

# Monitoreo Costero: Análisis de la Cantidad de Usuarios de Playa en Secuencias de Videos mediante Sistemas de Visión

Natalia Revollo Sarmiento<sup>1,2,3</sup>, Claudio Delrieux<sup>3,5</sup>, and Gerardo Perillo<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Instituto Argentino de Oceanografía, CONICET,  
Bahía Blanca Argentina

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería UNJU,  
Jujuy Argentina,

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones en Ingeniería Eléctrica-Dpto. de Ing. Eléctrica y de Computadoras UNS-CONICET,  
Bahía Blanca Argentina,

<sup>4</sup> Departamento de Geología UNS,  
Bahía Blanca Argentina,

<sup>5</sup> Universidad Nacional de Tres de Febrero, [nrevollo@criba.edu.ar](mailto:nrevollo@criba.edu.ar)

**Resumen** El procesamiento de imágenes y video para el estudio de fenómenos naturales es una de las técnicas más usadas para extraer información cualitativa y cuantitativa que sirve de apoyo a la toma de decisiones económicas, políticas, sociales y ambientales . En este trabajo se presenta el desarrollo de un pipeline que permite la identificación y estimación del número de usuarios en forma automática empleando procesamiento de imágenes. El mismo en principio fue testeado para determinar automáticamente la cantidad de usuarios en un sector de la playa de Monte Hermoso. La segmentación se realizó mediante el desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes. La comparación de los resultados de una técnica supervisada contra los obtenidos por el pipeline desarrollado muestra la eficiencia de este último en la estimación del número de usuarios de la playa.

**Keywords:** Visión por computador, Procesamiento de imágenes y video, umbralización, extracción de bordes, segmentación de usuarios

## 1. Introducción

El procesamiento de imágenes es una de las técnicas no invasivas más usadas actualmente para la extracción de información cualitativa y cuantitativa que sirve de apoyo a la toma de decisiones(2; 3; 4; 5). Existen proyectos a nivel mundial que estudian fenómenos naturales mediante el empleo de video, el sistema ARGUS(8) ha sido el pionero en este tipo de sistemas. Sin embargo el continuo desarrollo en la tecnología de captura de imágenes y videos digitales, ha permitido un avance importante en el alcance de las aplicaciones desarrolladas para monitoreo ambiental como los proyectos: INDIA, el proyecto HORS para

el monitoreo costero a través de un globo aerostático, el proyecto CAM-ERA, el sistema EVS, el sistema KOSTA y el proyecto HORUS. En estos proyectos no se ha abordado aún el estudio de ciertos fenómenos como la segmentación para el reconocimiento y medición de cantidad de usuarios de la playa con técnicas basadas en visión por computadora. Existen espacios públicos como las playas que deben ser observados constantemente para determinar políticas de gestión y seguridad. Sin embargo estimar el número de personas en una escena no es una tarea sencilla. En el caso de las playas se debe tener en cuenta diversos factores como las condiciones del clima o la época turística. El objetivo de este trabajo es identificar y estimar el número de usuarios en forma automática. En este trabajo se muestran los primeros resultados de la estimación no supervisada de la cantidad de usuarios en comparación con el valor arrojado por un método supervisado.

## **2. Metodología**

### **2.1. Adquisición de Datos**

Los videos empleados en este trabajo fueron grabados con una estación especialmente desarrollada para esta tarea, la cual consiste en un software para la adquisición de datos y un hardware compuesto por una cámara de video, un framegrabber y una computadora convencional. La cámara se conecta al framegrabber que captura el video de una señal analógica. El sistema de adquisición fue posicionado en forma fija sobre un edificio de 30m. en el Balneario de la ciudad de Monte Hermoso, Provincia de Buenos Aires (figura 1) lo que permite una vista panorámica de la playa. La cámara captura secuencias de videos de 5 minutos de duración con intervalos de espera de 15 minutos durante las horas de visibilidad del día. Los videos tienen una resolución de 480x640 pixeles en formato comprimido mpeg.

### **2.2. Cálculo de la Imagen Media**

El set de videos obtenidos con el sistema de adquisición empleado en este trabajo fue procesado empleando un algoritmo que calcula la imagen media (1). Este algoritmo separa los múltiples fotogramas que componen el video y los combina para extraer una única imagen promedio. La imagen media se calculó accediendo a la componente RGB de cada píxel y acumulando este valor promediado por la cantidad de fotogramas en el píxel de la nueva imagen (figura 2). El cálculo se implementó con un lenguaje estándar de programación empleando la biblioteca de visión por computador OpenCV, la cual implementa una variedad de herramientas y funciones de procesamiento de imágenes y visión por computador en tiempo real.

### **2.3. Segmentación de la Imagen Media**

En esta etapa se aplicó a la imagen media una máscara con una zona que posee un área visible de la playa con usuarios (figura 3a). Se usó esta máscara



**Figura 1.** El sistema de adquisición de datos el cual se encuentra montado sobre el edificio Robertinio desde el cual se tiene una vista panorámica en Monte Hermoso (Buenos Aires, Argentina).

con el propósito de procesar solo aquellos píxeles de la zona de la imagen que corresponden al área de playa, logrando de este modo evitar tiempos de cómputo innecesarios (figura 3b).

#### 2.4. Umbralización de la Imagen Media

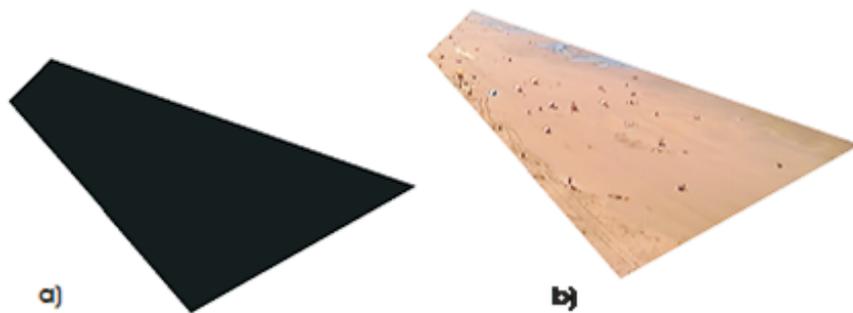
Se segmentó la imagen usando un valor de umbral estimado empíricamente. Diferentes valores de umbrales fueron probados para lograr esta segmentación eligiendo el valor correspondiente a 100 (figura 4a). Luego se aplicó el filtro morfológico de erosión a las imágenes procesadas anteriormente con el objetivo de eliminar zonas que después de la segmentación no representan usuarios (figura 4b).

#### 2.5. Cálculo de bordes y centroides de usuarios

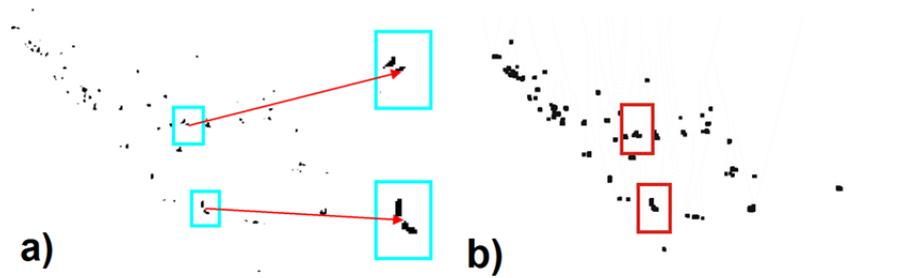
Luego de la segmentación por umbralización y erosión de la imagen media se aplicó un algoritmo de detección de bordes con el propósito de encontrar los contornos que representan los usuarios de playa. Para ello se utilizó el método de representación de contornos Teh-Chin chain (7). Finalmente el cálculo del centroide de cada borde hallado permitió identificar y contar la cantidad total de usuarios en cada imagen media (figura 5).



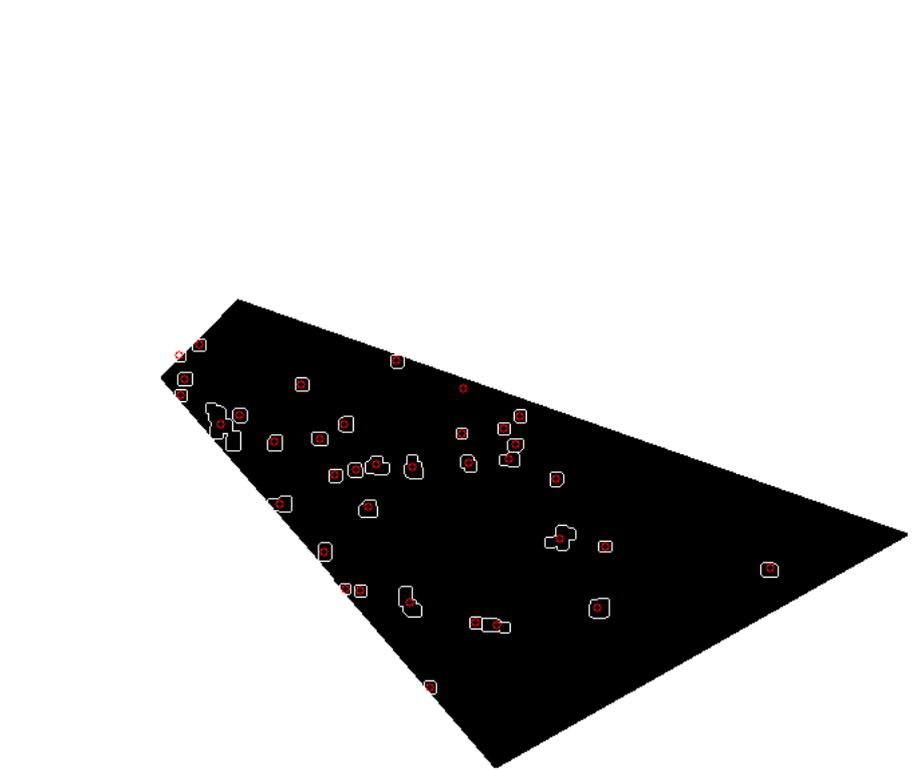
**Figura 2.** Imágenes medias de usuarios de la Playa de Monte Hermoso correspondientes al periodo muestreado



**Figura 3.** Zona seleccionada de la playa de Monte Hermoso. (a) Mascara que se aplica a la imagen media con el objetivo de procesar solo el área de interés y evitar tiempos de procesamiento innecesarios. (b) Zona seleccionada a segmentar después de que se aplico la mascara.



**Figura 4.** Imagen media de usuarios. (a) Imagen con zonas de pixeles que no representan usuarios. (b) Imagen luego de aplicarle repetitivamente el filtro de erosión donde se eliminan los detalles irrelevantes.



**Figura 5.** Representación de bordes de usuarios de la playa empleando el algoritmo de representación de contornos Teh-Chin chain y cálculo de centroides de usuarios.

### 3. Resultados y Discusión

La verificación de los resultados obtenidos por el algoritmo no supervisado fue comparada con los resultados de contar cada usuario de forma manual en las imágenes medias. En la (figura 6a) se muestran el total de usuarios correspondientes al método desarrollado, mientras que en la (figura 6b) se observa la cantidad de usuarios determinada en forma supervisada. En dichas figuras se puede observar que la ubicación espacial de las marcas encontradas en ambos casos son similares. Las marcas espúreas detectadas se deben a factores como la variación de la intensidad de la luz ambiental en espacios exteriores o pequeños movimientos de la cámara debido a vibraciones mecánicas del soporte. En la (figura 7)(superior) se grafica la evolución temporal de la cantidad de usuarios en el período muestreado. Por último en la (figura 7)(inferior) se estima el error porcentual en las mediciones respecto a las cantidades obtenidas en forma no supervisada que se toman como referencia en este trabajo. En este gráfico se puede observar que el porcentaje de error se mantiene por debajo del 7% en la mayoría de las imágenes lo que demuestra que el pipeline desarrollado presenta un buen nivel de performance. La imagen media es el resultado de descomponer

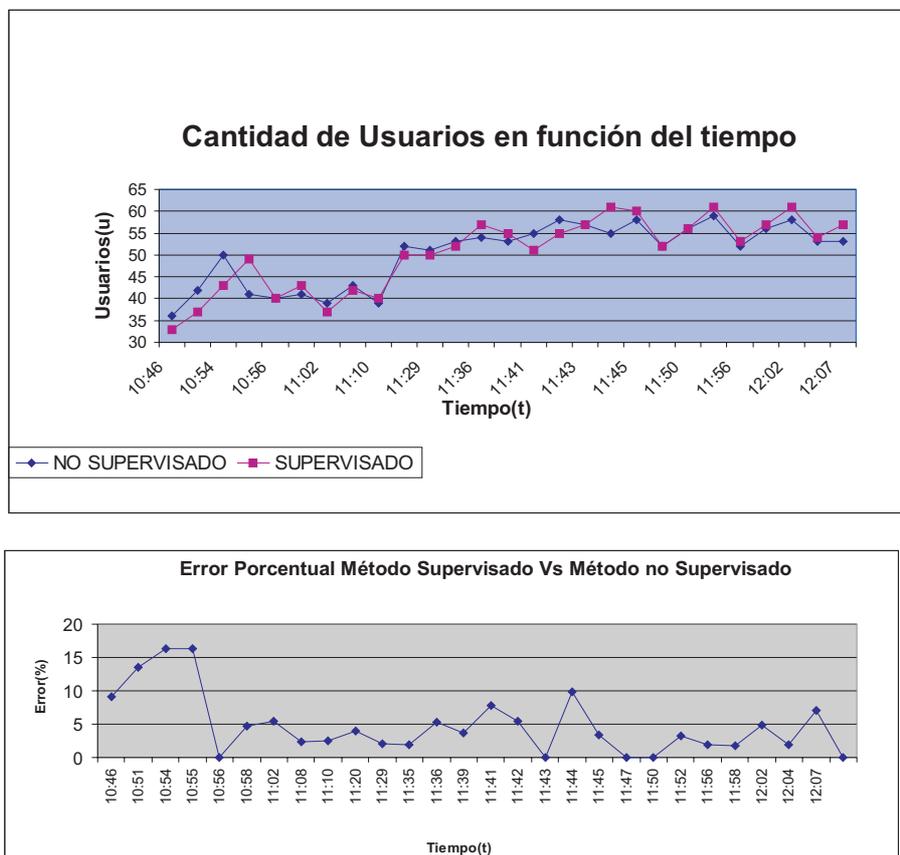


**Figura 6.** Identificación de usuarios en imágenes medias. (a) Método no supervisado (b) Método supervisado

el vídeo en múltiples fotogramas y promediarlos. Esta imagen fue segmentada con un algoritmo de umbralización cuyo valor de umbral fue elegido en forma empírica.

### 4. Conclusión

El procesamiento de imágenes y video es una de las técnicas más usadas para la extracción de información de fenómenos naturales. En este trabajo se



**Figura 7.** Error Porcentual del método de segmentación de usuarios supervisado vs no supervisado

implementó un algoritmo que permite segmentar y contar la cantidad de usuarios en imágenes medias. La metodología empleada fue aplicada a un conjunto de imágenes medias de una secuencia de videos tomados durante un período de muestreo. El algoritmo desarrollado a partir de imágenes medias realiza una segmentación empleando el método de segmentación por umbral, luego esta imagen fue procesada con filtros morfológicos con el objetivo de eliminar zonas espúreas en la segmentación. Por último se calculó los bordes y los centroides de cada usuario con el objetivo de poder representarlos y contarlos en la imagen. Los resultados obtenidos muestran que el algoritmo es capaz de segmentar y contar usuarios de playa de forma precisa. Como trabajo futuro se implementará el pipeline desarrollado para la segmentación de usuarios en secuencias de videos en tiempo real.

## Bibliografía

- [1] Cipolletti, M., Revollo Sarmiento, N., Delrieux, C., Perillo, G., Piccolo, M.: Segmentación Supervisada y No Supervisada de Zonas Costeras en Secuencias de Videos. 39 JAIIO, Argentina (2010)
- [2] Revollo Sarmiento, N., Delrieux, C., Perillo, G., Cipolletti, M. :Coastal Monitoring and feature estimation with small format cameras: Application to the shortline of Monte Hermoso, Argentina. Computer Science Technology Series , EDULP, Argentina (2009)
- [3] Girard, C.,Girard, M.: Processing of Remote Sensing Data. Dunod , Paris (1999)
- [4] Jensen. J.: Introductory Digital Image Processing. A Remote sensing Perspective.Prentice-Hall, Inc., New Jersey (2000)
- [5] Richards. J., Jia. X. : Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction.Springer, Berlin(2006)
- [6] Shio,A., Sklansky J.: Segmentation of people in motion. In: IEEE Workshop on Visual Motion, pp. 325–332. IEEE Press, USA (1991)
- [7] Teh, C., Chin, R.: On the Detection of Dominant Points on Digital Curves.In IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 11, 859–872 (1989)
- [8] Holman, R.A. and Stanley, J.:The History and Technical Capabilities of Argus. Coastal Engineering vol. 54 (2007)