ante las personas [3].
Tamaño Chico	Procesamiento De Imagen	Grande vale 0	1	Esta persona tiende a tener complejos que no ha superado, suele ser tímida y por esto es consecuencia de que tiene poca presencia ante las personas [3].
Inclinación Ascendente	Hotelling	Valor de Tamaño.	0	Tiende a ser una persona con muchas ambiciones y tiene un espíritu de lucha por trabajo o proyecto. Demuestra que tiene confianza en si mismo, muestra seguridad. Suele ser líder por naturaleza [3].
Inclinación Horizontal	Hotelling	Valor de Tamaño.	1	Suele ser una persona que tienden a mantener un equilibrio en sus emociones, por lo mismo algunas veces suelen ser personas frías, tienen objetivos claros y suelen trabajar constantemente [1].
Inclinación Descendente	Hotelling	Valor de Tamaño.	2	Tiende a ser persona que tiene poca confianza en si mismos, por lo mismo pesimista ante algunas situaciones que se le pueda presentar [3].
Punto Inferior Izquierdo	Red Neuronal De Hopfield	Inclinación	1	Se suele distinguir por tener un carácter determinante [3].
Punto Inferior Izq. y Der.	Red Neuronal De Hopfield	Punto Inf. Izq. y Inf. Der.	Mayor a 2.	Suele demostrar ante las personas desconfianza, y tiene a ser una persona depresiva [1].
Puntos Superior e Inferior Izq. y Der. (Muchos)	Red Neuronal De Hopfield	Punto Inf. Izq., Inf. Der., Acentos.	Mayor a 3.	Puede tender ser una persona que ante alguna situación presente cierto tipo de paranoia [1].

Durante el análisis existen mezclas, en las definiciones de la tabla 4.1. Cuando existen mezclas de características los resultados son diferentes, esto se puede ver en la tabla 4.2.



Tabla 4.2. Significados del Árbol de Decisiones “Mezclas de Características”.

<b>Característica</b>	<b>Algoritmo</b>	<b>Dependencia</b>	<b>Resultado.</b>
* Tamaño Grande. * Inclinación Ascendente.	*Procesamiento de Imagen. * Hotelling	Tamaño Grande.	Es una persona que tiene diplomacia ante las personas que convive, es optimista con mucha alegría [3].
* Tamaño Grande. * Inclinación Ascendente. * Punto superior.	*Procesamiento de Imagen. * Hotelling * Red Neuronal de Hopfield.	Tamaño Grande. Inclinación Ascendente.	Suele tener ambiciones ante proyectos que se le puedan presentar [1].
* Tamaño Grande. * Inclinación Ascendente. * Acento superior.	*Procesamiento de Imagen. * Hotelling * Red Neuronal de Hopfield.	Tamaño Grande. Inclinación Ascendente.	Suele tener buen carácter, es muy emotivo [1].
* Tamaño Grande. * Inclinación Horizontal.	*Procesamiento de Imagen. * Hotelling	Inclinación.	Puede tender ser una persona que ante alguna situación presente cierto tipo de paranoia [1].
* Tamaño Grande. * Inclinación Descendente.	*Procesamiento de Imagen. * Hotelling	Inclinación.	A pesar de tener presencia ante las personas, suele ser una persona que se depresiones con facilidad [1].
* Tamaño Chica. * Inclinación Ascendente.	*Procesamiento de Imagen. * Hotelling.	Tamaño Chico.	Suelen intentar superarse una y otra vez, pero al final no llegan a nada claro [1].
* Tamaño Chica. * Inclinación Horizontal.	*Procesamiento de Imagen. * Hotelling.	Inclinación.	Suelen tener un carácter que se irrita y enoja con facilidad [1].
* Tamaño Chica. * Inclinación Descendente.	*Procesamiento de Imagen. * Hotelling.	Inclinación.	Suele ser una persona nerviosa [1].

#### 4.6 Pruebas directas con las personas

Para realizar las pruebas y verificar que los resultados fueron los correctos, se solicito a 10 personas su firma. La cual se insertaría al sistema y daría un resultado, ellos corroborarían el resultado y darían su propia opinión del software.

### 4.6.1 Prueba 1

A handwritten signature in black ink, consisting of the name 'Shamus' on the top line and 'Hand' on the bottom line. The script is cursive and somewhat stylized.

Figura 4.12 Firma 1.

#### Prueba 1 - Resultados de los Algoritmos.

Determinar TAMAÑO.	ALGORITMO DE HOTELLING	RED NEURONAL DE HOPFIELD
TAMAÑO: GRANDE. Tamaño: 1	INCLINACIÓN: descendente Gen1 (0)=1 Gen1 (1)=-1 Gen2 (0)=1 Gen2 (1)=1	Acentos ..... Acento Superior Izquierdo :0 Acento Superior Derecho :0 Acento Inferior Izquierdo :0 Acento Inferior Derecho :0 Puntos..... Punto Superior Izquierdo :0 Punto Superior Derecho :0 Punto Inferior Izquierdo :0

		Punto Inferior Derecho :0
--	--	---------------------------

**Prueba 1 - Resultados del Árbol de Decisiones.**

FIRMA			
TAMANO	INCLINACION	PUNTOS	ACENTOS
-> GRANDE chica	ascendente	muchos inf. no hay izq der no hay	
	horizontal	muchos inf. no hay izq der no hay	
	-> DESCENDENTE	muchos inf. no hay izq der no hay	

**Prueba 1 - Resultados del Análisis.**

TAMANO GRANDE:

Esta persona tiene presencia ante las personas.

INCLINACION DESCENDENTE:

Tienden a ser personas que tienen poca confianza en sí mismos, por lo mismo son pesimistas ante las situaciones que se les puedan presentar.

TAMANO GRANDE CON INCLINACION DESCENDENTE:

A pesar de tener presencia ante las personas, suele ser una persona que sus depresiones lo pueden llevar a tomar decisiones de suicidio.

**Prueba 1 – Respuesta del firmante.**

Los resultados que se ponen son ciertos, sin embargo son muy directos.

**4.6.1 Prueba 2**

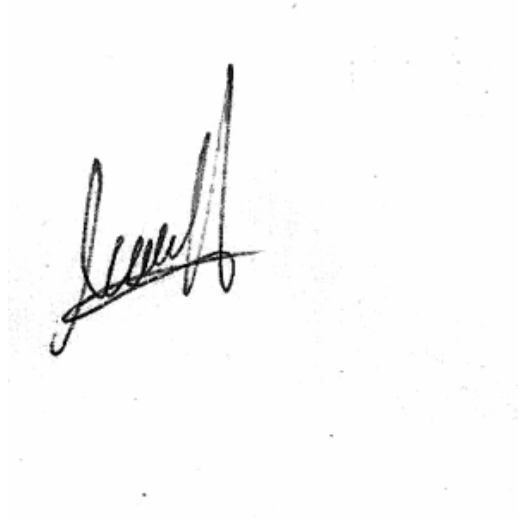


Figura 4.13 Firma 2.

**Prueba 2 - Resultados de los Algoritmos.**

Determinar TAMAÑO.	ALGORITMO DE HOTELLING	RED NEURONAL DE HOPFIELD
TAMANO: GRANDE. Tamano: 1	INCLINACION: ascendente. Gen1 (0)=1 Gen1 (1)=1 Gen2 (0)=1 Gen2	Acentos ..... Acento Superior Izquierdo :1 Acento Superior Derecho :0 Acento Inferior Izquierdo :0 Acento Inferior Derecho :0

	(1)=-1	Puntos.....
		Punto Superior Izquierdo :0
		Punto Superior Derecho :0
		Punto Inferior Izquierdo :0
		Punto Inferior Derecho :0

**Prueba 2 - Resultados del Árbol de Decisiones.**

FIRMA			
TAMANO	INCLINACION	PUNTOS	ACENTOS
-> GRANDE chica	-> ASCENDENTE	muchos inf. no hay izq der no hay	-> HAY
	horizontal	muchos inf. no hay izq der no hay	
	descendente	muchos inf. no hay izq der no hay	

**Prueba 2 - Resultados del Análisis.**

TAMANO GRANDE:

Esta persona tiene presencia ante las personas.

INCLINACION ASCENDENTE:

Tiende a ser una persona con muchas ambiciones y tiene un espíritu de lucha por trabajos o proyecto. Demuestra que tiene confianza en si mismo, muestra seguridad. Suele ser líder por naturaliza.

TAMANO GRANDE CON INCLINACION ASCENDENTE:

Es una persona que tiene diplomacia ante las personas que convive, es optimista con mucha alegría.

TAMANO GRANDE CON INCLINACION ASCENDENTE Y ACENTO SUPERIOR:

Suele tener buen carácter, es muy emotivo.

### **Prueba 2 – Respuesta del firmante.**

Es un software interesante muy sencillo y fácil de utilizar. No requiere de ningún manual debido a que es fácil intuir como utilizarlo. Los resultados son interesantes, aunque muchas personas me han dicho lo que dice tu software, a veces cuesta trabajo reconocerlas.

### **4.6.3 Prueba 3**

A handwritten signature in blue ink, slanted upwards to the right. The signature is highly stylized and cursive, with several loops and a long, sweeping tail that extends towards the top right corner of the page.

Figura 4.14 Firma 3.

**Prueba 3 - Resultados de los Algoritmos.**

Determinar TAMAÑO.	ALGORITMO DE HOTELLING	RED NEURONAL DE HOPFIELD
TAMANO: GRANDE. Tamano: 1	INCLINACION: ascendente. Gen1 (0)=1 Gen1 (1)=1 Gen2 (0)=1 Gen2 (1)=-1	Acentos ..... Acento Superior Izquierdo :0 Acento Superior Derecho :2 Acento Inferior Izquierdo :2 Acento Inferior Derecho :0 Puntos..... Punto Superior Izquierdo :1 Punto Superior Derecho :0 Punto Inferior Izquierdo :0 Punto Inferior Derecho :0

**Prueba 3 - Resultados del Árbol de Decisiones.**

FIRMA			
TAMANO	INCLINACION	PUNTOS	ACENTOS
-> GRANDE chica	-> ASCENDENTE	muchos -> INF. IZQ. izq der no hay	-> HAY
	horizontal	muchos inf. no hay izq der no hay	
	descendente	muchos inf. no hay izq der no hay	

### **Prueba 3 - Resultados del Análisis.**

TAMANO GRANDE:

Esta persona tiene presencia ante las personas.

INCLINACION ASCENDENTE:

Tiende a ser una persona con muchas ambiciones y tiene un espíritu de lucha por trabajos o proyecto. Demuestra que tiene confianza en si mismo, muestra seguridad. Suele ser líder por naturaleza.

TAMANO GRANDE CON INCLINACION ASCENDENTE:

Es una persona que tiene diplomacia ante las personas que convive, es optimista con mucha alegría.

TAMANO GRANDE CON INCLINACION ASCENDENTE Y ACENTO SUPERIOR:

Suele tener buen carácter, es muy emotivo.

PUNTO PARTE INFERIOR DERECHA DE LA FIRMA:

Se suele distinguir por tener un carácter determinante.

### **Prueba 3 – Respuesta del firmante.**

Las respuestas que arroja el sistema son buenas, sin embargo, depende de muchos factores que pueda actuar así. La respuesta “Suele tener buen carácter, es muy emotivo.” suele depender mucho con que persona este.

En el anexo 4, se pueden verificar todas las pruebas que realizaron.



## 4.7 Desempeño del software

El desempeño del software no requiere de un tiempo mayor a un minuto para realizar un análisis, el tiempo en el que se puede tardar más el sistema es cuando el usuario seleccione la imagen, en la tabla 4.3, se muestran los tiempos aproximados en que el software “Graph-Neural v1.0” realiza los procesos de un análisis grafológico:

Tabla 4.3. Tiempos aproximados de ejecución.

<b>Operación</b>	<b>Tiempo Aproximado de Ejecución.</b>
Inicio del sistema.	1 a 3 segundos.
Desplegar pantalla para selección de archivo.	Menos de 1 segundo.
Cargar imagen y levantar nueva ventana.	Menos de 1 segundo.
Realizar análisis de la firma y despliega tres ventanas de resultados. Esto se realiza una vez cargada la firma.	0.30 segundos a 1.30 segundos.
Cerrar Sistema.	Menos de 1 segundo.

El software no requiere de tener conocimientos avanzados o específicos en el área de la computación. Fue diseñado para un usuario que tiene conocimientos básicos o casi nulos sobre el manejo de software. El uso del software solo requiere de intuición, el sistema completo se puede observar en el anexo 5.

## 4.8 Conclusión

Las pruebas que se realizaron fueron mencionadas en la sección 4.6 y se pueden ver en el anexo 4. Los resultados del sistema al ser leídos por los usuarios, cuando eran agradables

los sujetos aceptan las respuestas, sin embargo cuando estos no son lo que ellos esperaban o son directos en describir parte de su personalidad en la cual tienen algún problema, simplemente los sujetos no aceptaron las respuestas. Esto se puede llevar a un estudio más detallado y específico como puede ser, el análisis de la voz y ver si el sujeto miente o no.