

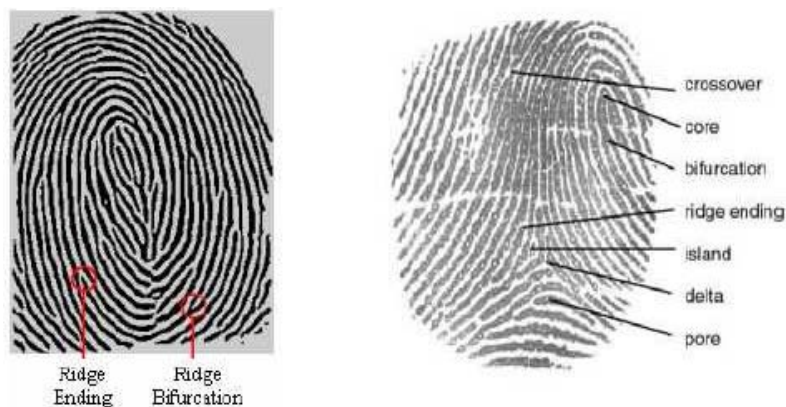
**Universidad Rey Juan Carlos**  
**Máster Oficial en Visión Artificial**  
**“Biometría Informática”**  
**Curso académico 2020/2021**

---

**Práctica 2: Detección de minucias en huellas dactilares.**

**Descripción:**

De entre todas las modalidades biométricas, la identificación y/o verificación de individuos mediante su huella dactilar constituye uno de los métodos de mayor aplicación y con resultados más precisos. Es bien conocido que cada persona tiene unas huellas dactilares únicas e inmutables. Una huella consta de una serie de líneas papilares con relieve en la superficie del dedo. La unicidad de una huella dactilar se puede determinar por un patrón de crestas (o líneas) y valles, así como por ciertos puntos característicos extraídos a partir de las crestas y denominados minucias. Entre estos puntos minucias, los dos más significativos corresponden a: una bifurcación de una cresta (*ridge bifurcation*) y a una terminación de la misma (*ridge ending*), respectivamente. Dichos puntos aparecen señalados en la Figura 1(a). Ejemplos de otras características algunas veces utilizadas durante la clasificación automática y procesos de extracción de minucias aparecen en la Fig. 1(b).



**Fig. 1. (a) Puntos minucias en huellas dactilares y (b) otras características en la imagen de la huella.**

El objetivo de esta práctica es desarrollar un algoritmo para la extracción automática de dos tipos de puntos minucia en huellas dactilares: puntos de terminación y puntos de bifurcación de crestas, respectivamente. El algoritmo por desarrollar se basará en el uso de ciertos procesos comunes para el tratamiento de imágenes digitales. Para la evaluación del funcionamiento y de los resultados producidos por el algoritmo, se usará un subconjunto de 80 imágenes de huellas correspondientes al *dataset* FVC2004 (*Fingerprint Verification Competition* 2004): <http://bias.csr.unibo.it/fvc2004/databases.asp>, que se adjuntan con el enunciado esta práctica.

La idea básica del algoritmo de extracción de minucias consiste en primero preprocesar las imágenes de las huellas, para después realizar un adelgazamiento (o esqueletizado) de las crestas que aparezcan en dichas imágenes. A continuación, se analizan los 8 píxeles vecinos de cada píxel negro para cada una de las crestas: si el número de vecinos es exactamente uno, dicho píxel sería un punto de terminación; si el número de vecinos es estrictamente mayor que dos, dicho píxel analizado sería un punto de bifurcación.

Para realizar esta práctica se proponen las siguientes tareas:

1) Seleccionar un subconjunto de imágenes de prueba contenidas en el *dataset* FVC2004 y preprocesarlas (por ejemplo, usando la *Short-Time Fourier Transform* o la transformada de Gabor) con el fin de eliminar ruido y realzar las líneas de las crestas.

2) Adelgazar dichas crestas para conseguir que las líneas tengan un grosor de un píxel. Si es necesario, habría que eliminar los “artefactos” o ramificaciones espúreas de crestas y/o unir líneas de crestas partidas, para hacer posible la correcta detección de las minucias.

3) Aplicar algún tipo búsqueda local o de *template matching* sobre cada imagen adelgazada en el paso anterior para determinar, respectivamente, los puntos de terminación y de bifurcación que aparecen en las líneas de las huellas.

4) Visualizar las minucias detectadas de cada tipo (terminación y bifurcación) en dos colores diferentes sobre la imagen de cada huella test analizada. Esta visualización mostraría unos resultados cualitativos del método desarrollado.

5) Obtener también unos resultados cuantitativos a partir de imágenes test a nivel de: tipos de minucias, huellas individuales y conjunto total de huellas consideradas. Para ello, se pueden aplicar los siguientes pasos:

- Crear el “ground truth” (marcación manual de la posición correcta) de las minucias para cada huella de test.

- Calcular la distancia entre cada minucia detectada con la correspondiente de test y si esa distancia está por debajo de un umbral establecido (y el tipo de la minucia coincide), ésta se considerará correctamente detectada.

- Mostrar algunas estadísticas de los resultados cuantitativos conseguidos.

6) Tras desarrollar la solución, hay que comentar las dificultades y/o problemas que ha presentado el método propuesto. Indicar posibles procedimientos de mejora (u otro tipo de algoritmos a usar) para abordar este problema.

### **Normas generales:**

- La práctica se podrá realizar usando cualquier lenguaje/herramienta de programación, aunque se sugiere el uso de Python (en combinación con las librerías correspondientes).
- Habrá que entregar: 1) los códigos desarrollados/usados para la realización de la práctica y 2) una breve memoria explicativa, que incluirá: la descripción de la solución, los resultados conseguidos junto con su análisis y las conclusiones del trabajo.
- La práctica es obligatoria y se realizará en grupos de dos alumnos.
- El plazo límite de entrega será el día del examen final de la asignatura (11 de enero de 2021).