



ESTRATEGIAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS MEDIANTE BIOMETRÍA DE LA MANO SIN CONTACTO

2011

Aythami Morales Moreno

Director: Dr. D. Miguel Ángel Ferrer Ballester

Instituto para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación en Comunicaciones

Programa de Doctorado: Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en Ingeniería del Instituto
Universitario de Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en Ingeniería



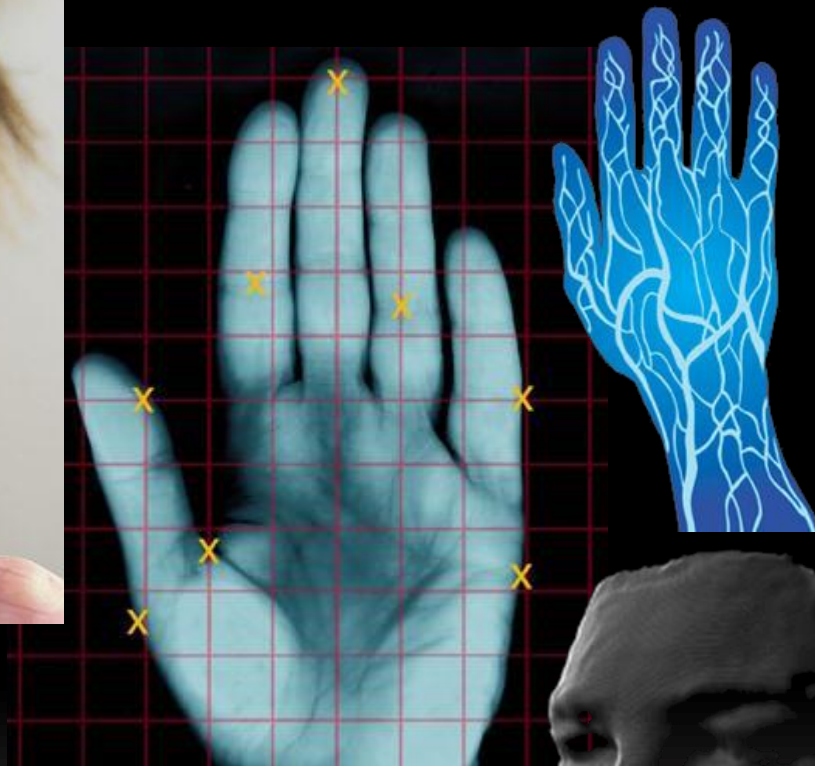
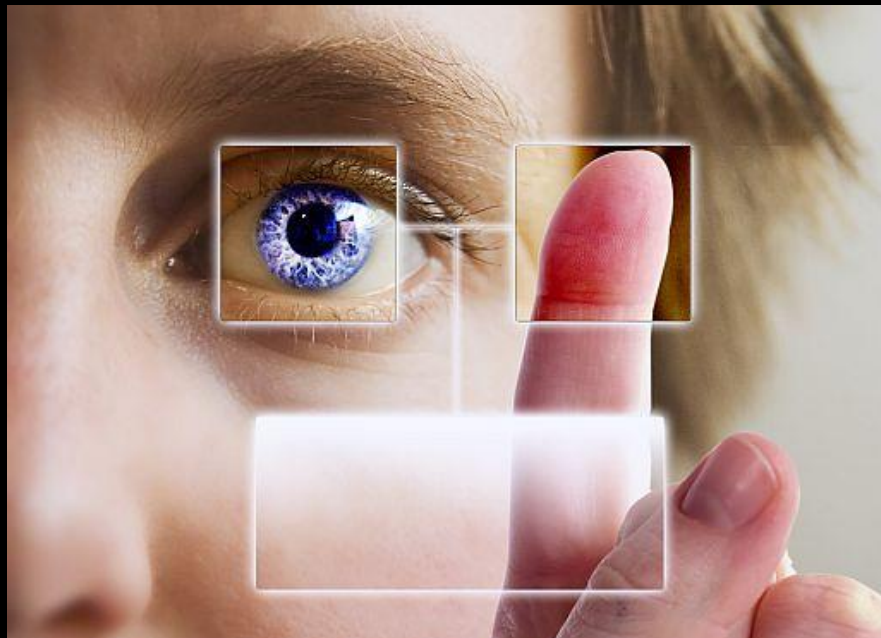
INDICE

1. INTRODUCCIÓN.
2. ADQUISICIÓN DE LA MANO SIN CONTACTO.
3. EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS.
4. RESULTADOS EXPERIMENTALES.
 - 4.1. Biometría de la forma de la mano sin contacto.
 - 4.2. Biometría de la palma sin contacto.
 - 4.3. Multimodalidad.
5. SISTEMA DE DETECCIÓN DE VIDA.
6. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.

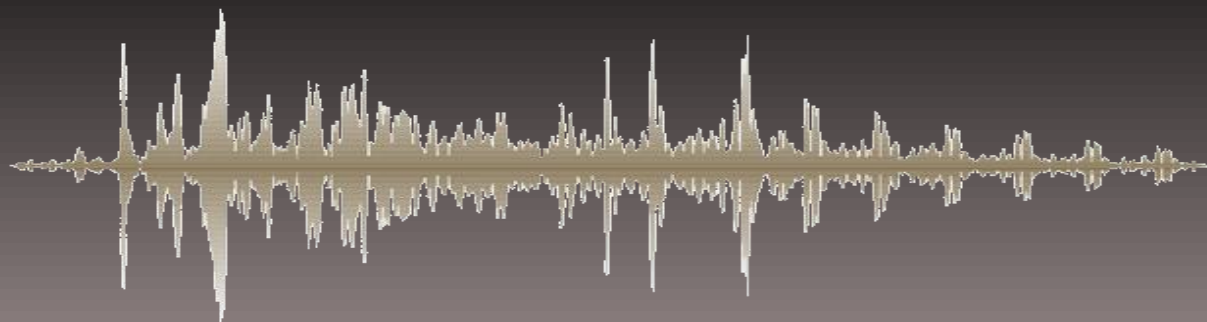


1. INTRODUCCIÓN

Sistemas Biométricos



Sé quien eres por lo que sé de ti,
no por lo que dices ser.



Biometría de la mano

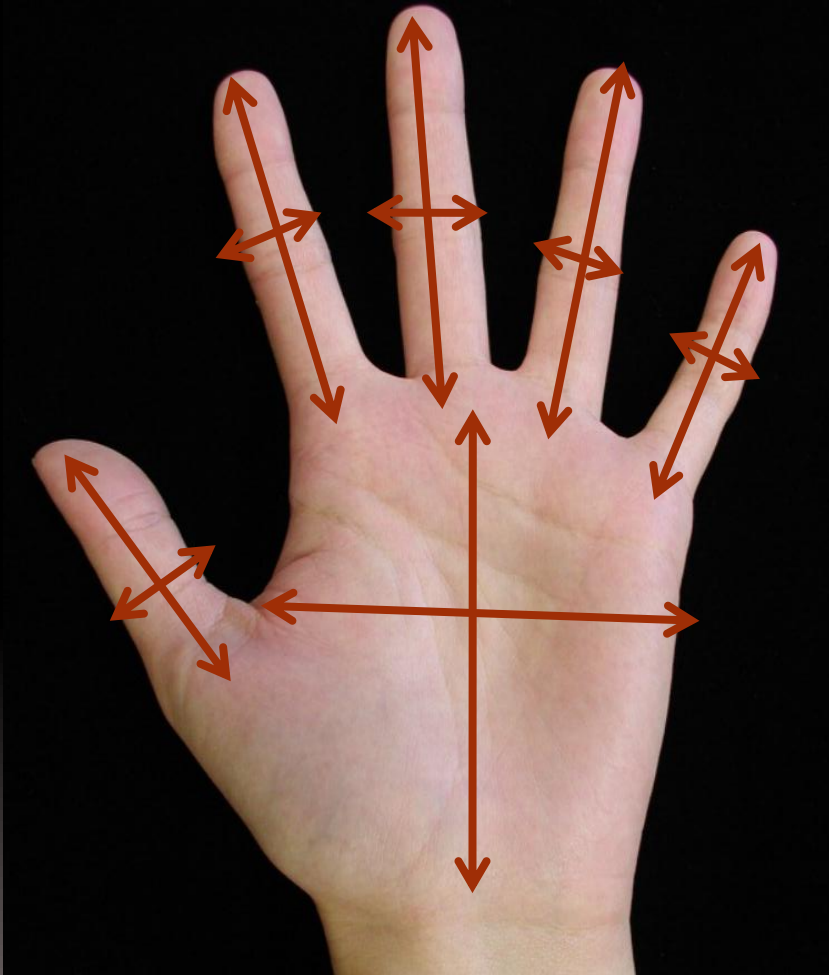




- **Huella dactilar**



- **Huella dactilar**
- **Huella palmar**



- **Huella dactilar**
- **Huella palmar**
- **Forma de la mano**



- **Huella dactilar**
- **Huella palmar**
- **Forma de la mano**
- **Textura de los dedos**

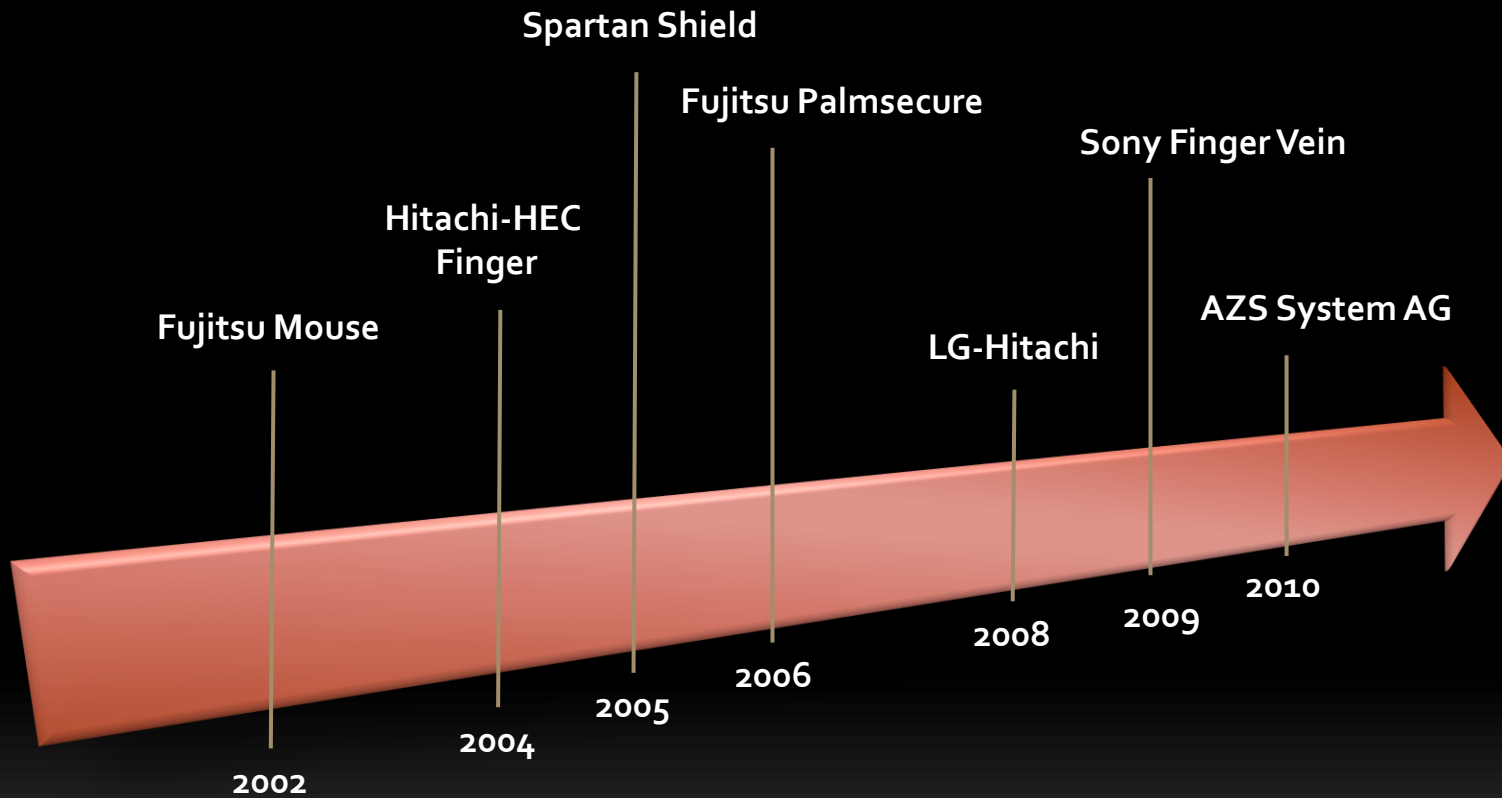


- **Huella dactilar**
- **Huella palmar**
- **Forma de la mano**
- **Textura de los dedos**
- **Patrón vascular**

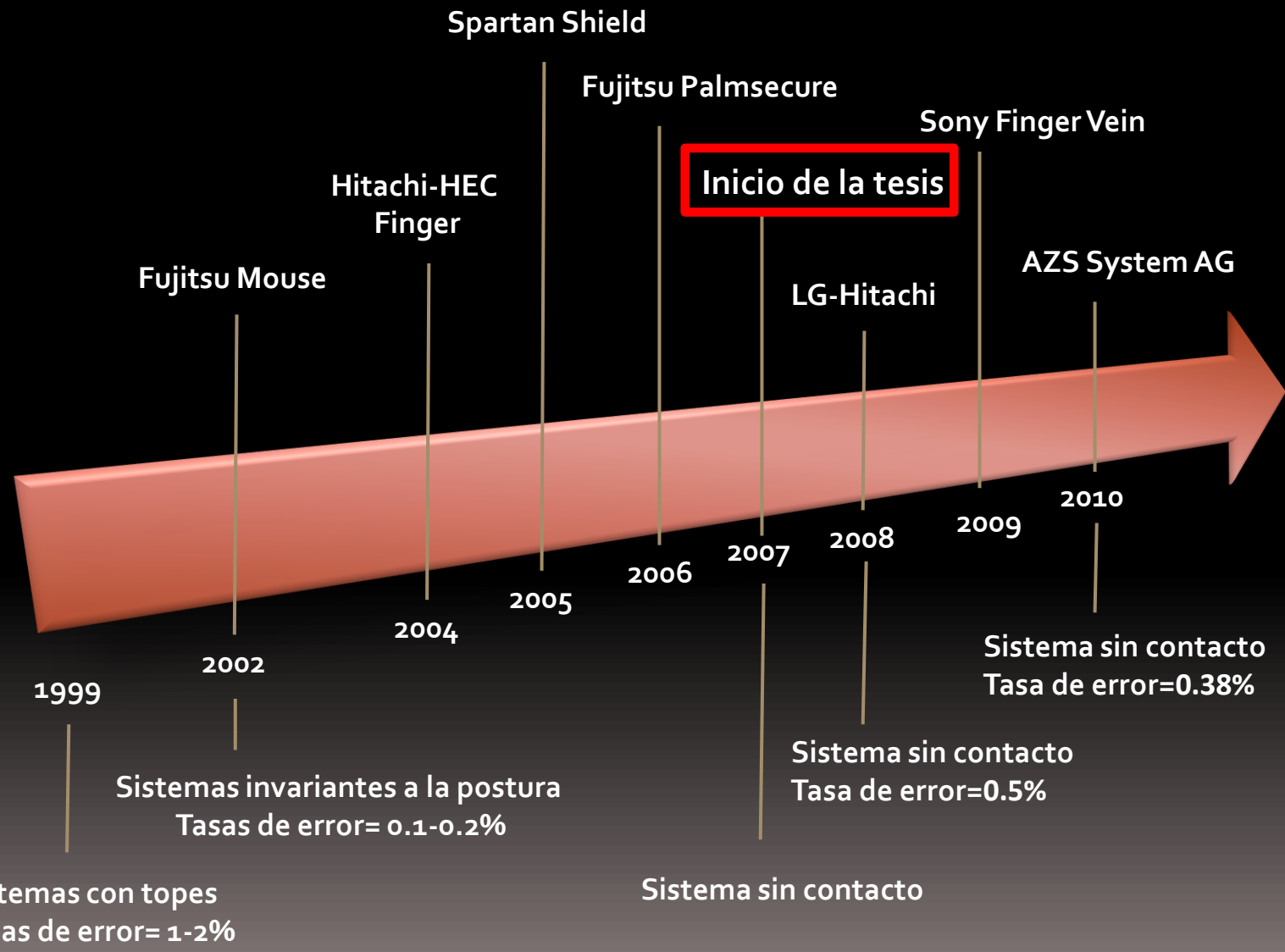


- **Huella dactilar**
- **Huella palmar**
- **Forma de la mano**
- **Textura de los dedos**
- **Patrón vascular**
- **Región digito-palmar**

Avances en la industria biométrica (manos)



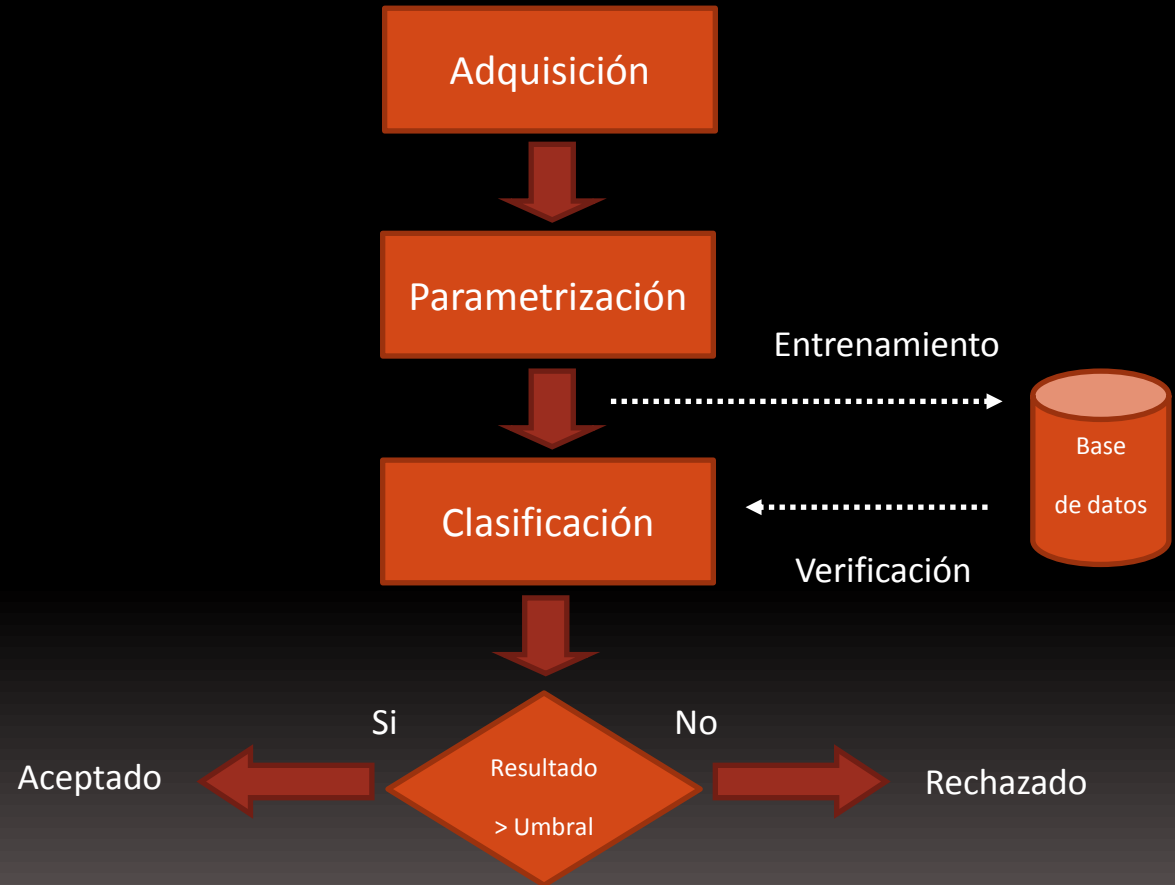
Avances en la industria biométrica (manos) y científicos (manos)



Es posible diseñar sistemas de identificación de personas mediante biometría de la mano sin contacto con métricas de calidad similares a los sistemas biométricos con contacto.

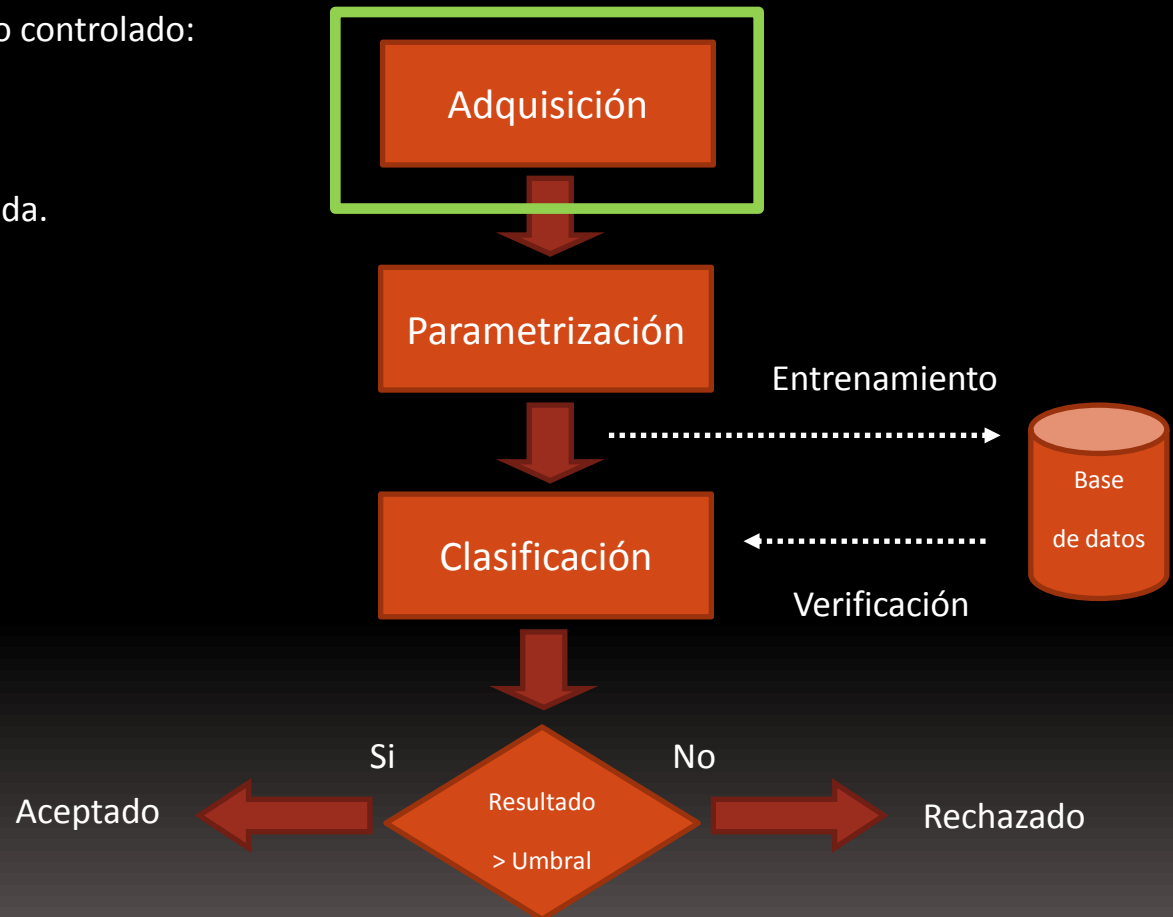
Utilizando dispositivos de bajo coste (webcams) y en esquemas de alta conveniencia de usuario que funcionen de forma autónoma y no supervisada.

Esquemas de los sistemas biométricos propuestos



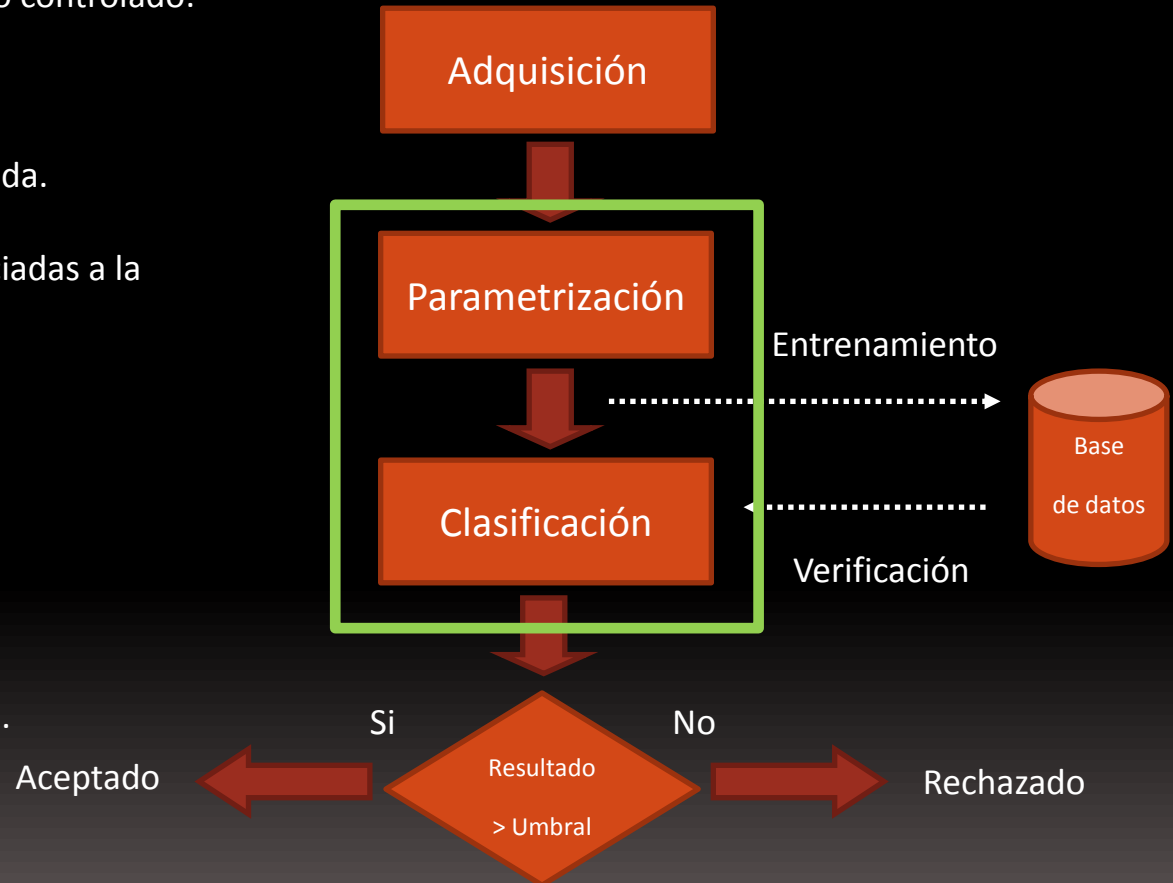
Retos a resolver en sistemas biométricos sin contacto

- Segmentar la mano en un entorno no controlado:
 - Iluminación.
 - Fondo.
- Adquisición automática no supervisada.



Retos a resolver en sistemas biométricos sin contacto

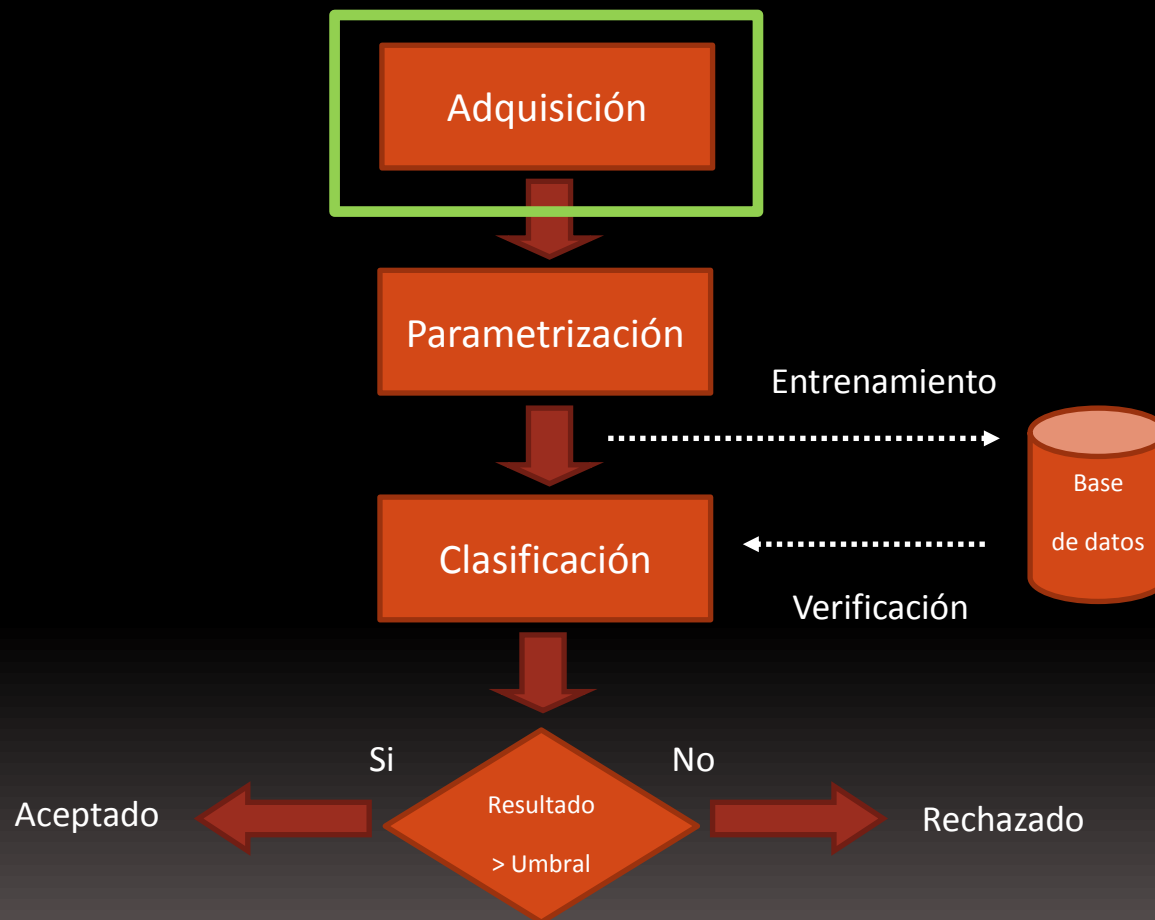
- Segmentar la mano en un entorno no controlado:
 - Iluminación.
 - Fondo.
- Adquisición automática no supervisada.
- Métodos robusto a distorsiones asociadas a la ausencia de superficie de apoyo:
 - Proyección.
 - Escala.
 - Imagen borrosa.
 - Rotación.
 - Traslación.
 - Postura.
 - Enfoque.
- Ausencia de bases de datos públicas.





2. ADQUISICIÓN DE LA MANO SIN CONTACTO

Esquemas de los sistemas biométricos propuestos



Entornos ideales vs entornos realistas

- La medida de la robustez de un método de segmentación se obtiene de los resultados en las peores condiciones.
- Los resultados en un entorno no controlado son difícilmente previsibles.
- Se intenta segmentar la mano a partir de técnicas de segmentación clásicas.



Segmentación a partir del método Otsu

- Se estima un umbral que maximice el cociente entre varianza intraclase y varianza interclase.
- Método útil cuando se disponen de dos clases bien diferenciadas.

$$k_0 : P_0(t) = \sum_{g=0}^t p(g)$$

$$k_1 : P_1(t) = \sum_{g=t+1}^G p(g) = 1 - P_0(t)$$



Segmentación a partir del color de la piel

- Se utiliza la información de color de la imagen.
- A partir de umbrales y relaciones de valor se estima si un pixel pertenece a piel o no.

$$I_{RGB}(x,y,1) > 95 \text{ y } I_{RGB}(x,y,2) > 40 \text{ y } I_{RGB}(x,y,3) > 20 \text{ y}$$

$$\max[I_{RGB}(x,y,z)] - \min[I_{RGB}(x,y,z)] > 15 \text{ y}$$

$$|I_{RGB}(x,y,1) - I_{RGB}(x,y,2)| > 15 \text{ y}$$

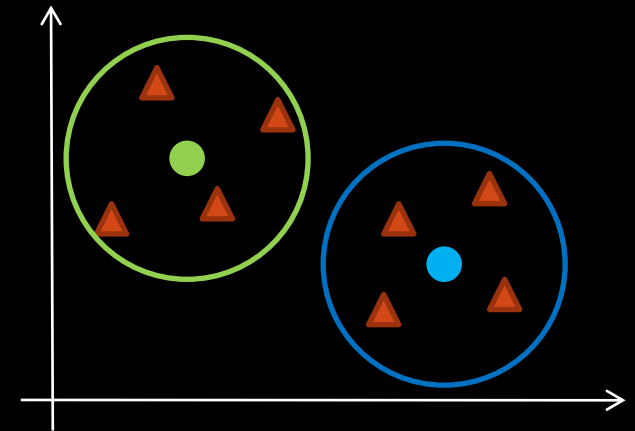
$$I_{RGB}(x,y,1) > I_{RGB}(x,y,2) \text{ y}$$

$$I_{RGB}(x,y,1) > I_{RGB}(x,y,3)$$



Segmentación a partir del método K-Medias

- Agrupación de los píxeles en k clases.
- Las pruebas se utilizaron 2 clases: fondo y mano.
- El método funciona cuando las clases están bien diferenciadas.



Segmentación a partir del método Canny

- El método se basa en el estudio de las discontinuidades en la imagen.
- Se trabaja con el gradiente.
- Muy dependiente del fondo.

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

$$\theta = \arctan \left(\frac{G_y}{G_x} \right)$$



Segmentación a partir del método Level-set

- Método basado en los bordes presentes en la imagen.
- Se parte de una curva de inicialización.
- Se adapta la curva en base al gradiente de la imagen.



PROPUESTA: El infrarrojo como solución a los problemas de segmentación

El principal problema de la segmentación es la adquisición en entornos no controlados



PROPUESTA: El infrarrojo como solución a los problemas de segmentación

Solución basada en el trabajo en entorno semi-controlado



- Tiempos de exposición del sensor de la cámara bajos + iluminación propia de alta intensidad.
- El corto periodo que permanece expuesto el sensor expone los objetos con mayor intensidad.
- Solución independiente del fondo y "robusta" a cambios de iluminación.

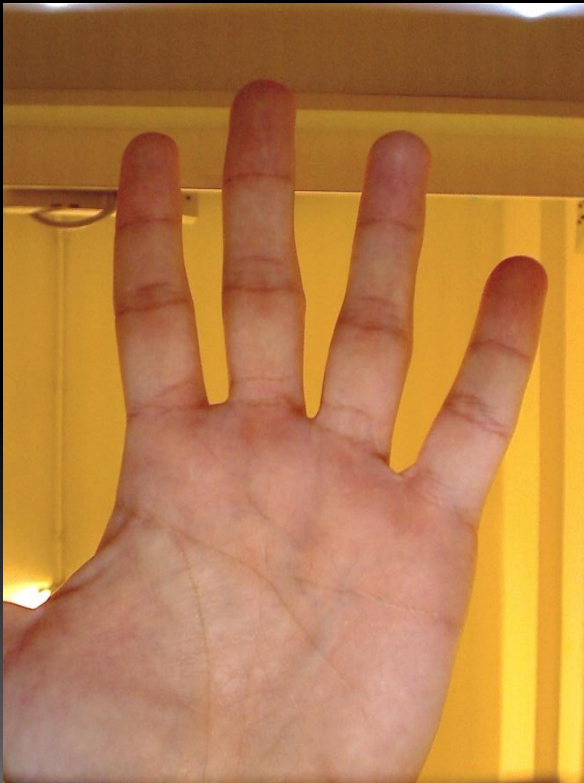
PROPUESTA: El infrarrojo como solución a los problemas de segmentación

- El principal problema es la pérdida de información relativa a la textura palmar.
- La imagen es óptima para segmentación y procesado de la forma de la mano.



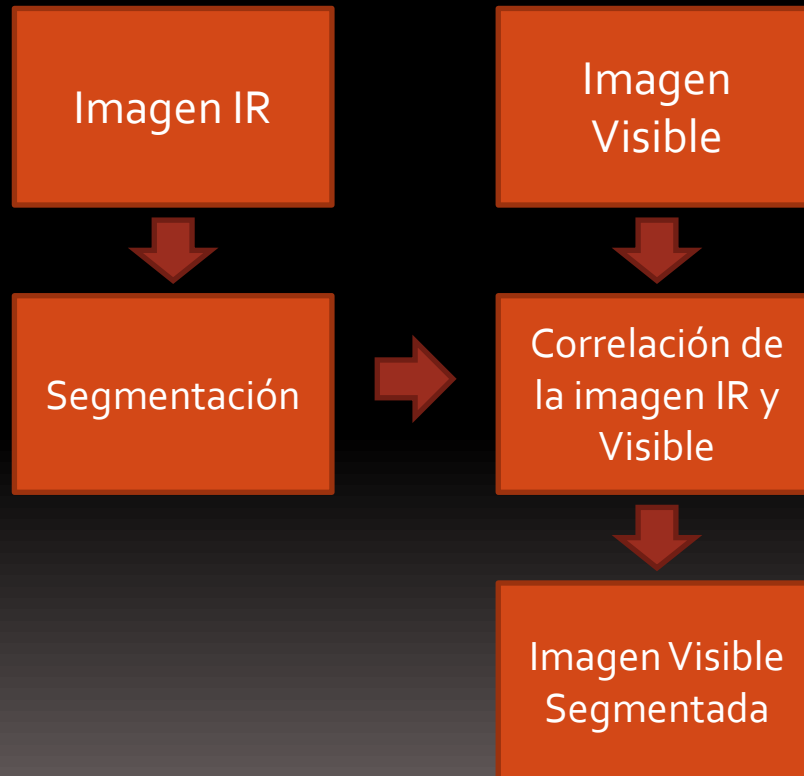
PROPUESTA: Esquema dual de adquisición infrarrojo-visible

- El principal problema es la pérdida de información relativa a la textura palmar.
- La imagen es óptima para segmentación y procesado de la forma de la mano.
- SOLUCIÓN: Uso de un esquema de adquisición dual.



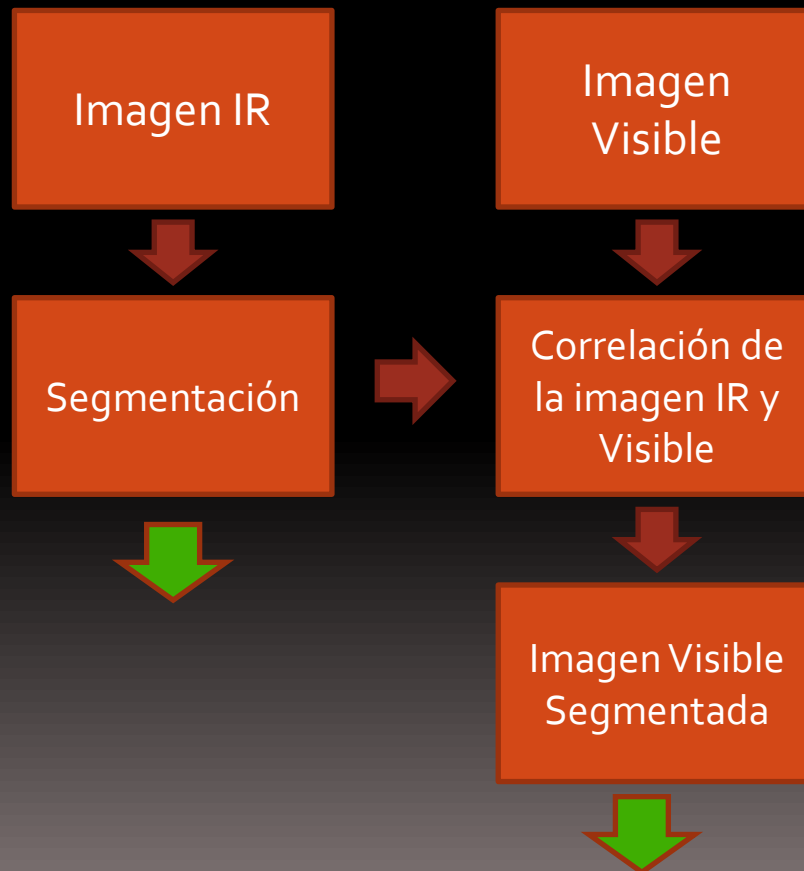
PROPUESTA: Esquema dual de adquisición infrarrojo-visible

- El principal problema es la pérdida de información relativa a la textura palmar.
- La imagen es óptima para segmentación y procesado de la forma de la mano.
- SOLUCIÓN: Uso de un esquema de adquisición dual basado en dos cámaras.



PROPUESTA: Esquema dual de adquisición infrarrojo-visible

- El principal problema es la pérdida de información relativa a la textura palmar.
- La imagen es óptima para segmentación y procesamiento de la forma de la mano.
- SOLUCIÓN: Uso de un esquema de adquisición dual basado en dos cámaras.



PROPUESTA: Correlación de imágenes Hardware y Software

Hardware

Ventajas

Mínimo coste computacional

Inconvenientes

Mayor complejidad del sistema
Mayor distancia Mano-Cámara

Software

Ventajas

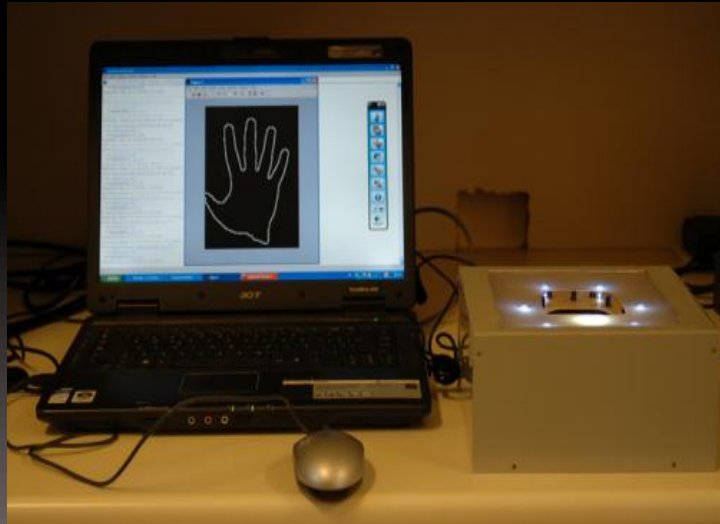
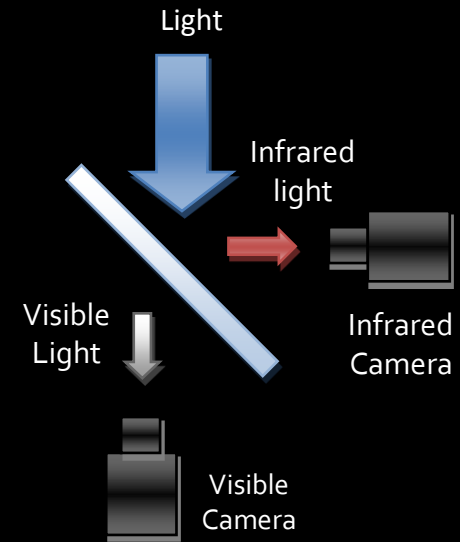
Sencillez del sistema
Menor distancia Mano-Cámara

Inconvenientes

Elevado coste computacional

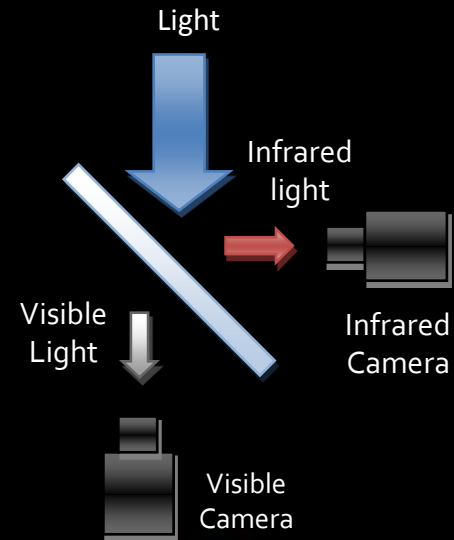
PROPUESTA: Solución Hardware

- La correlación se produce a partir de un filtro dicroico.
- La segmentación es directa.



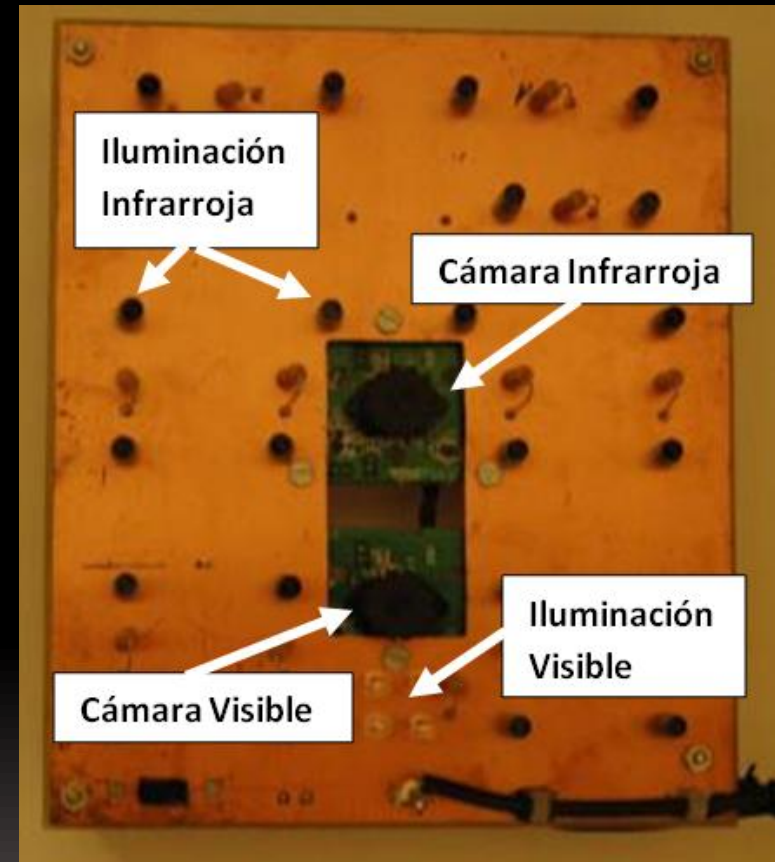
PROPUESTA: Solución Hardware

- La correlación se produce a partir de un filtro dicroico.
- La segmentación es directa.



PROPUESTA: Solución Software

- Las cámaras se sitúan sobre el mismo plano.
- Placa de iluminación infrarroja y visible.
- El error de proyección impide correlar las imágenes mediante desplazamiento.
- La distancia entre mano y dispositivo se reduce.



PROPUESTA: Solución Software

- Las cámaras se sitúan sobre el mismo plano.
- Placa de iluminación infrarroja y visible.
- El error de proyección impide correlar las imágenes mediante desplazamiento.
- La distancia entre mano y dispositivo se reduce.



Segmentación en visible a partir de la imagen en infrarrojo

- Se utiliza el algoritmo Active Shape Model (ASM) para ajustar la silueta infrarroja a la mano visible.

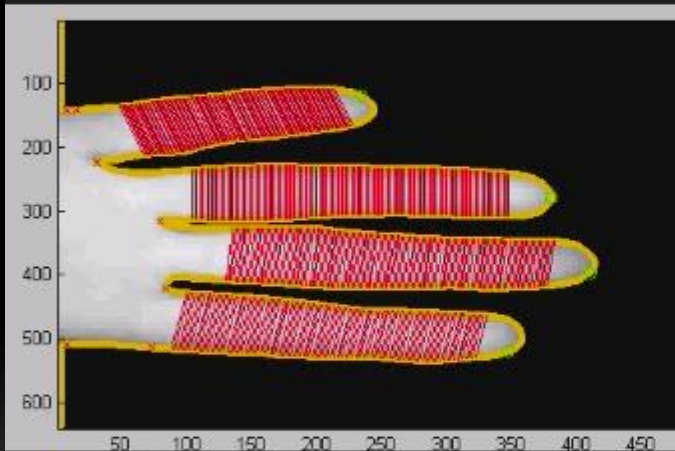


Imagen infrarroja

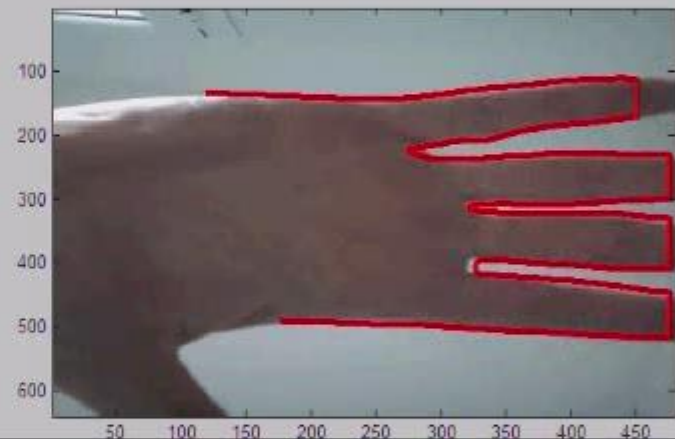
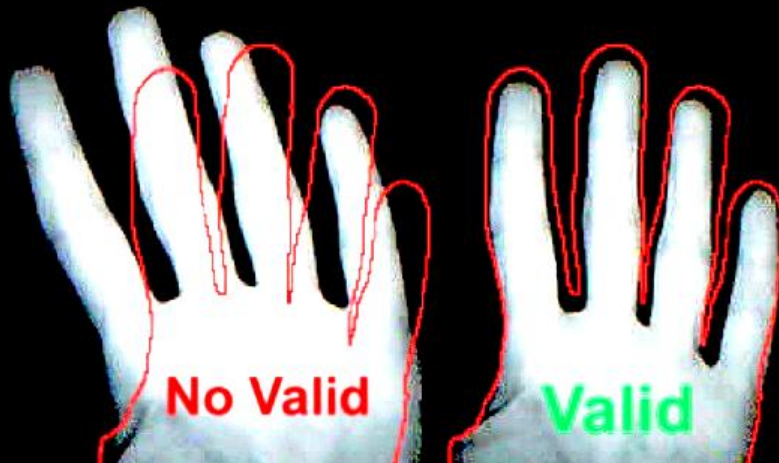


Imagen visible

PROPUESTA: Adquisición automática

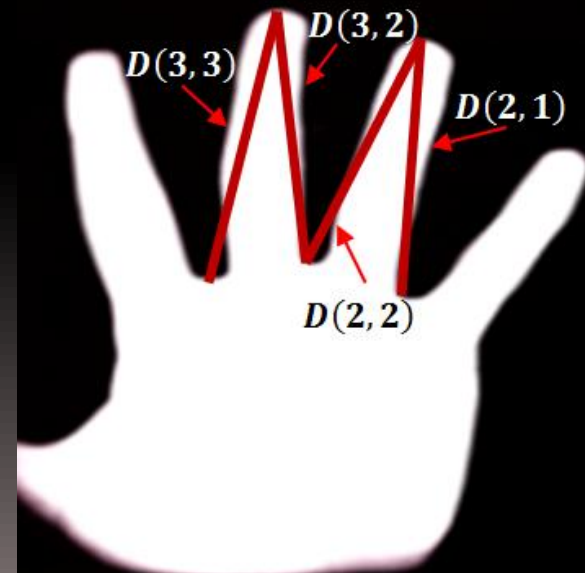


- Una máscara guía al usuario buscando reducir el error de proyección.
- La adquisición se realiza cuando la máscara de referencia y la imagen binariza se solapan en un 60%.

- La imagen se valida detectando si los dedos se encuentran separados.

$$\frac{\max(D(2,2), D(2,1))}{\min(D(2,2), D(2,1))} \geq 0.7$$

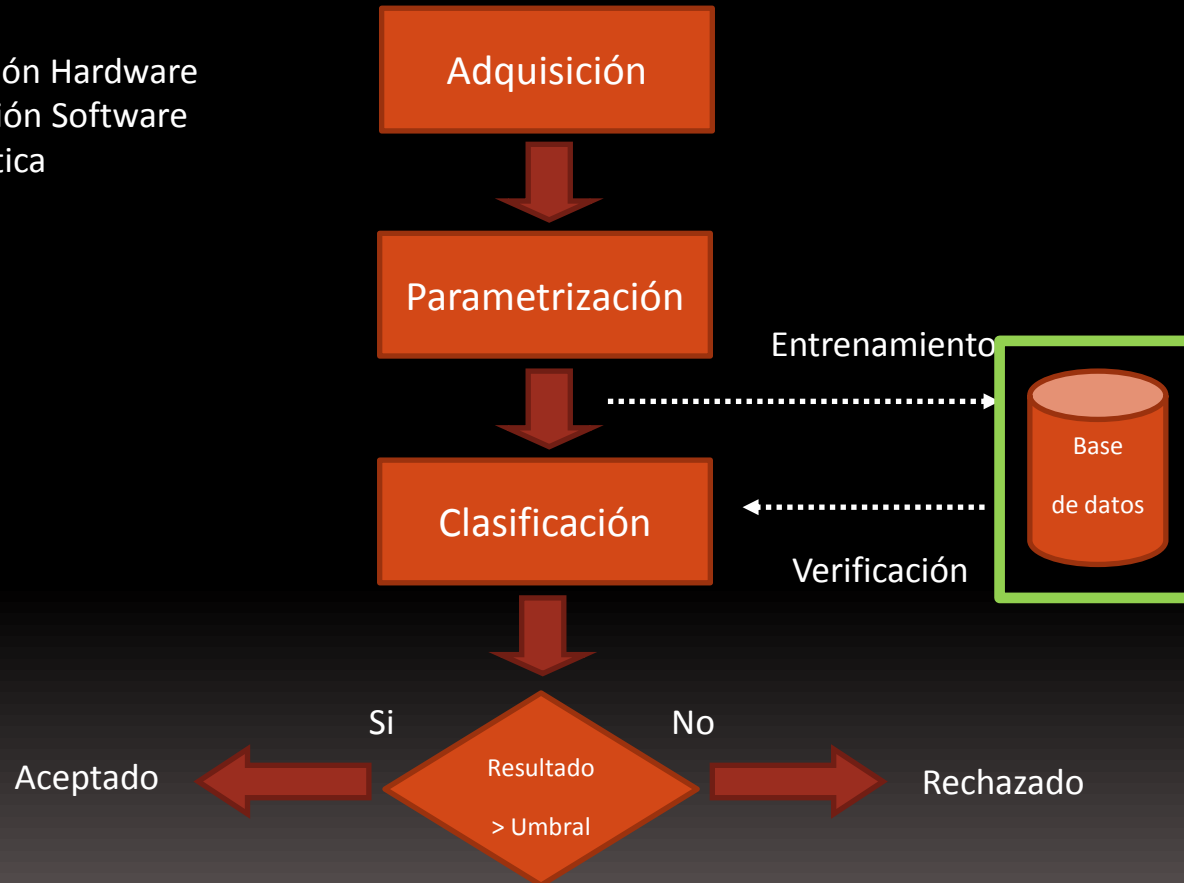
$$\frac{\max(D(3,3), D(3,2))}{\min(D(3,3), D(3,2))} \geq 0.8$$



Esquemas de los sistemas biométricos propuestos

Aportaciones:

- Sistema de adquisición Hardware
- Sistema de adquisición Software
- Adquisición automática

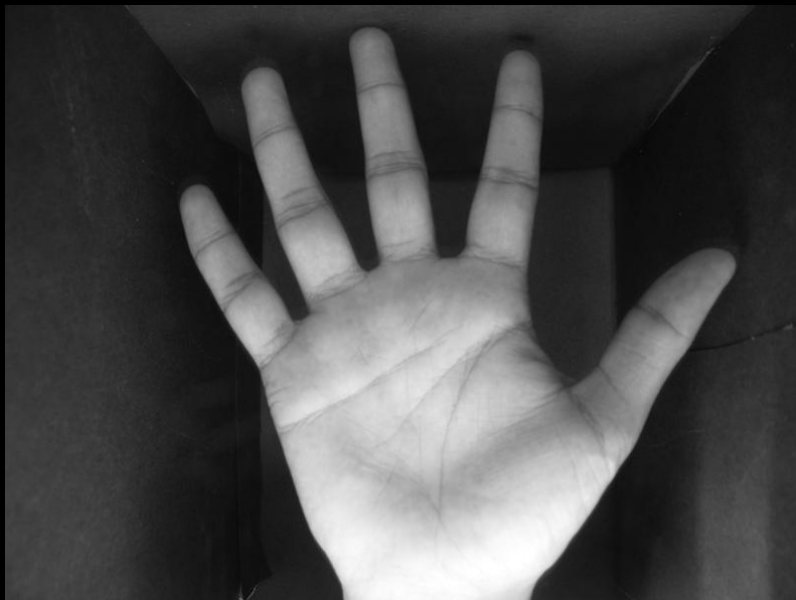


Características	GPDS-CL1	GPDS-CL2	IITD
Número de usuarios	110	100	470
Imágenes por usuario	10-14* (2 bandas)	10 (2 bandas)	6
Número de sesiones	10*	1	1
Adquisición	Sin contacto	Sin contacto	Sin contacto
Fondo	No controlado	No controlado	Controlado
Iluminación	No controlada	No controlada	Controlada
Tipo de iluminación	NIR+Visible	NIR+Visible	Visible
Entrenamiento supervisado	Si	Si	Si
Verificación supervisada	No	Si	Si
Distancia hasta objetivo	15-25 cm	5-15 cm	15-25 cm
Espacio de color	RGB	RGB	Gris
Banda de las imágenes	NIR y Visible	NIR y Visible	Visible
Resolución	800x600	800x600	800x600

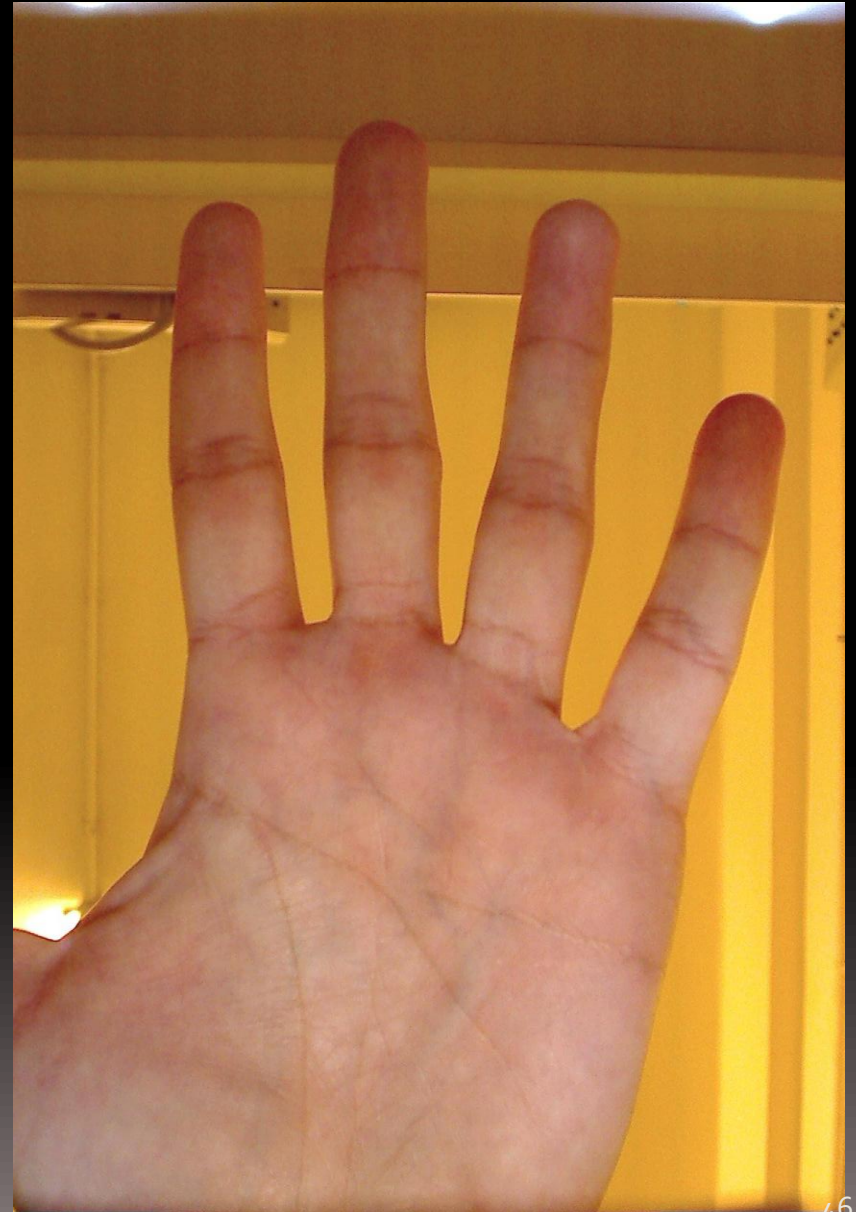
Características	GPDS-CL1	GPDS-CL2	IITD
Número de usuarios	110	100	470
Imágenes por usuario	10-14* (2 bandas)	10 (2 bandas)	6
Número de sesiones	10*	1	1
Adquisición	Sin contacto	Sin contacto	Sin contacto
Fondo	No controlado	No controlado	Controlado
Iluminación	No controlada	No controlada	Controlada
Tipo de iluminación	NIR+Visible	NIR+Visible	Visible
Entrenamiento supervisado	Si	Si	Si
Verificación supervisada	No	Si	Si
Distancia hasta objetivo	15-25 cm	5-15 cm	15-25 cm
Espacio de color	RGB	RGB	Gris
Banda de las imágenes	NIR y Visible	NIR y Visible	Visible
Resolución	800x600	800x600	800x600

Características	GPDS-CL1	GPDS-CL2	IITD
Número de usuarios	110	100	470
Imágenes por usuario	10-14* (2 bandas)	10 (2 bandas)	6
Número de sesiones	10*	1	1
Adquisición	Sin contacto	Sin contacto	Sin contacto
Fondo	No controlado	No controlado	Controlado
Iluminación	No controlada	No controlada	Controlada
Tipo de iluminación	NIR+Visible	NIR+Visible	Visible
Entrenamiento supervisado	Si	Si	Si
Verificación supervisada	No	Si	Si
Distancia hasta objetivo	15-25 cm	5-15 cm	15-25 cm
Espacio de color	RGB	RGB	Gris
Banda de las imágenes	NIR y Visible	NIR y Visible	Visible
Resolución	800x600	800x600	800x600

Características	GPDS-CL1	GPDS-CL2	IITD
Número de usuarios	110	100	470
Imágenes por usuario	10-14* (2 bandas)	10 (2 bandas)	6
Número de sesiones	10*	1	1
Adquisición	Sin contacto	Sin contacto	Sin contacto
Fondo	No controlado	No controlado	Controlado
Iluminación	No controlada	No controlada	Controlada
Tipo de iluminación	NIR+Visible	NIR+Visible	Visible
Entrenamiento supervisado	Si	Si	Si
Verificación supervisada	No	Si	Si
Distancia hasta objetivo	15-25 cm	5-15 cm	15-25 cm
Espacio de color	RGB	RGB	Gris
Banda de las imágenes	NIR y Visible	NIR y Visible	Visible
Resolución	800x600	800x600	800x600















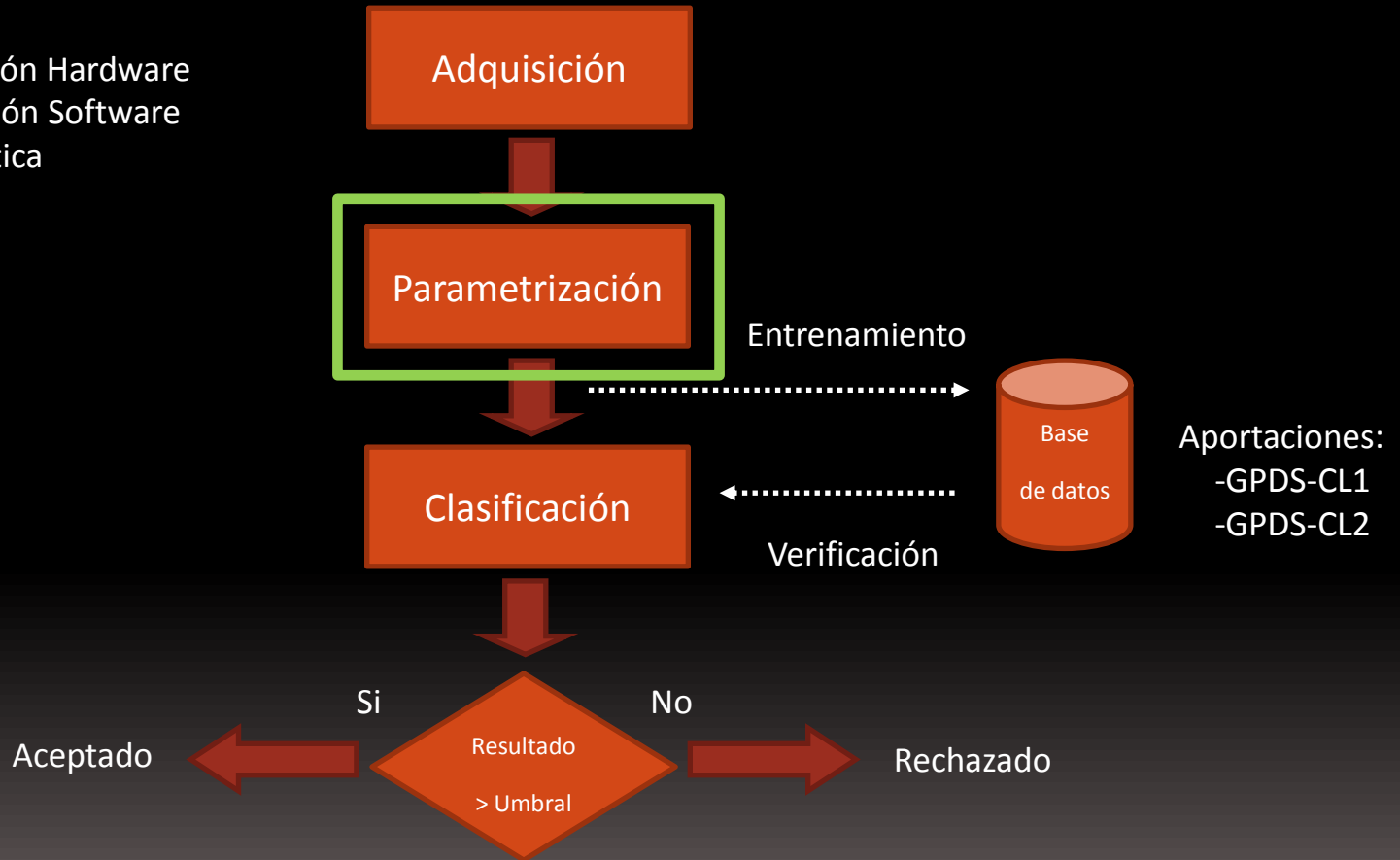


3. EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS

Esquemas de los sistemas biométricos propuestos

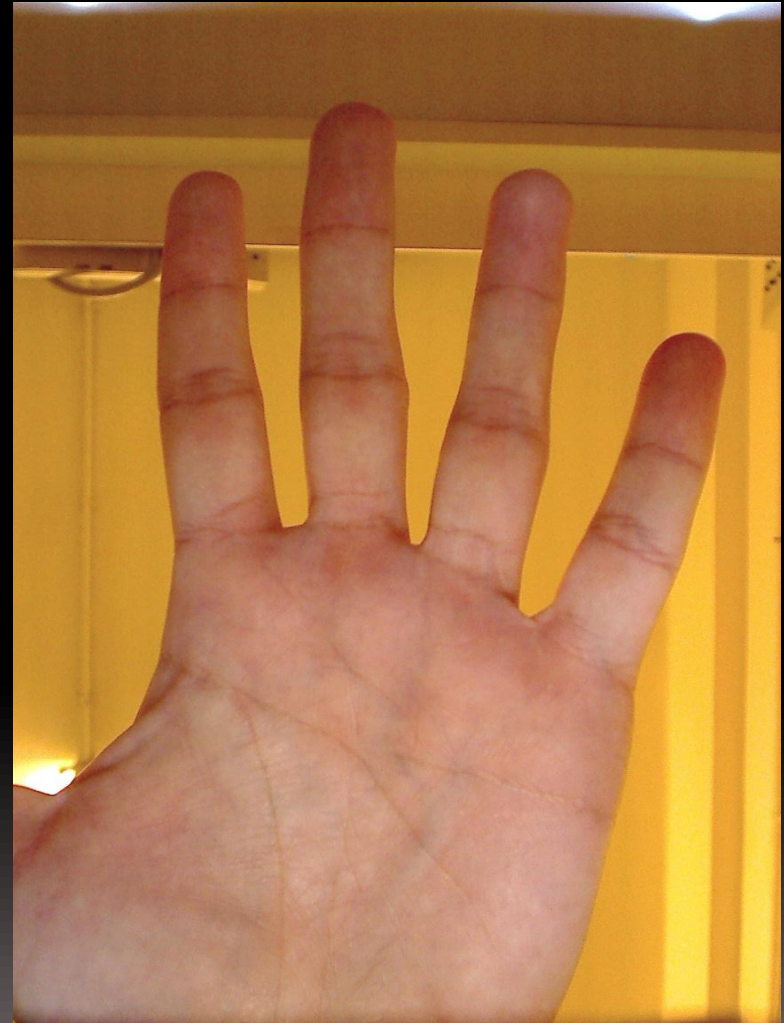
Aportaciones:

- Sistema de adquisición Hardware
- Sistema de adquisición Software
- Adquisición automática



Métodos de extracción de características

- Forma de la mano:
 - Medidas invariantes a la proyección.
 - Modelos de apariencia (ICA, PCA).
 - Distancia entre siluetas.
 - Geometría de los dedos.
- Palma:
 - Medidas globales:
 - Gabor.
 - Wavelet.
 - OLOF.
 - Medidas locales:
 - Minucias
 - SURF.
 - SIFT.



Métodos de extracción de características

- Forma de la mano:
 - Medidas invariantes a la proyección.
 - Modelos de apariencia (ICA, PCA).
 - Distancia entre siluetas.
 - Geometría de los dedos. ←
- Palma:
 - Medidas globales:
 - Gabor.
 - Wavelet.
 - OLOF. ←
 - Medidas locales:
 - Minucias
 - SURF.
 - SIFT. ←



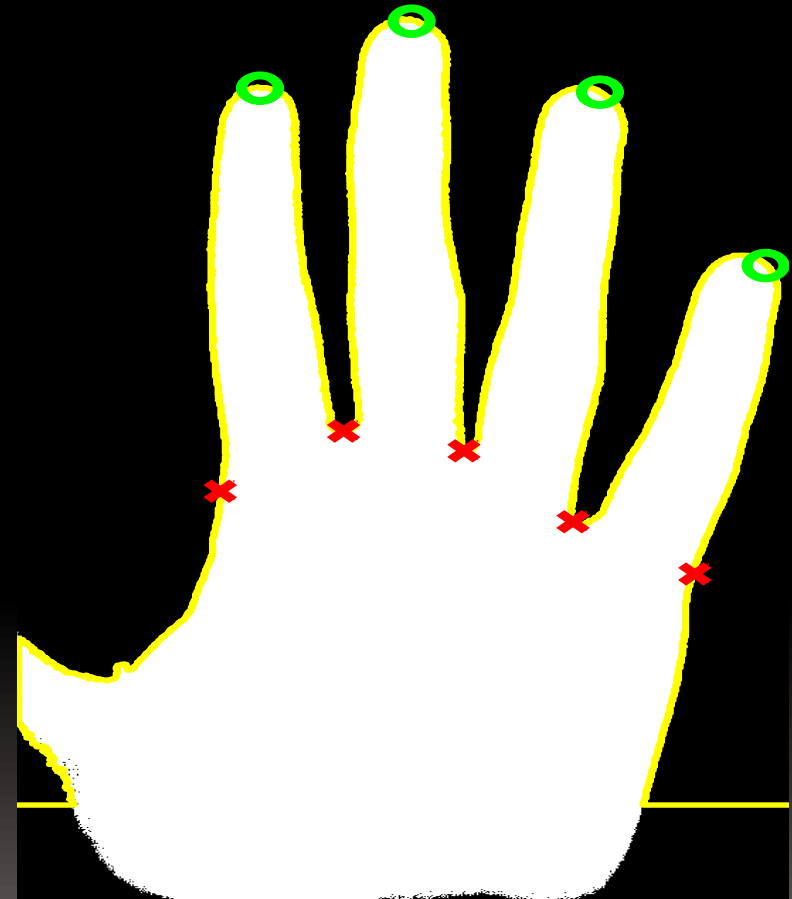
Medidas geométricas de los dedos

- Se obtiene el contorno de la imagen binaria.



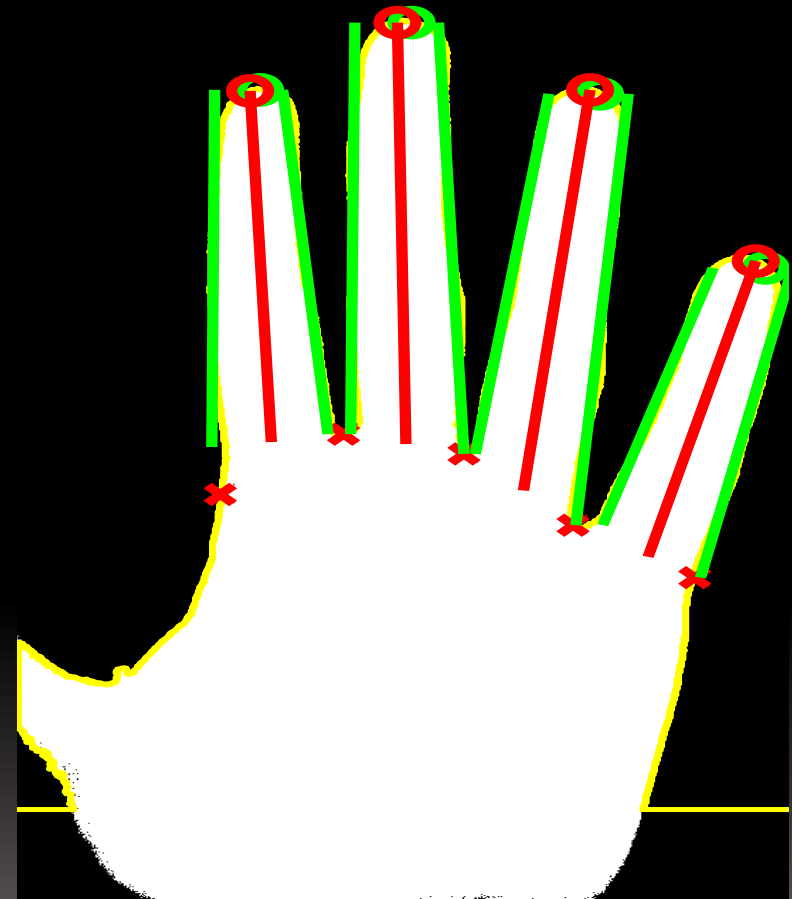
Medidas geométricas de los dedos

- Se obtiene el contorno de la imagen binaria.
- Se aproximan las puntas y valles a partir de las coordenadas polares.



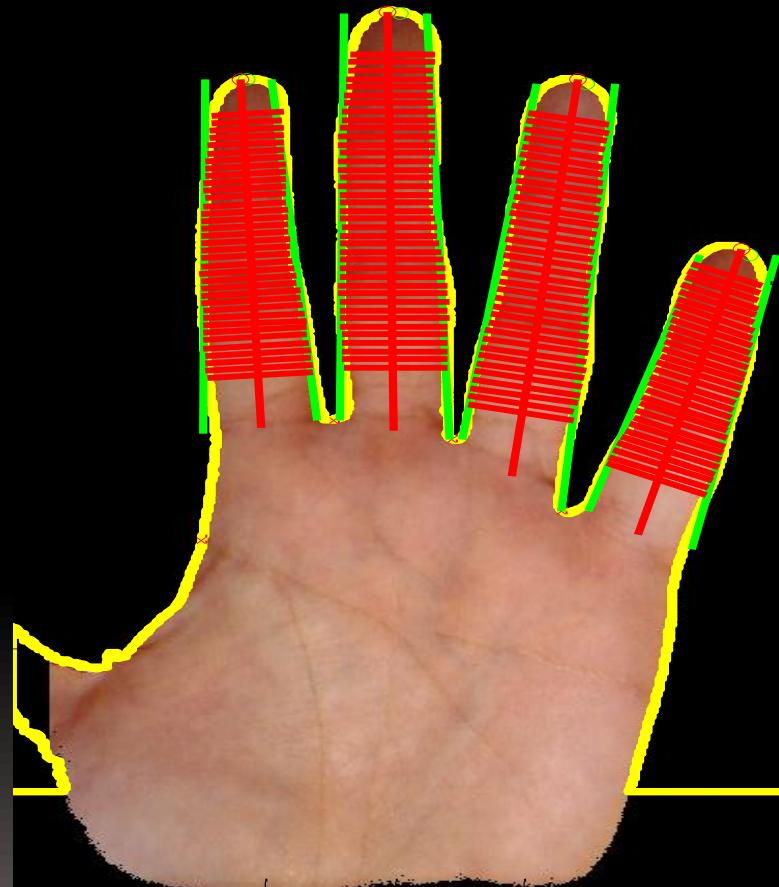
Medidas geométricas de los dedos

- Se obtiene el contorno de la imagen binaria.
- Se aproximan las puntas y valles a partir de las coordenadas polares.
- Se estiman los laterales de cada dedo para obtener el eje del dedo.
- Se obtiene la nueva punta del dedo como la intersección entre el eje y el contorno.



Medidas geométricas de los dedos

- Se obtiene el contorno de la imagen binaria.
- Se aproximan las puntas y valles a partir de las coordenadas polares.
- Se estiman los laterales de cada dedo para obtener el eje del dedo.
- Se obtiene la nueva punta del dedo como la intersección entre el eje y el contorno.
- Se extraen las medidas a partir de los puntos de las líneas ortogonales al eje y la intersección con el contorno.
- Se extraen 450 medidas cuando en esquemas sin contactos se adquieren en torno a 30.



PROPUESTA: Caracterización geométrica para esquemas sin contacto

- Se adquieren 12 veces más medidas que en esquemas clásicos con contacto.
- Se normalizan los anchos respecto al valor máximo.
- Se reduce la dimensionalidad del vector de muestras a partir de la transformada DCT.

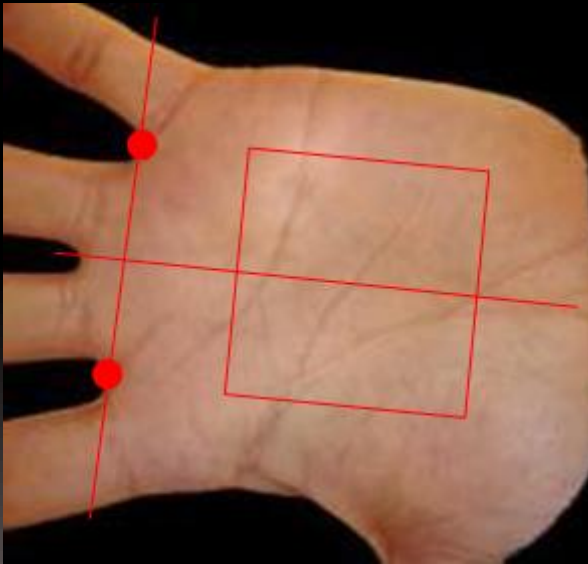
$$DCT(k) = C(k) \sum_{n=1}^N x(n) \cos \left[\frac{\pi(2n-1)(k-1)}{2N} \right] \quad k = 1, \dots, N$$

$$C(u) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}} & k = 1 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} & 2 \leq k \leq N \end{cases}$$

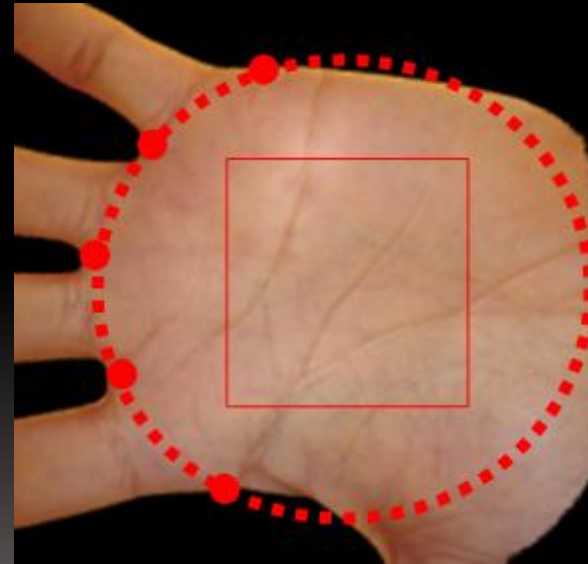
- Se utilizan los primeros 50 coeficientes.
- Se elimina información de alta frecuencia.

La Palma - Extracción de la región de interés

- Los modelos de extracción de la región palmar clásicos [D. Zhang et al, 2003] son sensibles a errores en la localización de los valles.
- Se propone un modelo basado en 5 puntos (en lugar de 2) buscando mayor robustez ante errores en la localización de los valles.



[D. Zhang et al, 2003]



Propuesta

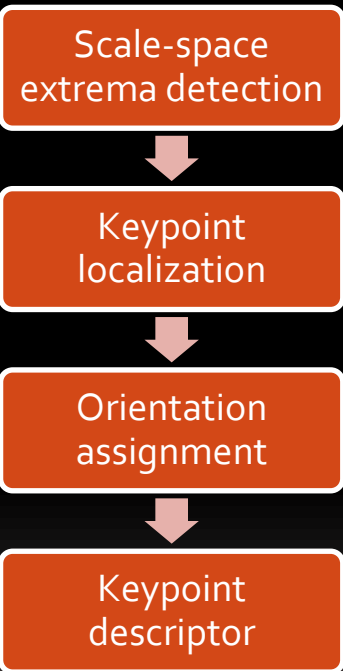
Scale Invariant Feature Transform (SIFT)

Propuesta de [D. G. Lowe, 2004]

Usuario X – Imagen X



Usuario X – Imagen Y



Scale Invariant Feature Transform (SIFT)

Propuesta de [D. G. Lowe, 2004]

Usuario X – Imagen X

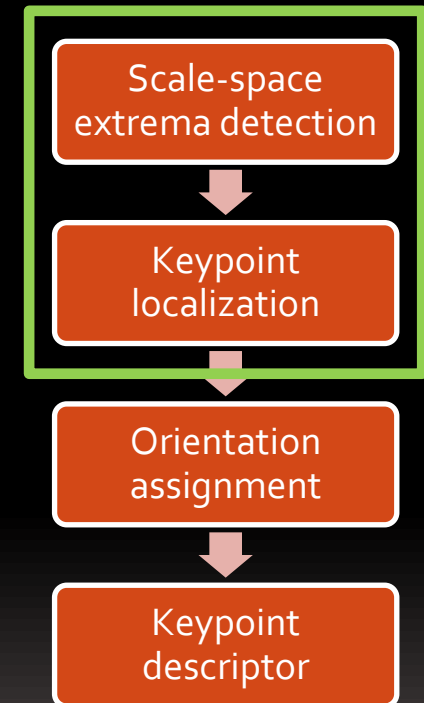


3 keypoints

Usuario X – Imagen Y



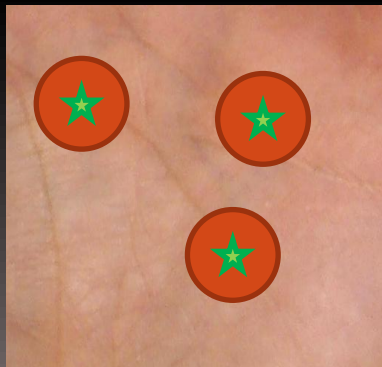
2 keypoints



Scale Invariant Feature Transform (SIFT)

Propuesta de [D. G. Lowe, 2004]

Usuario X – Imagen X

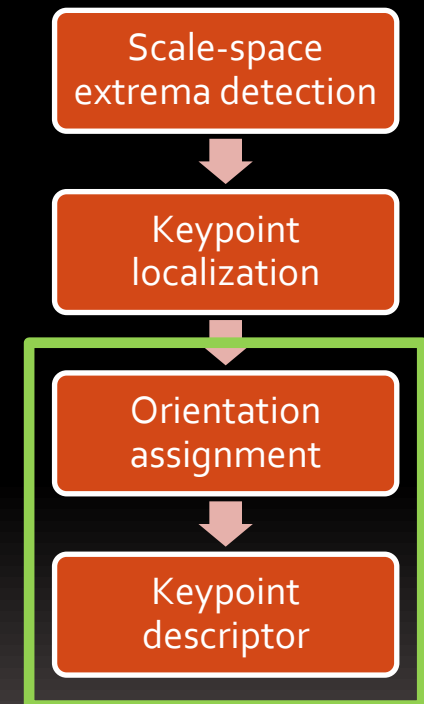


3 keypoints

Usuario X – Imagen Y



2 keypoints

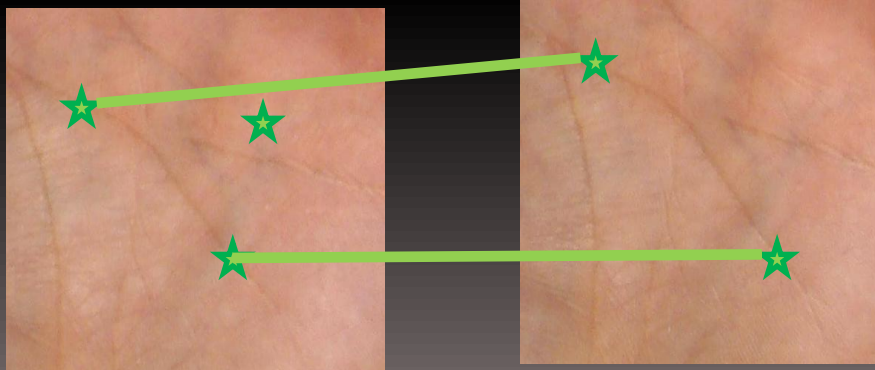


Scale Invariant Feature Transform (SIFT)

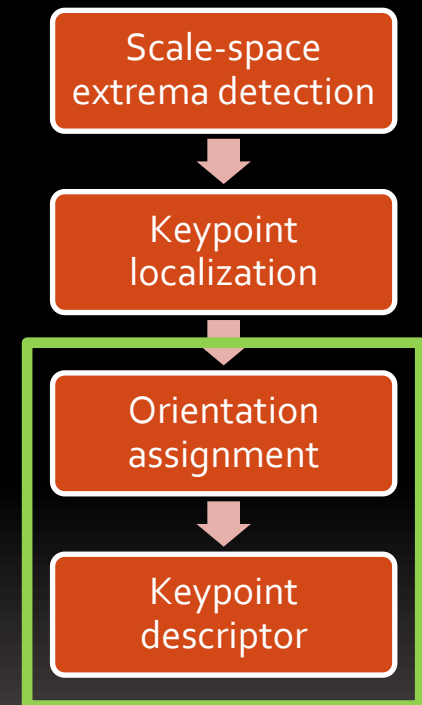
Propuesta de [D. G. Lowe, 2004]

Usuario X – Imagen X

Usuario X – Imagen Y

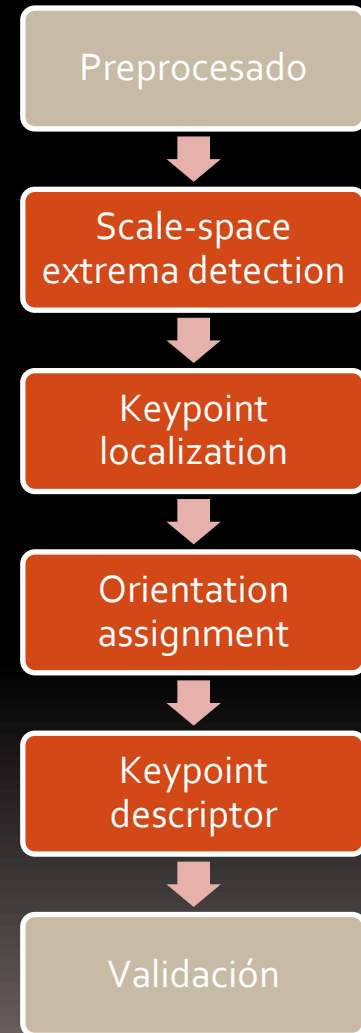


2 Coincidencias



PROPUESTA: Modified Scale Invariant Feature Transform (SIFT)

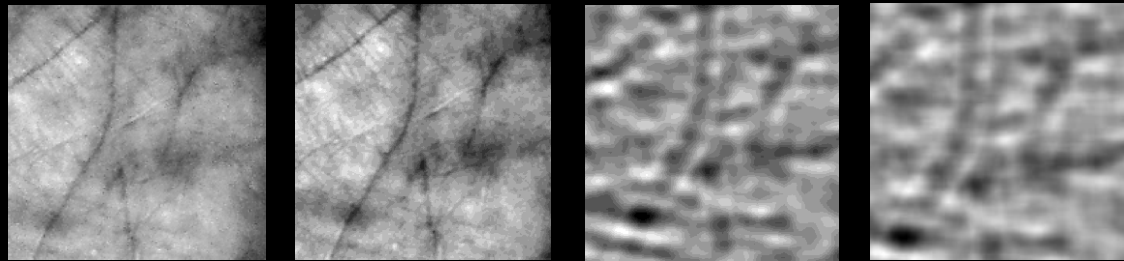
Nuestra propuesta



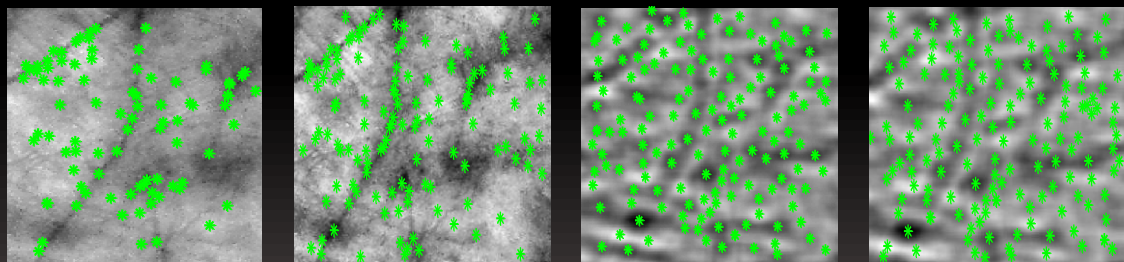
SIFT - Preprocesado

- Los puntos de interés se concentran en las líneas principales.

Imagen preprocesada



Localización de puntos de interés



Original

Histeq

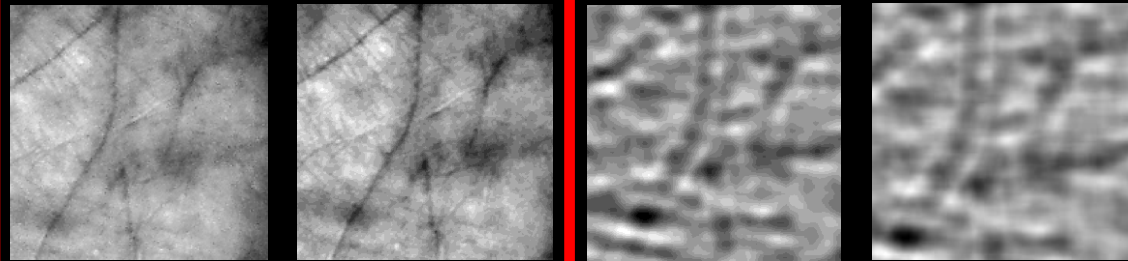
Gabor

Gaussiano

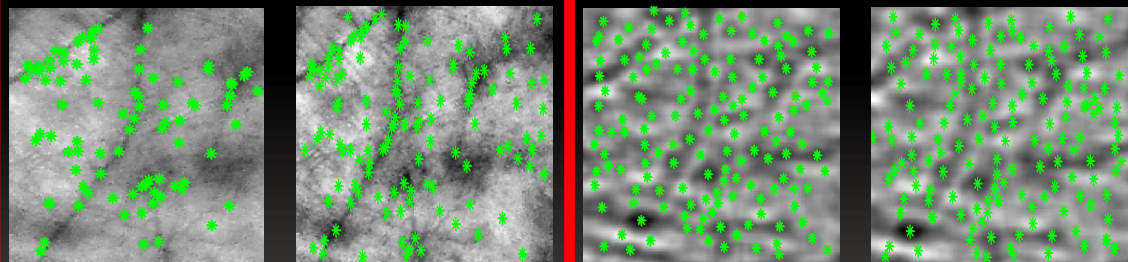
PROPUESTA: SIFT - Preprocesado

- Los puntos de interés se concentran en las líneas principales.

Imagen preprocesada



Localización de puntos de interés



Original

Histeq

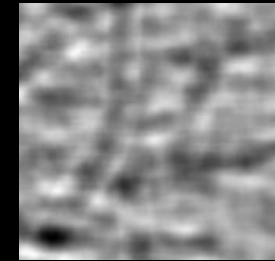
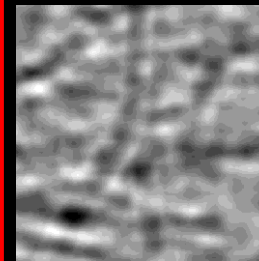
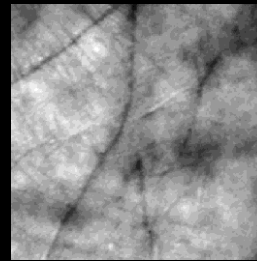
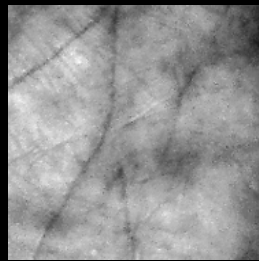
Gabor

Gaussiano

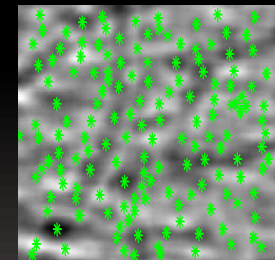
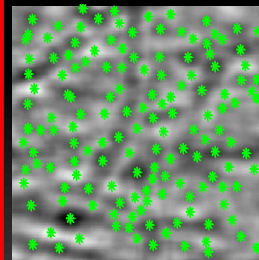
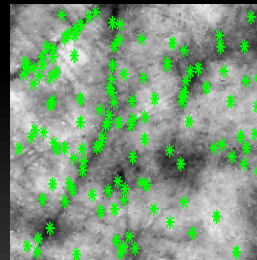
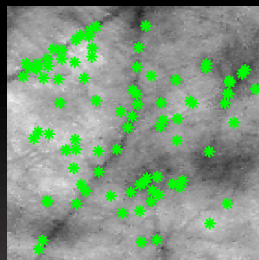
PROPUESTA: SIFT - Preprocesado

- Los puntos de interés se concentran en las líneas principales.

Imagen preprocesada



Localización de puntos de interés



Original

Histeq

Gabor

Gaussiano

PROPUESTA: SIFT - Validación

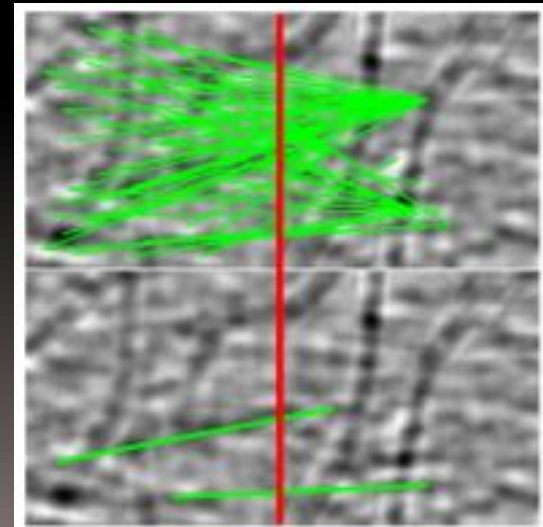
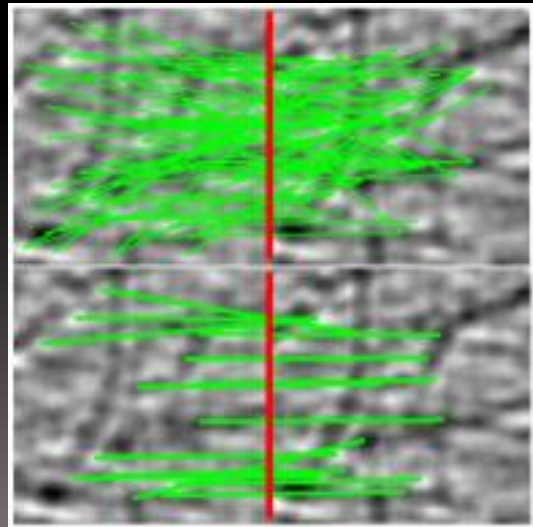
- Primera imposición: cada descriptor presenta como máximo una coincidencia.
- Segunda imposición: los puntos de interés deben localizarse en regiones similares de la palma.

$$D_c(i,j) = \|c_i^g - c_j^a\|^2 \leq 1.1 \sum_{i=1}^M \|c_i^g - c_j^a\|^2 / M$$

Genuinas

Impostoras

Antes de validar



Después de validar

Orthogonal Line Ordinal Features (OLOF)

- Filtrado direccional Gaussiano.

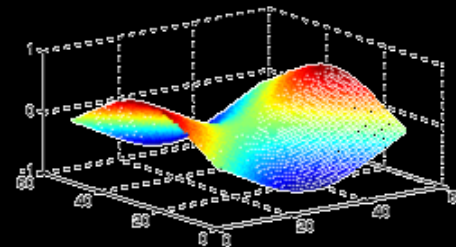
$$OF(\theta) = f(x, y, \theta) - f\left(x, y, \theta + \frac{\pi}{2}\right)$$

- Se filtra con tres direcciones diferentes buscando maximizar el contraste entre líneas palmares y se binariza.

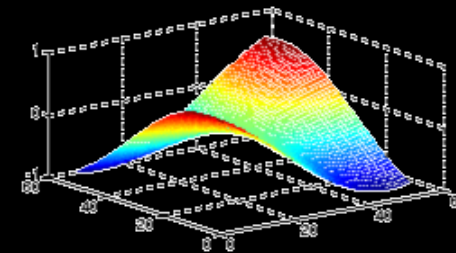
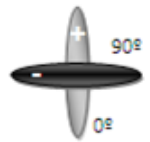


- El resultado es la distancia media entre las 3 máscaras de entrenamiento y verificación.

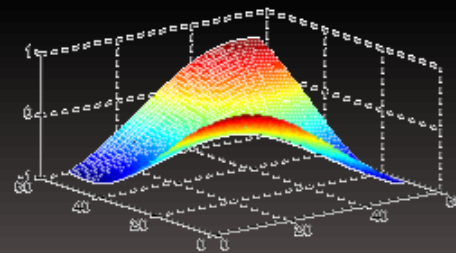
$$D = (D^{\theta=0} + D^{\theta=\pi/6} + D^{\theta=\pi/3})/3$$



$OF(0)$



$OF(\pi/6)$



$OF(\pi/3)$



PROPUESTA: Incluir traslación y rotación en la clasificación

- Pequeños errores de segmentación provoca una reducción de las prestaciones.
- La introducción de rotación y traslación en el momento de comparar las máscaras puede corregir estos pequeños errores.

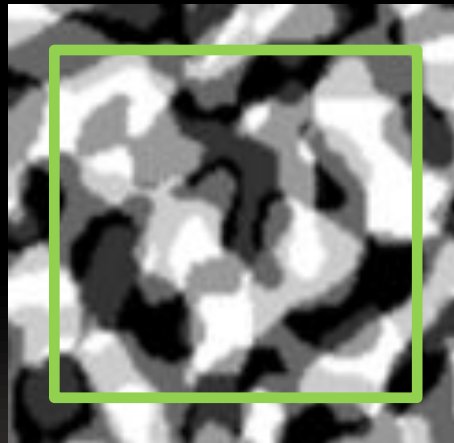


Imagen entrenamiento

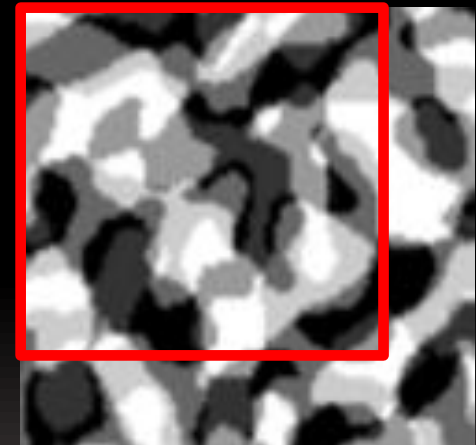


Imagen verificación

PROPUESTA: Incluir traslación y rotación en la clasificación

- Pequeños errores de segmentación provoca una reducción de las prestaciones.
- La introducción de rotación y traslación en el momento de comparar las máscaras puede corregir estos pequeños errores.

Traslación de 4 píxeles

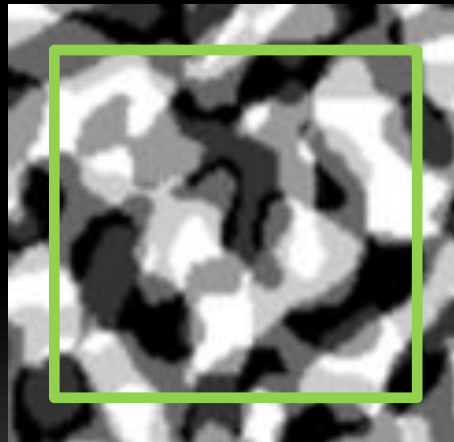


Imagen entrenamiento

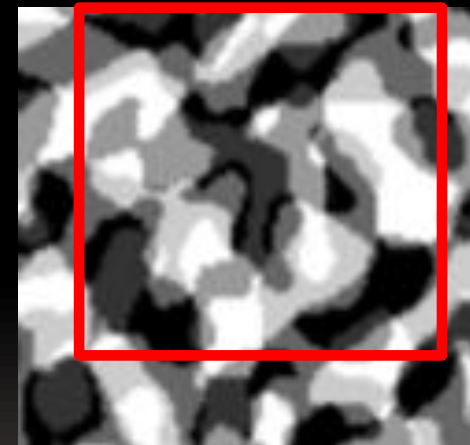


Imagen verificación

PROPUESTA: Incluir traslación y rotación en la clasificación

- Pequeños errores de segmentación provoca una reducción de las prestaciones.
- La introducción de rotación y traslación en el momento de comparar las máscaras puede corregir estos pequeños errores.

Rotación de 4 grados

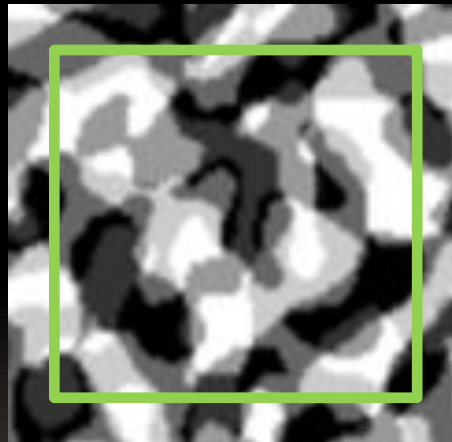


Imagen entrenamiento

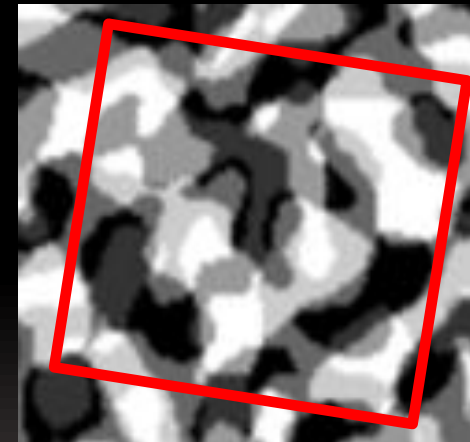


Imagen verificación

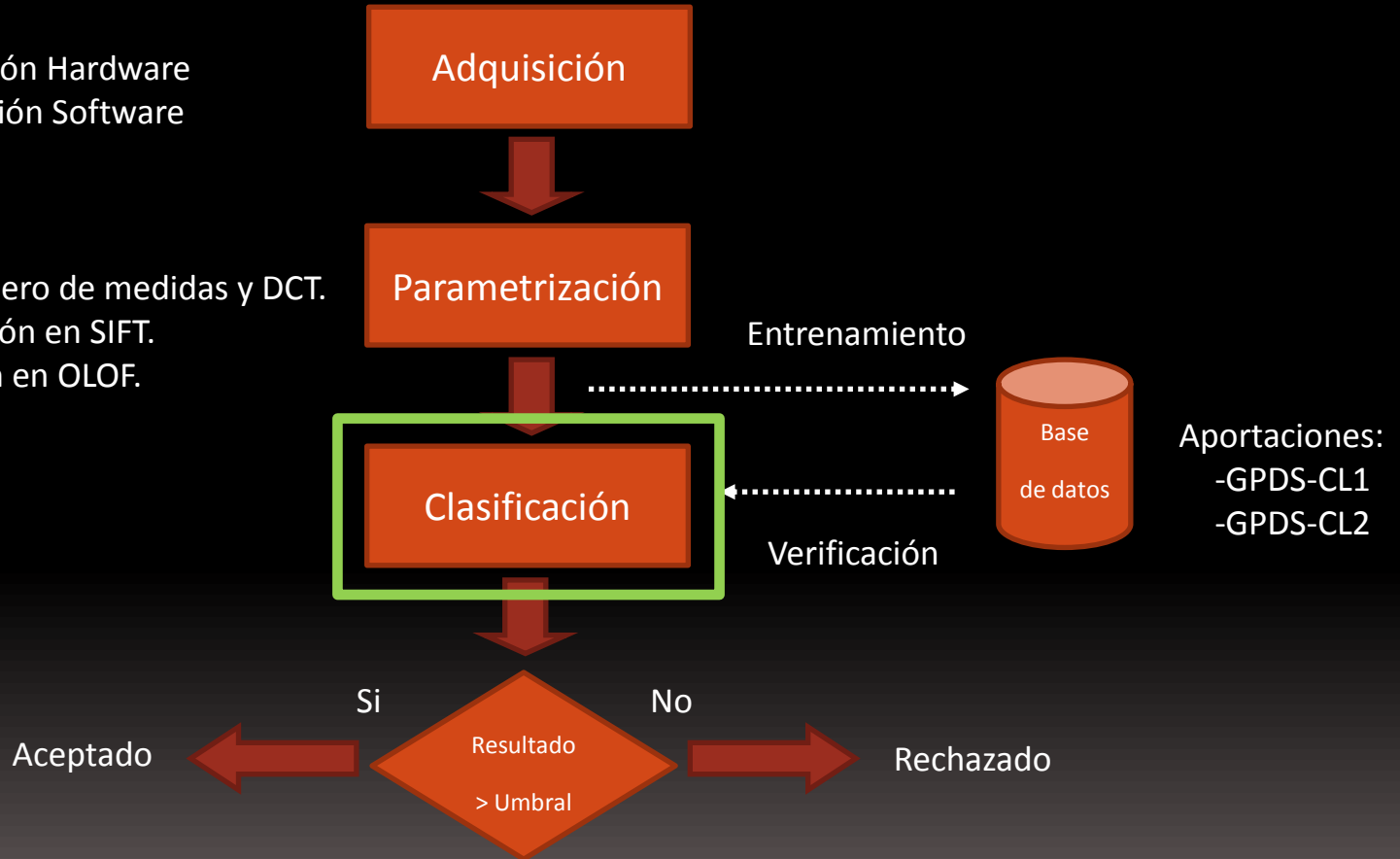
Esquemas de los sistemas biométricos propuestos

Aportaciones:

- Sistema de adquisición Hardware
- Sistema de adquisición Software

Aportaciones:

- Incremento del número de medidas y DCT.
- Procesado y validación en SIFT.
- Traslación y rotación en OLOF.



Sistemas de Clasificación

- Dependen de la naturaleza de las medidas utilizadas en la extracción de características.
- Se utilizarán tres clasificadores:
 - LS-SVM -> Medidas geométricas.
 - Distancia normalizada de Hamming -> OLOF.
 - Número de coincidencias -> MSIFT
- Entrenamiento a partir de 4 muestras genuinas.
- LS-SVM necesitan de un conjunto de muestras negativas.



4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

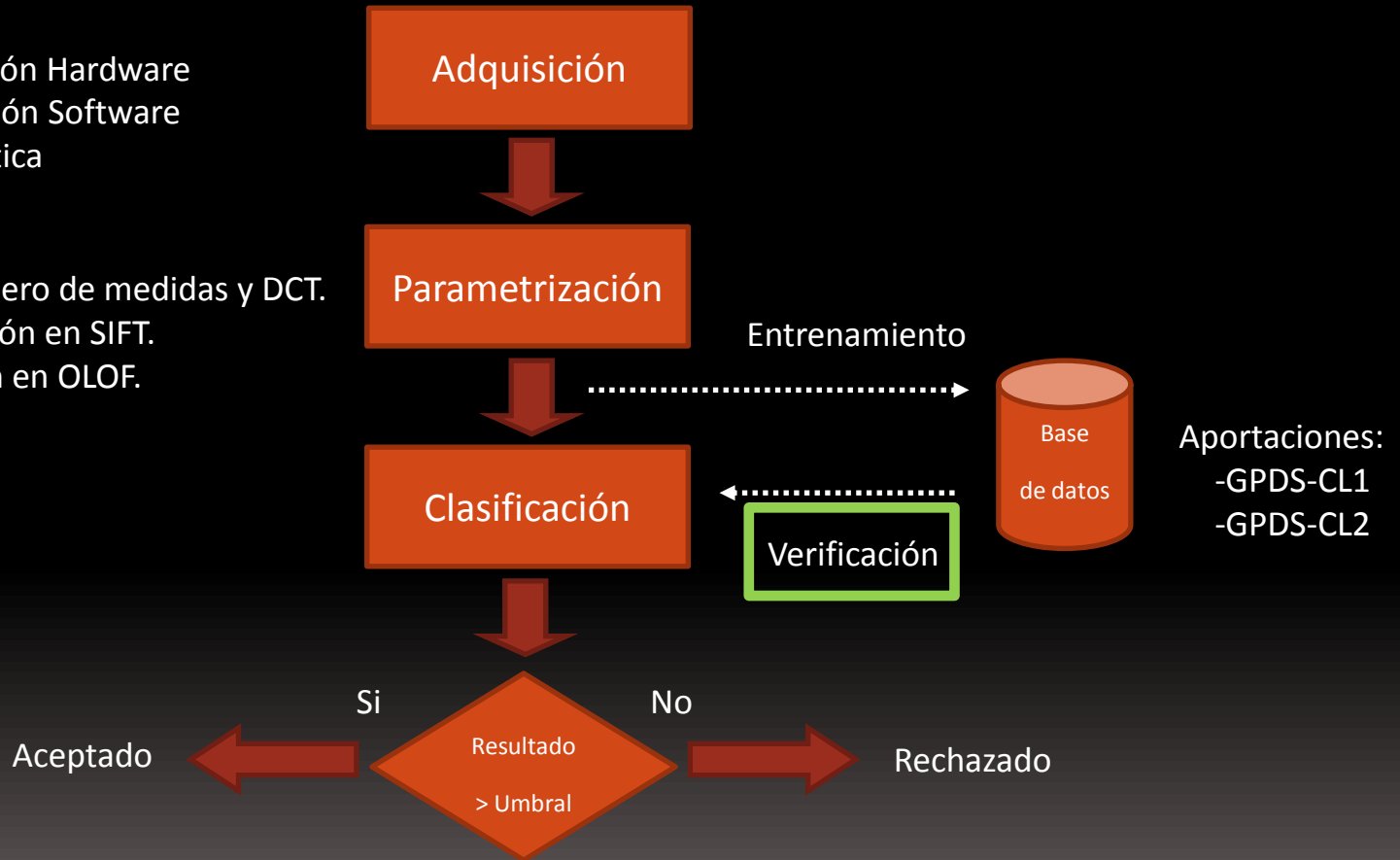
Esquemas de los sistemas biométricos propuestos

Aportaciones:

- Sistema de adquisición Hardware
- Sistema de adquisición Software
- Adquisición automática

Aportaciones:

- Incremento del número de medidas y DCT.
- Procesado y validación en SIFT.
- Traslación y rotación en OLOF.

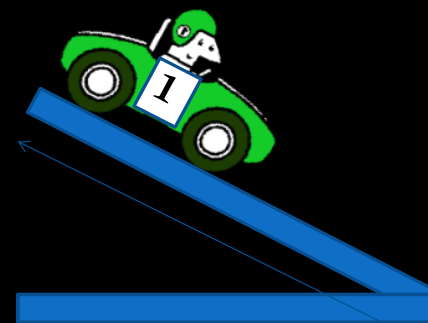


Aportaciones:

- GPDS-CL1
- GPDS-CL2

Metodología de experimentación

- Experimentación con grupo cerrado:
 - La base de datos se divide por muestras.
 - Los usuarios de entrenamiento y verificación son los mismos.
 - Experimentación no realística.
- Experimentación con grupo abierto:
 - La base de datos se divide por usuarios.
 - Los usuarios de entrenamiento y verificación son diferentes.
 - Experimentación realística.
- Métricas de calidad: FAR, FRR, EER, curvas DET.





4.1. BIOMETRÍA DE LA FORMA DE LA MANO SIN CONTACTO

Ajuste del kernel del LS-SVM

El RBF muestra los mejores resultados.

Tipo de Kernel	Base de datos	EER
Lineal	GPDS-CL2	3.33%
Polinómico (orden 2)	GPDS-CL2	0.85%
Polinómico (orden 3)	GPDS-CL2	1.67%
Polinómico (orden 4)	GPDS-CL2	2.61%
RBF	GPDS-CL2	0.65%

Ajuste del número de dedos

Resultados similares al estado del arte en sistemas con contacto.

Número de dedos	Base de datos	EER
1 dedo	GPDS-CL2	9.56%
2 dedos	GPDS-CL2	3.52%
3 dedos	GPDS-CL2	1.38%
4 dedos	GPDS-CL2	0.63%
4 dedos + longitud	GPDS-CL2	2.39%

Ajuste del kernel del LS-SVM

El RBF muestra los mejores resultados.

Tipo de Kernel	Base de datos	EER
Lineal	GPDS-CL2	3.33%
Polinómico (orden 2)	GPDS-CL2	0.85%
Polinómico (orden 3)	GPDS-CL2	1.67%
Polinómico (orden 4)	GPDS-CL2	2.61%
RBF	GPDS-CL2	0.65%

Ajuste del número de dedos

Resultados similares al estado del arte en sistemas con contacto.

Número de dedos	Base de datos	EER
1 dedo	GPDS-CL2	9.56%
2 dedos	GPDS-CL2	3.52%
3 dedos	GPDS-CL2	1.38%
4 dedos	GPDS-CL2	0.63%
4 dedos + longitud	GPDS-CL2	2.39%

Ajuste del kernel del LS-SVM

El RBF muestra los mejores resultados.

Tipo de Kernel	Base de datos	EER
Lineal	GPDS-CL2	3.33%
Polinómico (orden 2)	GPDS-CL2	0.85%
Polinómico (orden 3)	GPDS-CL2	1.67%
Polinómico (orden 4)	GPDS-CL2	2.61%
RBF	GPDS-CL2	0.65%

Ajuste del número de dedos

Resultados similares al estado del arte en sistemas con contacto.

Número de dedos	Base de datos	EER
1 dedo	GPDS-CL2	9.56%
2 dedos	GPDS-CL2	3.52%
3 dedos	GPDS-CL2	1.38%
4 dedos	GPDS-CL2	0.63%
4 dedos + longitud	GPDS-CL2	2.39%

Número de coeficientes DCT

- Resultados estables a partir de 50 coeficientes.

Número de coeficientes	Base de datos	EER	Umbral escogido a priori	
			FAR(%)	FRR(%)
10 coeficientes	GPDS-CL2	7.38%	6.52%	8.93%
20 coeficientes	GPDS-CL2	2.34%	1.41%	5.33%
30 coeficientes	GPDS-CL2	1.14%	0.74%	2.5%
40 coeficientes	GPDS-CL2	0.84%	0.36%	1.8%
50 coeficientes	GPDS-CL2	0.65%	0.39%	1.5%
60 coeficientes	GPDS-CL2	0.66%	0.32%	1.61%
70 coeficientes	GPDS-CL2	0.63%	0.25%	1.61%
80 coeficientes	GPDS-CL2	0.63%	0.27 %	1.64%
90 coeficientes	GPDS-CL2	0.64%	0.45 %	1.33%

Ajuste del número de medidas

- Resultados estables con la DCT.
- Mejoras entorno al 40% respecto a métodos clásicos .

Medidas por dedo	Base de datos	EER (sin DCT)	EER (con DCT)
5 medidas	GPDS-CL2	5.04% ↑238%	3.2 % ↑114%
10 medidas	GPDS-CL2	1.49 % Referencia	1.16 % ↓22%
20 medidas	GPDS-CL2	1.13% ↓24%	0.65 % ↓56%
50 medidas	GPDS-CL2	0.74% ↓50%	0.83 % ↓44%
100 medidas	GPDS-CL2	0.86% ↓42%	0.84 % ↓44%
150 medidas	GPDS-CL2	0.97% ↓35%	0.83% ↓44%
200 medidas	GPDS-CL2	1.32% ↓11%	0.92 % ↓38%

Número de coeficientes DCT

- Resultados estables a partir de 50 coeficientes.

Número de coeficientes	Base de datos	EER	Umbral escogido a priori	
			FAR(%)	FRR(%)
10 coeficientes	GPDS-CL2	7.38%	6.52%	8.93%
20 coeficientes	GPDS-CL2	2.34%	1.41%	5.33%
30 coeficientes	GPDS-CL2	1.14%	0.74%	2.5%
40 coeficientes	GPDS-CL2	0.84%	0.36%	1.8%
50 coeficientes	GPDS-CL2	0.65%	0.39%	1.5%
60 coeficientes	GPDS-CL2	0.66%	0.32%	1.61%
70 coeficientes	GPDS-CL2	0.63%	0.25%	1.61%
80 coeficientes	GPDS-CL2	0.63%	0.27 %	1.64%
90 coeficientes	GPDS-CL2	0.64%	0.45 %	1.33%

Ajuste del número de medidas

- Resultados estables con la DCT.
- Mejoras entorno al 40% respecto a métodos clásicos .

Medidas por dedo	Base de datos	EER (sin DCT)	EER (con DCT)
5 medidas	GPDS-CL2	5.04% ↑238%	3.2 % ↑114%
10 medidas	GPDS-CL2	1.49 % Referencia	1.16 % ↓22%
20 medidas	GPDS-CL2	1.13% ↓24%	0.65 % ↓56%
50 medidas	GPDS-CL2	0.74% ↓50%	0.83 % ↓44%
100 medidas	GPDS-CL2	0.86% ↓42%	0.84 % ↓44%
150 medidas	GPDS-CL2	0.97% ↓35%	0.83 % ↓44%
200 medidas	GPDS-CL2	1.32% ↓11%	0.92 % ↓38%

Número de coeficientes DCT

- Resultados estables a partir de 50 coeficientes.

Número de coeficientes	Base de datos	EER	Umbral escogido a priori	
			FAR(%)	FRR(%)
10 coeficientes	GPDS-CL2	7.38%	6.52%	8.93%
20 coeficientes	GPDS-CL2	2.34%	1.41%	5.33%
30 coeficientes	GPDS-CL2	1.14%	0.74%	2.5%
40 coeficientes	GPDS-CL2	0.84%	0.36%	1.8%
50 coeficientes	GPDS-CL2	0.65%	0.39%	1.5%
60 coeficientes	GPDS-CL2	0.66%	0.32%	1.61%
70 coeficientes	GPDS-CL2	0.63%	0.25%	1.61%
80 coeficientes	GPDS-CL2	0.63%	0.27 %	1.64%
90 coeficientes	GPDS-CL2	0.64%	0.45 %	1.33%

Ajuste del número de medidas

- Resultados estables con la DCT.
- Mejoras entorno al 40% respecto a métodos clásicos .

Medidas por dedo	Base de datos	EER (sin DCT)	EER (con DCT)
5 medidas	GPDS-CL2	5.04% ↑238%	3.2 % ↑114%
10 medidas	GPDS-CL2	1.49 % Referencia	1.16 % ↓22%
20 medidas	GPDS-CL2	1.13% ↓24%	0.65 % ↓56%
50 medidas	GPDS-CL2	0.74% ↓50%	0.83 % ↓44%
100 medidas	GPDS-CL2	0.86% ↓42%	0.84 % ↓44%
150 medidas	GPDS-CL2	0.97% ↓35%	0.83 % ↓44%
200 medidas	GPDS-CL2	1.32% ↓11%	0.92 % ↓38%

Número de coeficientes DCT

- Resultados estables a partir de 50 coeficientes.

Número de coeficientes	Base de datos	EER	Umbral escogido a priori	
			FAR(%)	FRR(%)
10 coeficientes	GPDS-CL2	7.38%	6.52%	8.93%
20 coeficientes	GPDS-CL2	2.34%	1.41%	5.33%
30 coeficientes	GPDS-CL2	1.14%	0.74%	2.5%
40 coeficientes	GPDS-CL2	0.84%	0.36%	1.8%
50 coeficientes	GPDS-CL2	0.65%	0.39%	1.5%
60 coeficientes	GPDS-CL2	0.66%	0.32%	1.61%
70 coeficientes	GPDS-CL2	0.63%	0.25%	1.61%
80 coeficientes	GPDS-CL2	0.63%	0.27 %	1.64%
90 coeficientes	GPDS-CL2	0.64%	0.45 %	1.33%

Ajuste del número de medidas

- Resultados estables con la DCT.
- Mejoras entorno al 40% respecto a métodos clásicos .

Medidas por dedo	Base de datos	EER (sin DCT)	EER (con DCT)
5 medidas	GPDS-CL2	5.04% ↑238%	3.2 % ↑114%
10 medidas	GPDS-CL2	1.49 % Referencia	1.16 % ↓22%
20 medidas	GPDS-CL2	1.13% ↓24%	0.65 % ↓56%
50 medidas	GPDS-CL2	0.74% ↓50%	0.83 % ↓44%
100 medidas	GPDS-CL2	0.86% ↓42%	0.84 % ↓44%
150 medidas	GPDS-CL2	0.97% ↓35%	0.83% ↓44%
200 medidas	GPDS-CL2	1.32% ↓11%	0.92 % ↓38%

- Resultados estables a partir de 40 usuarios.
- Grandes diferencias entre experimento en condiciones ideales y condiciones reales.

Experimento con grupo cerrado -> EER= 0.0024%

Número de usuarios negativos	EER Grupo abierto
10 usuarios	1.51%
20 usuarios	0.94%
30 usuarios	0.95%
40 usuarios	0.63%
50 usuarios	0.67%
60 usuarios	0.65%
70 usuarios	0.65 %
80 usuarios	0.67%
90 usuarios	0.56%
99 usuarios	_*

Metodología de verificación

- Resultados estables a partir de 40 usuarios.
- Grandes diferencias entre experimento en condiciones ideales y condiciones reales.

Experimento con grupo cerrado -> EER= **0.0024%**

Número de usuarios negativos	EER Grupo abierto
10 usuarios	1.51%
20 usuarios	0.94%
30 usuarios	0.95%
40 usuarios	0.63%
50 usuarios	0.67%
60 usuarios	0.65%
70 usuarios	0.65 %
80 usuarios	0.67%
90 usuarios	0.56%
99 usuarios	_*

Resultados sobre diferentes bases de datos

- El número de sesiones influye considerablemente en los resultados.

Base de datos	Número de sesiones	EER	Umbral escogido a priori	
			FAR(%)	FRR(%)
GPDS-CL1	10	2.64 %	2.21%	3.43%
GPDS-CL1	1	1.47 %	0.92%	1.87%
GPDS-CL2	1	0.65 %	0.23%	1.07%

- No se alcanza el estado del arte en condiciones realísticas.

Resultados sobre diferentes bases de datos

- El número de sesiones influye considerablemente en los resultados.

Base de datos	Número de sesiones	EER	Umbral escogido a priori	
			FAR(%)	FRR(%)
GPDS-CL1	10	2.64 %	2.21%	3.43%
GPDS-CL1	1	1.47 %	0.92%	1.87%
GPDS-CL2	1	0.65 %	0.23%	1.07%

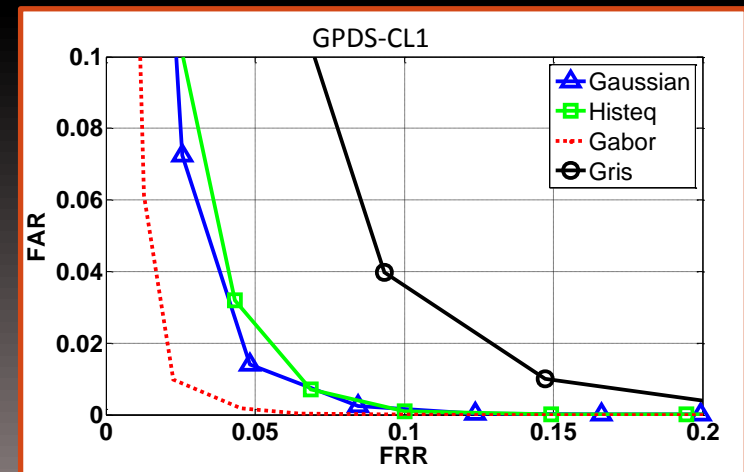
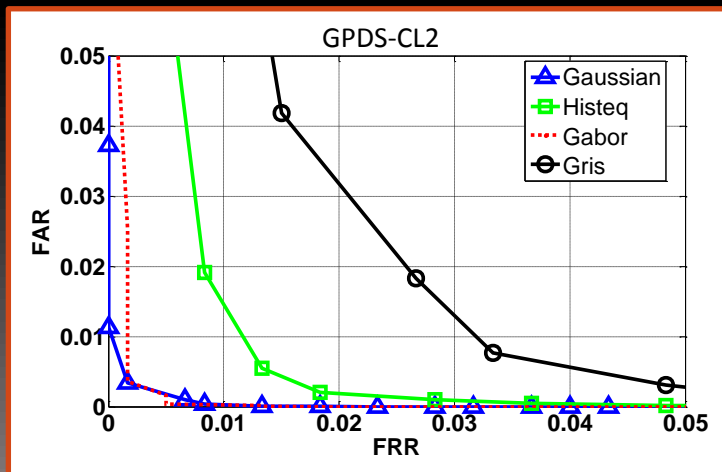
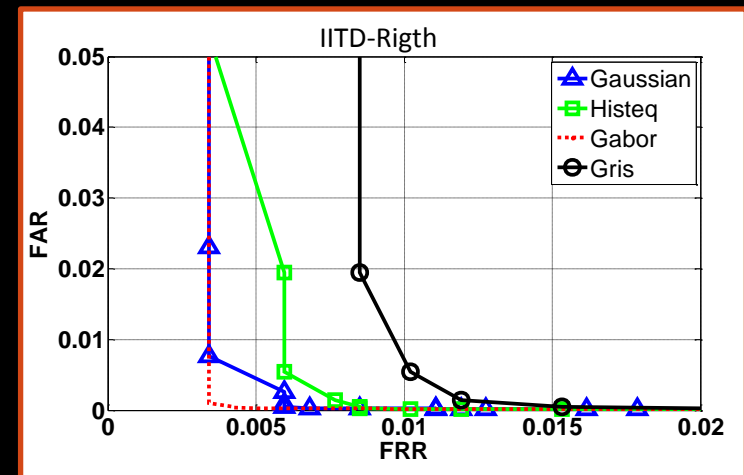
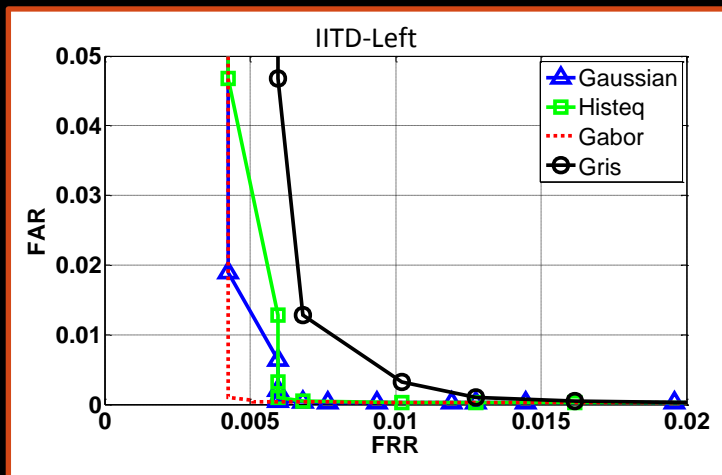
- No se alcanza el estado del arte en condiciones realísticas.



4.2. BIOMETRÍA DE LA PALMA SIN CONTACTO

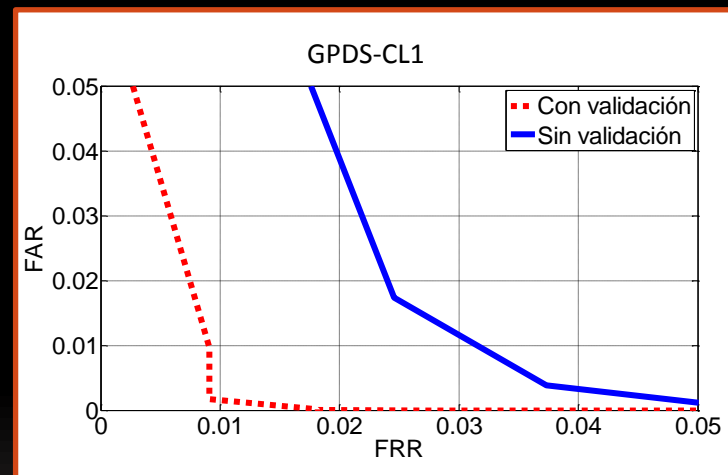
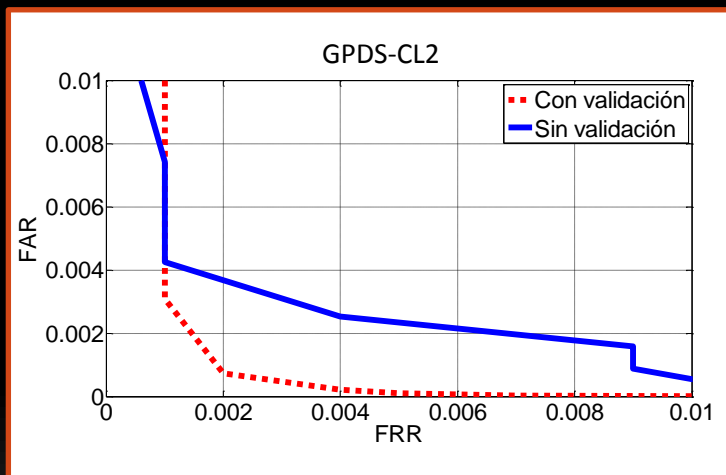
APORTACIÓN: Efectos del preprocesado en MSIFT

- Los puntos de interés se concentran en las líneas principales.
- Un filtrado direccional permite una distribución más uniforme.



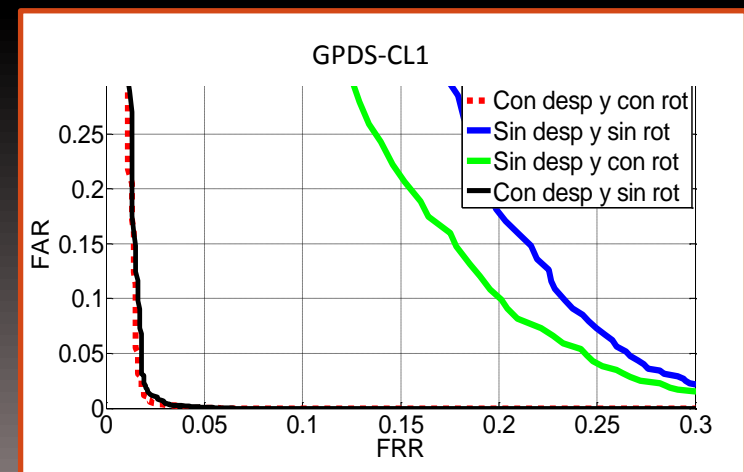
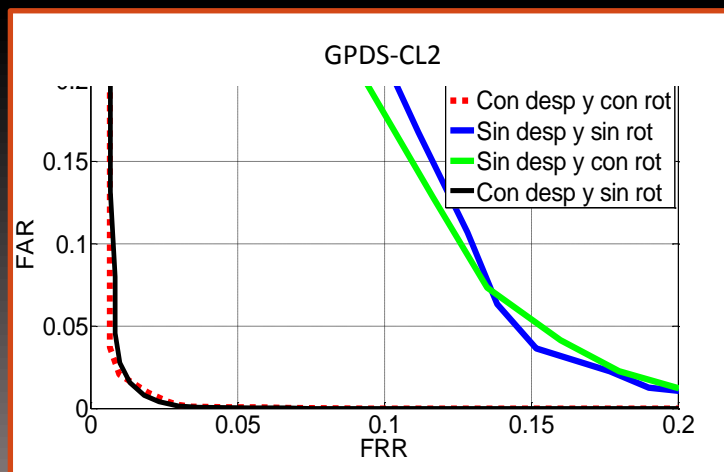
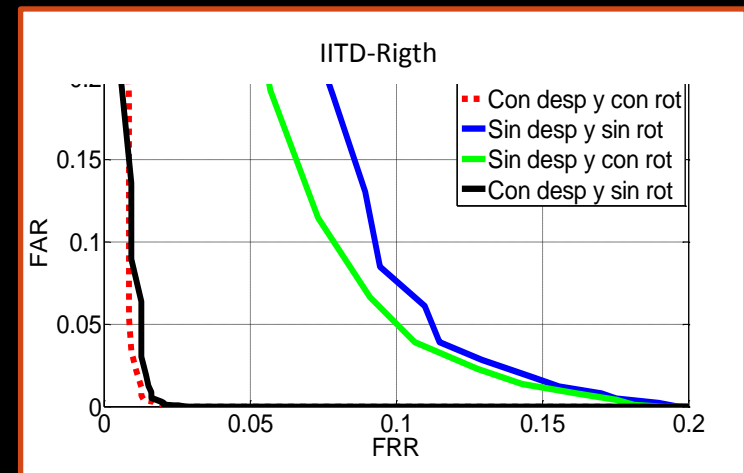
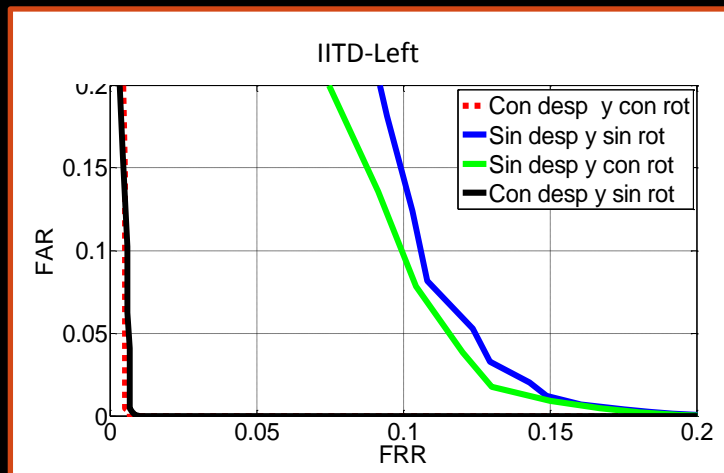
APORTACIÓN: Efectos de la validación en MSIFT

- Primera imposición: cada descriptor presenta como máximo una coincidencia.
- Segunda imposición: los puntos de interés deben localizarse en regiones similares de la palma.



APORTACIÓN: Efectos de la traslación y rotación en OLOF

- Incluir traslación a la hora de comparar máscaras tiene gran incidencia en los resultados.



Resultados experimentales – Bases de datos

IITD

Característica	EER(%)	Umbral escogido a priori	
		FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.34	0.53	0.26
Textura OLOF	0.96	1.03	0.85

GPDS-CI2

Característica	EER(%)	Umbral escogido a priori	
		FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.31	0.03	0.77
Textura OLOF	0.98	1.04	0.93

GPDS-CI1

Característica	EER(%)		Umbral escogido a priori	
	1 sesión	10 sesiones	FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.47	1.59	0.63(0.21)	2.55(0.72)
Textura OLOF	1.83	1.89	2.31(2.24)	1.53(1.45)

Resultados experimentales – Bases de datos

IITD

Característica	EER(%)	Umbral escogido a priori	
		FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.34	0.53	0.26
Textura OLOF	0.96	1.03	0.85

GPDS-CI2

Característica	EER(%)	Umbral escogido a priori	
		FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.31	0.03	0.77
Textura OLOF	0.98	1.04	0.93

GPDS-CI1

Característica	EER(%)		Umbral escogido a priori	
	1 sesión	10 sesiones	FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.47	1.59	0.63(0.21)	2.55(0.72)
Textura OLOF	1.83	1.89	2.31(2.24)	1.53(1.45)

Resultados experimentales – Bases de datos

IITD

Característica	EER(%)	Umbral escogido a priori	
		FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.34	0.53	0.26
Textura OLOF	0.96	1.03	0.85

GPDS-CI2

Característica	EER(%)	Umbral escogido a priori	
		FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.31	0.03	0.77
Textura OLOF	0.98	1.04	0.93

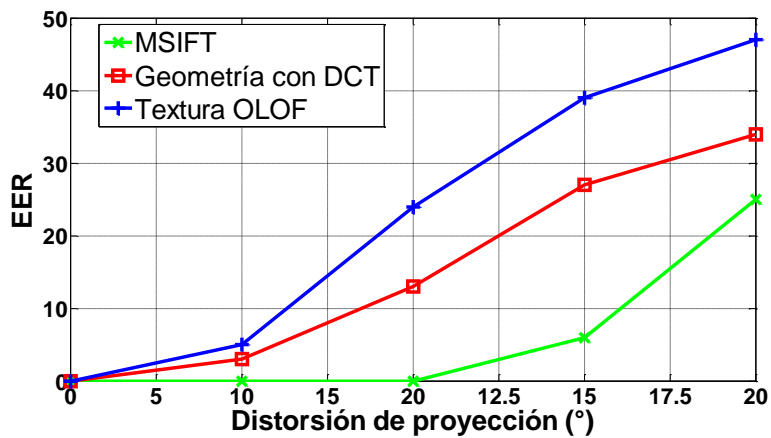
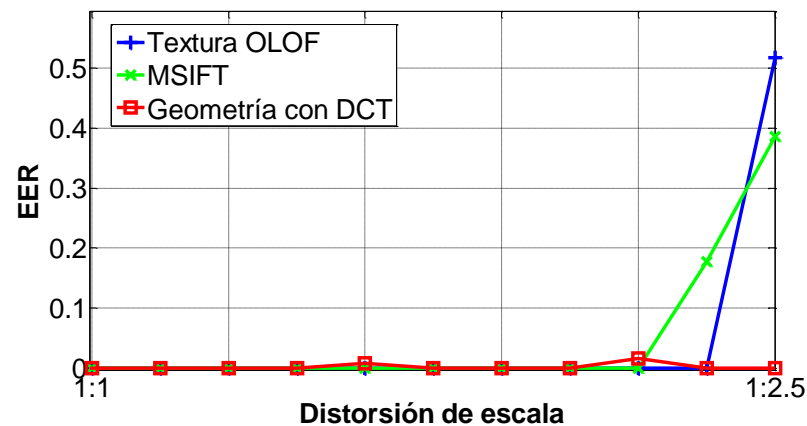
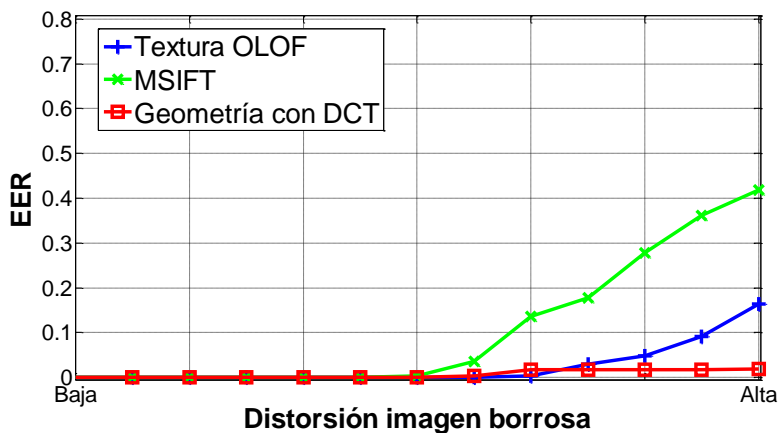
GPDS-CI1

Característica	EER(%)		Umbral escogido a priori	
	1 sesión	10 sesiones	FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.47	1.59	0.63(0.21)	2.55(0.72)
Textura OLOF	1.83	1.89	2.31(2.24)	1.53(1.45)



ROBUSTEZ DE LOS RASGOS

Robustez de los rasgos biométricos



Robustez

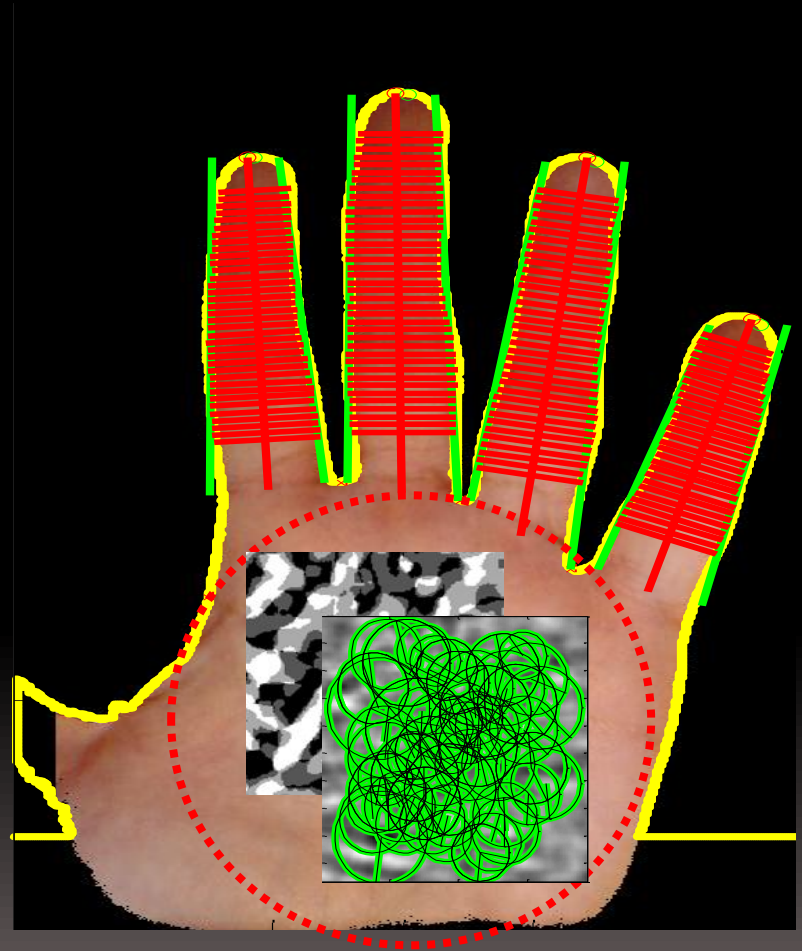
Medidas	Escala	Borrosa	Proyección
Geometría	Alta	Alta	Baja
OLOF	Media	Media	Baja
MSIFT	Media	Media-Baja	Media



4.3. MULTIMODALIDAD

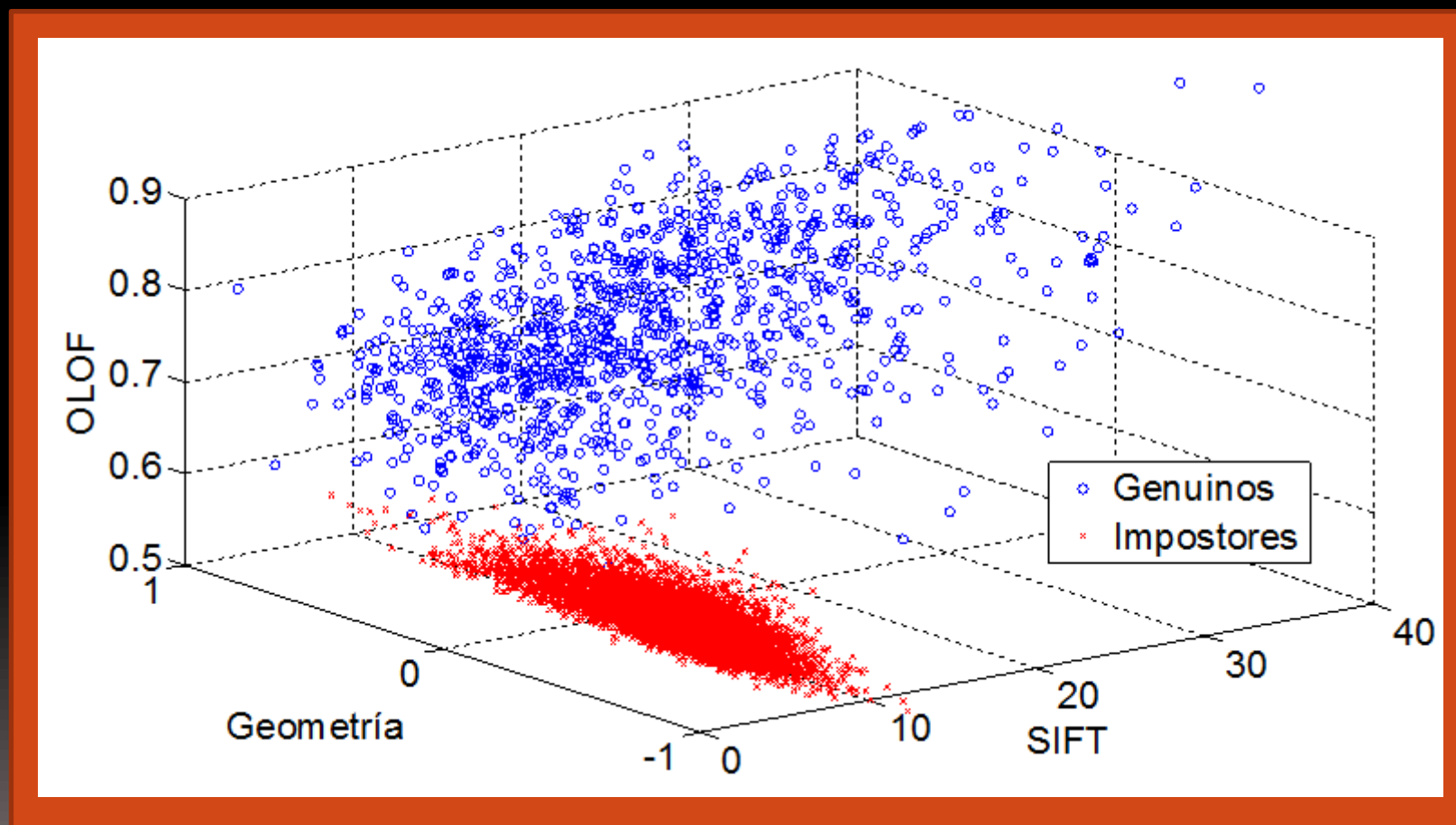
Complementariedad de los rasgos biométricos

- La diferente naturaleza de las medidas ofrece grandes posibilidades a la hora de combinarlas.
- Se propone una fusión a nivel de "scores".



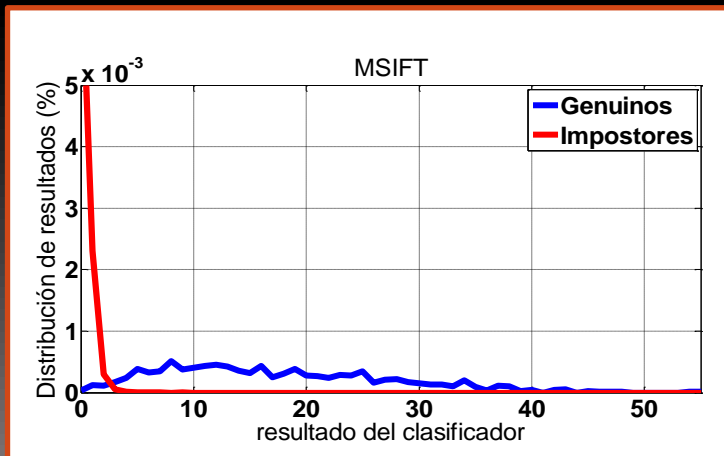
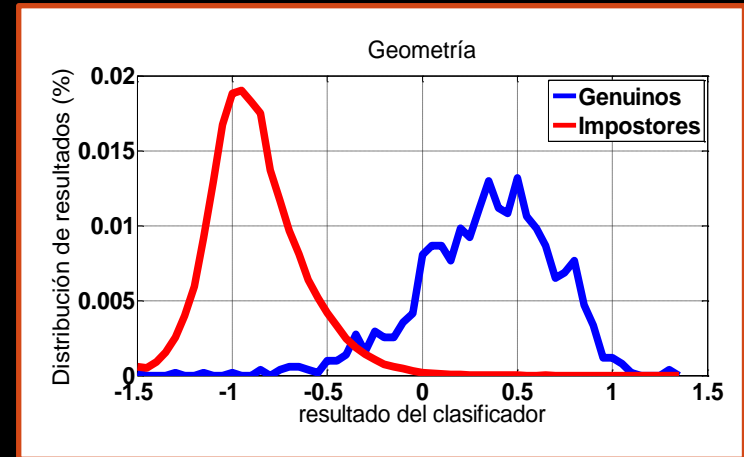
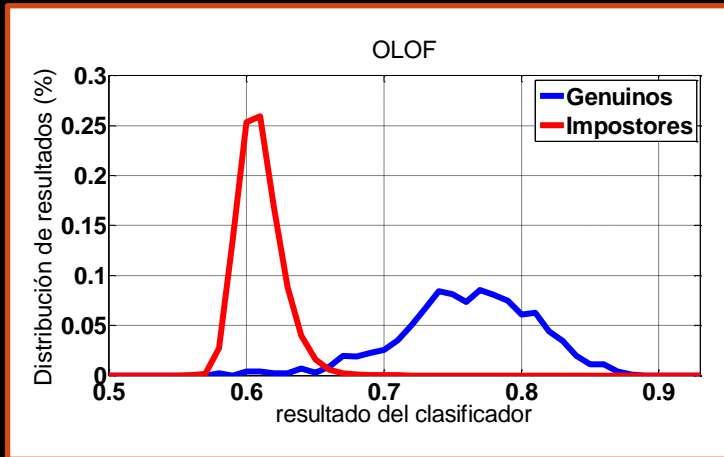
Fusión a nivel de resultados del clasificador

- Fusión a nivel de "scores".



Fusión a nivel de resultados del clasificador

- Las distribuciones de resultados de geometría y OLOF muestran similitudes.



Fusión a nivel de resultados del clasificador

- Se utilizan tres clasificadores diferentes con tres rangos diferentes.
- Se normalizan los resultados de geometría y OLOF a partir de la técnica *min/max*.
- La fusión se realiza a partir de una suma ponderada:

$$\text{resultado fusión} = w_1 * (g' + t') + s$$

- El factor de ponderación w_1 se estima a partir de la distancia de Mahalanobis.

Resultados Experimentales

GPDS-CI2

Característica	EER(%)	Umbral escogido a priori	
		FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.31	0.03	0.77
Textura OLOF	0.98	1.04	0.93
Geometría	0.56	0.34	0.71
Fusión	0.007	0.0	0.01

GPDS-CI1

Característica	EER(%)		Umbral escogido a priori	
	1 sesión	10 sesiones	FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.47	1.59	0.63(0.21)	2.55(0.72)
Textura OLOF	1.83	1.89	2.31(2.24)	1.53(1.45)
Geometría	1.47	2.64	2.21(0.92)	3.43(1.87)
Fusión	0.0	0.11	0.21(0.0)	0.06(0.0)

Resultados Experimentales

GPDS-CI2

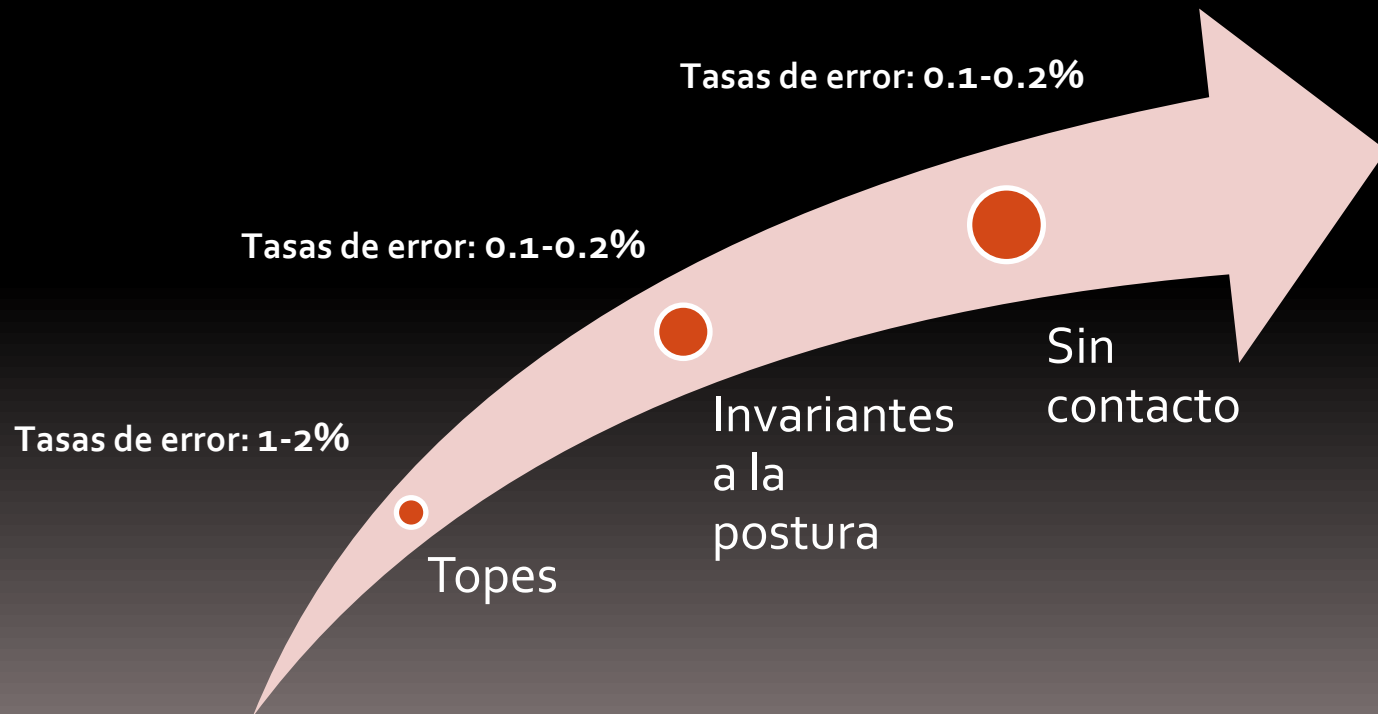
Característica	EER(%)	Umbral escogido a priori	
		FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.31	0.03	0.77
Textura OLOF	0.98	1.04	0.93
Geometría	0.56	0.34	0.71
Fusión	0.007	0.0	0.01

GPDS-CI1

Característica	EER(%)		Umbral escogido a priori	
	1 sesión	10 sesiones	FAR(%)	FRR(%)
MSIFT	0.47	1.59	0.63(0.21)	2.55(0.72)
Textura OLOF	1.83	1.89	2.31(2.24)	1.53(1.45)
Geometría	1.47	2.64	2.21(0.92)	3.43(1.87)
Fusión	0.0	0.11	0.21(0.0)	0.06(0.0)

La Tesis - Hipótesis

Es posible diseñar sistemas de identificación de personas mediante biometría de la mano sin contacto con métricas de calidad similares a los sistemas biométricos con contacto.





5. SISTEMA DE DETECCIÓN DE VIDA

Sistemas de detección de vida

- La seguridad de los sistemas biométricos frente a ataques de tipo “spoofing” es reducida.
- La imposición de trabajar en esquemas sin contacto obliga a desechar soluciones basadas en técnicas como: pulsometría, presión, propiedades físicas,...
- Se propone el uso de imágenes multispectrales para realizar la detección de vida basándonos en soluciones utilizadas en aplicaciones de búsqueda y rescate.



PROPUESTA: Detección de vida basada en las bandas SWIR-Visible

Espectrografía:

Visible → El color puede ser imitado fácilmente.

NIR-SWIR → Uso de la segunda ventana de absorción del agua.



1470nm



Visible

PROPUESTA: Detección de vida basada en las bandas SWIR-Visible

Espectrografía:

Visible → El color puede ser imitado fácilmente.

NIR-SWIR → Uso de la segunda ventana de absorción del agua.



1470nm



Rojo (650nm)

PROPUESTA: Índice para detección de vida "Modified Normalized Skin Index"

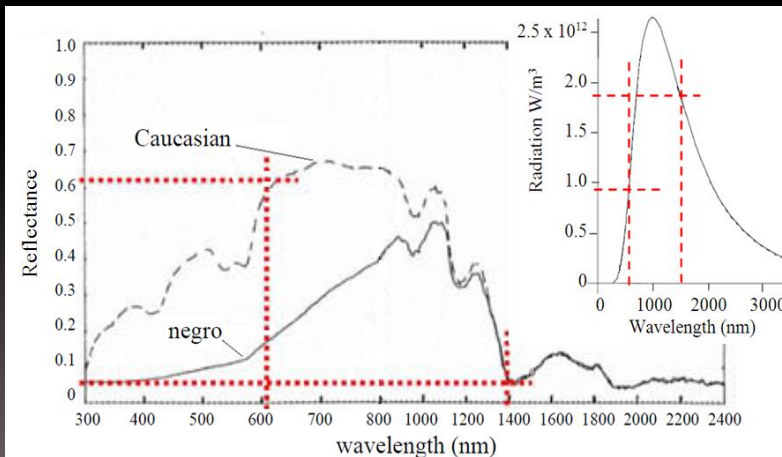
- Se utiliza una modificación del "normalized difference skin index (NDSI)" :

$$MNDSI(\lambda_1, \lambda_2) = \frac{J(\lambda_1) - J(\lambda_2)}{J(\lambda_1) + J(\lambda_2)}$$

NDSI: $\lambda_1=1100\text{nm}, \lambda_2=1470\text{nm}$

MNDSI: $\lambda_1=650\text{nm}, \lambda_2=1470\text{nm}$

- El índice se puede aproximar teóricamente utilizando el modelo de Kubelka y Munk :



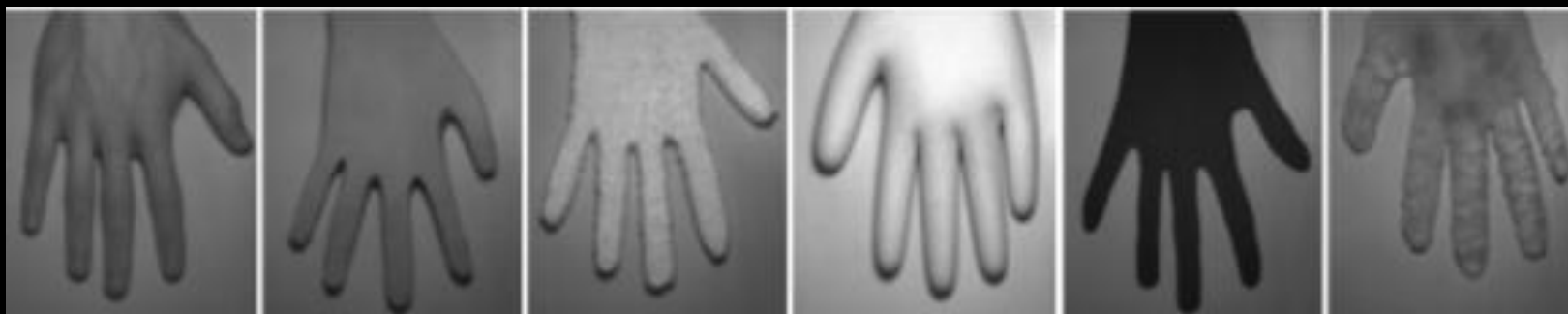
$$MNDSI(650,1470) \approx \frac{0.62 \cdot 0.9 - 0.06 \cdot 1.85}{0.62 \cdot 0.9 + 0.06 \cdot 1.85} = 0.67$$

Base de datos

Manos Impostoras		Observaciones	Muestras
Materiales sintéticos	Plástico	Colores blanco, amarillo, azul, naranja, rosa, rojo y verde	35
	Papel	Colores blanco, amarillo, azul, naranja, rosa, rojo y verde	35
	Papel	Imagen de la mano escaneada e impresa 600 ppp	5
	Cartón	Colores blanco, amarillo, azul, naranja, rosa, rojo y verde	35
	Arcilla	Seca color teja	5
	Madera	Haya, cerezo, pino y riga	20
	Corcho	Color blanco	5
	Yeso	Color blanco	5
	Metal	Acero inoxidable de color gris	5
	Cuero	Color negro	5
	Guantes	De tela de color rojo, marrón y beige	15
	Silicona	Alto contenido de agua	5
Materiales orgánicos	Hojas árbol	Eucalipto, naranja y laurel	15
	Hojas árbol	Los mismos una semana secos	15
	Hojas árbol	Los mismos dos semana secos	15
	Fruta	Naranja, plátano y manzana	15
	Fruta	Los mismos secos un día	15
	Fruta	Los mismos secos dos días	15
	Carne	Jamón fresco	5
Manos Genuinas	Raza caucásica (50 usuarios masculinos y 48 femeninas)		980
	Raza negra (2 usuarias femeninas)		20

Base de datos

650nm



1470nm



Manos
Genuinas

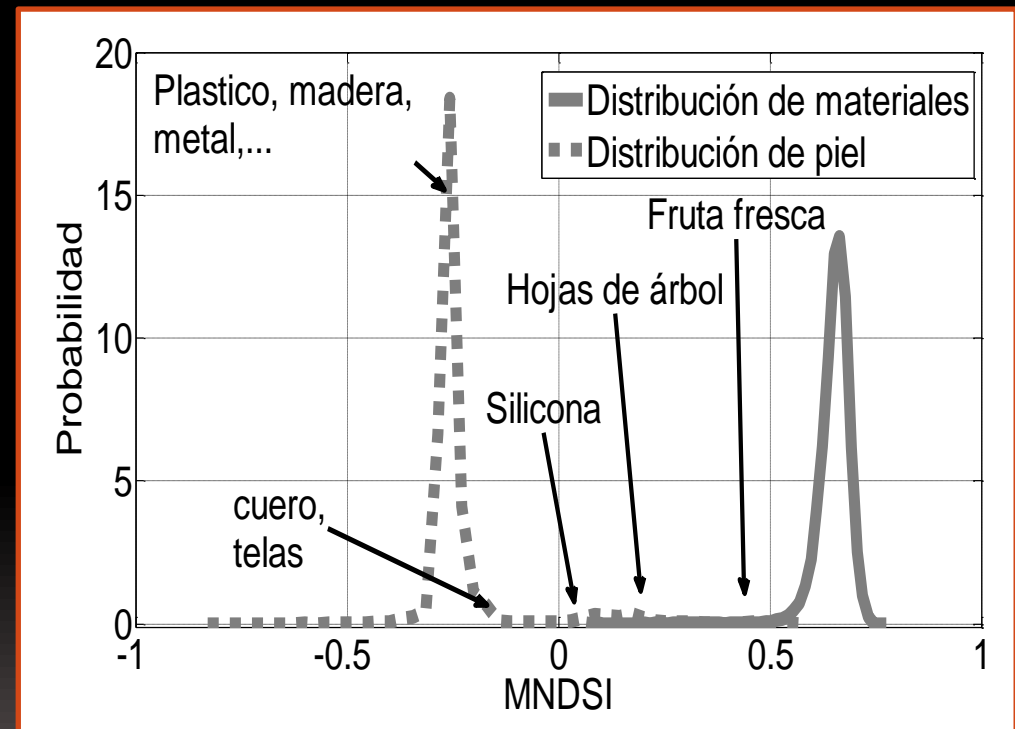


Imitaciones

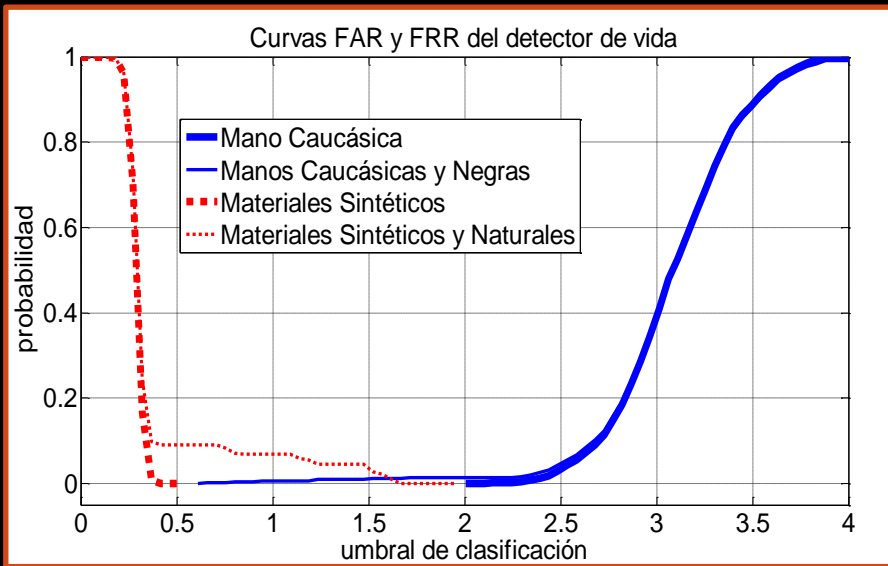
Resultados experimentales

- Función de densidad de probabilidad del índice de detección de vida.
- Los materiales orgánicos se acercan a la respuesta de la piel.
- El factor determinante es el contenido de agua.

Distribución de probabilidad

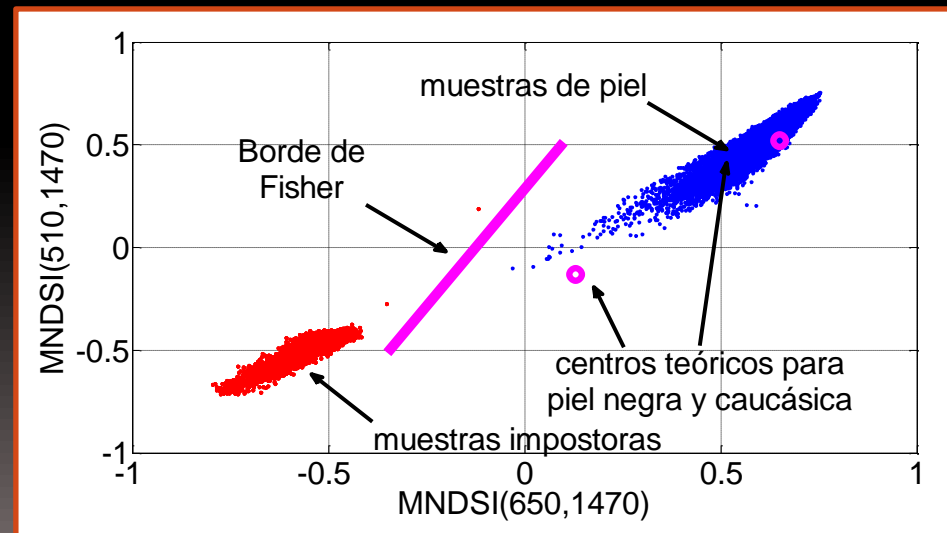


PROPUESTA: Mejora basada en 2D-MNDSI



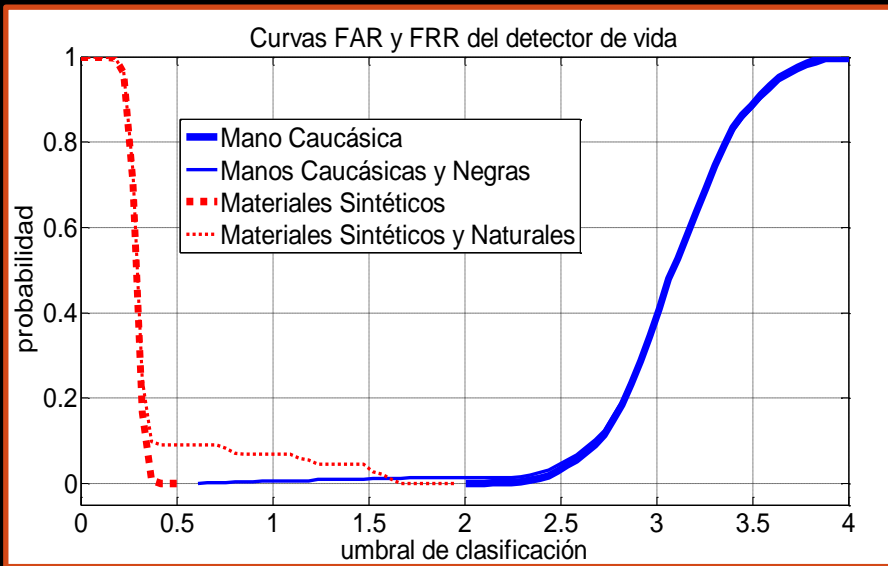
- Problemas entre materiales orgánicos y manos de raza negra.

- Mejora basada en el 2D-MNDSI:
 - $MNDSI(650,1470)$
 - $MNDSI(510,1470)$



M. A. Ferrer, A. Morales, J. D. González, Y. Medina. "Wide band spectroscopic aliveness detection in contactless hand biometrics"
Enviado a IET Computer Vision.

PROPUESTA: Mejora basada en 2D-MNDSI

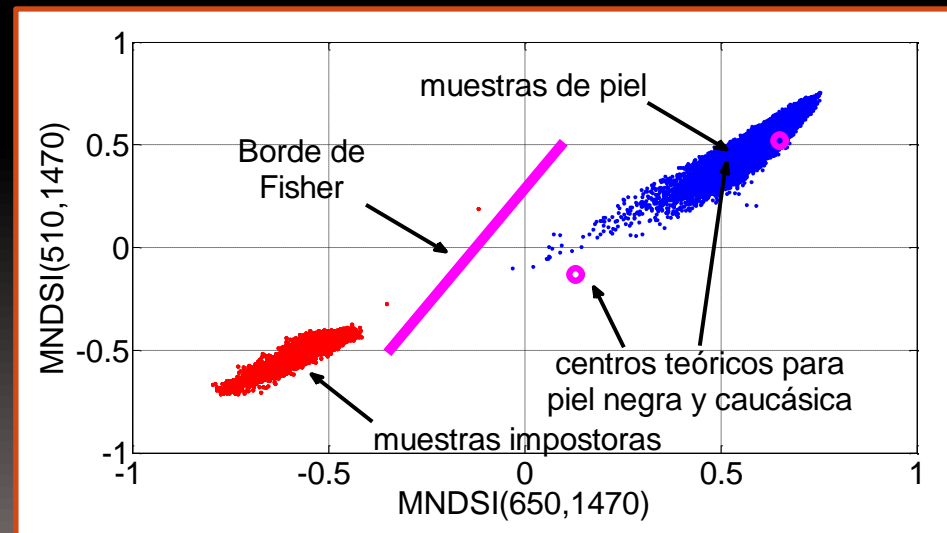


- Problemas entre materiales orgánicos y manos de raza negra.

0% de error

- Mejora basada en el 2D-MNDSI:

- $MNDSI(650,1470)$
- $MNDSI(510,1470)$



M. A. Ferrer, A. Morales, J. D. González, Y. Medina. "Wide band spectroscopic aliveness detection in contactless hand biometrics"
Enviado a IET Computer Vision.



6. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Comparativa

Sistemas	Medidas	Bases de datos	Usuarios	EER(%)
Estado del Arte Con Contacto				
[A. Kumar <i>et al</i> , 2003]	Geometría, textura palmar	Propietaria	100	FAR=0 FRR=1.41
[S. Ribaric <i>et al</i> , 2003]	Textura palmar, textura dedos	Propietaria	130	FAR=0 FRR=0.2
[Kumar y D. Zhang, 2004]	Silueta de la mano, textura palmar	Propietaria	100	0.6
[S. Ribarić y I. Fratric, 2005]	Geometría, textura palmar	Propietaria	237	0.58
[Q. Li <i>et al</i> , 2006]	PCA silueta	Propietaria	98	0.07
[M. Ferrer <i>et al</i> , 2009]	Geometría, textura, palmar, dedos y vascular	GPDS	100	0.01
Estado del Arte Sin Contacto				
[A. Kumar, 2008]	Información Cohorte	IITD	235	1.31
[G. K. Ong Michael <i>et al</i> , 2010]	Palma y nudillos	Propietaria	136	1.97
[V. Kanhangad <i>et al</i> , 2009]	Palma 2D y 3D	Propietaria	177	2.6
[Y. Hao <i>et al</i> , 2008]	Palma multiespectral	Propietaria	165	0.5
[Yingbo Zhou y Ajay Kumar, 2010]	Patrón vascular	Propietaria	100	0.38
Sistema Unimodal	Geometría	GPDS-CL1	110	2.64
Sistema Unimodal	Geometría	GPDS-CL2	100	0.63
Sistema Multimodal	SIFT, OLOF y Geometría	IITD	235	0.21
Sistema Multimodal	SIFT, OLOF y Geometría	GPDS-CL1	110	0.11
Sistema Multimodal	SIFT, OLOF y Geometría	GPDS-CL2	100	0.007

Comparativa – Sistemas con contacto

Sistemas	Medidas	Bases de datos	Usuarios	EER(%)
Estado del Arte Con Contacto				
[A. Kumar <i>et al</i> , 2003]	Geometría, textura palmar	Propietaria	100	FAR=0 FRR=1.41
[S. Ribaric <i>et al</i> , 2003]	Textura palmar, textura dedos	Propietaria	130	FAR=0 FRR=0.2
[Kumar y D. Zhang, 2004]	Silueta de la mano, textura palmar	Propietaria	100	0.6
[S. Ribarić y I. Fratric, 2005]	Geometría, textura palmar	Propietaria	237	0.58
[Q. Li <i>et al</i> , 2006]	PCA silueta	Propietaria	98	0.07
[M. Ferrer <i>et al</i> , 2009]	Geometría, textura, palmar, dedos y vascular	GPDS	100	0.01
Estado del Arte Sin Contacto				
[A. Kumar, 2008]	Información Cohorte	IITD	235	1.31
[G. K. Ong Michael <i>et al</i> , 2010]	Palma y nudillos	Propietaria	136	1.97
[V. Kanhangad <i>et al</i> , 2009]	Palma 2D y 3D	Propietaria	177	2.6
[Y. Hao <i>et al</i> , 2008]	Palma multiespectral	Propietaria	165	0.5
[Yingbo Zhou y Ajay Kumar, 2010]	Patrón vascular	Propietaria	100	0.38
Sistema Unimodal	Geometría	GPDS-CL1	110	2.64
Sistema Unimodal	Geometría	GPDS-CL2	100	0.63
Sistema Multimodal	SIFT, OLOF y Geometría	IITD	235	0.21
Sistema Multimodal	SIFT, OLOF y Geometría	GPDS-CL1	110	0.11
Sistema Multimodal	SIFT, OLOF y Geometría	GPDS-CL2	100	0.007

Comparativa – Sistemas sin contacto

Sistemas	Medidas	Bases de datos	Usuarios	EER(%)
Estado del Arte Con Contacto				
[A. Kumar <i>et al</i> , 2003]	Geometría, textura palmar	Propietaria	100	FAR=0 FRR=1.41
[S. Ribaric <i>et al</i> , 2003]	Textura palmar, textura dedos	Propietaria	130	FAR=0 FRR=0.2
[Kumar y D. Zhang, 2004]	Silueta de la mano, textura palmar	Propietaria	100	0.6
[S. Ribarić y I. Fratric, 2005]	Geometría, textura palmar	Propietaria	237	0.58
[Q. Li <i>et al</i> , 2006]	PCA silueta	Propietaria	98	0.07
[M. Ferrer <i>et al</i> , 2009]	Geometría, textura, palmar, dedos y vascular	GPDS	100	0.01
Estado del Arte Sin Contacto				
[A. Kumar, 2008]	Información Cohorte	IITD	235	1.31
[G. K. Ong Michael <i>et al</i> , 2010]	Palma y nudillos	Propietaria	136	1.97
[V. Kanhangad <i>et al</i> , 2009]	Palma 2D y 3D	Propietaria	177	2.6
[Y. Hao <i>et al</i> , 2008]	Palma multiespectral	Propietaria	165	0.5
[Yingbo Zhou y Ajay Kumar, 2010]	Patrón vascular	Propietaria	100	0.38
Sistema Unimodal	Geometría	GPDS-CL1	110	2.64
Sistema Unimodal	Geometría	GPDS-CL2	100	0.63
Sistema Multimodal	SIFT, OLOF y Geometría	IITD	235	0.21
Sistema Multimodal	SIFT, OLOF y Geometría	GPDS-CL1	110	0.11
Sistema Multimodal	SIFT, OLOF y Geometría	GPDS-CL2	100	0.007

Adquisición:

- La segmentación en entornos no controlados en el espectro visible introduce distorsión que deteriora considerablemente las prestaciones.
- El uso de una correcta configuración en la banda infrarroja posibilita una segmentación precisa.

Extracción de características:

- La geometría de la mano presenta resultados prometedores en condiciones controladas pero se deteriora en condiciones más realísticas.
- El método MSIFT mejora considerablemente a OLOF en condiciones controladas.
- Las técnicas propuestas de preprocesado y validación introducidas en SIFT mejoran considerablemente los resultados en todas las condiciones.

Conclusiones

- La fusión a nivel de resultados de la biometría de la silueta y la palma mejora considerablemente los resultados.

Detección de vida:

- La información extraída de la banda SWIR en conjunto con información de la banda visible ha demostrado ser de utilidad para la detección de vida.
- En sistemas basados en la respuesta Visible-SWIR, el aspecto fundamental es el contenido de agua de los materiales.

Por hacer...

- Estudio de la escalabilidad.
- Experimentación con sistemas de adquisición interoperables.
- Identificación no colaborativa.
- Robustez frente a ataques.
- Fusión con otras biometrías.



ESTRATEGIAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS MEDIANTE BIOMETRÍA DE LA MANO SIN CONTACTO

2011

Aythami Morales Moreno

Director: Dr. D. Miguel Ángel Ferrer Ballester

Instituto para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación en Comunicaciones

Programa de Doctorado: Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en Ingeniería del Instituto Universitario de Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en Ingeniería