

XII Jornadas de Jóvenes Investigadores (JJI)  
Universidad Nacional de Asunción (UNA)  
Junio – 2018

Ciencia Tecnología e Innovación:

## **DISEÑO DE ALGORITMO REALIMENTADO PARA DETECCIÓN DE OBJETOS EN ENTORNOS CONTINUOS**

Ronaldo Maria Benitez Cardozo  
Ronybenitez@gmail.com;

Tutor:  
Ing. Kevin Cikel

kcikel@ing.una.py

LABORATORIO DE SISTEMAS DISTRIBUIDOS  
FACULTAD INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN

---

**Palabras Clave** — Realimentación, Modelo HSV, Modelo YCbCr, Espacios de Color,  
Entorno Continuo

### **RESUMEN:**

En el presente artículo se describe el *Mask Feedback Algorithm* (MFA) desarrollado en el Laboratorio de Sistemas Distribuidos (LSD) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (FIUNA), con el propósito de detectar objetos presentes en superficies acuáticas desarrollado como una de las componentes fundamentales del proyecto "*Surface Drone for the Study of Water Quality*" también perteneciente al LSD, sin embargo MFA puede ser adaptado a un mayor número de situaciones en las cuales está presente un entorno continuo y se pretende extraer información referente a objetos sumergidos parcialmente en dicho entorno. MFA se compone de 3 fases fundamentales las cuales determinan su eficacia en

XII Jornadas de Jóvenes Investigadores (JJI)  
Universidad Nacional de Asunción (UNA)  
Junio – 2018

la detección de objetos, entre los cuales podemos mencionar: Etapa de Filtrado en el espacio de Colores, Máscara realimentada con media móvil y eliminación de ruido presente en el entorno continuo, en la etapa final se presentan algunos resultados obtenidos con el algoritmo y se proponen futuras mejoras.

## **INTRODUCCIÓN**

Con la evolución de la inteligencia Artificial y la Robótica, uno de los campos que marcará el desarrollo del futuro es sin lugar a dudas la Visión Artificial. Se orienta a crear algoritmos que utilicen información proveniente de toda clase de Cámaras, instrumento desarrollado siglos atrás por la humanidad, y que ha sido perfeccionado hasta obtener un Hardware capaz de brindar información confiable referente al entorno, acompañado de una flexibilidad de uso y costo inmejorable por cualquier otro sensor.

Dentro de este espacio de algoritmos que comprende la visión artificial podemos encontrarnos con la detección de objetos, un eslabón que enfrenta la complicada tarea de discriminar nubes de pixeles y clasificarlos como superficies distintas al resto de los pixeles, una labor compleja, pero que puede ser abordada de dos maneras marcadas por el paradigma de programación, la primera basada en redes neuronales y la segunda, basada en desarrollar filtros que consideren las propiedades del objeto, de manera a separarlo del entorno

MFA implementa técnicas pertenecientes al segundo grupo, específicamente, se han desarrollado 3 filtros para el sistema, realizando una etapa basada en segmentación del espacio de Colores, posteriormente, se aplica una media móvil sobre una máscara inicialmente fija, y finalmente, se realimenta la máscara que define el filtro final.

MFA depende de una cantidad de parámetros no muy amplio, lo cual permite que pueda ser adaptado a entornos más complejos y debido a la simplicidad del algoritmo no requiere una gran cantidad de recursos

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

- Desarrollar e implementar un algoritmo que permita discriminar objetos presentes en un entorno continuo

### **Objetivos específicos:**

- Analizar las características de cada Espacio de Color de manera a desarrollar un filtro primario que elimine ruidos del entorno continuo
- Definir un método de despliegue para la máscara inicial
- Realizar pruebas con los problemas más comunes de entornos continuos

## **ALGORITMO MFA**

La implementación de redes convolucionales entrenadas constituye uno de los métodos más comunes para la detección de objetos. Aunque presente una alta precisión depende del número de muestras tomadas y requiere entrenar la red con herramientas poderosas tales como los Cuda Core u otras Arquitecturas paralelizables. Es allí donde surgen los algoritmos de detección no basados en conocimiento previo que si bien pierden cierta precisión obtenida por las redes neuronales, ganan flexibilidad en la detección y requerimientos de cómputo menores

A continuación se analizarán cada una de las fases de MFA y cada uno de los requerimientos requeridos para cada fase

### **a-Fase Primaria: Filtro de ruidos del entorno Continuo**

MFA está basado casi totalmente en los espacios de color, sin embargo antes de alimentar la etapa principal se requiere una etapa anterior encargada de aprovechar las funcionalidades de los espacios de Color. A continuación se presentan las comparativas realizadas y cada una de las ventajas que aporta cada espacio de Color

XII Jornadas de Jóvenes Investigadores (JJI)  
 Universidad Nacional de Asunción (UNA)  
 Junio – 2018

| <b>Espacio de Color</b> | <b>Ventajas</b>   | <b>Desventajas</b>   |
|-------------------------|---|--|
| <b>RGB</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Procesamiento más sencillo</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● No representa el matiz real de cada color</li> <li>● Las distancias euclidianas entre colores no son un índice de comparación válido</li> <li>● Sensibilidad alta al ruido</li> </ul> |
| <b>HSV</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● La componente Hue del vector de Color define la matiz del color</li> <li>● La media móvil en este espacio define una envolvente más representativa de los objetos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● La componente Hue presenta un comportamiento cíclico</li> <li>● Sensibilidad al brillo y los reflejos de la superficie</li> </ul>   |
| <b>YCbCr</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● La componente Y(Luma) define la luminosidad del píxel</li> <li>● Facilidad para aplicación de Ecuilización de Histograma</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Pérdida rápida de la información con la distancia al objeto</li> </ul>  |

A partir del análisis de Ventajas y desventajas la etapa primaria del preprocesamiento implementa el siguiente algoritmo

- Obtención de la Imagen RGB (Procesamiento rápido)
- Conversión al Espacio YCbCr (Se pretende aprovechar la componente Luma)
- Ecuilización de Histograma sobre la componente Luma (Elimina reflejos y sobre-iluminación)

- Conversión de YCbCr al Espacio HSV (Flexibilidad de envolvente ante la media móvil)

La etapa del filtro primario se considera concluida una vez aplicado el algoritmo citado anteriormente, obteniendo una gran eliminación del reflejo y del ruido en las etapas finales. La imagen en el Espacio HSV es utilizada para la etapa siguiente

### **b-Fase Secundaria: Kernel MFA**

El Core del Algoritmo MFA está basado en su segunda etapa, la cual puede ser analizada en sus tres componentes fundamentales definidas a continuación:

#### **b.1-Generador de Máscara Inicial**

Una máscara es una Región dentro de la Imagen que pretende ser analizada, para nuestro análisis, hemos definido la máscara como una matriz binaria que representa la presencia o no de un objeto en escena. El despliegue de la máscara toma una región de la imagen en la cual se tenga certeza de presencia del entorno continuo, en nuestro caso de estudio sería una porción de imagen en la cual se pueda asegurar la presencia de agua.

Una vez analizadas la mayoría de las imágenes y videos de referencia, hemos definido esta región como la parte inferior de la imagen, con una relación de 1:6 con respecto al tamaño real del fotograma actual.

La Máscara inicial es guardada como  $MASK_i$

#### **b.2-Cálculo de Media Móvil**

En la fase primaria habíamos obtenido una imagen HSV ecualizada para la eliminación del brillo y reflejos presentes en el entorno. Con la imagen preprocesada procedemos a calcular la media móvil, para ello hemos definido una función encargada de realizar las siguientes acciones

**b.2.1-**Considerar todos los puntos de la máscara como puntos de interés

**b.2.2-**Calcular la media en cada uno de los canales del espacio HSV de la imagen obtenida, así

tendríamos una media en *Hue, Saturation and Value* denotados por  $H_m, S_m, V_m$

**b.2.3-** Calcular la desviación estándar en cada uno de los canales del espacio HSV denotados por  $\Delta H, \Delta S$  y  $\Delta V$

**b.2.4-** Definimos los factores  $F_h, F_s,$  y  $F_v$  cuyo propósito es la expansión de la superficie envolvente de los puntos de la superficie. Estos valores son reales entre 1 y 8, pero se recomienda la calibración de los mismos por parte del programador, teniendo en cuenta la importancia de cada canal en el filtro. En [1] existe bibliografía referente al tema

**b.2.5-** Definimos la región de Interés del espacio HSV dado de la siguiente manera

Los píxeles cuyas ternas  $[H_p, S_p, V_p]$  pertenecen se encuentran presentes en el rango dado por  $HSV_{min}$  y  $HSV_{max}$  se consideran puntos de la región de Interés, donde las ternas  $HSV_{min}$  y  $HSV_{max}$  están dadas por:

$$HSV_{min} = [H_m - F_v \cdot \Delta H; S_m - F_s \cdot \Delta S; H_v - F_v \cdot \Delta V]$$

$$HSV_{max} = [H_m + F_v \cdot \Delta H; S_m + F_s \cdot \Delta S; H_v + F_v \cdot \Delta V]$$

### **b.2.6-Guardado de la nueva Máscara**

La nueva máscara con los píxeles presentes en la región serán guardados en  $MASK_2 = f(MASK_1)$

### **b.2-Etapa de Realimentación y cálculo de Máscara siguiente**

En el paso anterior definimos la región de análisis de los píxeles, hasta este punto el algoritmo ha devuelto resultados bastante buenos, sin embargo al dejar el algoritmo en lazo abierto, la máscara quedaría constante y la media calculada dependería únicamente de la porción definida en el paso b.1, esto provocaría una máscara fija cuya implicancia negativa está dada por el siguiente fundamento:

*Una máscara fija depende totalmente de los píxeles de la región inicial, si dichos píxeles no representan la media del espacio continuo, el algoritmo obtiene resultados no válidos*

La máscara realimentada está dada por:

XII Jornadas de Jóvenes Investigadores (JJI)  
Universidad Nacional de Asunción (UNA)  
Junio – 2018

$$MASK_{i+1} = (MASK3_i)\Phi(MASK2_i)$$

Donde  $\Phi$  representa un producto elemento a elemento entre las dos matrices binarias,  $MASK_{i+1}$  representa la nueva Matriz de Máscara a ser utilizada en el siguiente ciclo de operación y la matriz  $MASK3_i$  es una copia de la matriz de máscara inicial calculada en el paso 1 e **invariante**

### **IMPLEMENTACIÓN EN PYTHON**

La implementación de MFA se llevará a cabo utilizando Python 2.7 y OpenCV. A continuación detallamos algunas de las ventajas que nos ofrecen

XII Jornadas de Jóvenes Investigadores (JJI)  
Universidad Nacional de Asunción (UNA)  
Junio – 2018

**Python:** Python es un lenguaje multiplataforma orientado a desarrollar una herramienta que favorezca a la simplicidad del código y que permita una fácil implementación de algoritmos complejos mediante un alto nivel de abstracción

A continuación se citan algunas de sus ventajas:

- Alta abstracción de librerías
- Manejo sencillo de Tensores como elemento pseudo-nativo del lenguaje

**OpenCV:** Constituye un compilado de varios algoritmos de Visión Computacional multiplataforma, con sintaxis sencilla y abstracta, que permite implementar complejos algoritmos de Visión Computacional en pocas líneas de Código, los siguientes aspectos son los más destacables para el proyecto

- Comunicación sencilla y parametrizable con el Hardware de la Cámara
- Conversión simple entre espacios de Color
- Los arrays de representación de Imágenes pueden ser tratados como nativos de Python

**Funciones Utilizadas:**

A continuación se citan algunas de las funciones de openCV más importantes para el proyecto:

*Output=CvtColor(Source,CNV\_CODE)*

XII Jornadas de Jóvenes Investigadores (JJI)  
Universidad Nacional de Asunción (UNA)  
Junio – 2018

- Source: Array de entrada en el espacio de Color inicial
- Output: Array de salida en el espacio de Color Final
- CNV\_CODE: Valor entero que determina el espacio de estado final y el inicial

BiO=**InRange**(Source,Pmin,Pmax)

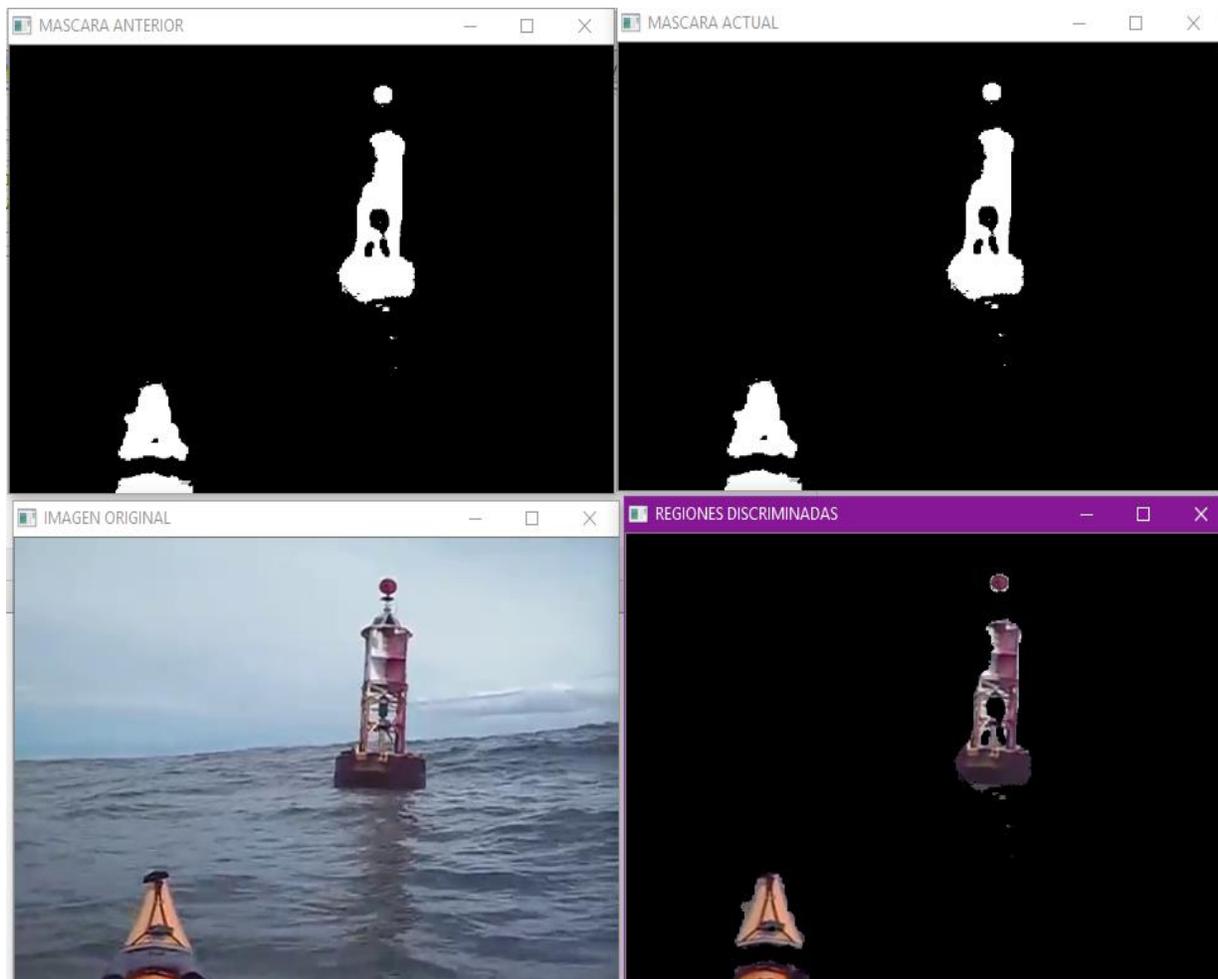
- BiO=Array de Salida Binario que representa las regiones que contienen a los pixeles en l rango [Pmin,Pmax]
- Pmin: Cota inferior para el espacio de color
- Pmax: Cota superior para el espacio de color
- Source: Imagen representado en el espacio de Color

Una descripción más detallada de las funciones se presenta en [OpenCV Docs](#)

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

Se ha verificado el comportamiento del algoritmo para ciertas muestras de entornos con propiedades problemáticas varias

XII Jornadas de Jóvenes Investigadores (JJI)  
Universidad Nacional de Asunción (UNA)  
Junio – 2018

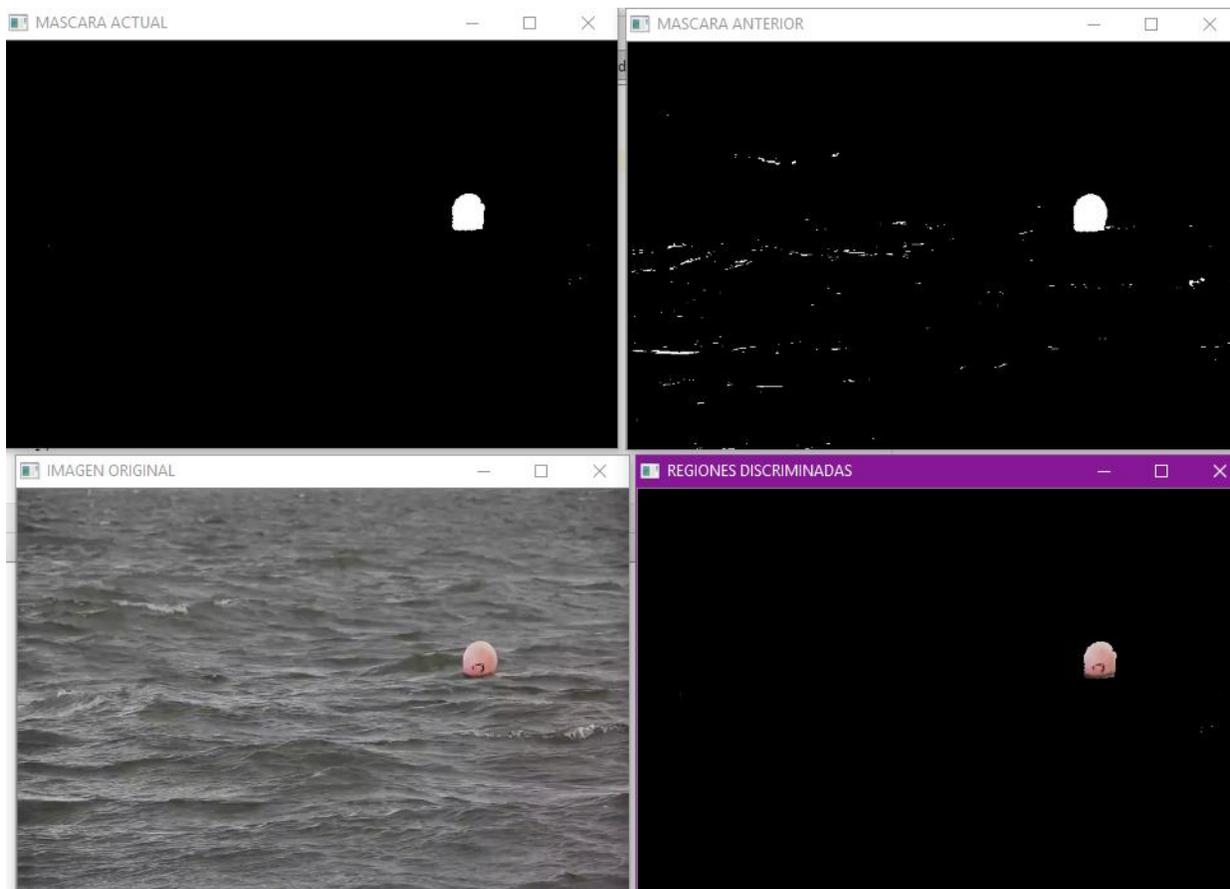


**Test 1:** 1) Máscara realimentada anterior, 2)Máscara Realimentada Siguiente, 3)Imagen Original, 4) Regiones discriminadas como objetos

**Dificultades:**

- Reflejo de Superficie

XII Jornadas de Jóvenes Investigadores (JJI)  
Universidad Nacional de Asunción (UNA)  
Junio – 2018



**Test 2:** 1)Máscara realimentada anterior, 2)Máscara Realimentada Siguiete, 3)Imagen Original, 4) Regiones discriminadas como objetos

**Dificultades:**

- Reflejo de Superficie
- Alta presencia de olas
- Movimiento de las mareas bastante pronunciado

**Conclusión**

XII Jornadas de Jóvenes Investigadores (JJI)  
Universidad Nacional de Asunción (UNA)  
Junio – 2018

MFA ha obtenido resultados aceptables luego de la aplicación de pruebas con presencia de los fuentes más comunes de error (Ruido, Movimiento del Entorno, Discontinuidades), sin embargo requiere mejoras para obtener una caracterización más detallada de los contornos del objeto y la detección de objetos más pequeños y con distancias al objetivo mucho mayores.

Entre las posibles mejoras podemos destacar la utilización de una cámara con mayor resolución, implementación de técnicas basadas en sistemas estéreo y utilización de referencias externas para calibrar el sistema. Además de la propia detección de objetos, se podría aplicar un filtro Canny para disminuir la región de análisis detectando el horizonte [3]

## REFERENCIAS

- [1] Monaco, M. K. (2007). Color space analysis for iris recognition. West Virginia University.
- [2] Heidarsson, H. K., & Sukhatme, G. S. (2011, September). Obstacle detection from overhead imagery using self-supervised learning for autonomous surface vehicles. In *Intelligent Robots and Systems (IROS), 2011 IEEE/RSJ International Conference on* (pp. 3160-3165). IEEE.
- [3] Kristan, M., Kenk, V. S., Kovačič, S., & Perš, J. (2016). Fast image-based obstacle detection from unmanned surface vehicles. *IEEE transactions on cybernetics*, 46(3), 641-654.
- [4] Rasmussen, C., Lu, Y., & Kocamaz, M. (2010, October). Trail following with omnidirectional vision. In *Intelligent Robots and Systems (IROS), 2010 IEEE/RSJ International Conference on* (pp. 829-836). IEEE.
- [5] Montemerlo, M., Thrun, S., Dahlkamp, H., Stavens, D., & Strohband, S. (2006, July). Winning the DARPA Grand Challenge with an AI robot. In *AAAI* (pp. 982-987)..