

Curso 2009-2010  
Universidad Carlos III de Madrid



PROYECTO FIN DE CARRERA:  
TRACKING DE PERSONAS  
A PARTIR DE  
VISIÓN ARTIFICIAL

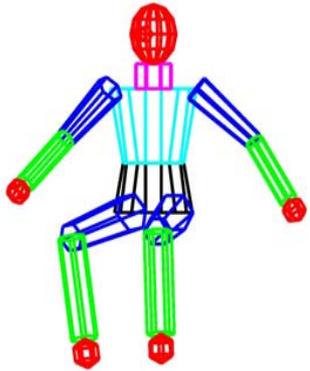
Autor:

Javier Yáñez García

# Contenidos



CarlosHugoBecerra Web Page



1. Introducción
2. Estado del arte
3. Arquitectura Hardware y Software
4. Arquitectura funcional
5. Experimentación
6. Conclusiones
7. Trabajo Futuro



# Introducción

La **visión artificial** es una rama de la ingeniería electrónica que tiene por objeto modelar matemáticamente los procesos de percepción visual de los seres vivos.

## ETAPAS DEL PROCESO:

- Sensado
- Preprocesamiento
- Segmentación
- Descripción
- Reconocimiento
- Interpretación

## APLICACIONES :

- Industria automotriz
- Control del tráfico
- Empresas de seguridad
- Retroalimentación visual para robots

### 1.Introducción.

2.Estado del arte.

3.Arquitectura

Hardware y

Software.

4.Arquitectura

Funcional.

5.Experimentación.

6.Conclusiones.

7.Trabajo futuro.



# Introducción

## 1.Introducción.

2.Estado del arte.

3.Arquitectura

Hardware y

Software.

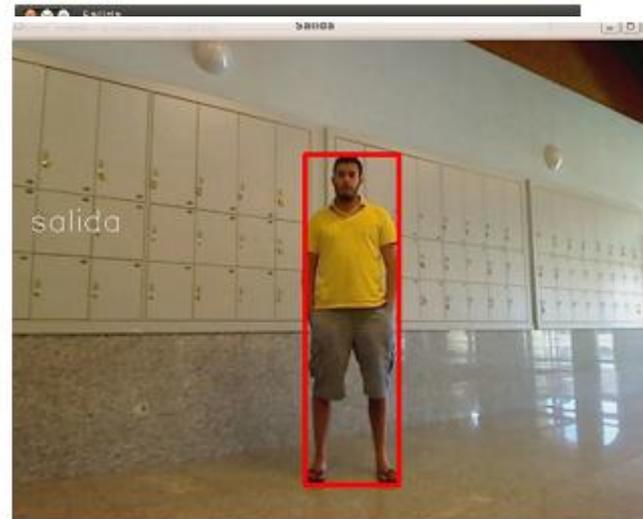
4.Arquitectura

Funcional.

5.Experimentación.

6.Conclusiones.

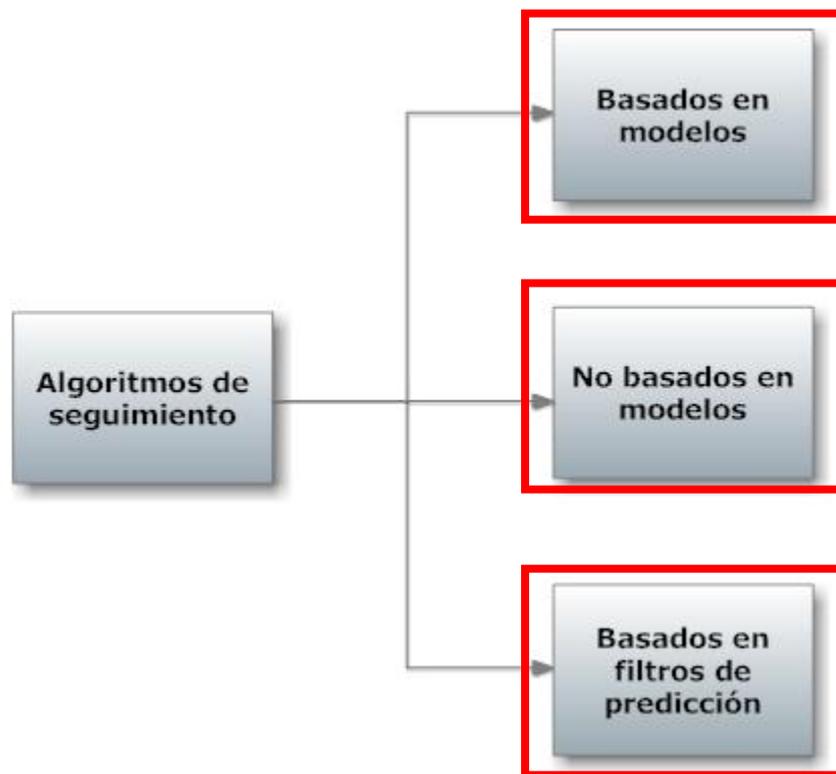
7.Trabajo futuro.





# Estado del arte

Clasificación más relevante de los algoritmos de seguimiento:



- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.**
- 3.Arquitectura Hardware y Software.
- 4.Arquitectura Funcional.
- 5.Experimentación.
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.



# Arquitectura Hardware y Software:

Herramientas y dispositivos necesarios para ejecutar la aplicación:

## 1. Sistema Operativo



## 2. Biblioteca OpenCV 2.1.0



## 3. Librería cvblobslib



## 4. Cámara Logitech QuickCam Pro 9000



1. Introducción.
2. Estado del arte.
- 3. Arquitectura Hardware y Software.**
4. Arquitectura Funcional.
5. Experimentación.
6. Conclusiones.
7. Trabajo futuro.

# Arquitectura funcional

## Esquema taxonómico del capítulo.

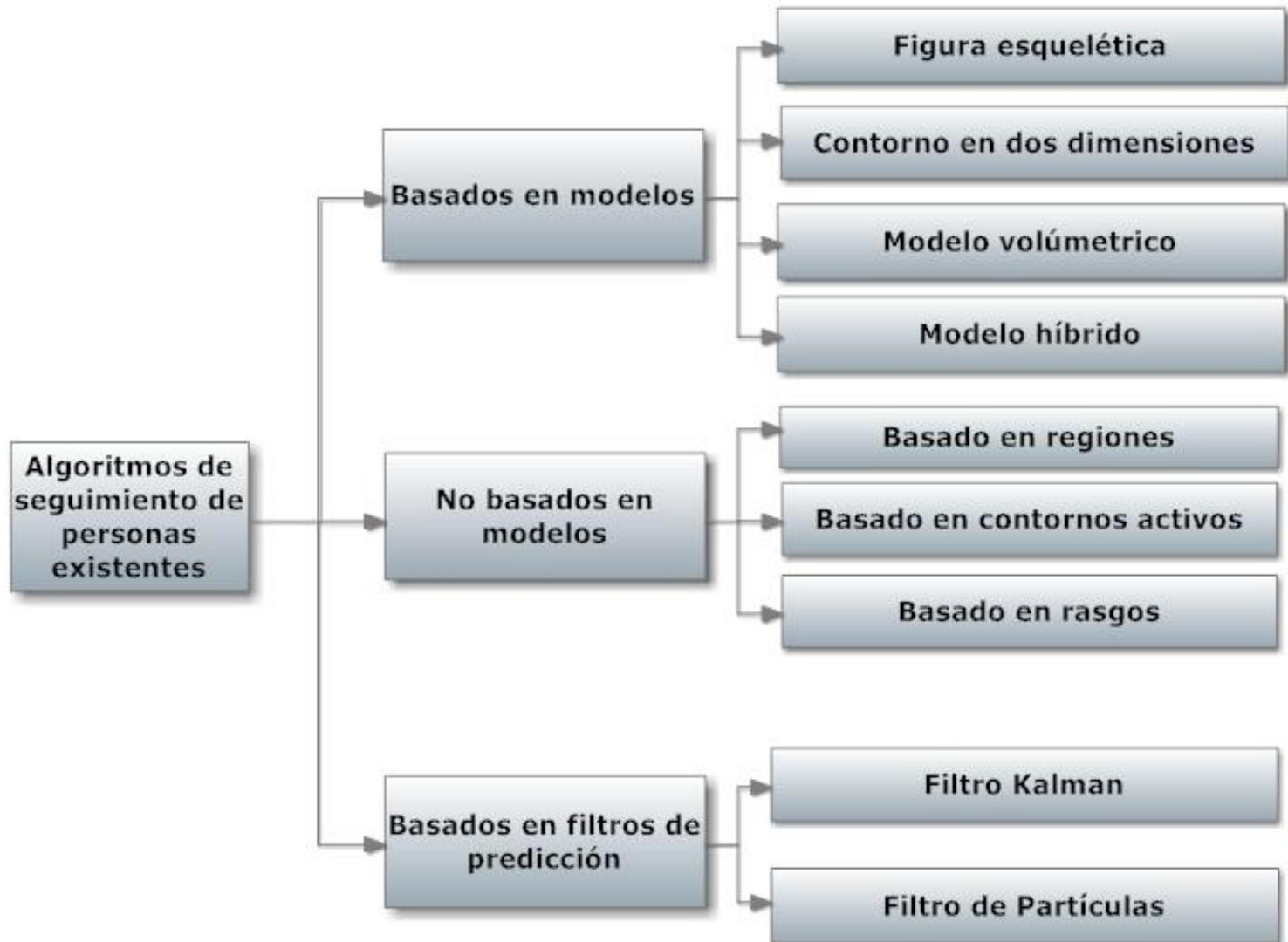


- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.
- 3.Arquitectura Hardware y Software.
- 4.Arquitectura Funcional.**
- 5.Experimentación.
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.



# Mejora 1: Tracking de personas

- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.
- 3.Arquitectura Hardware y Software.
- 4.Arquitectura Funcional.**
- 5.Experimentación.
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.



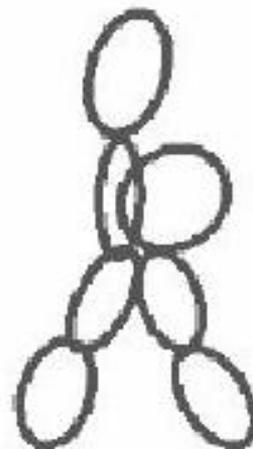


# Basados en modelos I

- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.
- 3.Arquitectura Hardware y Software.
- 4.Arquitectura Funcional.**
- 5.Experimentación.
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.

## Figura esquelética:

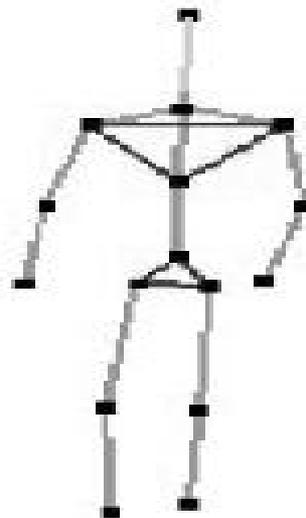
- La estructura inherente
- Representación de los segmentos y unidos por
- Se representa el cuerpo



nano es el esqueleto.  
El cuerpo humano en  
o partes de este.

## Contorno en dos d

- Representación de la imagen plana.
- Aplicación de las re
- Restringidos por el



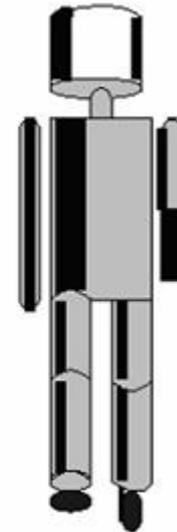
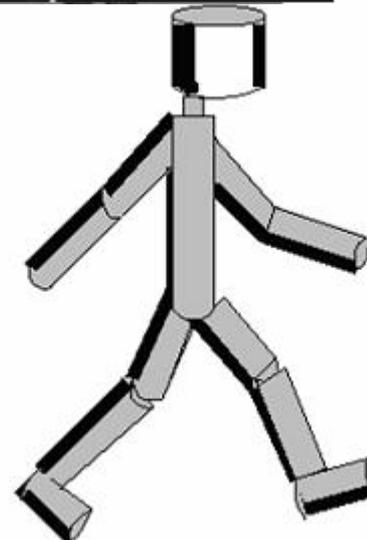
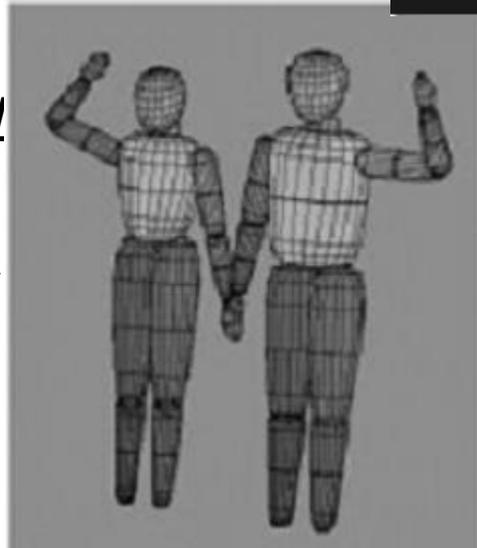
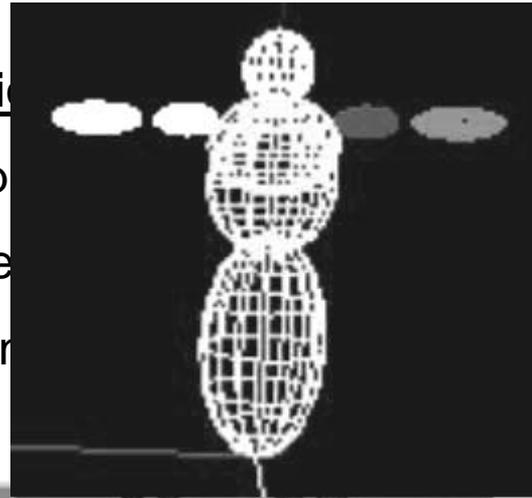
del sujeto sobre una  
umano.



# Basados en modelos II:

## Modelos volumétricos

- Seguimiento independiente
- Buen comportamiento
- Computacionalmente



IS

M

- 
- a
- 

- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.
- 3.Arquitectura  
Hardware y  
Software.
- 4.Arquitectura  
Funcional.
- 5.Experimentación.
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.



# No basados en modelos

## Seguimiento basado en regiones

- Identifican un blob y se sigue en el tiempo utilizando una medida de similaridad (área, ancho, altura...).

## Seguimiento basado en contornos activos

- Siguen a las personas representando sus contornos como bordes bien delimitados y actualizando estos dinámicamente en los frames sucesivos.

## Seguimiento basado en rasgos

- Busca reducir el gasto computacional de los métodos anteriores, mediante el seguimiento de rasgos sobresalientes tales como esquinas, textura y color.

1.Introducción.

2.Estado del arte.

3.Arquitectura

Hardware y

Software.

4.Arquitectura

Funcional.

5.Experimentación.

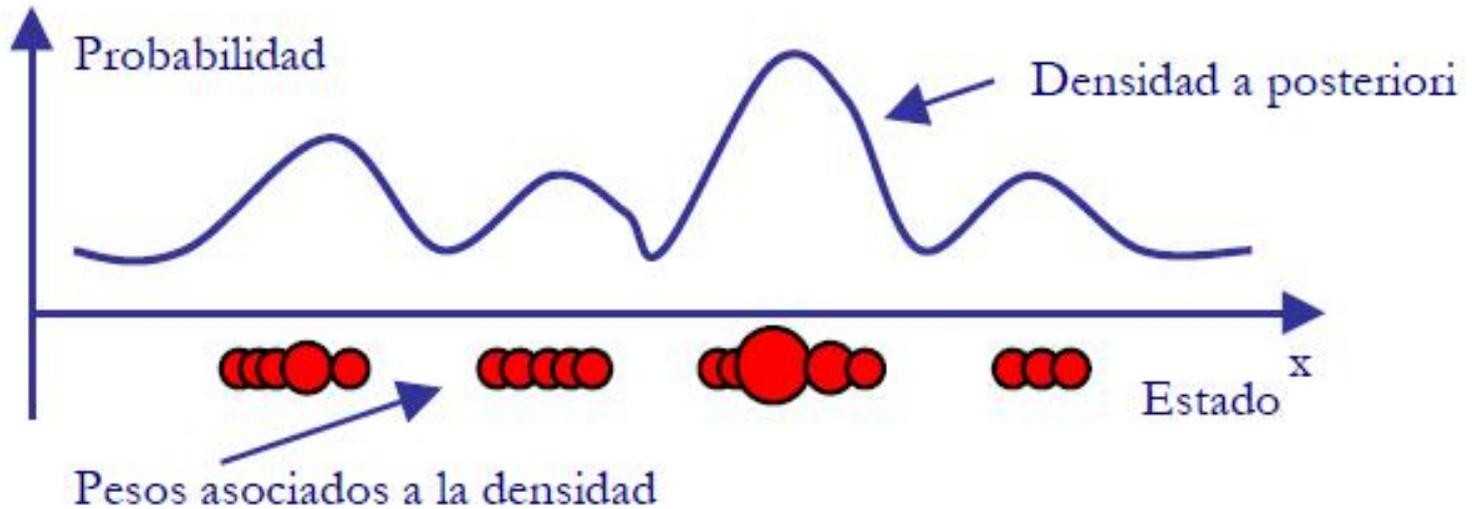
6.Conclusiones.

7.Trabajo futuro.

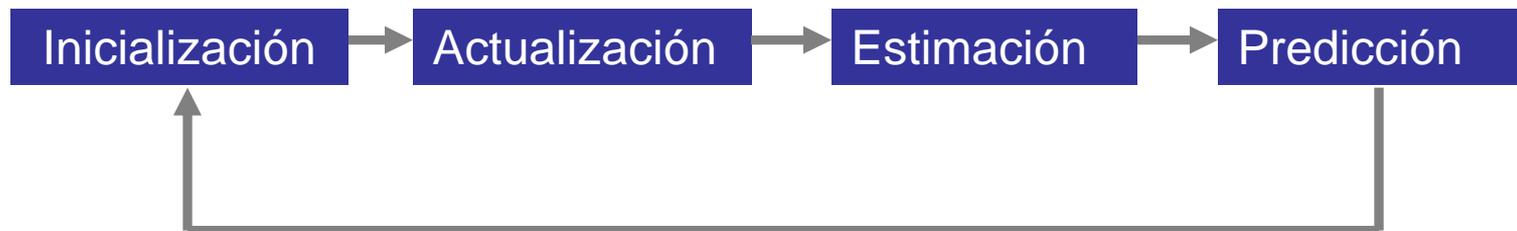


# Filtro de predicción I

## Filtro de partículas:



## Etapas:



- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.
- 3.Arquitectura Hardware y Software.
- 4.Arquitectura Funcional.
- 5.Experimentación.
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.



# Filtros de predicción II

## Filtro de Kalman:

- El filtro que predice el estado futuro a partir de mediciones pasadas.
- Su objetivo es proporcionar una estimación de estado y su covarianza de error en tiempo real.
- El sistema debe ser lineal y tener ruido gaussiano.



**Actualización tiempo (pronóstico)**

(1) Pronóstico del estado

$$\hat{X}_t^* = A\hat{X}_{t-1}$$

(2) Pronóstico de la covarianza del error

$$P_t^* = AP_{t-1}A^T + Q$$

**Actualización observación (corrección)**

(1) Cálculo de la ganancia de Kalman

$$K_t = P_t^* H^T (HP_t^* H^T + R)^{-1}$$

(2) Actualiza la estimación con medida Z(k)

$$\hat{X}_t = \hat{X}_t^* + K_t (Z_t - H\hat{X}_t^*)$$

(3) Actualiza la covarianza del error

$$P_t = (I - K_t H) P_t^*$$

Estimaciones iniciales para  $\hat{X}_{t-1}$  y  $P_{t-1}$

icas  
a la  
la  
ocer

- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.
- 3.Arquitectura Hardware y Software.
- 4.Arquitectura Funcional.
- 5.Experimentación.
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.



# Discusión:

**Objetivo:** Desarrollar una aplicación robusta que realice de una manera efectiva el seguimiento de personas en distintas situaciones, incluso cuando la información es insuficiente.

**Solución:**

**Solución Final:** Filtro de predicción

Seguimiento basado en modelos o no modelos.  
Filtro de Kalman → No basado  
Filtro de Kalman → No basado

- Resultado: Seguimiento basado en no modelos (trazos)
- Debido a que se pretende seguir personas en diferentes posturas y en entornos complicados.
- Reducido coste computacional.
- Reducido coste computacional.
- Sencillez de implementación.
- Reducido gasto de memoria.

- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.
- 3.Arquitectura Hardware y Software.
- 4.Arquitectura Funcional.**
- 5.Experimentación.
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.



# Algoritmo desarrollado

Aplicación desarrollada en [4]

## Si no hay información



Mejora seguimiento de personas

- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.
- 3.Arquitectura Hardware y Software.
- 4.Arquitectura Funcional.
- 5.Experimentación.
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.

Opcional

Información:

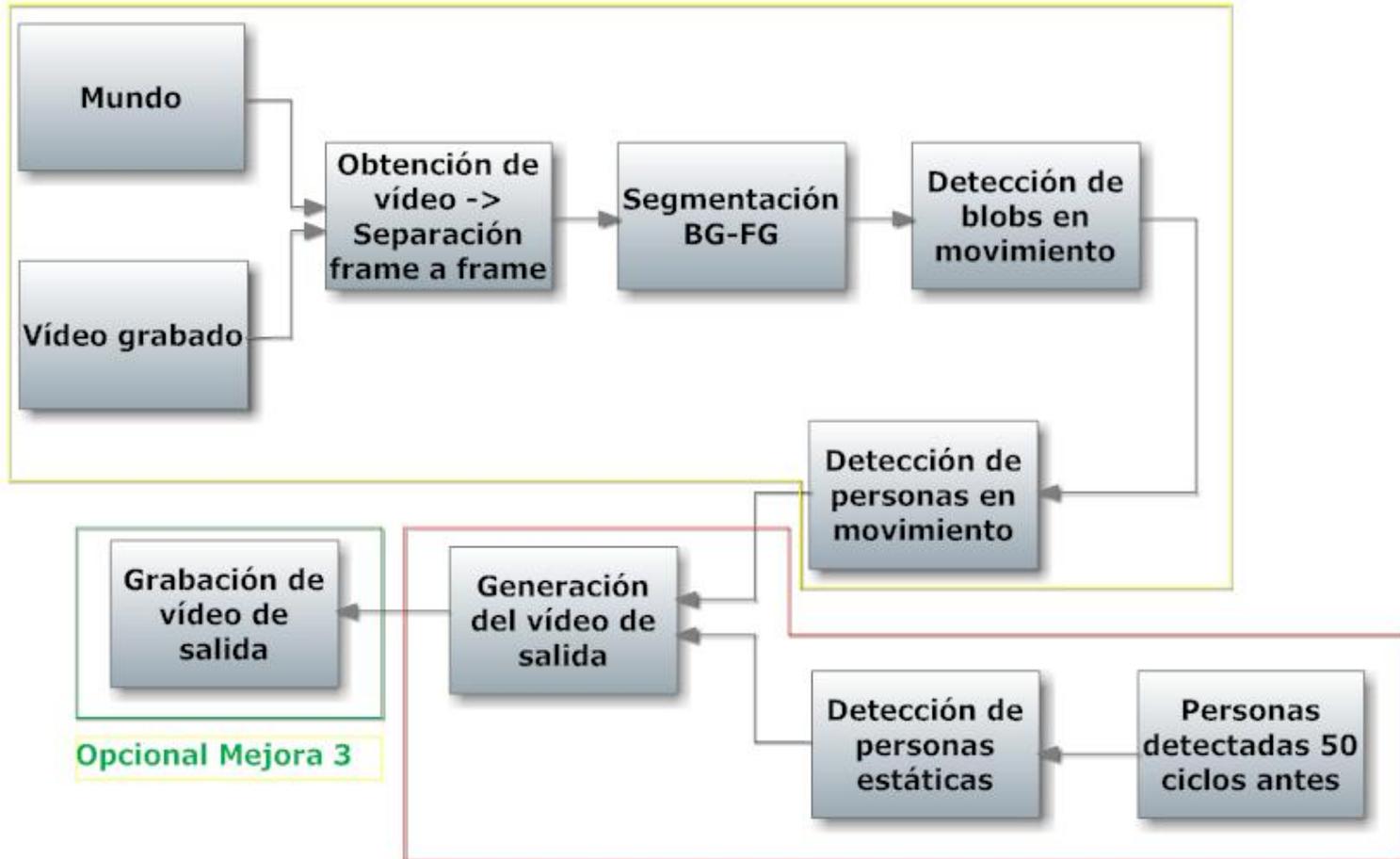
Detección de personas en movimiento

Si no hay información:



# Mejora 2: Detección de personas estáticas

Aplicación desarrollada en [4]

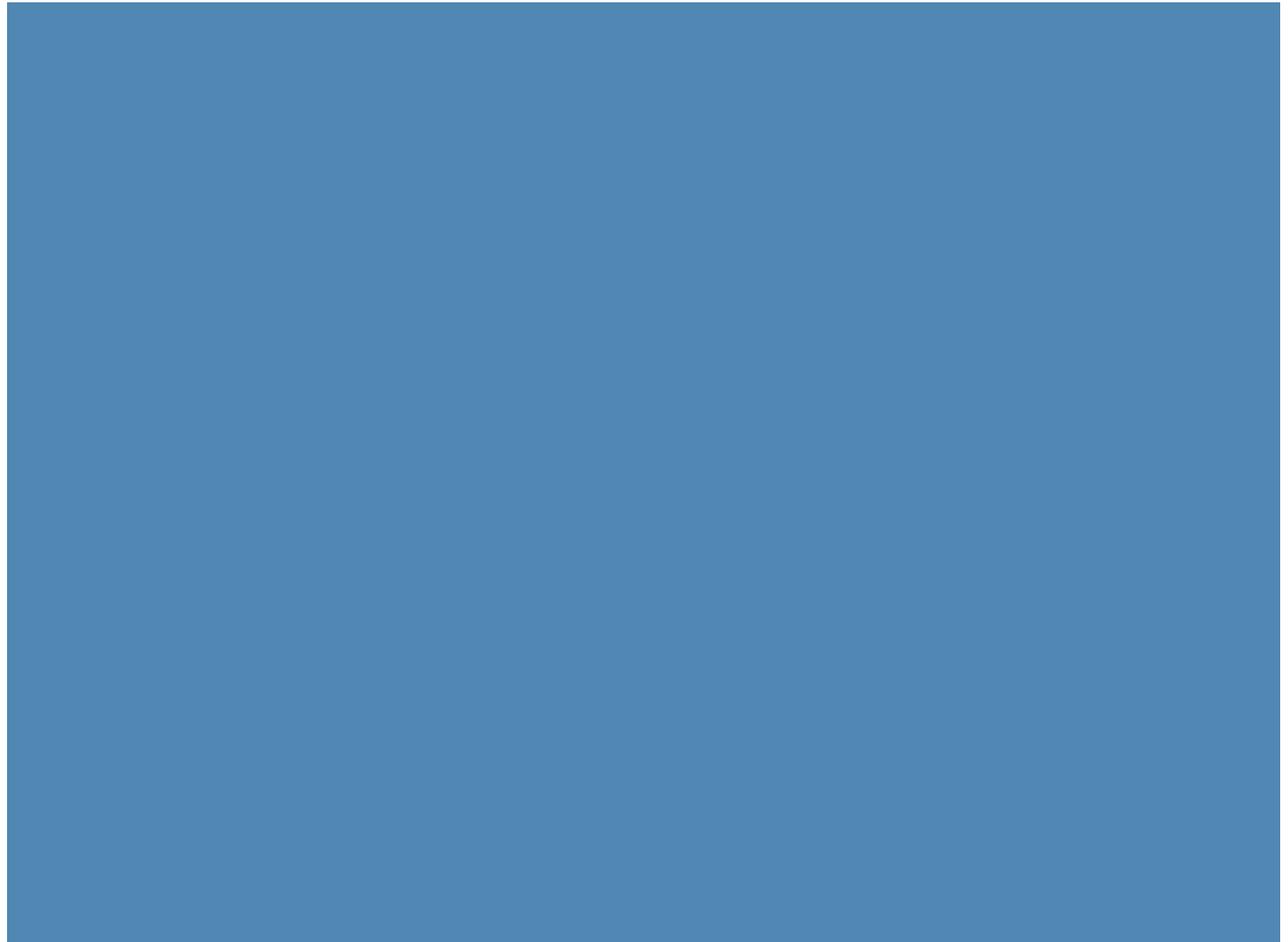


Mejora detección de personas estáticas

- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.
- 3.Arquitectura Hardware y Software.
- 4.Arquitectura Funcional.**
- 5.Experimentación.
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.



# Experimentación: Tracking de personas



- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.
- 3.Arquitectura  
Hardware y  
Software.
- 4.Arquitectura  
Funcional.
- 5.Experimentación**
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.

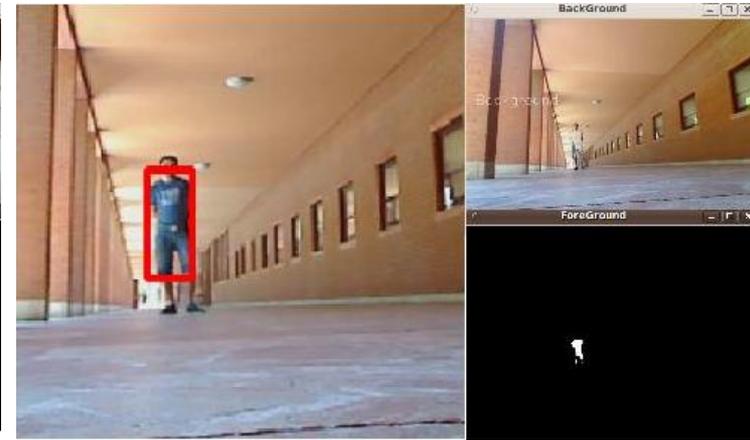


# Experimentación: Detección de personas estáticas

Persona de pie en interior



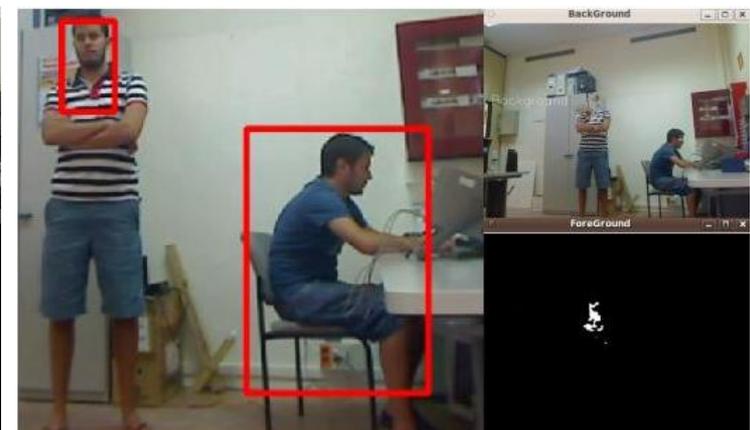
Persona de pie en exterior



Persona sentada en el interior de una habitación



Varias personas paradas a la vez



- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.
- 3.Arquitectura Hardware y Software.
- 4.Arquitectura Funcional.
- 5.Experimentación**
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.



# Conclusiones:

## Mejora 1: Tracking de personas

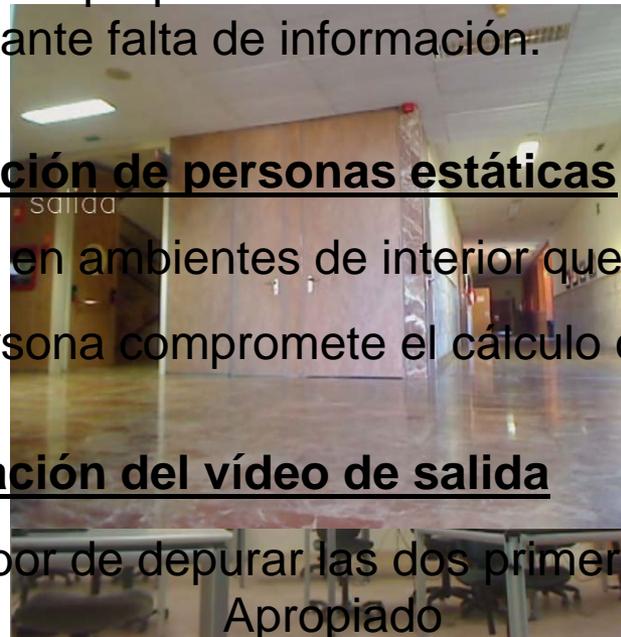
- En escenarios apropiados → Robusta y eficaz.
- En escenarios inapropiados → Desactivación del módulo de seguimiento ante falta de información.

## Mejora 2: Detección de personas estáticas

- Funciona mejor en ambientes de interior que de exterior.
- Más de una persona compromete el cálculo computacional.

## Mejora 3: Grabación del vídeo de salida

- Simplifica la labor de depurar las dos primeras mejoras.



Apropiado

Inapropiado

1. Introducción.
2. Estado del arte.
3. Arquitectura Hardware y Software.
4. Arquitectura Funcional.
5. Experimentación.
- 6. Conclusiones.**
7. Trabajo futuro.



# Trabajo futuro:

## Mejora 1: Tracking de personas

- Actualización de la mejora para que se realice el seguimiento en los casos en que hay más de dos personas.
- Mejorar la relación eficiencia-coste computacional de los algoritmos de seguimiento.
- Ajustar la aplicación para espacios exteriores.

## Mejora 2: Detección de personas estáticas

- Aumentar el número de personas que son detectadas al estar detenidas.

## Mejora 3: Grabación del vídeo de salida

- Almacenar en un fichero de datos el número de personas que entran en la escena, la trayectoria seguida y el tiempo empleado en completarlo.

- 1.Introducción.
- 2.Estado del arte.
- 3.Arquitectura  
Hardware y  
Software.
- 4.Arquitectura  
Funcional.
- 5.Experimentación.
- 6.Conclusiones.
- 7.Trabajo futuro.

# AGRADECIMIENTOS

- A mi familia, amigos y compañeros de piso.
- A mi compañero de proyecto Ubaldo González Benítez.
- A mi tutor Luis Moreno Lorente.
- A mis compañeros de laboratorio.

# RUEGOS Y PREGUNTAS

## **PROYECTO FIN DE CARRERA:**

**“DETECCIÓN Y TRACKING DE PERSONAS A PARTIR DE VISIÓN  
ARTIFICIAL”**

**MUCHAS GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN**