



## **RE-IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS EN ENTORNOS INTERIORES SIN RESTRICCIONES**

**Sergio de López Diz, Cristina Losada Gutiérrez, Marta Marrón Romera,  
Carlos Luna Vázquez, Manuel Mazo Quintas.**

Departamento de Electrónica. Universidad de Alcalá, Ctra. Madrid-Barcelona, Km. 33,600. Alcalá de Henares  
e-mail: s.lopezd@edu.uah.es, cristina.losada@uah.es, marta.marron@uah.es,  
carlos.luna@uah.es, manuel.mazo@uah.es

### **RESUMEN**

La re-identificación de personas es una tarea fundamental en el área de visión artificial y ha cobrado en los últimos años una mayor importancia debido a sus múltiples aplicaciones en sistemas de seguridad y de videovigilancia. En este contexto, se propone un sistema para la detección y re-identificación de personas en redes de cámaras, en entornos interiores sin restricciones en el número de personas o las acciones que realizan. El sistema consta de una etapa de detección de personas basada en descriptores HOG y un clasificador SVM. La salida del detector es la ROI de la imagen que contiene a la persona y se procesa en la etapa de re-identificación, que se lleva a cabo a partir de la información de los histogramas de los canales H y S en el espacio de color HSV para reducir el efecto de la iluminación. Para la comparación de histogramas se ha empleado el método de correlación combinado con dos umbrales que se actualizan dinámicamente para cada modelo de persona. Para la evaluación de la propuesta se han realizado pruebas experimentales empleando la base de datos GBA2016 que incluye múltiples personas realizando distintas actividades en un entorno interior.

**PALABRAS CLAVES:** Re-identificación, color, modelo probabilístico.

## **PEOPLE RE-IDENTIFICATION IN INDOOR ENVIRONMENTS IN THE WILD**

### **ABSTRACT**

People re-identification is a fundamental task in the area of machine vision and it has gained greater importance in recent years due to its multiple applications in security and video-surveillance systems. In this context, we propose a system for the detection and re-identification of people in camera networks, in indoor environments without restrictions on the number of people or the actions they perform. The proposal consists of a people detection stage based on HOG descriptors and an SVM classifier. The detector output is the ROI of the image containing the person and is processed at the re-identification stage, which is carried out from the H and S channel histogram information in the HSV color space to reduce the effect of the lighting changes. For the comparison of histograms, there is used the correlation method combined with two thresholds that are dynamically updated for each person model. For the evaluation of the proposal, several experimental tests have been carried out using the GBA2016 database, which includes multiple people carrying out different activities in an indoor environment.

**KEY WORDS:** Re-identification, color, probabilistic model.



## 1. INTRODUCCIÓN

La re-identificación de personas, definida como la tarea de reconocer a un individuo que ha sido previamente observado en una red de sensores, ha atraído la atención de la comunidad científica en los últimos años [1, 2, 3] debido a las dificultades que presenta por los posibles cambios en las condiciones de iluminación, o las diferencias de aspecto debidas a los cambios en la pose, distancia al sensor, movimientos, etc, así como por sus múltiples aplicaciones en entornos reales. Entre las fundamentales aplicaciones se encuentran desde las relacionadas con la seguridad, el análisis de flujos de personas, la videovigilancia, o el control de aforos (especialmente en entornos con varios accesos), etc., hasta otras relacionadas con análisis del comportamiento del consumidor, o el seguimiento de personas a través de diferentes cámaras en un entorno determinado, por ejemplo, el seguimiento de los movimientos de un consumidor dentro de una superficie comercial.

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es la detección y re-identificación de personas en redes de cámaras RGB ubicadas en posiciones fijas, en entornos interiores sin restricciones. Para el proceso de re-identificación, en primer lugar, es necesario extraer un conjunto de características por cada persona detectada. Dichas características pueden ser de distinta naturaleza: color, forma, textura, etc., y permiten definir la firma de una determinada persona. Así, la re-identificación consiste en comparar esa firma, para diferentes poses, mediante una medida de similitud.

Existen numerosos trabajos en la literatura cuyo objetivo es la re-identificación de personas empleando una, o varias cámaras de color (RGB) [1-11], o sensores que combinan la información de color con profundidad (RGBD) [12-15]. Los primeros trabajos, emplean diferentes descriptores de características locales para la re-identificación de personas. En esta línea [6] presenta una alternativa para el aprendizaje de patrones de color en dos cámaras diferentes. Otras alternativas incluyen también información de la pose [7], la orientación o del movimiento de las personas para mejorar los resultados de la re-identificación. En los últimos años han surgido numerosos trabajos que emplean información RGBD obtenida por un sensor ubicado en posición frontal, y que emplean diferentes características obtenidas a partir de la información RGB-D [12, 13], o la forma y tamaño de las personas en la escena [14].

A continuación, en el apartado 2 se describe el detector de personas. Posteriormente en el apartado 3 se presenta el sistema propuesto para la re-identificación. A continuación, el apartado 4 recoge los principales resultados experimentales. Finalmente, el apartado 5 incluye las principales conclusiones del trabajo, así como los posibles trabajos futuros.

## 2. DETECCIÓN DE PERSONAS

El sistema propuesto en este trabajo consta de dos partes diferenciadas: en la primera de ellas se realiza la detección de personas, obteniendo la región de interés (ROI) en la imagen correspondiente a cada persona. Posteriormente, cada una de las ROIs se analiza para determinar si corresponde a una persona vista previamente por alguna de las cámaras o si es una nueva persona.

El detector de personas es el sistema que se encarga de determinar si en una imagen existen personas, y en caso positivo, proporciona tanto la posición como el tamaño en la imagen de cada individuo localizado. El detector de personas se compone de dos módulos diferenciados: la extracción de información de la imagen y la clasificación de dicha información.

Para la extracción de características de la imagen, se han elegido los Histogramas de Gradientes Orientados (HOG) [16] y un detector basado en ventana deslizante y escalado de la imagen. Se trata de una alternativa ampliamente utilizada por la comunidad científica y que proporciona buenos resultados para la detección de personas.

En relación a la clasificación de los vectores de características HOG extraídos, se emplea una Máquina de Soporte Vectorial (SVM) entrenada para la detección de personas con las imágenes de la base de datos de INRIA [17], que incluye un conjunto de imágenes de 64x128 píxeles de personas adecuadamente centradas y normalizadas. El clasificador proporciona a su salida la posición de la imagen en que se ha detectado cada persona (indicando las coordenadas de la esquina superior izquierda, y la anchura y altura del *bounding box* detectado), lo que



permite extraer la ROI alrededor de cada persona detectada, que se emplea como entrada en la etapa de re-identificación.

### 3. RE-IDENTIFICACIÓN

El sistema de re-identificación de personas recibe como entrada las regiones de la imagen en las que previamente se ha detectado una persona, tal como se muestra en el diagrama de bloques general de la Figura 1. Cada una de las etapas se describe con detalle a continuación. Cabe destacar que, para este trabajo, no hay restricciones en el número de personas, o las acciones que realizan, por lo que se cuenta con secuencias en las que las personas llevan a cabo diferentes acciones: como andar, correr, sentarse, etc. Algunos ejemplos de las ROIs detectadas pueden observarse en la Figura 5.

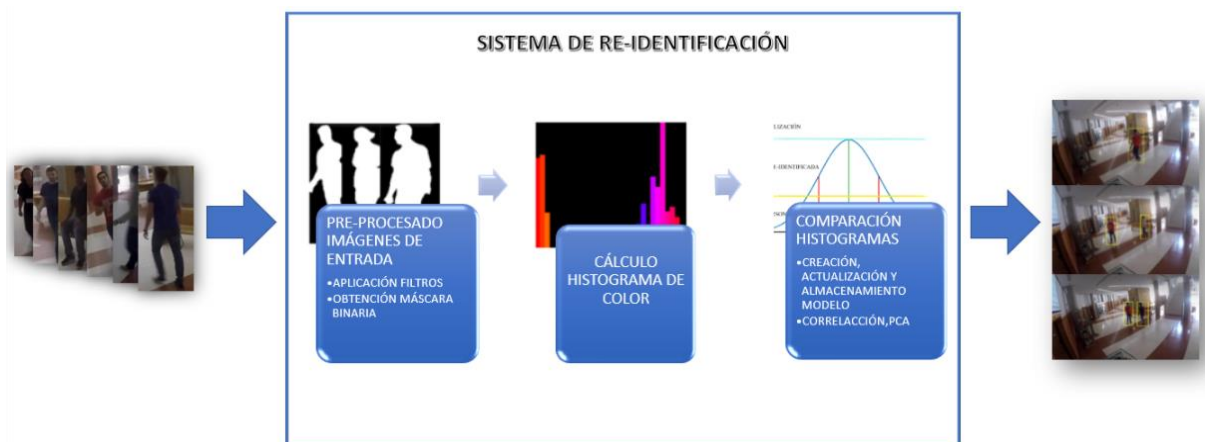


Figura 1. Esquema general del sistema propuesto para la re-identificación de personas en imágenes RGB.

#### Pre-procesado de las imágenes de entrada

Tras la detección de personas, el primer paso para el proceso de re-identificación es el pre-procesado de las ROIs. En primer lugar, se realiza la substracción de fondo. El objetivo de esta etapa es la obtención de una máscara binaria de las personas que se encuentren en la escena para la aplicación de esta última al cálculo del histograma de color y conseguir que el sistema sea capaz de re-identificar a las personas correctamente cuando el fondo de la escena cambie.

Además, tras la substracción de fondo, se procesa la máscara binaria para reducir el ruido y las posibles sombras que puedan afectar al correcto cálculo del histograma de color. Para ello se aplica un filtro *Gaussiano* y posteriormente se umbraliza el resultado para la eliminación de las sombras que al abstraer el fondo aparecen con tonalidades grises. En la Figura 2, se representa el proceso de transformaciones morfológicas que sufre la imagen de entrada hasta la obtención de máscaras binarias que representan a las personas en las secuencias de vídeo.

Para finalizar, es necesario aplicar un escalado de forma que todas las ROIs tengan las mismas dimensiones.

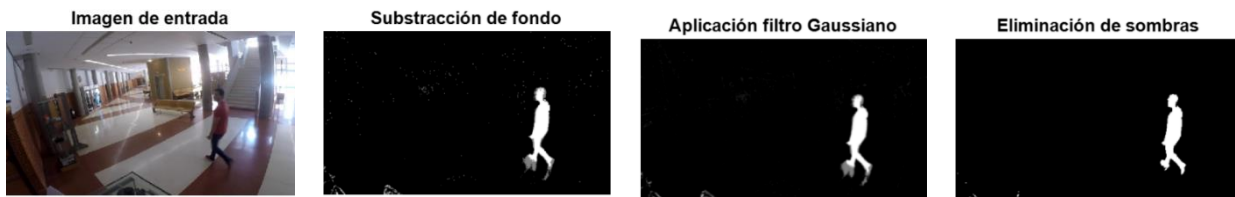


Figura 2. Visualización del resultado de las diferentes etapas del pre-procesado para la obtención de la máscara binaria al detectar personas.

### Cálculo de los histogramas de color

El siguiente paso es el cálculo del histograma de color  $H_i$  para cada individuo detectado  $i$ , para posteriormente realizar la comparación con los demás histogramas o modelos de personas, almacenados en una base de datos asociando a cada persona un identificador único.

Inicialmente se planteó la obtención del histograma en RGB (Red, Green, Blue), formato en el que se encontraban las imágenes proporcionadas por la cámara. Pero se comprobó que los histogramas variaban de forma significativa con los cambios de iluminación. Por este motivo, y con el objetivo de incrementar la robustez del sistema ante los cambios de iluminación que afectan al cambio de tonalidad de los colores en las imágenes entrantes, se han evaluado diferentes espacios de color: HSV (*Hue, Saturation, Value*), YCbCr (*Luma, Blue Chrominance, Red Chrominance*) y YUV (transformación lineal a partir del espacio RGB), eligiendo finalmente el espacio HSV (representado en la Figura 3). En concreto, el cálculo de histogramas se realiza para los canales  $H$  (*Hue*) y  $S$  (*Saturation*), descartándose la información del canal  $V$  (*Value*) que contiene información referente al brillo de la imagen. De esta forma, se reduce de forma significativa el efecto de la iluminación sobre las imágenes de entrada.

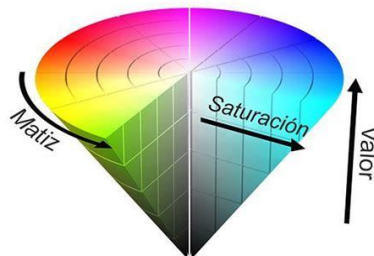


Figura 3. Representación del espacio de color HSV en forma de cono.

### Comparación y registro de histogramas

Tras la obtención de los histogramas en el espacio H-S, es necesario compararlos con los descriptores correspondientes a las personas que han sido vistas previamente por alguna de las cámaras de la red. En función del grado de similitud entre modelos, se decide si se trata de la misma persona y, por tanto, es posible realizar una actualización de la información de color almacenada para esa persona o si, por el contrario, se trata de una nueva persona y se debe guardar como tal en la base de datos.

Los modelos o clases de las personas con su información de color se almacenan en una base de datos local creada en el ordenador donde se ejecute el sistema en formato XML/YML que permite realizar con facilidad las operaciones de lectura/escritura de las clases, ya sea para compararlas entre ellas, actualizarlas o crear nuevos modelos de personas.



La comparación de dos histogramas,  $H_i$  y  $H_j$ , se realiza mediante el método de correlación, utilizando la expresión mostrada en la ecuación (1), donde  $H_i(I)$  representa un *bin* o contenedor del histograma de color calculado de la persona  $i$  y  $\bar{H}_i$  la media total del histograma  $i$ . Para el cálculo de los histogramas de las regiones de interés de las imágenes RGB, se han seleccionado un número de *bins* de 32 por cada canal.

$$d(H_i, H_j) = \frac{\sum_l (H_i(I) - \bar{H}_i)(H_j(I) - \bar{H}_j)}{\sqrt{\sum_l (H_i(I) - \bar{H}_i)^2 \sum_l (H_j(I) - \bar{H}_j)^2}} \quad (1)$$

La correlación permite obtener un parámetro numérico que indique qué grado de similitud existe entre ambos. El resultado obtenido se traduce en un valor numérico de -1 cuando ambos histogramas son totalmente opuestos y un valor de 1 cuando los histogramas son idénticos.

A partir de las métricas obtenidas aplicando la operación de correlación para comparar cada histograma con todos los demás, se propuso la creación de un modelo probabilístico gaussiano por persona y el uso de dos umbrales adaptativos, que se actualizan en función de la media y la varianza de las correlaciones máximas obtenidas con el objetivo de saber si se trata de la misma persona o se trata de un individuo nuevo.

En la Figura 4 se representa gráficamente un ejemplo de modelo gaussiano de una persona y los umbrales dinámicos superior e inferior, donde  $\mu$  es la media,  $\sigma^2$  la varianza y  $c_i$  la correlación máxima obtenida de la comparación del modelo actual con todos los almacenados en la base de datos.

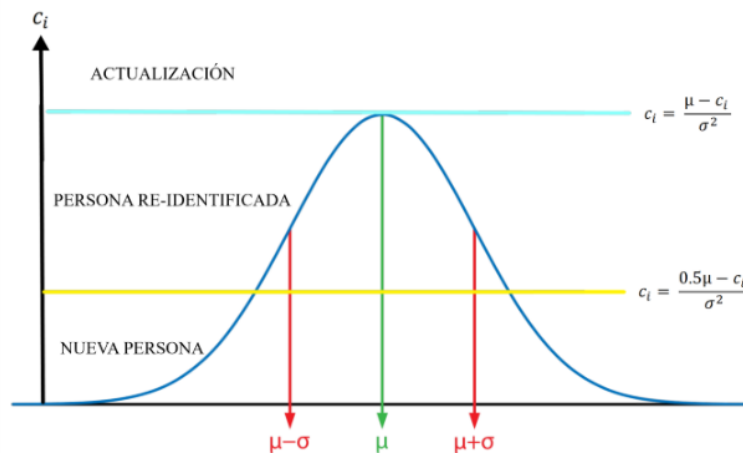


Figura 4. Representación del modelo gaussiano de una persona y sus umbrales adaptativos.

Como se muestra en la figura anterior, los umbrales dinámicos superior e inferior, dependientes de la media y la varianza de las correlaciones máximas, establecen 3 zonas diferentes que marcan las acciones que toma el sistema. Si la correlación máxima obtenida al comparar un histograma de color con los demás es mayor que el límite superior, se actualiza y almacena nuevamente la información de color en el modelo de persona correspondiente. Si la correlación se encuentra entre los dos umbrales, se considera a la persona en cuestión re-identificada, es decir, el sistema es capaz de reconocer qué persona es y asignarle el identificador que se había asignado a dicha persona con anterioridad, pero sin actualizar la clase de la base de datos local. Y, por último, si el resultado de la comparación proporciona un valor de correlación menor que el umbral inferior, se considera que esa persona no se ha visto con anterioridad por lo que es necesario la creación y almacenamiento de una nueva clase y la asignación de un nuevo identificador numérico.



#### 4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Para la evaluación del sistema desarrollado se han empleado imágenes de la base de datos GBA2016 [18], grabada y etiquetada por los miembros del grupo de investigación GEINTRA [19] (Grupo de Ingeniería Electrónica Aplicada a Espacios Inteligentes y Transporte). Esta base de datos contiene actualmente 32 secuencias de vídeo, grabadas en un entorno realista en la Escuela Politécnica de la Universidad de Alcalá, e incluye importantes cambios en la iluminación debido a que se cuenta con luz natural. En las diferentes secuencias aparecen 26 personas distintas realizando acciones cotidianas como andar, correr, sentarse, incluso acciones menos frecuentes como es la de caerse.

Como ya se ha comentado, la etapa de detección de personas incluida proporciona la ROI alrededor de cada persona detectada. Estas ROIs pueden ser de diferentes tamaños, así como tener diferentes relaciones de aspecto en función de la distancia a la cámara y las actividades realizadas por las personas en la escena. Además, debido a la iluminación, el aspecto de las personas puede variar de forma significativa. En la Figura 5 se muestran algunos ejemplos de las ROIs obtenidas. Cada columna representa cuatro ROIs correspondientes a la misma persona.

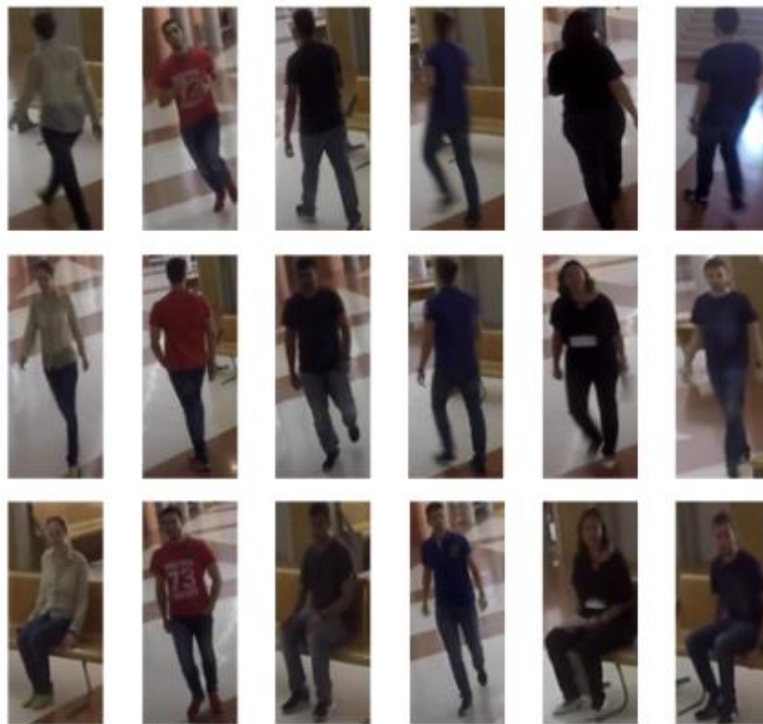


Figura 5. Ejemplos de ROIs en las que se ha detectado una persona realizando diferentes acciones.

El sistema de re-identificación de personas implementado proporciona a su salida la visualización del vídeo sobre el que se indica con un rectángulo (*bounding box*) la situación de las personas, junto con su identificador correspondiente en el centro de su rectángulo. La Figura 6 muestra varios ejemplos donde puede observarse la salida del sistema. Además, se genera un fichero de texto en el que se almacenan los resultados indicando las coordenadas de la situación de las personas y su identificador correspondiente para posteriormente evaluar los resultados con el *ground truth* disponible.



Figura 6. Ejemplos de las secuencias de vídeo de salida del sistema.

Para la evaluación de la propuesta se han realizado diversas pruebas experimentales, utilizando vídeos en los que aparecen 4 personas diferentes. Las secuencias disponibles se han dividido en dos grupos de forma que una parte de ellos se ha empleado para la generación de los modelos, mientras que el resto se han utilizado para la validación experimental de la propuesta. Los resultados se muestran en la matriz de confusión de la Figura 7.

		Predicción			
		Persona 0	Persona 1	Persona 2	Persona 3
Clase real	Persona 0	86.1%	0.1%	0.0%	13.8%
	Persona 1	22.9%	15.0%	62.1%	0.0%
	Persona 2	21.5%	26.8%	0.0%	51.6%
	Persona 3	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

Figura 7. Matriz de confusión del sistema de re-identificación de personas.

Analizando la matriz de confusión mostrada, se observa que mientras que para las personas 0 y 3 se cuenta con un alto porcentaje de acierto, existe una confusión importante en el caso de las personas 1 y 2. Esto se debe al cambio de color de los píxeles de las personas debido a la fuerte variación de iluminación en la escena. Cabe destacar que en este caso no se ha incluido un proceso de seguimiento de las personas, que puede mejorar de forma significativa la re-identificación al permitir incorporar información de varias imágenes, y mantener el identificador asociado a una persona incluso si no se re-identifica correctamente en una o varias imágenes consecutivas.



## 5. CONCLUSIONES

Se ha propuesto un sistema para la detección y re-identificación de personas en redes de cámaras, en entornos interiores sin restricciones en el número de personas o las acciones que realizan. El sistema consta de una etapa de detección de personas basada en descriptores HOG y un clasificador SVM. La salida del detector es la ROI de la imagen que contiene a la persona y se procesa en la etapa de re-identificación.

La re-identificación se lleva a cabo a partir de la información de los histogramas de los canales H y S en el espacio de color HSV. Esta elección permite obtener mejores resultados incluso frente a cambios importantes en la iluminación. Para la comparación de histogramas se ha empleado el método de correlación combinado con dos umbrales que se actualizan dinámicamente para cada modelo de persona.

Las propuestas descritas en este artículo han permitido obtener buenos resultados en un entorno realista, con fuertes cambios en la iluminación, incrementando la robustez del sistema.

Sin embargo, debido a la complejidad de la base de datos empleada, se plantea como trabajo futuro la mejora del sistema incorporando algoritmos y extractores de características más complejos que mejoren los resultados, así como incorporar una solución para el problema de las oclusiones parciales y totales, ya sea provocada por personas o por objetos del entorno.

## RECONOCIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del Ministerio de Economía y Competitividad a través del proyecto HEIMDAL-UAH (TIN2016-75982-C2- 1-R), por la Universidad de Alcalá mediante el proyecto JANO (CCGP2017/EXP-025) y las “Becas de Introducción a la Investigación”.

## REFERENCIAS

1. ZHENG, Liang; YANG, Yi; HAUPTMANN, Alexander G. Person re-identification: Past, present and future. *arXiv preprint arXiv:1610.02984*, 2016.
2. BEDAGKAR-GALA, Apurva; SHAH, Shishir K. A survey of approaches and trends in person re-identification. *Image and Vision Computing*, 2014, vol. 32, no 4, p. 270-286.
3. GONG, Shaogang, et al. (ed.). *Person re-identification*. Springer Science & Business Media, 2014.
4. LI, Annan, et al. Clothing attributes assisted person reidentification. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 2015, vol. 25, no 5, p. 869-878.
5. WANG, Faqiang, et al. Joint learning of single-image and cross-image representations for person re-identification. En *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2016. p. 1288-1296.
6. VARIOR, Rahul Rama, et al. Learning invariant color features for person reidentification. *IEEE Transactions on Image Processing*, 2016, vol. 25, no 7, p. 3395-3410.
7. LEE, Young-Gun, et al. An ensemble of invariant features for person reidentification. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 2017, vol. 27, no 3, p. 470-483.
8. GARCÍA, Jorge, et al. Multiple view oriented matching algorithm for people reidentification. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2014, vol. 10, no 3, p. 1841-1851.
9. ZHAO, Haiyu, et al. Spindle net: Person re-identification with human body region guided feature decomposition and fusion. En *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2017. p. 1077-1085.
10. ZHENG, Liang, et al. Person Re-identification in the Wild. En *CVPR*. 2017. p. 2.
11. CHEN, Ying-Cong, et al. Person re-identification by camera correlation aware feature augmentation. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 2018, vol. 40, no 2, p. 392-408.
12. ALBIOL, Antonio; OLIVER, J.; MOSSI, J. M. Who is who at different cameras: people re-identification using depth cameras. *IET computer vision*, 2012, vol. 6, no 5, p. 378-387.





13. BARBOSA, Igor Barros, et al. Re-identification with rgb-d sensors. En *European Conference on Computer Vision*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 433-442.
14. HASAN, Mohamed; BABAGUCHI, Noborou. Long-term people reidentification using anthropometric signature. En *Biometrics Theory, Applications and Systems (BTAS), 2016 IEEE 8th International Conference on*. IEEE, 2016. p. 1-6.
15. PALA, Federico, et al. Multimodal person reidentification using RGB-D cameras. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 2016, vol. 26, no 4, p. 788-799.
16. DALAL, Navneet; TRIGGS, Bill. Histograms of oriented gradients for human detection. En *Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. CVPR 2005. IEEE Computer Society Conference on*. IEEE, 2005. p. 886-893.
17. "Página de la base de datos de INRIA" <http://pascal.inrialpes.fr/data/human> . (último acceso julio 2018)
18. BAPTISTA-RÍOS, Marcos, et al. Human activity monitoring for falling detection. A realistic framework. En *Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), 2016 International Conference on*. IEEE, 2016. p. 1-7.
19. Página web del grupo de investigación GEINTRA de la Universidad de Alcalá: <http://www.geintra-uah.org/> (último acceso julio 2018).

## **SOBRE LOS AUTORES**

**Sergio de López Diz** es estudiante de cuarto curso del Grado de Ingeniería en Electrónica de Comunicaciones en la Universidad de Alcalá (Madrid) y becario de investigación perteneciente al grupo GEINTRA (Grupo de Ingeniería Electrónica aplicada a Espacios Inteligentes y Transporte) del Departamento de Electrónica de la misma Universidad. Su trabajo de investigación se centra en la visión artificial y en el tratamiento de imágenes.

**Cristina Losada Gutiérrez** es Ingeniera de Telecomunicación desde 2004 y Doctora Ingeniera de Telecomunicación desde 2010, ambos por la Universidad de Alcalá (Alcalá de Henares). Desde 2016 es profesora contratada doctora (interina) en el Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá. Desarrolla su actividad investigadora dentro del Grupo de Ingeniería Electrónica aplicada a Espacios Inteligentes y Transporte (GEINTRA) del que es miembro desde 2007. Sus líneas de trabajos se centran en la visión por computador, el análisis de comportamientos, los espacios inteligentes y las redes de sensores.

**Carlos Andrés Luna Vázquez** es Ingeniero en Electrónica por la Universidad de Oriente, Cuba (1994), y Doctor en Electrónica por la UAH (2006). Desde 2007 es profesor (desde el año 2011 es Profesor Titular) en el Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá y miembro del Grupo de Ingeniería Electrónica aplicada a Espacios Inteligentes y Transporte (GEINTRA). Sus líneas de investigación se centran en la visión artificial y los sistemas de medidas e instrumentación.

**Manuel Mazo Quintas** es Ingeniero de Telecomunicación y Doctor Ingeniero de Telecomunicación, ambos por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Actualmente es Catedrático de Universidad en el Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá y miembro del Grupo de Ingeniería Electrónica aplicada a Espacios Inteligentes y Transporte (GEINTRA). Sus áreas de interés en investigación incluyen la visión computacional, espacios inteligentes, sistemas multisensoriales y sistemas electrónicos para el transporte inteligente por ferrocarril. Es autor de más de 100 artículos en revistas internacionales indexadas en el JCR, de más de 160 comunicaciones a congresos internacionales y ha participado en más de 150 proyectos de investigación de financiación pública y privada.

**Marta Marrón Romera** recibió su doctorado en Electrónica Avanzada y Sistemas Inteligentes en 2008 por la Universidad de Alcalá, España. De 1996 a 2001 fue investigadora en el Departamento de Electrónica, en la misma universidad y Profesora Asistente desde 2001 hasta 2008, donde actualmente es Profesora Titular desde 2009. Actualmente es miembro del grupo de investigación GEINTRA. Sus intereses de investigación incluyen localización en interiores multisensoriales (espacios inteligentes), comprensión de escenas, análisis de comportamiento humano, visión por computadora, algoritmos probabilísticos, sistemas de control integrados y



**19** del 26 al 30 de noviembre de 2018  
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA  
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA

**54**  
ANIVERSARIO  
**cujae**

electrónicos y robótica en general, y robots móviles personales en particular aplicados a tecnologías de asistencia.  
Es autora de más de 90 publicaciones en revistas internacionales, capítulos de libros y actas de congresos.