

Biometría

PEC 2

## **Reconocimiento de las personas por la huella dactilar**

Pablo Riutort Grande

21 de abril de 2020

## Índice de figuras

1.	Huellas generadas . . . . .	3
2.	Huella de clase espiral . . . . .	4
3.	Imágenes generadas con distintas <i>Ridge Density</i> . . . . .	4
4.	Herramienta utilizada para este ejercicio del editor de imágenes Gimp . . . . .	5
5.	Cálculo de las distancias entre cordilleras . . . . .	5
7.	Información generada por el programa FpMV . . . . .	8
8.	Representación gráfica de los valores de mejor fiabilidad del Cuadro 3. . . . .	9
9.	Representación gráfica de los valores de menor fiabilidad del Cuadro 4. . . . .	9
10.	Representación gráfica de los valores de mayor fiabilidad del Cuadro 5. . . . .	10
11.	Representación gráfica de los valores de mayor fiabilidad de ambas figuras más próximos entre ellos . .	10

## Índice de cuadros

1.	Clase huellas d1 a d6 . . . . .	7
2.	Medidas de similitud . . . . .	7
3.	Las 10 minutas con mejor fiabilidad de 4_1 . . . . .	7
4.	Las 10 minutas con menor fiabilidad de 4_1 . . . . .	9
5.	Las 10 minutas con mejor fiabilidad de 4_2 . . . . .	10
6.	Comparación de minutiae a partir de la Figura 11 y FpMV . . . . .	11
7.	Comparación de minutiae a partir de la Figura 11 . . . . .	11

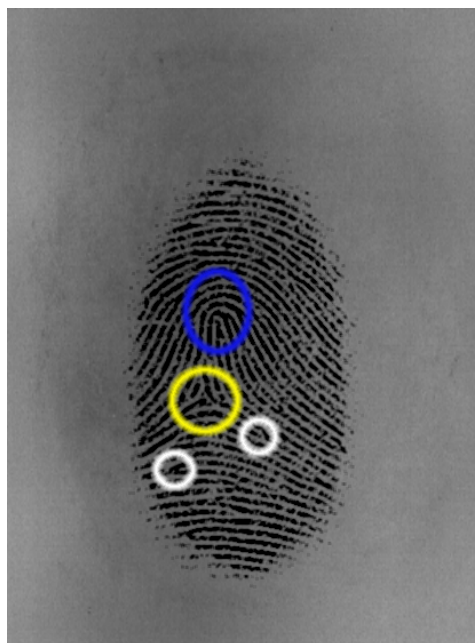
1.

1.1.

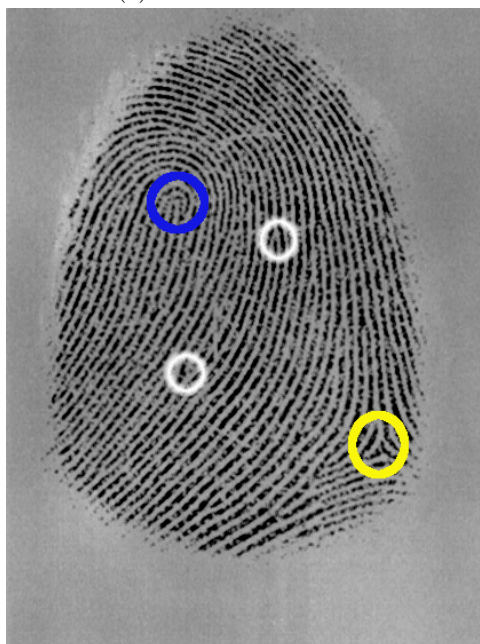
Para este ejercicio se han generado las huellas de un dedo índice de clases arco, lazo izquierdo, lazo derecho, arco en forma de pico o tienda y espiral. En cada huella se han identificado 2 minutias distintas, bifurcación y terminal, marcadas de color blanco. Las espirales se han marcado en rojo, los lazos en azul y los deltas en amarillo.



(a) Huella de clase arco



(b) Huella de clase arco en forma de pico o tienda



(c) Huella de clase de lazo izquierdo



(d) Huella de clase de lazo derecho

Figura 1: Huellas generadas



Figura 2: Huella de clase espiral

## 1.2.

Para este ejercicio se han generado dos huellas del pulgar de mismas características excepto en *Ridge density*. Estas huellas han sido analizadas con el software de edición de imagen Gimp y con la herramienta *Measure* se han obtenido las distancias en píxeles entre cordilleras de ambas imágenes, siendo de 3 píxeles para el *Ridge density* mínimo y 6 píxeles para el *Ridge density* máximo.



(a) Huella dactilar generada con *Ridge Density* mínima



(b) Huella dactilar generada con *Ridge Density* máxima

Figura 3: Imágenes generadas con distintas *Ridge Density*

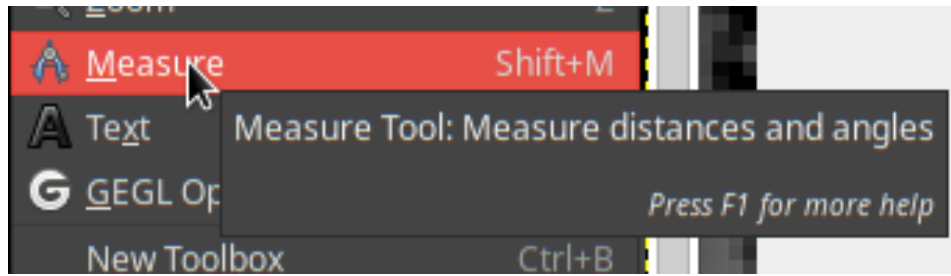
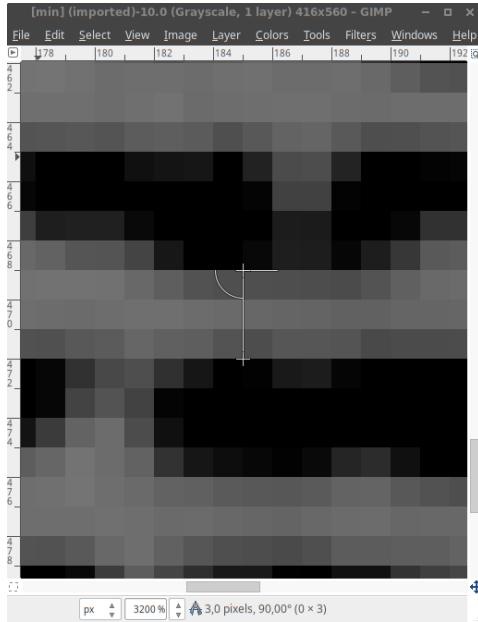
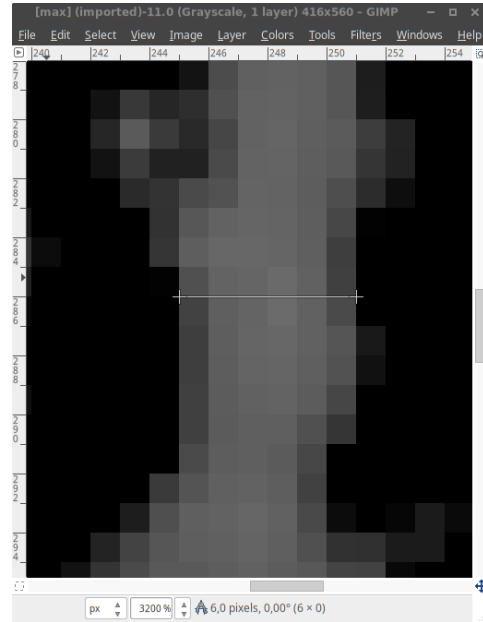


Figura 4: Herramienta utilizada para este ejercicio del editor de imágenes Gimp



(a) Distancia de 3 píxeles en *Ridge Density* mínima



(b) Distancia de 6 píxeles en *Ridge Density* máxima

Figura 5: Cálculo de las distancias entre cordilleras

### 1.3.

El *noise* en los dos sensores tienen un significado diferente. Los sensores ópticos utilizan la luz para adquirir la imagen, las cordilleras están en contacto con la superficie del sensor y los valles no, por tanto, la luz que se refleja en el dedo es absorbida por las cordilleras reflejada en los valles. Por tanto, un sensor con ruido en este contexto podría significar que la luz no está del todo bien reflejada en la huella (suciedad en el sensor, en el dedo, etc).

En cambio, los sensores capacitivos son un tipo de sensores de estado sólido que detectan diferencias de cargas eléctricos entre cordilleras y valles poniendo el dedo en contacto con una placa de microcondensadores; los cambios de capacitancia entre cordillera y valle medidos son traducidos a voltage. El ruido, en este contexto, se refiere al producido por las celdas de microcondensadores, los circuitos de sensores o al propio cuerpo humano en las capacitancias [1].

En caso de que la persona tuviera los dedos sucios aplicaría un sensor de tipo capacitivo debido que este tipo de sensores son más tolerantes a ese tipo de interferencias ya que funcionan con diferencias de cargas eléctricas y no con una imagen que puede ser susceptible de verse alterada por un dedo mojado o un cristal sucio.



(a) Huella en sensor capacitivo con ruido al mínimo



(b) Huella en sensor capacitivo con ruido al máximo



(c) Huella en sensor óptico con ruido al mínimo



(d) Huella en sensor óptico con ruido al máximo



## 1.4.

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>D5</b>	<b>D6</b>
<b>Clase huella</b>	Lazo izquierdo	Espiral	Espiral	Espiral	Espiral	Lazo derecho

Cuadro 1: Clase huellas d1 a d6

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>D5</b>	<b>D6</b>
<b>D1</b>	607	6	1	5	1	3
<b>D2</b>	6	604	3	17	3	3
<b>D3</b>	1	3	667	6	2	1
<b>D4</b>	4	17	6	655	3	2
<b>D5</b>	1	3	2	3	773	1
<b>D6</b>	2	3	1	2	1	501

Cuadro 2: Medidas de similitud

La pareja de huellas diferentes con mayor similitud es D2 y D4 con 17 puntos. Dados los resultados tan bajos de similitud obtenidos entre las huellas dactilares de la misma clase y que solo tenemos una clase que contenga más de una huella no creo que se pueda concluir en que las huellas dactilares de la misma clase tienden a tener mayor similitud.

## 2.

### 2.1.

- a) El programa FpMV genera un total de 5 columnas, todas ellas referentes a las minutiae de la huella 7:
  - 1) Número de minutiae.
  - 2) Coordenada x e y de la minutiae en la imagen.
  - 3) La dirección de la minutiae detectada. Se tra del ángulo respecto a un círculo de segmentos de 11.25 grados cuyo 0 es la vertical [2].
  - 4) Es la fiabilidad de la minutia detectada. Se trata de una heurística resultado de combinar el nivel de calidad y las estadísticas de los píxeles vecinos al punto de la minutiae. El rango de este número es de 0.0 a 1.0 siendo el mínimo y el máximo los valores posibles respectivamente [2].
  - 5) El tipo, siendo BIF una bifurcación y RIG una terminación (*Ridge termination*) [2].

El total de minutiae detectadas es 67.

- b) La zona donde aparecen las minutiae de mayor calidad aparecen agrupadas en la parte izquierda de la huella con cierto desplazamiento hacia la parte inferior 8. Las zonas de menor calidad se encuentran en los extremos de la huella, especialmente en el extremo izquierdo 10.

<b>Coordenada</b>	<b>Fiabilidad</b>	<b>Tipo</b>
129,307	823	Bifurcación
148,246	818	Bifurcación
151,182	852	Bifurcación
159,281	904	Bifurcación
166,200	842	Bifurcación
166,231	834	Terminal
170,212	838	Terminal
169,178	819	Terminal
176,240	900	Bifurcación
203,191	827	Terminal

Cuadro 3: Las 10 minutas con mejor fiabilidad de 4.1

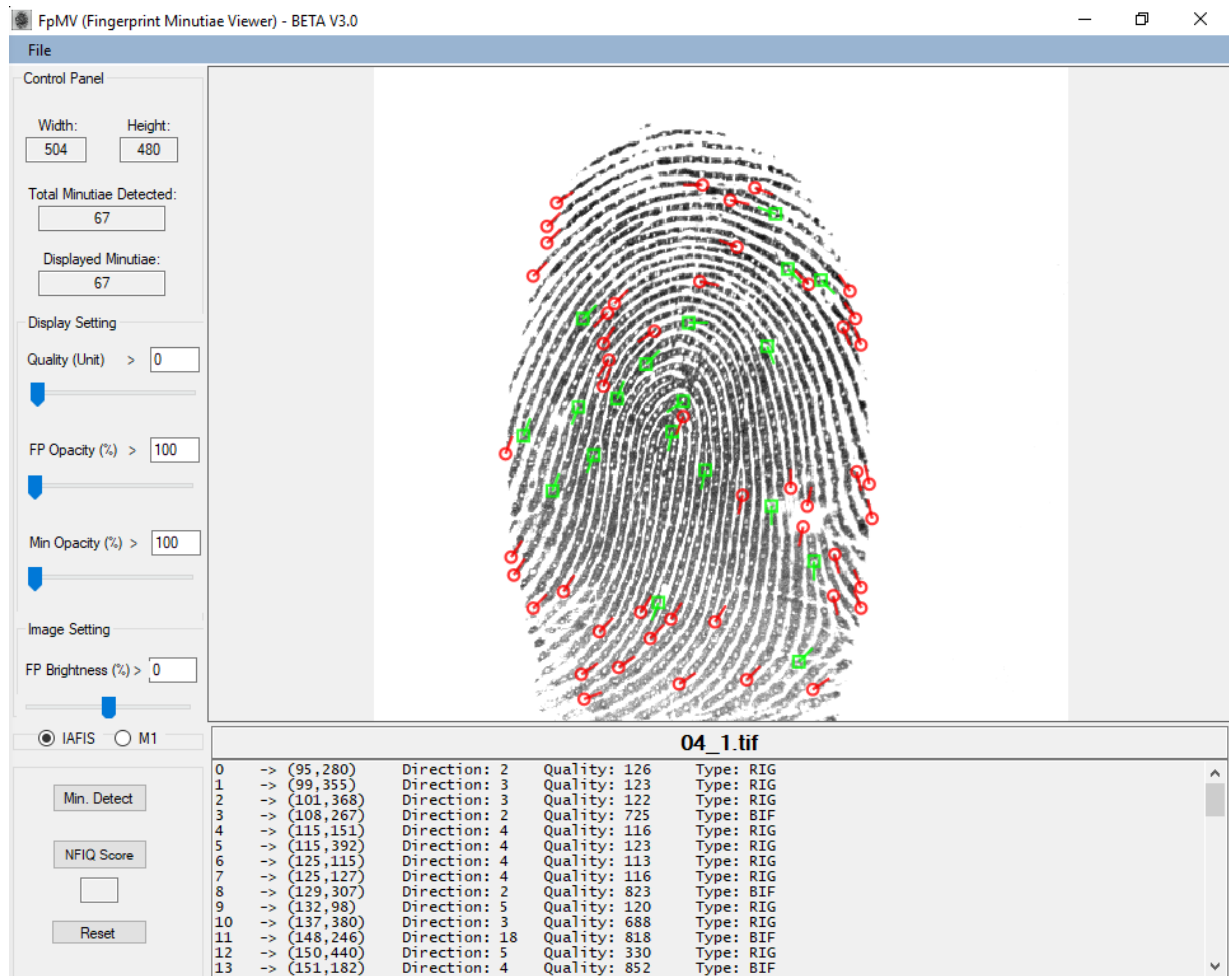


Figura 7: Información generada por el programa FpMV



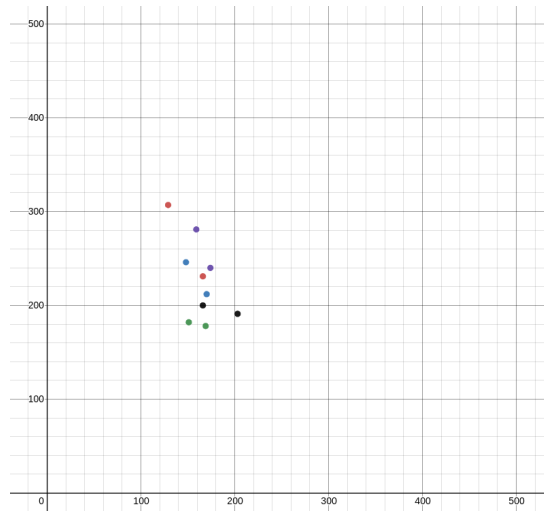


Figura 8: Representación gráfica de los valores de mejor fiabilidad del Cuadro 3.

Coordenada	Fiabilidad
125,115	113
125,127	116
115,151	116
132,98	120
359,302	120
101,368	122
99,355	123
95,280	126
353,392	126
353,377	135

Cuadro 4: Las 10 minutos con menor fiabilidad de 4.1

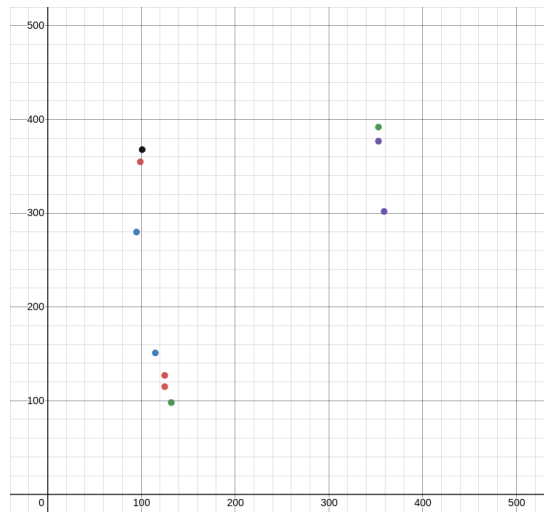


Figura 9: Representación gráfica de los valores de menor fiabilidad del Cuadro 4.

## 2.2.

- a) En la figura 4.1 el número de minutiaes de tipo bifurcación son 6 y las de tipo terminal 4 (Cuadro 3). En la figura 4.2 el número de minutiaes de tipo de tipo bifurcación son 7 y las de tipo terminal son 6 (Cuadro 5).

Coordenada	Fiabilidad	Tipo
169,235	808	Terminal
178,172	833	Bifurcación
186,261	861	Terminal
191,218	841	Terminal
196,189	890	Bifurcación
196,201	874	Terminal
204,224	883	Bifurcación
211,289	848	Terminal
215,296	854	Bifurcación
231,183	804	Bifurcación
259,176	814	Bifurcación
270,270	880	Bifurcación
288,125	800	Terminal

Cuadro 5: Las 10 minutiaes con mejor fiabilidad de 4.2

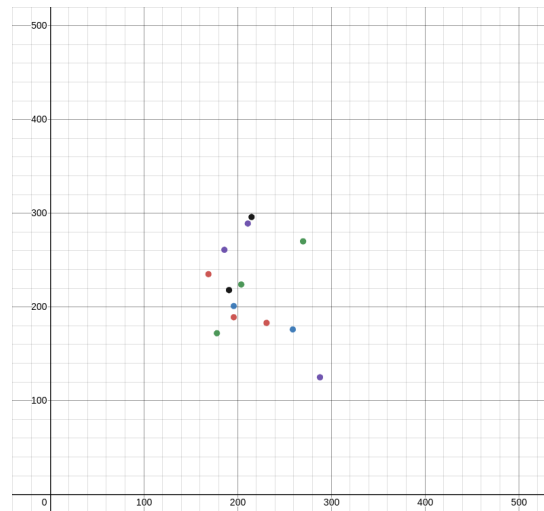


Figura 10: Representación gráfica de los valores de mayor fiabilidad del Cuadro 5.

- b) El criterio de emparejamiento para esta comparación “a ojo” será el de buscar las minutiaes con coordenadas más cercanas entre sí y que FpMV haya etiquetado como minutiae del mismo tipo (terminal o bifurcación).

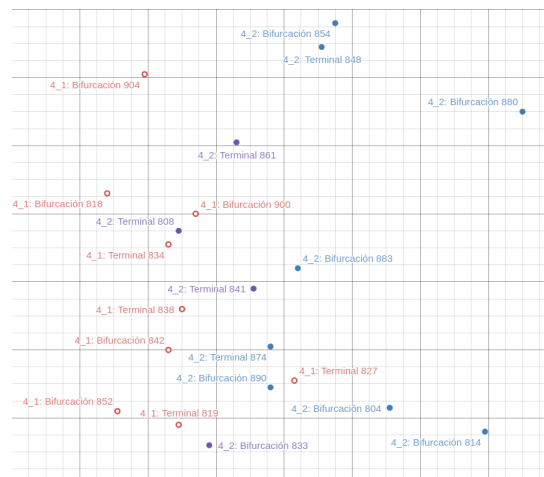


Figura 11: Representación gráfica de los valores de mayor fiabilidad de ambas figuras más próximos entre ellos

$m$	Coordenada 4_1	Dirección	Tipo	Coordenada 4_2	Dirección
1	166,231	2	Terminal	169,235	18
2	170,212	19	Terminal	191,218	3
3	203,191	21	Terminal	196,201	19
4	166,200	3	Bifurcación	196,189	4
5	176,240	2	Bifurcación	204,224	3

Cuadro 6: Comparación de minutiae a partir de la Figura 11 y FpMV

- c) Sea  $x_i, y_i, a_i$  la posición y dirección de las minutiae, la distancia espacial corresponde a:

$$sd(m'_j, m_i) = \sqrt{(x'_j - x_i)^2 + (y'_j - y_i)^2}$$

y la diferencia de direcciones:

$$dd(m'_j, m_i) = \min(|a'_j - a_i|, 2\pi - |a'_j - a_i|)$$

$m$	$sd(m)$	$dd(m)$
1	5	9,71
2	21,84	9,71
3	12,20	2
4	31,95	1
5	32,24	1

Cuadro 7: Comparación de minutiae a partir de la Figura 11

- d) La manera más sencilla de determinar la similitud entre 2 huellas es contando las coincidencias encontradas, más formalmente:

$$Similitud(I, T) = \sum_{i=1}^m \int(i)$$

donde:

$$\int(i) = \begin{cases} 1 & \text{si } P(i) \neq Nul \\ 0 & \text{si } P(i) = Nul \end{cases}$$

Siendo I y T las huellas 4\_1 y 4\_2.

Dadas las comparaciones hechas sin algoritmo se han encontrado 5 parejas de minutiae entre las 2 huellas, por tanto, tendremos que  $P(i) \neq Nul$  para los valores de los pares  $m1, m2, m3, m4, m5$ .

$$Similitud(I, T) = 1 + 1 + 1 + 1 + 1$$

$$Similitud(I, T) = 5$$

### 3.

- a) Si la varianza supera un margen establecido ( $v(f) > t$ ), es decir, si es muy alta en una dirección ortogonal a la orientación de la ventana entonces es parte de la huella, en cambio, si la varianza es baja, entonces se trata del fondo.

Se asume que al computar la varianza de los niveles grises en una dirección ortogonal a la orientación de cada bloque se puede discriminar el fondo de la huella ya que este tiene baja varianza en todas las direcciones [3]. Mediante este algoritmo podemos distinguir qué zonas de la imagen pertenecen al fondo y qué zonas a la huella y, por tanto, podemos generar la imagen segmentada.

- b) El valor de  $n$  tendrá que ser un número tal que nos permita referenciar a cada píxel en una coordenada (x,y). Si tenemos 1024 píxeles para representar una pulgada:

$$n = \sqrt{1024}$$

$$n = 32.$$

Las características habituales de una huella son el patrón de cordilleras y valles, las terminaciones de las cordilleras (minutiae) y las formas de las mismas así como los poros de sudor y formas pequeñas.

## Referencias

- [1] Hassan H, Kim HW. CMOS Capacitive Fingerprint Sensor Based on Differential Sensing Circuit with Noise Cancellation. *Sensors (Basel)*. 2018;18(7):2200. Published 2018 Jul 8. doi:10.3390/s18072200  
**US National Library of Medicine National Institutes of Health**,  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6069013/>
- [2] MINDTCT,  
”mindtct.”application from the NIST Biometric Image Software (NBIS),  
<http://ffpis.sourceforge.net/man/mindtct.html>
- [3] Nalini K. Ratha and Shaoyun Chen and Anil K. Jain,  
**Adaptive flow orientation-based feature extraction in fingerprint images**,  
<https://www.cse.unr.edu/~bebis/CS790Q/PaperPresentations/FlowOrientation.pdf>