

# Robust Human Detection Through Fusion of Color and Infrared Video

Juan Serrano Cuerda

Albacete, December 2013

## Índice

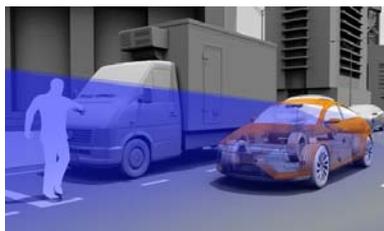
---

1. Introduction
2. Detección de humanos en vídeo
3. Sistema de detección basado en fusión
4. Evaluación del sistema de fusión
5. Conclusions and future work

1. Introduction
  1. Motivation
  2. Objectives
2. Detección de humanos en vídeo
3. Sistema de detección basado en fusión
4. Evaluación del sistema de fusión
5. Conclusions and future work

3

- **Human detection**
  - Key technology for many applications
    - Vehicle navigation
    - Surveillance
    - Robotics



4

## Introduction Motivation

Main approaches in human detection

- Usage of color features
  - Suitable in good lighting conditions
  - Shows problems in darkness and situations with too much light
- Usage of thermal-infrared cameras
  - Independence of the lighting conditions of the scene
  - Shows problems in warm environment conditions



5

## Introduction Motivation

Simple approach → Camera commutation

- In many occasions, both cameras show complementary information

**Our proposal** → **Rule-based system**



6

**Design and implementation of a robust people detection system based on fusing the information provided after human segmentation in infrared and color spectra**

1. Study of algorithms for motion-based object segmentation and tracking widely used in the literature
2. Study of current image fusion techniques and proposal of a rule-based fusion mechanism
3. Proposal of a method for validating the results of human detection, and analysis of the results obtained in a real environment

7

1. Introduction
- 2. Detección de humanos en vídeo**
  - 1. Segmentación**
  - 2. Fusión**
  - 3. Seguimiento**
3. Sistema de detección basado en fusión
4. Evaluación del sistema de fusión
5. Conclusions and future work

8

## Detección de humanos en video

### Segmentación

Definición: Particionamiento de una imagen en las partes u objetos que la constituyen

- Localización de áreas significativas de la imagen
- Se basa en dos propiedades:
  - Similitud: Los píxeles de un mismo objeto deben presentar una apariencia homogénea
  - Discontinuidad: Se buscan cambios de contraste en la imagen



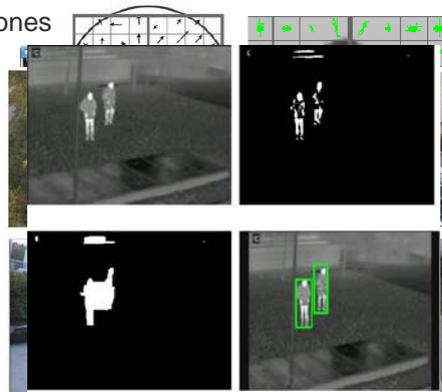
9

## Detección de humanos en video

### Segmentación

#### Etapas

1. Extracción de características
  - Posibles puntos de interés o regiones iniciales
  - Aproximación más comunes
    - Resta de fondo
    - Histogramas de gradientes orientados (HOGs)
2. Filtrado de objetos de interés
  - Composición, distribución interna, tamaño, etc
3. Clasificación
  - Humanos, vehículos, etc
  - Auge de las máquinas de soporte vectorial (SVMs)

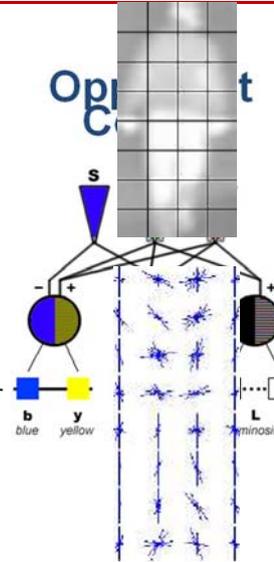


10

## Detección de humanos en video Segmentación

### Propuestas para detección de humanos

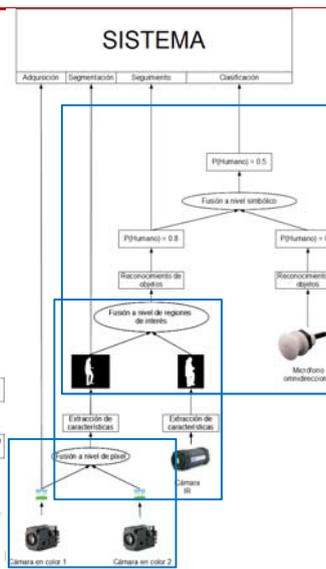
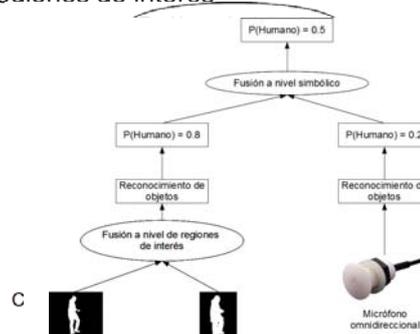
- Propuestas usando la información del infrarrojo
  - Los humanos pueden aparecer con mayor intensidad que el fondo
  - Uso muy frecuente de HOGs combinados con SVM
  - Problemáticas en altas temperaturas
- Propuestas usando la información del color
  - El espacio más utilizado es el RGB
  - Se han propuesto espacios alternativos
  - Problemáticas en situaciones con iluminación deficiente



11

## Detección de humanos en video Fusión

- Definición: Teoría, técnicas y herramientas utilizadas para combinar datos de sensores o derivados de ellos en un formato de representación común
- Posibles niveles
  1. Nivel de píxel
  2. Nivel de regiones de interés
  3. Simbólico

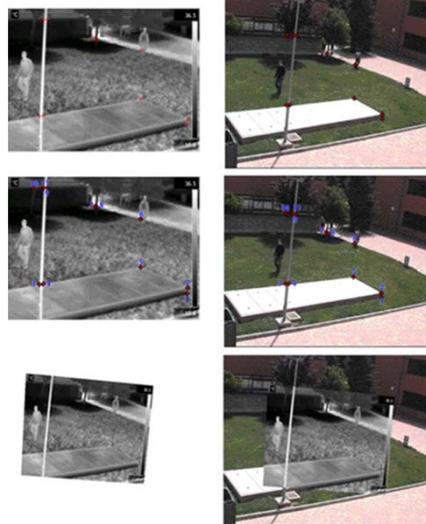


12

## Detección de humanos en video Fusión de imágenes

### Alineación

- Espacial: Enmarca las dos imágenes dentro de un sistema común de coordenadas
- Temporal: Sitúa las dos imágenes dentro de un mismo eje temporal



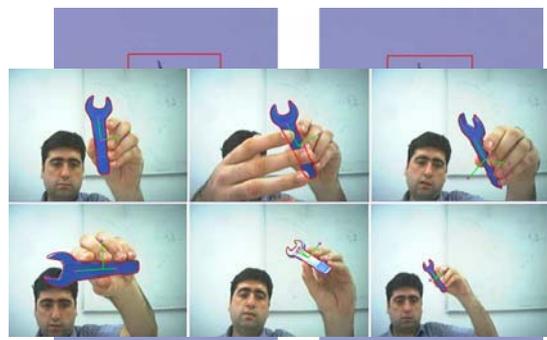
13

## Detección de humanos en video Seguimiento

Definición: problema de realizar la estimación de la trayectoria seguida por un objeto en el plano de la imagen conforme se mueve sobre una escena

### Etapas

1. Segmentación
2. Correspondencia temporal
  - Formas de establecer la correspondencia
    - Puntos
    - Plantillas
    - Siluetas



14

## Detección de humanos en vídeo

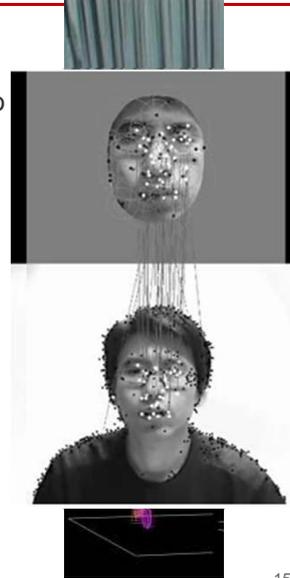
### Seguimiento de humanos en vídeo

Aproximaciones basadas en modelos:

- Modelo del objeto aprendido por adelantado
- Conjunto de imágenes de entrenamiento con diferentes puntos vista y poses del objeto
- No operan en tiempo real
- Basadas en fondo estático o uniforme

Aproximaciones basadas en características:

- Basadas en características simples como color o esquinas
- Técnicas más utilizadas
  - Histogramas de color
  - Mezcla de gaussianos



15

## Índice

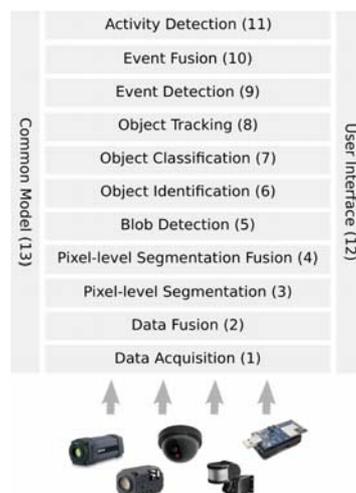
1. Introduction
2. Detección de humanos en vídeo
- 3. Sistema de detección basado en fusión**
  - 1. Arquitectura del sistema**
  - 2. Captura**
  - 3. Segmentación**
  - 4. Fusión, identificación y seguimiento**
4. Evaluación del sistema de fusión
5. Conclusions and future work

16

## Sistema de detección basado en fusión Arquitectura del sistema

Basado en la arquitectura INT3-Horus

- Entorno para monitorización e interpretación de actividades
- Conjunto de niveles con interfaces de entrada y salida bien definidas
- Cada nivel se compone a su vez de módulos con los distintos algoritmos de procesado
- Tarea superior encargada de seleccionar los módulos pertinentes para componer un sistema de vigilancia

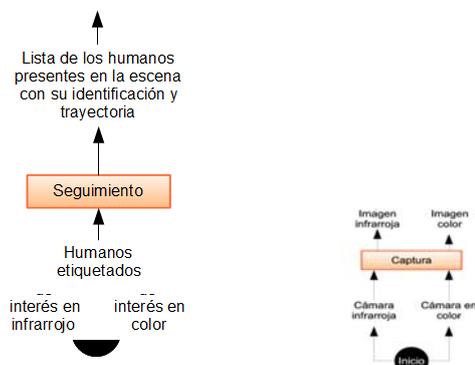


17

## Sistema de detección basado en fusión Arquitectura del sistema

Se han seleccionado una serie de niveles de INT3-Horus

- Captura
- Segmentación
- Fusión
- Identificación
- Seguimiento

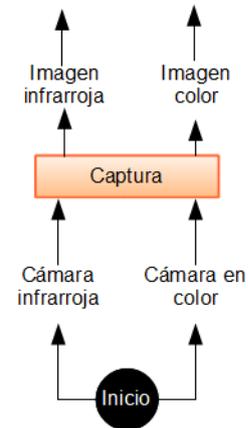


18

## Sistema de detección basado en fusión Captura

Nivel inicial de la arquitectura

- Funciones:
  - Adquisición de fotogramas de las dos cámaras
  - Sincronización de los fotogramas
  - Transformación de las imágenes a un sistema de coordenadas común
  - Establecimiento del nivel de confianza de cada espectro



19

## Sistema de detección basado en fusión Captura

Calibración

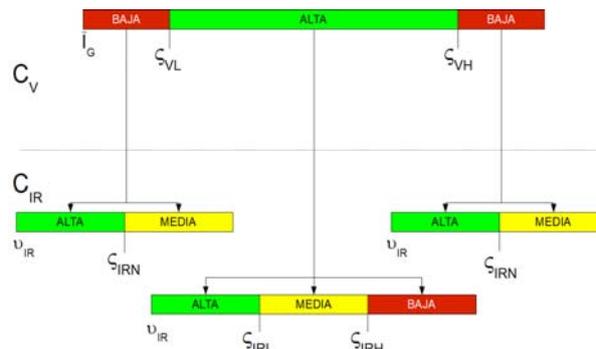
- Montaje de dos cámaras paralelas enfocando al mismo punto
  - Cámara en infrarrojo
  - Cámara en color
- Las imágenes deben operar en un sistema de coordenadas común
  - Referencia: Imagen de la cámara en color
    - Proporciona más información sobre el escenario
  - Se hace necesario transformar la imagen de la cámara en infrarrojo
  - Aplicación de homografía



## Sistema de detección basado en fusión Captura

### Niveles de confianza

- Paso esencial para la fusión
- Basados en las características de las imágenes de cada espectro
- Dinámicos en tiempo real



21

## Sistema de detección basado en fusión Captura

### Nivel de confianza en el espectro visible

- Basado en el valor medio de nivel de gris de la imagen
- Tres opciones:
  - Iluminación muy baja: BAJA
  - Iluminación normal: ALTA
  - Iluminación muy alta: BAJA



22



## Sistema de detección basado en fusión

### Captura

---

Nivel de confianza en el espectro infrarrojo

- Basado en el cociente entre la media y la desviación estándar de la imagen
- Caso 1: Confianza alta en el espectro visible
  - Cociente bajo: ALTA
  - Cociente medio: MEDIA
  - Cociente alto: BAJA

ALTA

$\mu_{IR}$ 
 $\sigma_{IRL}$



23



## Sistema de detección basado en fusión

### Captura

---

Nivel de confianza en el espectro infrarrojo

- Caso 2: Confianza baja en el espectro visible
  - Cociente bajo: ALTA
  - Cociente alto: MEDIA

ALTA

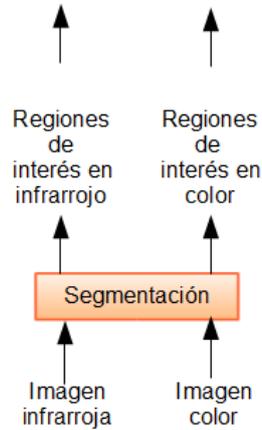
$\mu_{IR}$ 
 $\sigma_{IRN}$



24

## Sistema de detección basado en fusión Segmentación

- Detección inicial de los humanos en los dos espectros
- Objetivo: Elaborar los mejores algoritmos posibles para proporcionar información al siguiente nivel
- Implementación de diversas alternativas tanto para el espectro infrarrojo como para el visible

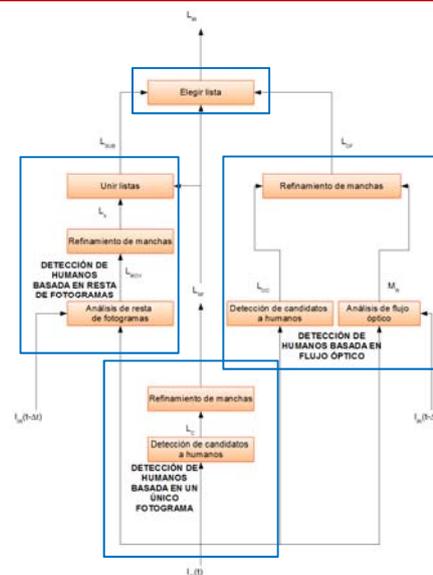


25

## Sistema de detección basado en fusión Segmentación

Detección de humanos en el espectro infrarrojo

- Detección de humanos basada en un único fotograma
- Detección de humanos basada en resta de fotogramas
- Detección de humanos basada en flujo óptico



26

## Sistema de detección basado en fusión Segmentación

Detección de humanos basada en un solo fotograma

- Se buscan las zonas con mayor intensidad de la imagen (candidatos a humano)
- Ajuste horizontal y vertical de las dimensiones de los candidatos hallados
- Filtrado de los candidatos obtenidos por forma y tamaño
- No se utiliza información de movimiento



27

## Sistema de detección basado en fusión Segmentación

Detección de humanos basada en diferencia de fotogramas

- Elaborada a partir del algoritmo anterior
- Aportación de información del movimiento a partir de la diferencia de fotogramas

Detección de humanos basada en flujo óptico

- Nueva alternativa a la detección basada en un solo fotograma
- La diferencia de imágenes no aporta información relevante cuando la cámara se encuentra en movimiento
- Uso del movimiento propio de la cámara

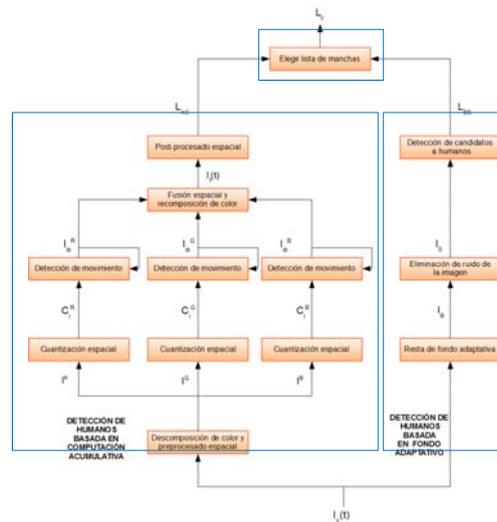


28

## Sistema de detección basado en fusión Segmentación

Detección de humanos en el espectro visible

- Detección de humanos basada en computación acumulativa
- Detección de humanos basada fondo adaptativo



29

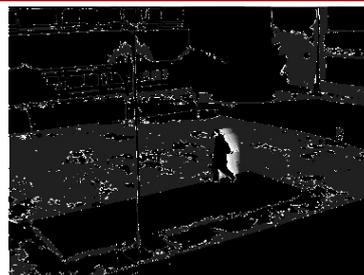
## Sistema de detección basado en fusión Segmentación

Detección de humanos basada en computación acumulativa

- Usa el historial del movimiento de los objetos de la escena
- Aplicación de restricciones de forma para aislar los humanos presentes en la escena

Detección de humanos basada en fondo adaptativo

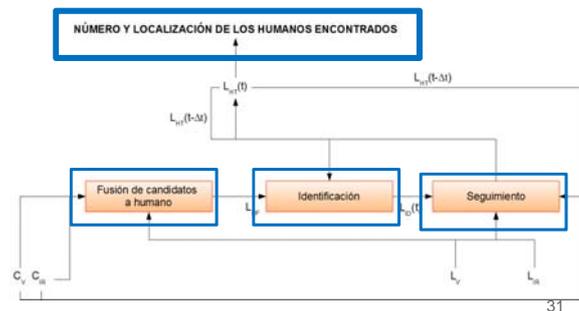
- Basada en mezcla de gaussianos
- Eliminación del ruido de la imagen
- Detección de candidatos a humano



30

## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

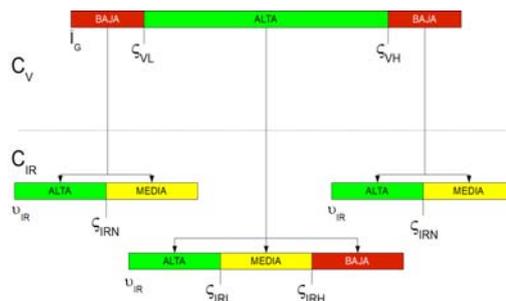
- Encargado de combinar los resultados de las segmentaciones escogidas y generar el resultado final
  - Cantidad de humanos en la escena y localización de los mismos
- Fusión de candidatos a humano
- Identificación de manchas de fusión
- Seguimiento



## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

### Fusión de candidatos a humanos

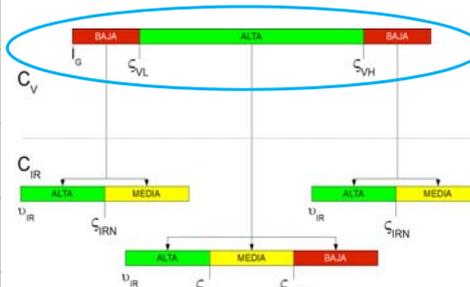
- Análisis de los resultados de la segmentación en ambos espectros
- Sistema de reglas
  - Uso de los niveles de confianza asignados a cada espectro
  - Uso de las características propias de cada espectro
    - El espectro visible cubre mayor área de la zona
    - En el espectro infrarrojo se pueden separar grupos de humanos





## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

REGLA B <sub>v</sub> 0:	IF ( $B_v \notin R_{IR}$ ) THEN <i>insertar</i> ( $B_v, L_{BF}$ )
REGLA B <sub>v</sub> 1:	IF $C_v > C_{IR}$ AND ( $C_{IR} == BAJA$ ) THEN <i>insertar</i> ( $B_v, L_{BF}$ )
REGLA B <sub>v</sub> 2:	IF ( $C_v > C_{IR}$ ) AND ( $C_{IR} == MEDIA$ ) AND $\exists B_{IR} \in L_{IR} \mid B_{IR} \in ROI_{Bv}$ THEN <i>insertar</i> ( $B_v, L_{BF}$ )
REGLA B <sub>v</sub> 3:	IF ( $C_v > C_{IR}$ ) AND $C_{IR} == MEDIA$ AND $\exists B_{IR} \in L_{IR} \mid B_{IR} \in ROI_{Bv}$ THEN <i>insertar</i> ( $B_v, L_{BF}$ )
REGLA B <sub>v</sub> 4:	IF ( $C_v == C_{IR}$ ) AND $\exists B_{IR} \in L_{IR} \mid B_{IR} \in ROI_{Bv}$ THEN <i>insertar</i> ( $B_v, L_{BF}$ )
REGLA B <sub>v</sub> 5:	IF ( $C_v == C_{IR}$ ) AND $\exists B_{IR} \in L_{IR} \mid B_{IR} \in ROI_{Bv}$ THEN <i>insertar</i> ( $B_v, L_{BF}$ )
REGLA B <sub>v</sub> 6:	IF ( $C_v < C_{IR}$ ) THEN <i>ignorar</i> ( $B_v$ )

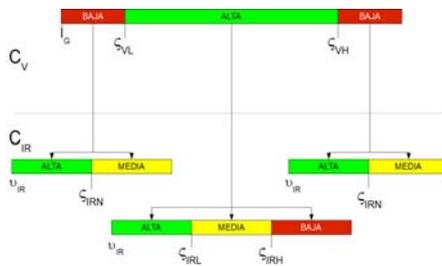


33



## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

REGLA B<sub>v</sub>0: IF ( $B_v \notin R_{IR}$ )  
THEN *insertar* ( $B_v, L_{BF}$ )

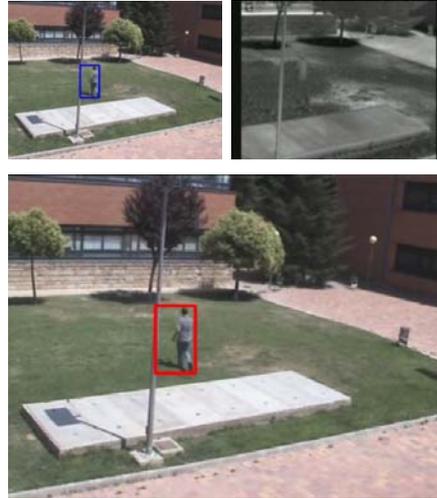
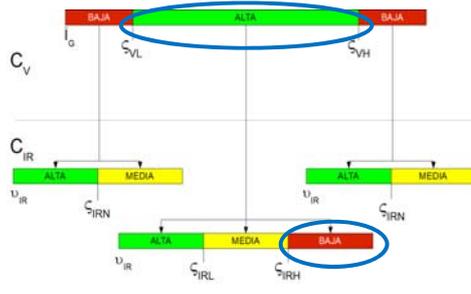


34



## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

REGLA B<sub>V</sub>1: IF  $C_V > C_{IR}$  AND ( $C_{IR} == BAJA$ )  
THEN *insertar* ( $B_V$ ,  $L_{BF}$ )

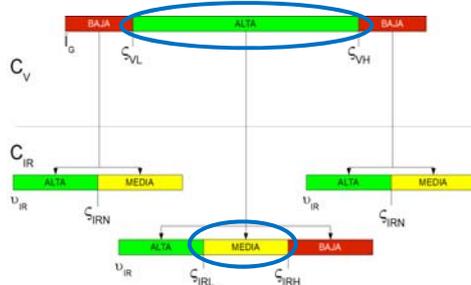


35



## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

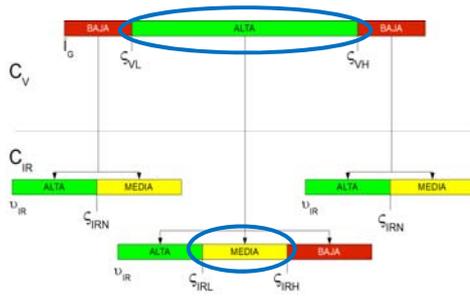
REGLA B<sub>V</sub>2: IF ( $C_V > C_{IR}$ ) AND ( $C_{IR} == MEDIUM$ )  
AND  $\exists B_{IR} \in L_{IR} \mid B_{IR} \in ROI_{BV}$   
THEN *insertar* ( $B_V$ ,  $L_{BF}$ )



36

## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

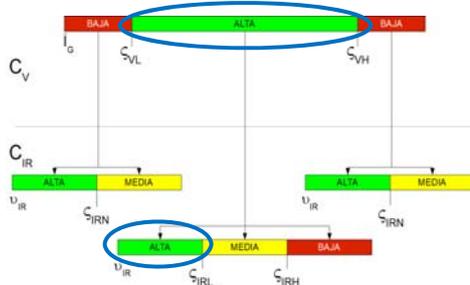
REGLA B<sub>V</sub>3: IF ( $C_V > C_{IR}$ ) AND ( $C_{IR} == MEDIA$ )  
AND  $\exists! B_{IR} \in L_{IR} \mid B_{IR} \in ROI_{BV}$   
THEN *insertar* ( $B_V, L_{BF}$ )



37

## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

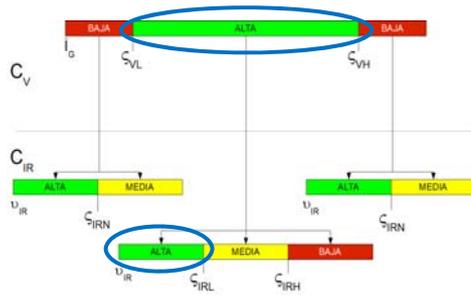
REGLA B<sub>V</sub>4: IF ( $C_V == C_{IR}$ ) AND  $\exists B_{IR} \in L_{IR} \mid$   
 $B_{IR} \in ROI_{BV}$   
THEN *insertar* ( $B_V, L_{BF}$ )



38

## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

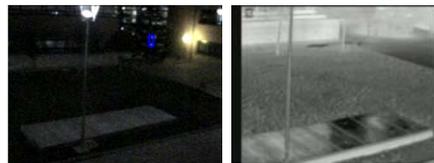
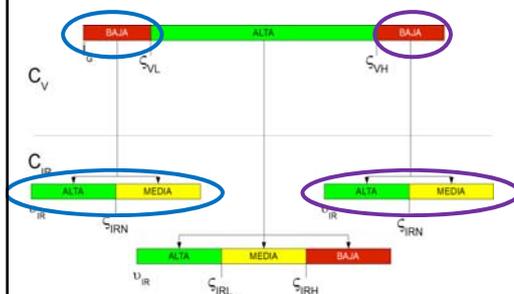
REGLA B<sub>V</sub>5: IF ( $C_V == C_{IR}$ ) AND  $\exists! B_{IR} \in L_{IR}$  |  
 $B_{IR} \in ROI_{BV}$   
 THEN *insertar* ( $B_V, L_{BF}$ )



39

## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

REGLA B<sub>V</sub>6: IF ( $C_V < C_{IR}$ )  
 THEN *ignorar* ( $B_V, L_{BF}$ )

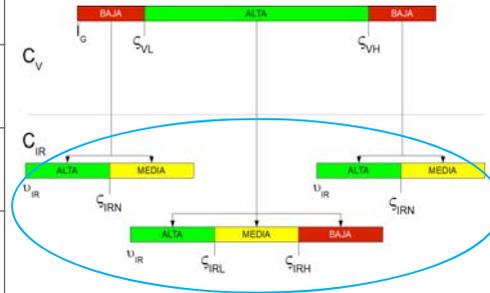


40



### Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

REGLA B <sub>IR</sub> 0:	IF ( $C_{IR} > C_V$ ) THEN <i>insertar</i> ( $B_{IR}, L_{BF}$ )
REGLA B <sub>IR</sub> 1:	IF ( $C_{IR} > BAJA$ AND $C_V > C_{IR}$ ) AND $\exists B_V \mid B_V \in ROI_{BIR}$ AND $B_V \notin L_{BF}$ ) THEN <i>insertar</i> ( $B_{IR}, L_{BF}$ )
REGLA B <sub>IR</sub> 2:	IF ( $C_{IR} == C_V$ ) AND $\exists B_F \in L_{BF} \mid B_{IR} \in ROI_{BF}$ THEN <i>insertar</i> ( $B_{IR}, L_{BF}$ )
REGLA B <sub>IR</sub> 3:	IF ( $C_{IR} == C_V$ ) AND $\exists B_V \mid B_V \in ROI_{BIR}$ AND $B_V \notin L_{BF}$ THEN <i>insertar</i> ( $B_{IR}, L_{BF}$ )
REGLA B <sub>IR</sub> 4:	EN OTRO CASO THEN <i>ignorar</i> ( $B_{IR}, L_{BF}$ )

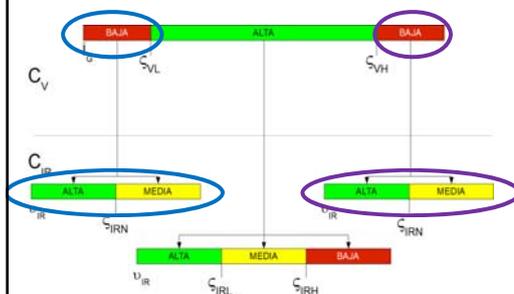


41



### Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

REGLA B<sub>IR</sub>0: IF ( $C_{IR} > C_V$ )  
THEN *insertar* ( $B_{IR}, L_{BF}$ )

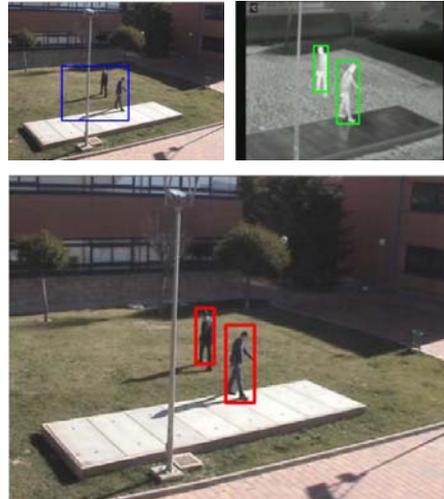
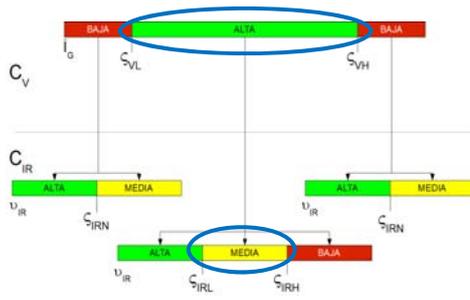


42



## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

REGLA B<sub>IR</sub>1: IF ( $C_{IR} > LOW$  AND  $C_V > C_{IR}$ ) AND  
 $\exists B_V \mid B_V \in ROI_{BIR}$  AND  $B_V \notin L_{BF}$   
THEN *insertar* ( $B_{IR}, L_{BF}$ )

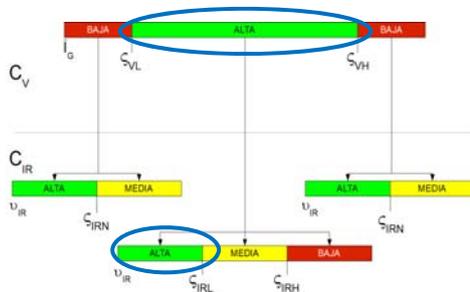


43



## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

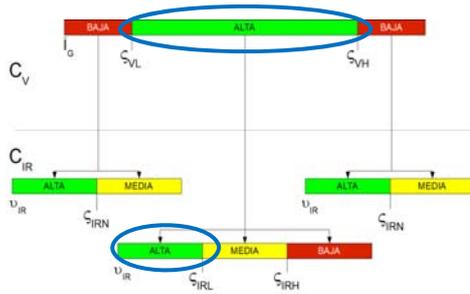
REGLA B<sub>IR</sub>2: IF ( $C_{IR} == C_V$ ) AND  $\exists B_F \in L_{BF}$  |  
 $B_{IR} \in ROI_{BF}$   
THEN *insertar* ( $B_{IR}, L_{BF}$ )



44

## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

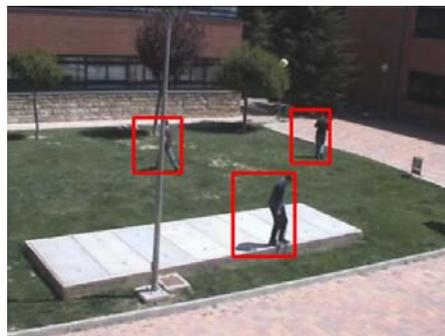
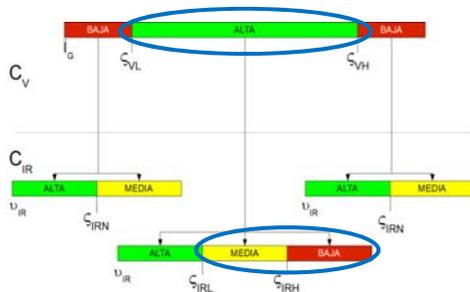
REGLA  $B_{IR3}$ : IF ( $C_{IR} == C_V$ ) AND  $\exists B_V | B_V \in ROI_{BIR}$  AND  $B_V \notin L_{BF}$   
THEN *insertar* ( $B_{IR}, L_{BF}$ )



45

## Sistema de detección basado en fusión Fusión, identificación y seguimiento

REGLA  $B_{IR4}$ : EN OTRO CASO  
THEN *ignorar* ( $B_{IR}$ )



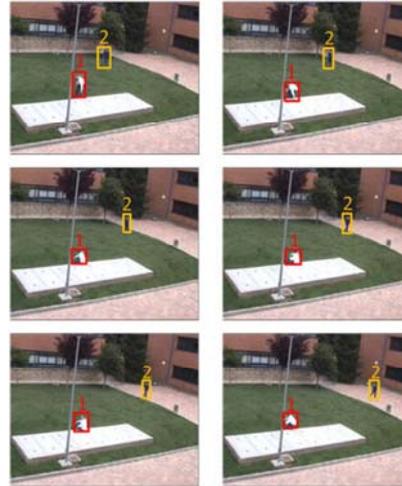
46

## Sistema de detección basado en fusión

### Fusión, identificación y seguimiento

#### Identificación y seguimiento

- Asigna a cada humano detectado la etiqueta del más cercano en la secuencia y se actualizan sus propiedades
  - Coordenadas
  - Velocidad en los ejes x e y durante los últimos 3 segundos
  - **Credibilidad:** Probabilidad de que un humano se encuentre realmente en la escena
    - Asignada en base a dónde fue detectado el humano
    - Se decrementa en caso de no encontrar al humano
- Análisis de los humanos de la secuencia no detectados en el fotograma actual
  - Estima cuáles han abandonado la secuencia y cuáles no han sido detectados puntualmente



47

## Índice

1. Introduction
2. Detección de humanos en vídeo
3. Sistema de detección basado en fusión
4. **Evaluación del sistema de fusión**
  1. **Entorno de evaluación**
  2. **Secuencias de prueba**
  3. **Resultados en segmentación**
  4. **Comparación de resultados de la fusión**
  5. **Aportaciones**
5. Conclusions and future work

48

## Evaluación del sistema de fusión Métricas

- Uso de métricas estándar en los sistemas de visión artificial
  - Verdaderos Positivos (VP)
  - Falsos Negativos (FN)
  - Falsos Positivos (FP)

$$\text{Sensibilidad} = \frac{VP}{VP + FN}$$

$$\text{Precisión} = \frac{VP}{VP + FP}$$

$$\text{F - Score} = 2 \times \frac{\text{Sensibilidad} \times \text{Precisión}}{\text{Sensibilidad} + \text{Precisión}}$$

49

## Evaluación del sistema de fusión Entorno de evaluación

- Escenario de exterior
- Cámara a 6 metros de altura
- Zonas con distinta iluminación
- Superficies con distinta sensibilidad a los cambios de temperatura



50

## Evaluación del sistema de fusión

### Secuencias de prueba

-2° Niebla  
 2° Nevado  
 3° Soleado  
 8° Noche  
 9° Nublado  
 10° Nublado  
 15° Amanece  
 15° Nublado  
 18° Soleado  
 23° Soleado  
 28° Soleado  
 33° Soleado



51

## Evaluación del sistema de fusión

### Resultados de segmentación

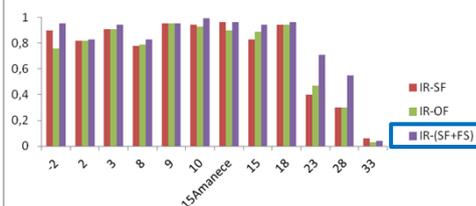
#### Espectro infrarrojo

- Zonas de bajo contraste en la imagen
- El movimiento representa una aportación interesante en este escenario
- Detección de humanos basada en resta de fotogramas

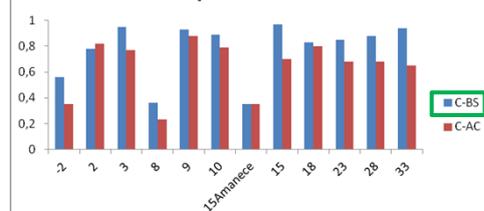
#### Espectro visible

- Escenario con mucha profundidad
- Numerosos desplazamientos en el eje Z
- Detección de humanos basada en fondo adaptativo

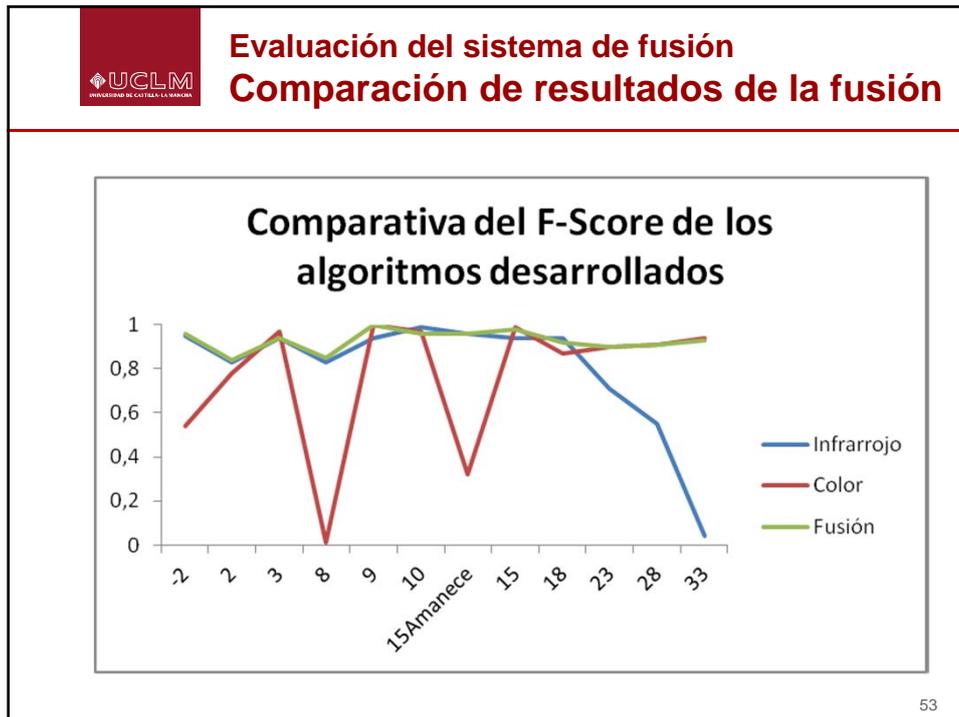
Comparación de algoritmos en el espectro infrarrojo



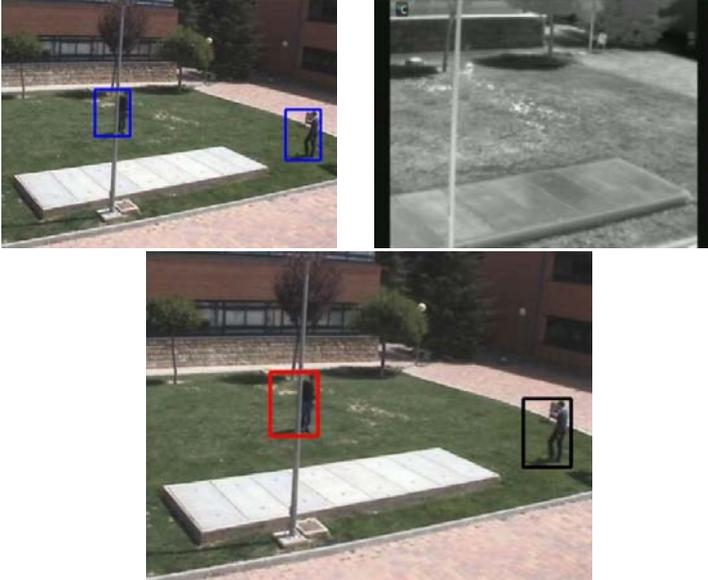
Comparación de algoritmos en el espectro visible



52



**Evaluación del sistema de fusión**  
**Comparación de resultados de la fusión**



55

**Evaluación del sistema de fusión**  
**Comparación de resultados de la fusión**



56

# Índice

1. Introduction
2. Detección de humanos en vídeo
3. Sistema de detección basado en fusión
4. Evaluación del sistema de fusión
- 5. Conclusions and future work**
  - 1. Conclusions**
  - 2. Future work**

57

## Conclusions and future work

### Conclusions

#### **Design and implementation of a robust people detection system based on fusing the information provided after human segmentation in infrared and color spectra**

- Study and analysis of algorithms for motion-based object segmentation and tracking widely used in the literature
  - Proposal, design, implementation and validation of different segmentation algorithms for each spectrum
- Study and analysis of current image fusion techniques
- Proposal, design and implementation of a rule-based fusion mechanism
  - Identification and tracking stages added to the fusion system to provide feedback and enhance the final results of the system

58

## Conclusions and future work

### Conclusions

- Proposal of a method for validating the results of human detection and analysis of the results obtained in a real environment
  - Outdoor testing scenario with changing temperature and illumination conditions
    - Dynamic adaptation to changing environment conditions
  - Great variety of tested situations
    - Versatility on varied people activities
  - Excellent results independently of the conditions of the scene
    - Average improvements of 16% on sensitivity and 12% on F-Score over segmentation on a single spectrum
    - Average statistics over 90% on sensitivity, precision and F-score

59

## Conclusions and future work

### Future work

- Addition of new segmentation algorithms to the system
  - Comparison with our current approaches
- Addition and test of new sensors
  - Ambient temperature sensors
  - Motion detectors in indoor scenario
  - Studio and analysis of the feedback provided by the new sensors to the system

60

## Conclusions and future work

### Future work

- New test scenarios and situations
  - Indoor scenarios
  - Different kinds of areas
  - Cluttered situations
  
- Enhancement of the validation methods
  - Study of the location accuracy of each algorithm
  - Analysis of the silhouettes detected by each algorithm

61

## Aportaciones

### Artículos de revistas

1. Antonio Fernández-Caballero, José Carlos Castillo, Juan Serrano-Cuerda & Saturnino Maldonado-Bascón (2011). **Real-time human segmentation in infrared videos**. Expert Systems with Applications 38 (3), pp. 2577-2584. Elsevier Science. ISSN 0957-4174.
2. Marina V. Sokolova, Juan Serrano-Cuerda, José Carlos Castillo & Antonio Fernández-Caballero (2013). **Fuzzy model for human fall detection in infrared video**. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems 24, pp. 215-228. Special Issue: Recent Advances in Intelligent & Fuzzy Systems. IOS Press. ISSN 1064-1246.
3. José Carlos Castillo, Davide Carneiro, Juan Serrano-Cuerda, Paulo Novais, Antonio Fernández-Caballero & José Neves (2014). **A multi-modal approach for activity classification and fall detection**. International Journal of Systems Science 45 (4), pp. 810-824. Taylor & Francis. ISSN 0020-7721.

62

## Aportaciones Artículos de revistas

4. Antonio Fernández-Caballero, José Carlos Castillo, María T. López, Juan Serrano-Cuerda & Marina V. Sokolova (2013). **INT3-Horus framework for multispectrum activity interpretation in intelligent environments**. Expert Systems with Applications 40 (17), pp. 6715-6727. ISSN 0957-4174.
5. Antonio Fernández-Caballero, Marina V. Sokolova & Juan Serrano-Cuerda (2013). **Lateral inhibition in accumulative computation and fuzzy sets for human fall pattern recognition in colour and infrared imagery**. The Scientific World Journal, volume 2013, 10 pages, ISSN 1537-744X.
6. Antonio Fernández-Caballero, María T. López, Juan Serrano-Cuerda & José Carlos Castillo (2013). **Color video segmentation by lateral inhibition in accumulative computation**. Signal, Image and Video Processing. Springer. ISSN 1863-1703. Submitted

63

## Aportaciones Capítulos de libro

1. Juan Serrano-Cuerda, José Carlos Castillo, Marina V. Sokolova & Antonio Fernández-Caballero (2013). **Efficient people counting from indoor overhead video camera**. Advances in Intelligent and Soft Computing 221, pp. 129-137. Springer-Verlag.
2. Marina V. Sokolova, José Carlos Castillo, Antonio Fernández-Caballero & Juan Serrano-Cuerda (2012). **Intelligent monitoring and activity interpretation framework - INT3-Horus ontological model**. Advances in Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems, pp. 980-989. Springer-Verlag.

64

## Aportaciones Lecture Notes in Computer Science

1. Pablo Tribaldos, Juan Serrano-Cuerda, María T. López, Antonio Fernández-Caballero and Roberto J. López-Sastre (2013). **People detection in color and infrared video using HOG and linear SVM**. Lecture Notes in Computer Science, 7931, pp. 179-189.
2. Juan Serrano-Cuerda, Marina V. Sokolova, Antonio Fernández-Caballero, María T. López and José Carlos Castillo (2013). **Fusion of overhead and lateral view video for enhanced people counting**. Lecture Notes in Computer Science, 7931, pp. 220-229.
3. José Manuel Gascueña, Antonio Fernández-Caballero, Elena Navarro, Juan Serrano-Cuerda & Francisco Alfonso Cano (2011). **Agent-based development of multisensory monitoring systems**. Lecture Notes in Computer Science, 6686, pp. 451-460.
4. José Carlos Castillo, Juan Serrano-Cuerda, Antonio Fernández-Caballero & María T. López (2009). **Segmenting humans from mobile thermal infrared imagery**. Lecture Notes in Computer Science, 5602, pp. 225-234.

65

## Aportaciones Congresos

1. José Carlos Castillo, Juan Serrano-Cuerda, Marina V. Sokolova and Antonio Fernández-Caballero (2012). **Multispectrum video for proactive response in intelligent environments**. The 8th International Conference on Intelligent Environments, IE'12. 26-29 June 2012, Guanajuato (México).
2. Antonio Fernández-Caballero, Marina V. Sokolova, Juan Serrano-Cuerda, José Carlos Castillo, Verónica Moreno, Rodrigo Castiñeira & Luis Redondo (2012). **HOLDS: Efficient elderly fall detection through accelerometers and computer vision**. The 8th International Conference on Intelligent Environments, IE'12. 26-29 June 2012, Guanajuato (México).
3. Juan Serrano-Cuerda, María Teresa López & Antonio Fernández-Caballero (2011). **Robust human detection and tracking in intelligent environments by information fusion of color and infrared video**. The 7th International Conference on Intelligent Environments, IE'11, 25-28 July 2011, Nottingham (United Kingdom).
4. Francisco Alfonso Cano, José Carlos Castillo, Juan Serrano-Cuerda & Antonio Fernández-Caballero (2011). **Multisensory architecture for intelligent surveillance systems - Integration of segmentation, tracking and activity analysis**. 13th International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS 2011, 8-11 June 2011, Beijing (China), vol. AIDSS, pp. 157-162.

66



## **GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

**Juan Serrano Cuerda**  
Universidad de Castilla-La Mancha  
Albacete, España  
jserranocuerda@gmailcom

Albacete, Diciembre 2013