

# Códigos correctores de cascadas de clasificadores y graph cuts para la segmentación multi-extremidad

GRADO INGENIERÍA INFORMÁTICA  
PROYECTO FIN DE GRADO

**Realizado por:** Daniel Sánchez Abril  
**Dirigido por:** Sergio Escalera Guerrero  
M. Ángel Bautista Martín



# Índice

## 1. Introducción

- 1.1 Motivación
- 1.2 Contexto
- 1.3 Objetivos del proyecto

## 2. Metodología

- 2.1 ECOC
- 2.2 Cascada – ECOC
- 2.3 Segmentación

## 3. Experimentos

- 3.1 Parámetros y configuración ECOC
- 3.2 Parámetros y configuración grabCut
- 3.3 GrabCut
- 3.4 Parámetros y configuración multi-label
- 3.5 Multi-label alpha-beta-swap graph cuts

## 4. Conclusiones

- 4.1 Conclusiones
- 4.2 Posibles mejoras

# Introducción

- ✓ Motivación
- ✓ Contexto
- ✓ Objetivos del proyecto

# Motivación

- Detección y reconocimiento de extremidades.
- Segmentación de extremidades.
- Aplicaciones varias: medicina, fotografía, lenguaje, etc.



# Motivación

- Detección y reconocimiento de extremidades.
- Segmentación de extremidades.
- Aplicaciones varias: medicina, fotografía, lenguaje, etc.



# Motivación

- Detección y reconocimiento de extremidades.
- Segmentación de extremidades.



- Aplicaciones varias: medicina, fotografía, lenguaje, etc.

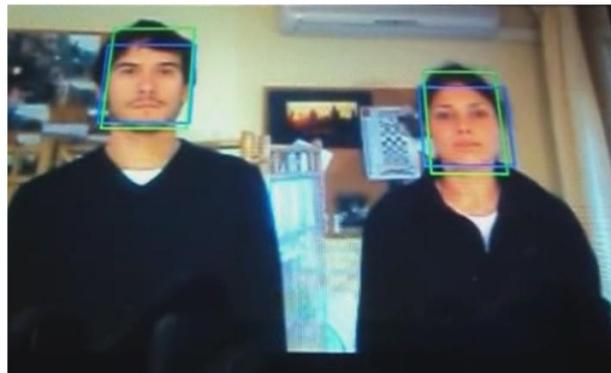


# Motivación

- Detección y reconocimiento de extremidades.
- Segmentación de extremidades.



- Aplicaciones varias: medicina, fotografía, lenguaje, etc.



# Contexto

- Visión Artificial



- Base de datos HuPBA



# Contexto

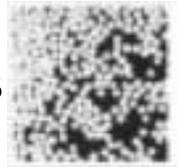
• Visión Artificial



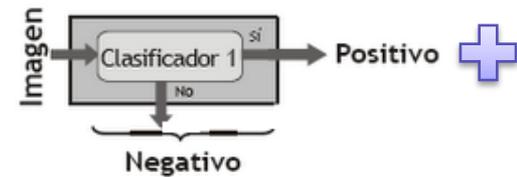
• Base de datos HuPBA



• Descriptor de características



• Clasificador



# Contexto

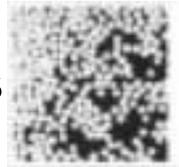
• Visión Artificial



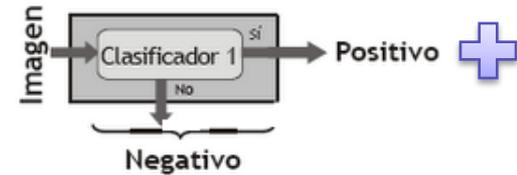
• Base de datos HuPBA



• Descriptor de características



• Clasificador



• ECOC

|    |    |    |
|----|----|----|
| -1 | 1  | 1  |
| 1  | -1 | 1  |
| 1  | 1  | -1 |



• Segmentación



# Contexto

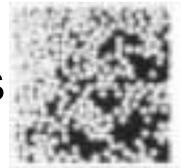
• Visión Artificial



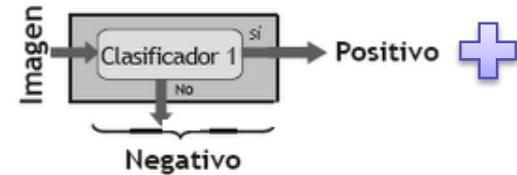
• Base de datos HuPBA



• Descriptor de características



• Clasificador



• ECOC

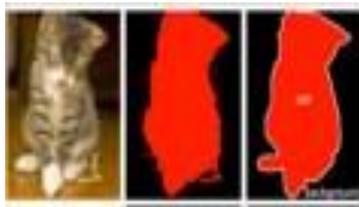
|    |    |    |
|----|----|----|
| -1 | 1  | 1  |
| 1  | -1 | 1  |
| 1  | 1  | -1 |



• Segmentación



• Etiqueta



Entorno en el que nos moveremos

# Objetivos del proyecto

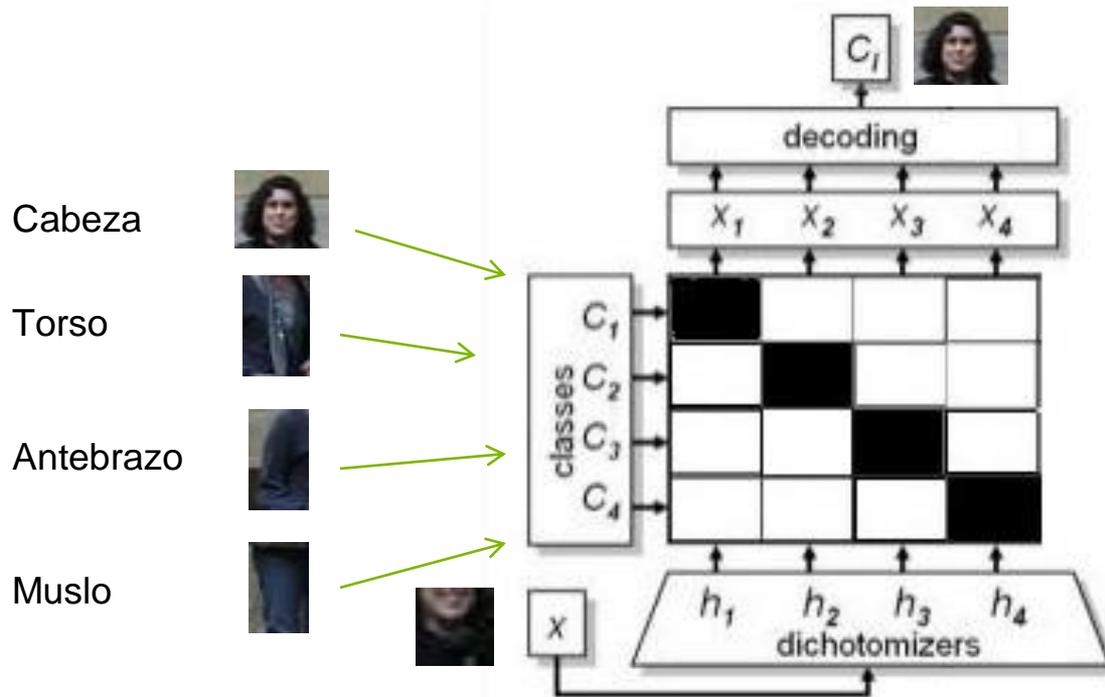
1. Usar descriptores.
2. Entrenar diferentes clasificadores.
3. Aplicar ECOC.
4. Utilizar segmentación binaria.
5. Utilizar segmentación multi-label (multi-etiqueta).

# Metodología

- ✓ ECOC
- ✓ Cascada – ECOC
- ✓ Segmentación

# ECOC

- Codificación: Uno-contra-Uno, **Uno-contra-Todos** etc.



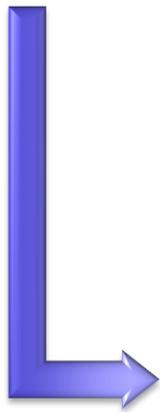
- Decodificación: Euclidiana, **Loss-Weighted** etc.

$$d(\varphi, i) = \sum_{j=1}^n M_W(i, j) L(M(i, j) \cdot f(\varphi, j))$$

# Cascada - ECOC

- Cascada por extremidad 
  - 8 niveles
  - Descriptor tipo Haar

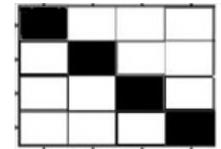
| Salida cascada | 1     | 2     | 3     | ... | n-1       | n     |
|----------------|-------|-------|-------|-----|-----------|-------|
| $X$            | $h_1$ | $h_2$ | $h_3$ | ... | $h_{n-1}$ | $h_n$ |



Codificación ECOC: Uno-contra-Todos



Decodificación ECOC: Loss-Weighted

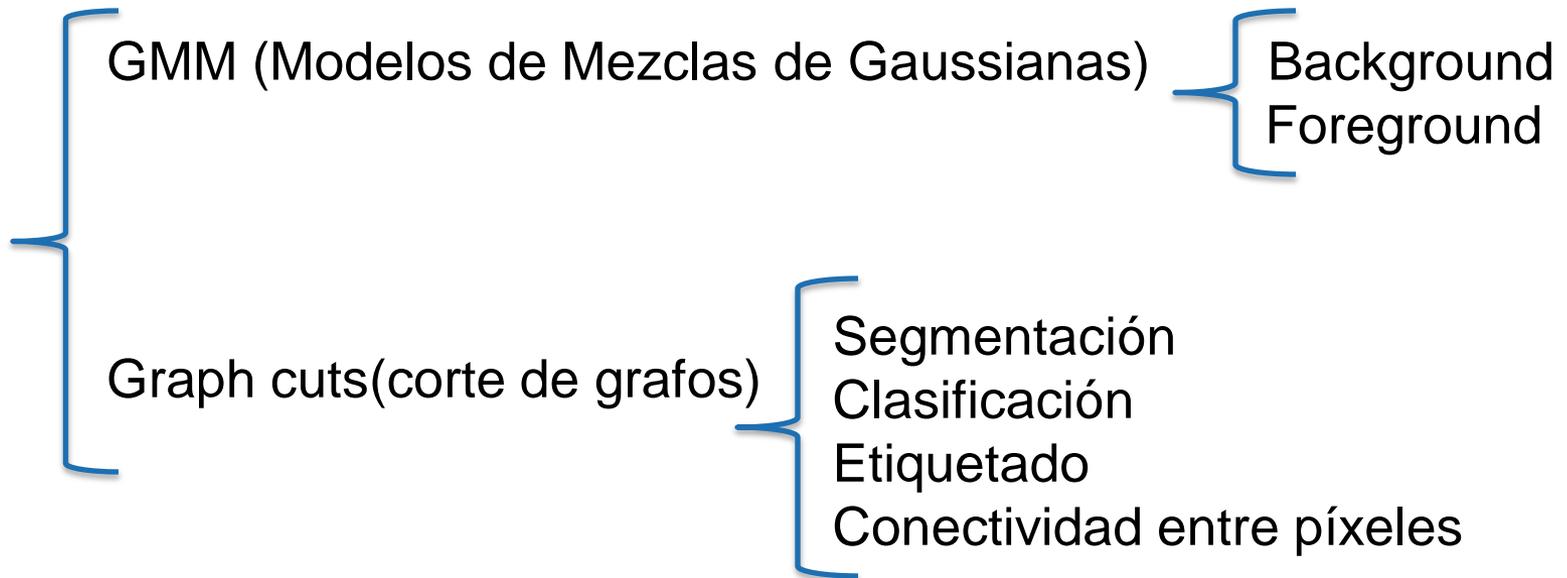


# Segmentación

- ✓ Segmentación binaria: grabCut
- ✓ Segmentación multi-label: Multi-label alpha-beta-swap graph cuts

# Segmentación: grabCut

- Segmentar dos clases
- Basado en:



$$E = U + V$$

E = Energia  
U = Potencial unario  
V = Potencial de vecindad

# Segmentación: grabCut

- GMM

Foreground



Background

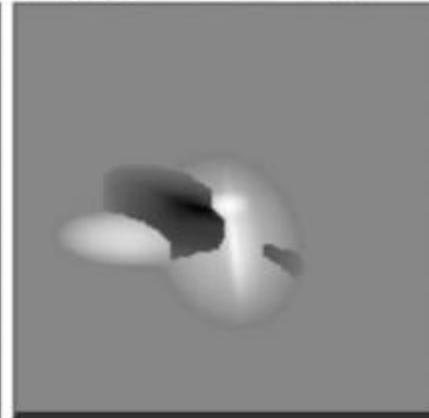


Probabilidad  
foreground



Probabilidad background

18



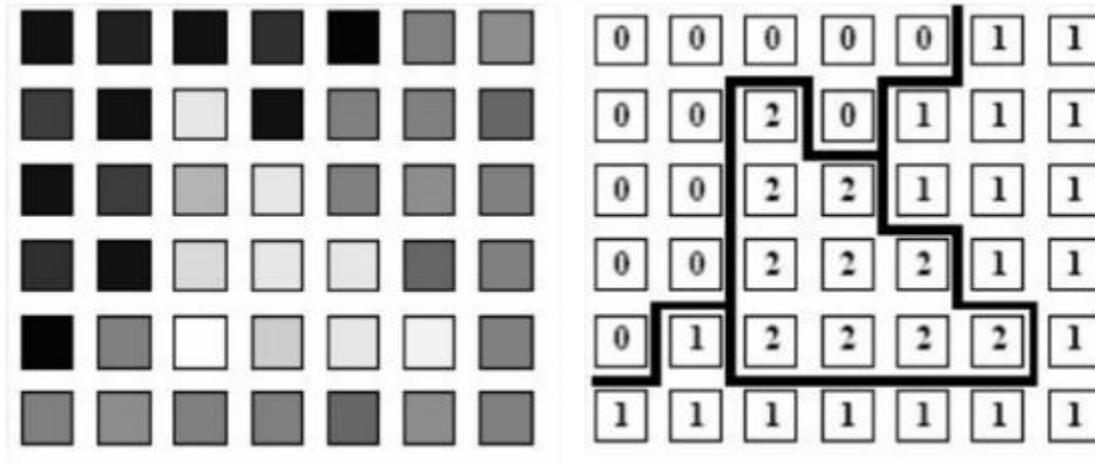
Combinación de ambas



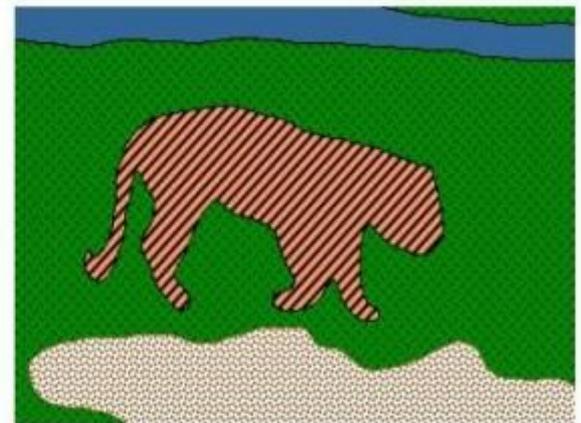
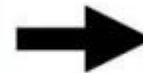
# Segmentación: grabCut

- Graph cuts

Etiquetado

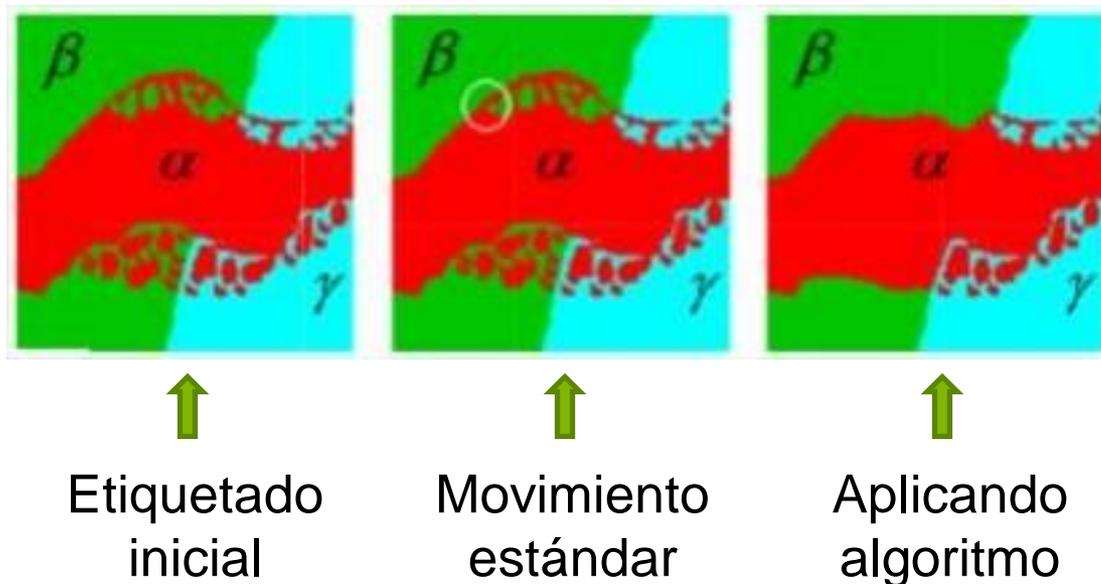


Aplicación  
del método



# Segmentación: Multi-label alpha-beta-swap graph cuts

- Segmentar más de dos clases
- Utilizando el algoritmo **alpha-beta-swap**
  - Conjunto de etiquetas  $n$
  - Para todas las combinaciones posibles de  $n$



# Experimentos

- ✓ Parámetros y configuración ECOC
- ✓ Parámetros y configuración grabCut
- ✓ GrabCut
- ✓ Parámetros y configuración multi-label
- ✓ Multi-label alpha-beta-swap graph cuts

ECOC



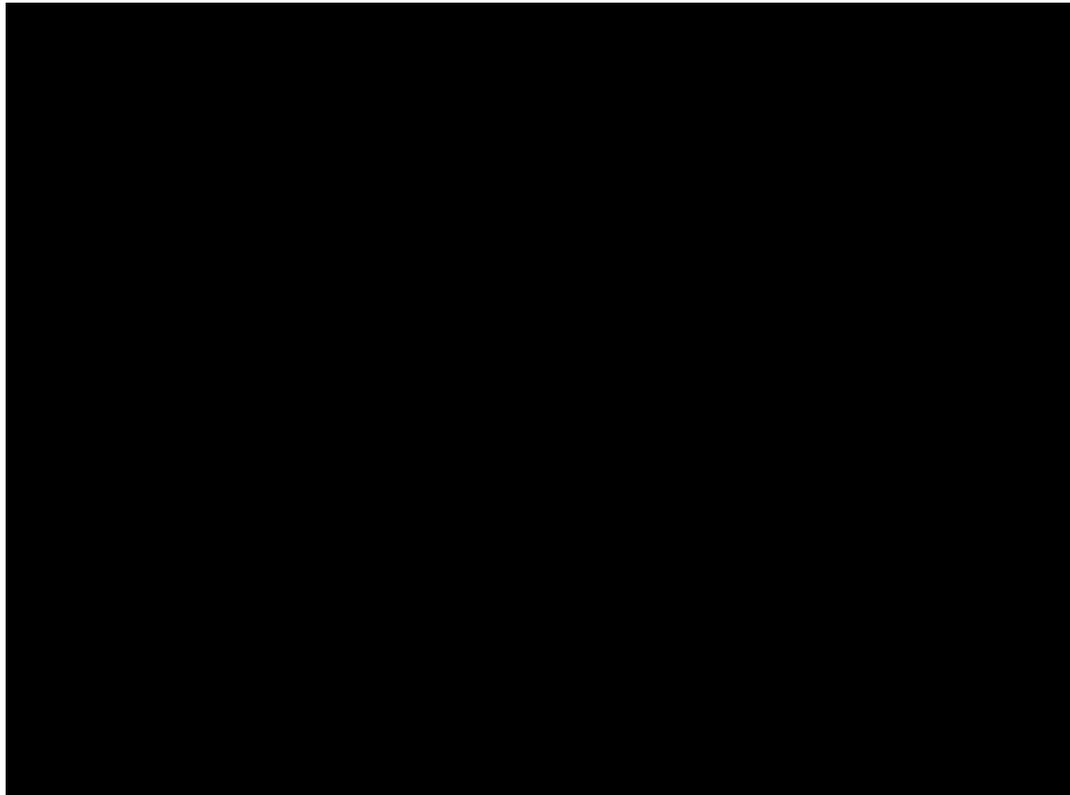
GrabCut



Multi-label

# Parámetros y configuración ECOC

- Base de datos **HuPBA** { 288.827 imágenes  
9 personas



ECOC



GrabCut



Multi-label

# Parámetros y configuración ECOC

- Codificación: matriz ECOC utilizada (**Uno-contra-Todos**):

|            | Cabeza | Cuerpo | Antebrazos | Brazos | Muslos | Piernas |
|------------|--------|--------|------------|--------|--------|---------|
| Cabeza     | 1      | -1     | -1         | -1     | -1     | -1      |
| Cuerpo     | -1     | 1      | -1         | -1     | -1     | -1      |
| Antebrazos | -1     | -1     | 1          | -1     | -1     | -1      |
| Brazos     | -1     | -1     | -1         | 1      | -1     | -1      |
| Muslos     | -1     | -1     | -1         | -1     | 1      | -1      |
| Piernas    | -1     | -1     | -1         | -1     | -1     | 1       |
| Fondo      | -1     | -1     | -1         | -1     | -1     | -1      |

- Decodificación: Pesos de las cascadas para **Loss-Weighted**

| Cabeza   | Cuerpo   | Antebrazos | Brazos   | Muslos   | Piernas  |
|----------|----------|------------|----------|----------|----------|
| 0.534205 | 0.404527 | 0.245545   | 0.232889 | 0.274047 | 0.307478 |

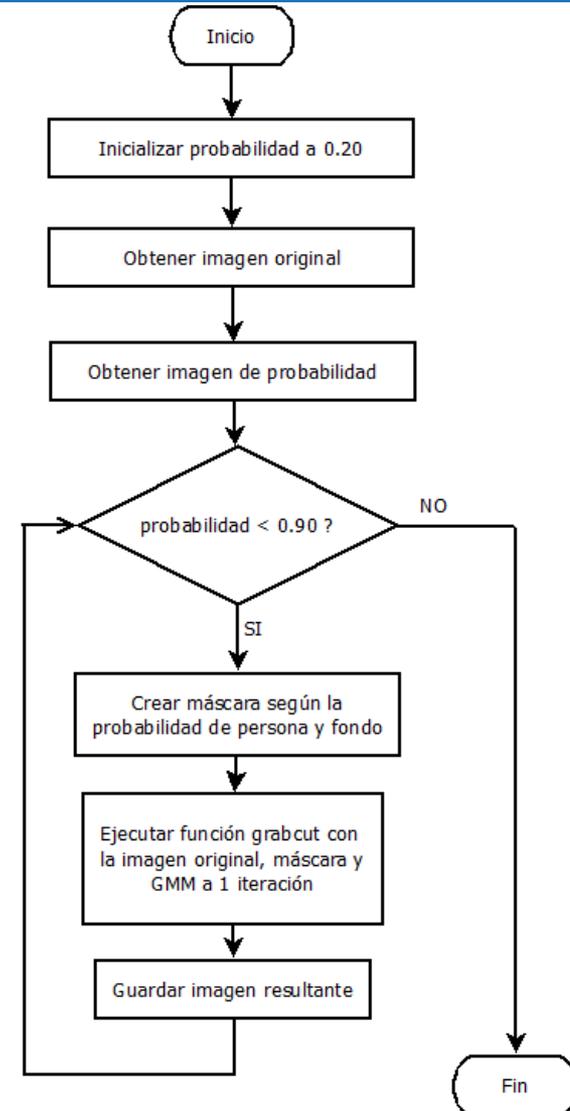
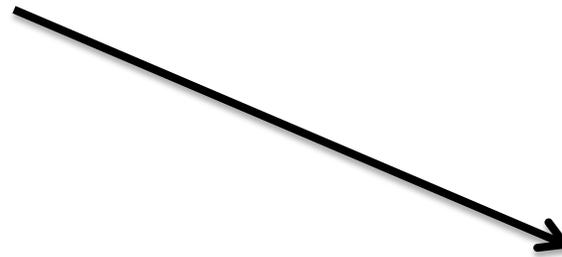


# Parámetros y configuración grabCut

- GrabCut

Configurar mapa de probabilidades:

- GC\_BGD: [0, 0.10]
- GC\_PR\_BGD: [0.10, PROB]
- GC\_PR\_FGD: [PROB, 0.9]



ECOC



GrabCut

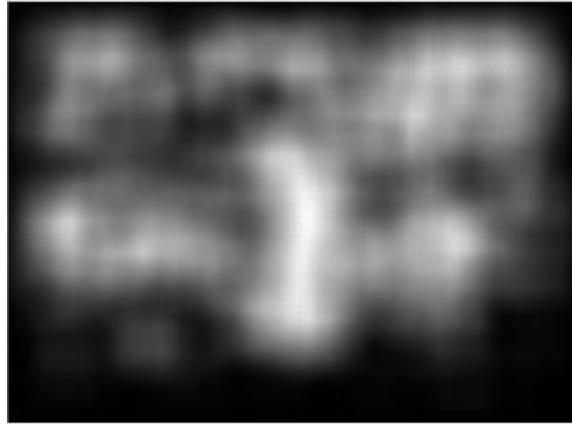


Multi-label

grabCut



Original



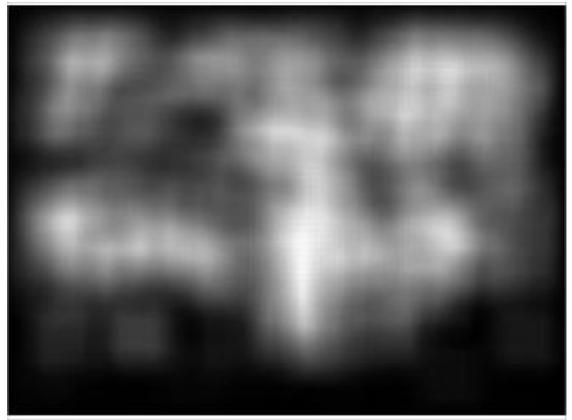
Persona vs Fondo



Resultado



Original



Persona vs Fondo



Resultado

ECOC



GrabCut

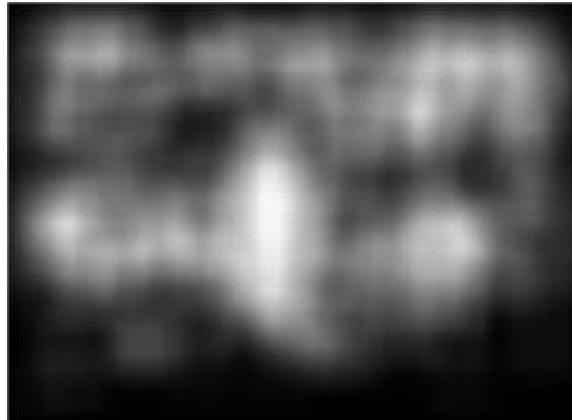


Multi-label

grabCut



Original



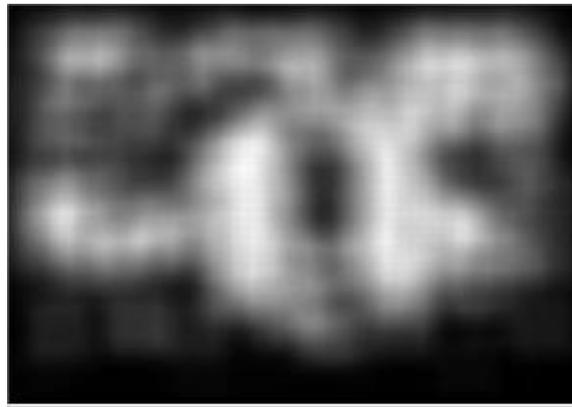
Persona vs Fondo



Resultado



Original



Persona vs Fondo



Resultado

ECOC



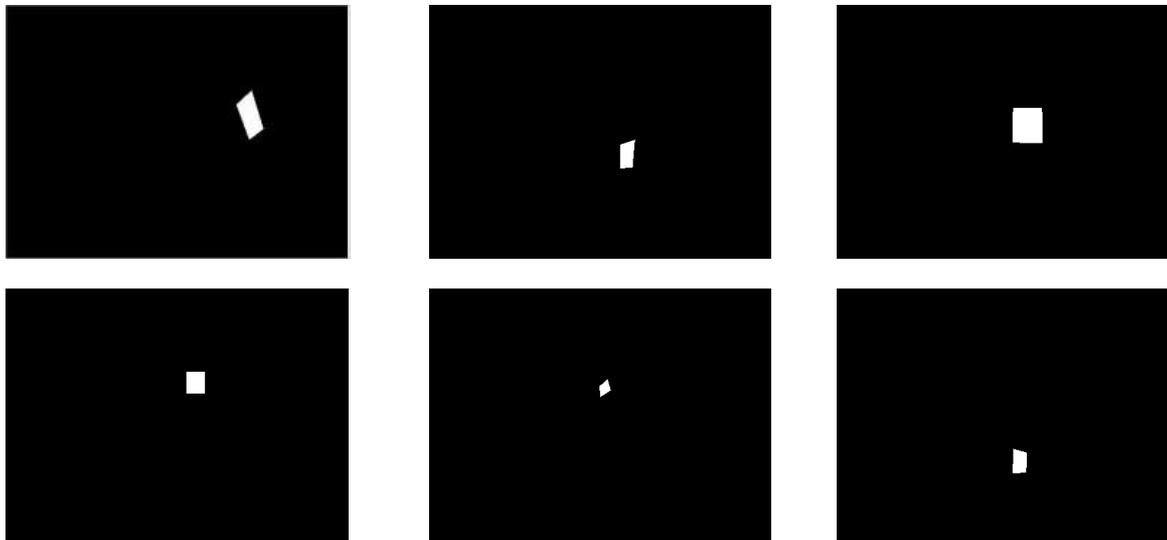
GrabCut



Multi-label

# Parámetros y configuración multi-label

- Multi-label alpha-beta-swap graph cuts
  - # etiquetas: 7: cabeza, torso, antebrazo, brazo, muslo ,pierna y fondo
  - # píxeles:  $480 * 360 = 172.800$
  - Máscaras de HuPBA



ECOC



GrabCut

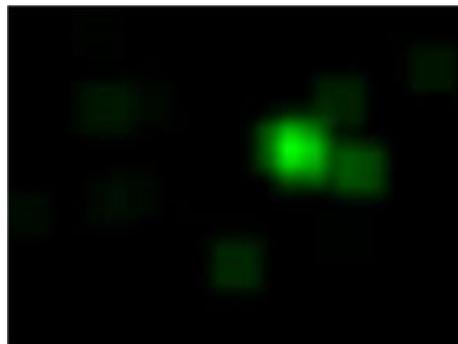


Multi-label

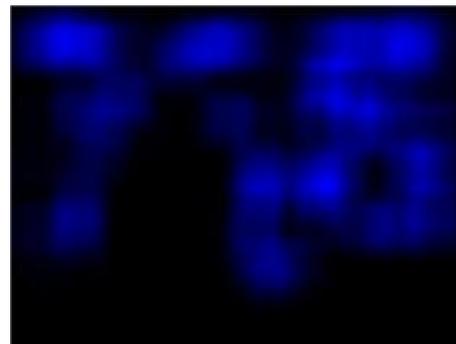
# Multi-label alpha-beta-swap graph cuts



Cabeza



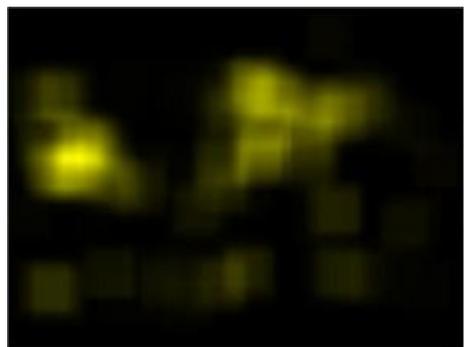
Torso



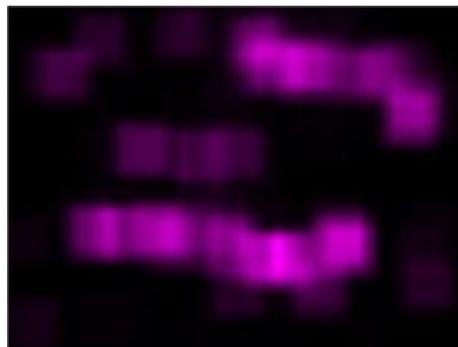
Brazo



Original



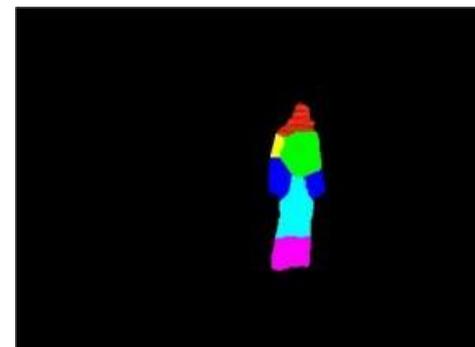
Antebrazos



Piernas



Muslos



Resultado

ECOC

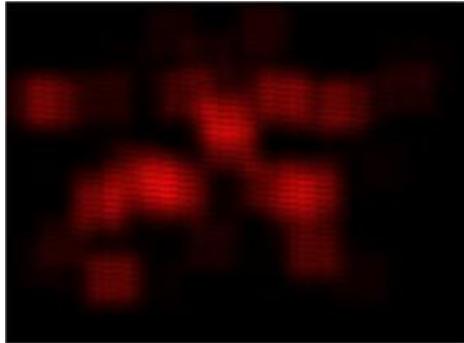


GrabCut

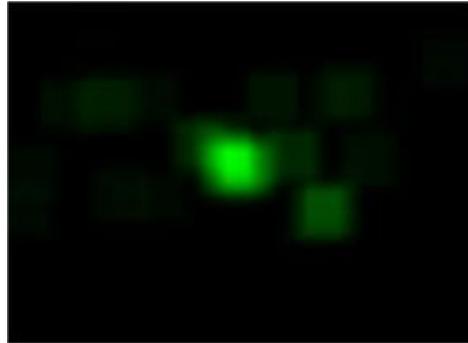


Multi-label

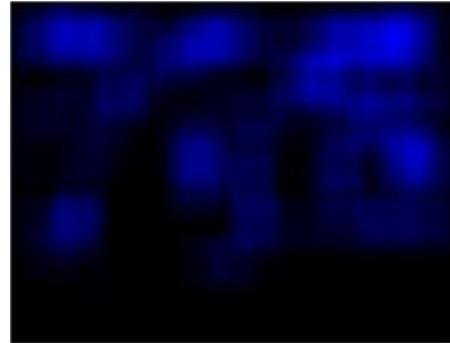
# Multi-label alpha-beta-swap graph cuts



Cabeza



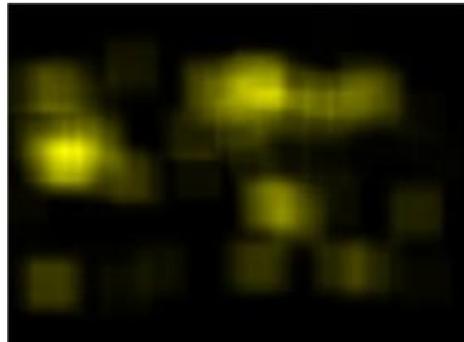
Torso



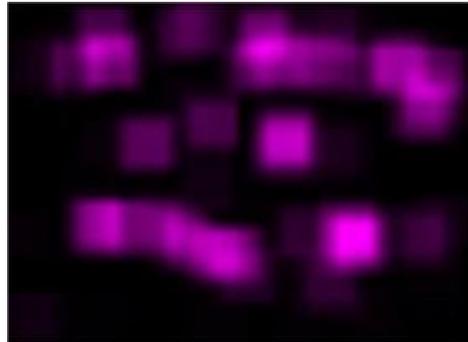
Brazo



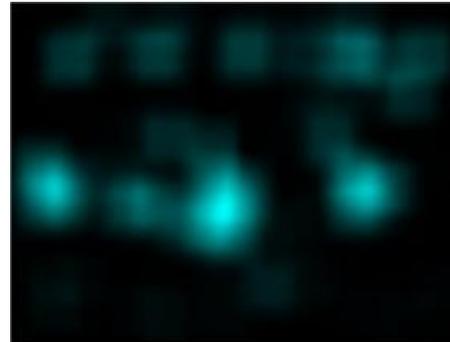
Original



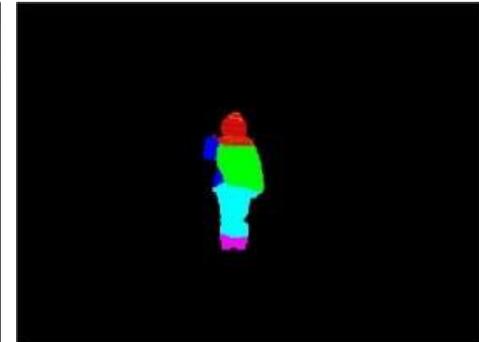
Antebrazos



Piernas



Muslos



Resultado

ECOC

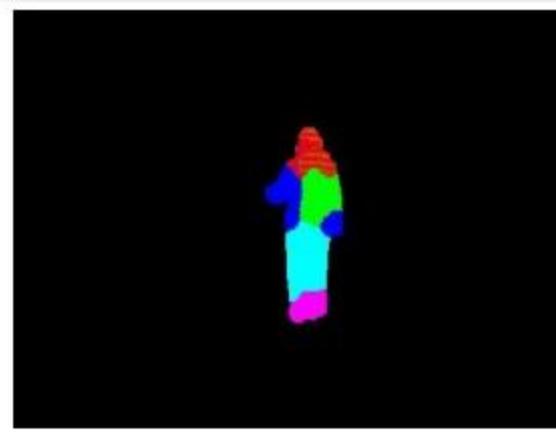
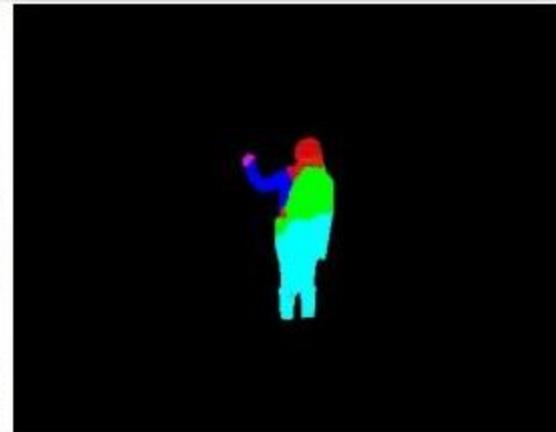


GrabCut



Multi-label

# Multi-label alpha-beta-swap graph cuts



ECOC



GrabCut

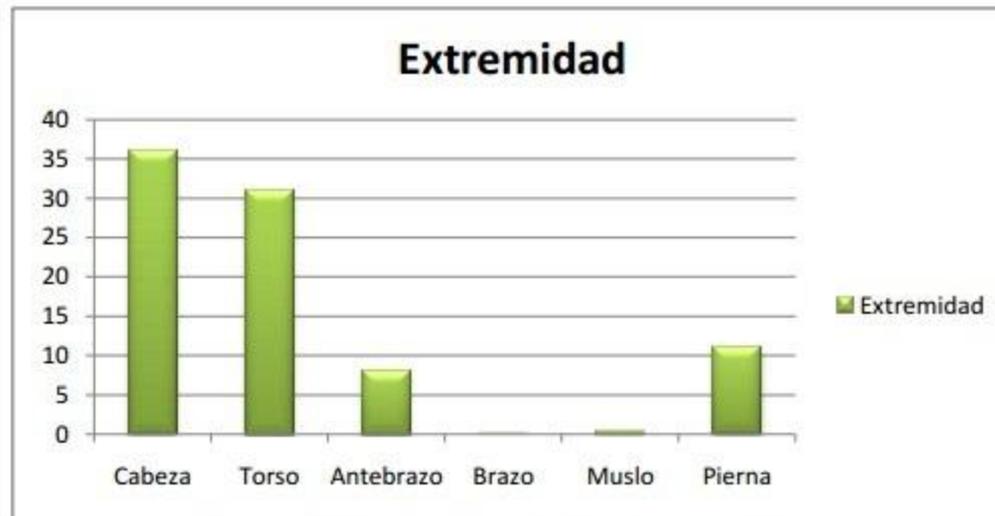


Multi-label

# Multi-label alpha-beta-swap graph cuts

- Porcentaje de efectividad por extremidad

| Cabeza | Torso | Antebrazo | Brazo  | Muslo | Pierna |
|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|
| 36 %   | 31 %  | 8 %       | 0.04 % | 0.4 % | 11 %   |



ECOC



GrabCut

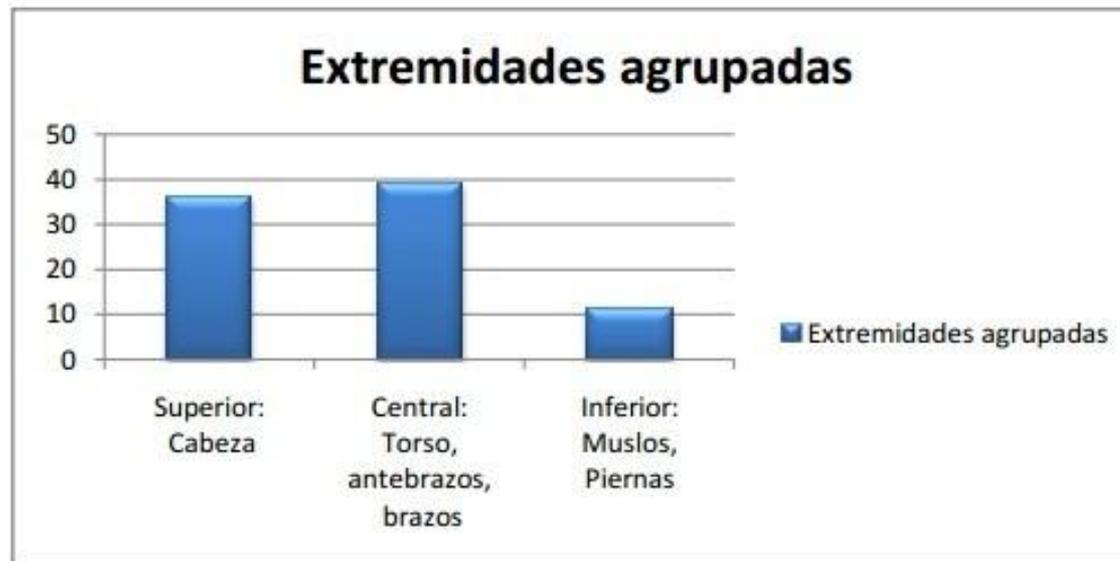


Multi-label

# Multi-label alpha-beta-swap graph cuts

- Porcentaje de efectividad en grupos

| Parte superior<br>(cabeza) | Parte central<br>(antebrazos, brazos, torso) | Parte inferior<br>(muslos, piernas) |
|----------------------------|--|-------------------------------------|
| 36 %                       | 39,04 %                                      | 11,40 %                             |



# Conclusiones

- ✓ Conclusiones
- ✓ Posibles ampliaciones

# Conclusiones

- Generación de regiones de las imágenes para ser enviadas a los clasificadores.

# Conclusiones

- Generación de regiones de las imágenes para ser enviadas a los clasificadores.
- Desarrollo de un software para la detección de extremidades.

# Conclusiones

- Generación de regiones de las imágenes para ser enviadas a los clasificadores.
- Desarrollo de un software para la detección de extremidades.
- Segmentación binaria con overlapping elevado.

# Conclusiones

- Generación de regiones de las imágenes para ser enviadas a los clasificadores.
- Desarrollo de un software para la detección de extremidades.
- Segmentación binaria con overlapping elevado.
- Segmentación multi-etiqueta con overlapping menor.  
Segmentación para algunas extremidades.

# Posibles ampliaciones

- Añadir información contextual a los clasificadores.

# Posibles ampliaciones

- Añadir información contextual a los clasificadores.
- Alternativas a los actuales descriptores de características. Obtener otro tipo de características (rasgos faciales, dedos etc.).

# Posibles ampliaciones

- Añadir información contextual a los clasificadores.
- Alternativas a los actuales descriptores de características. Obtener otro tipo de características (rasgos faciales, dedos etc.).
- Segmentar otras extremidades (pies, manos etc.), diferentes poses.

# Códigos correctores de cascadas de clasificadores y graph cuts para la segmentación multi-extremidad

**GRACIAS**

**Realizado por:** Daniel Sánchez Abril  
**Dirigido por:** Sergio Escalera Guerrero  
M. Ángel Bautista Martín