

## DOS EJEMPLOS DE FILTROS PASA-ALTA: SU APLICACIÓN A PESQUERÍAS.

A. Iglesias, J. M. Cotos, J. A. Triñanes, C. Hernández.

Departamento de Electrónica y Computación  
Facultad de Física. Campus Sur  
15706 Santiago de Compostela

### RESUMEN

Presentamos en este artículo un nuevo método de aprovechamiento de los recursos naturales para la optimización del esfuerzo necesario para la explotación de los recursos pesqueros.

Mediante la utilización y comparación de dos filtros pasa-alta, el DoG y el Cluster-shade se presentan dos métodos distintos con ventajas e inconvenientes para encontrar el sitio donde la flota de altura pelágica alcance un mayor rendimiento pesquero.

### 1. INTRODUCCIÓN:

La teledetección es una potente herramienta para optimizar la gestión de los recursos naturales y su explotación. Un ejemplo de esto lo constituye el sistema operacional de pesquerías pelágicas del Laboratorio de Sistemas de la USC.

El objetivo de este trabajo es la implementación de un método para automatizar el procesado de imágenes y la detección de zonas con una alta concentración de fito y zooplancton, lo cual nos indicará que la cadena alimenticia está teniendo lugar. Esto ocurre por ejemplo allí donde hay frentes térmicos ya que es en esta zona donde tiene lugar una aparición de fito y zooplancton asociado con un fuerte gradiente térmico. Con este fin crearemos mapas indicativos de zonas ricas en nutrientes en base a la intensidad del frente (variación de grados de temperatura por unidad de distancia, i.e. °C/milla) y la distancia temporal entre su aparición o nacimiento y su fecha de estudio. Este último parámetro estaría directamente ligado al tiempo necesario para que los nitratos y fosfatos pasaran de sales a materia orgánica dentro de la cadena alimenticia.

Las imágenes con las que vamos a trabajar se obtienen a partir de los datos de

NOAA-14, con el sensor AVHRR en concreto de la zona de Madagascar en el Océano Índico. En el NOAA-14 se obtienen datos a las siguientes longitudes de onda: AVHRR/2

| Longitud de onda (µm.) | canal |
|------------------------|-------|
| 0.58-0.68              | 1     |
| 0.72-1.10              | 2     |
| 3.55-3.93              | 3     |
| 10.3-11.3              | 4     |
| 11.5-12.5              | 5     |

A partir de ellos se pueden discriminar las partes que son de tierra y nubes de aquellas de interés.

### 2. METODOLOGÍA Y RESULTADOS:

#### 2.1. Máscara de nubes:

En una imagen de satélite recibida hay datos de temperaturas de mar y de nubes juntos. Es importante su separación para quedarnos con los verdaderamente importantes, los de mar. Ello lo haremos estableciendo unos umbrales en los canales de la siguiente forma:

-Si la imagen es de día elimino todos los valores mayores que un cierto máximo del canal 2 (2, valor de albedo).

-Si la imagen es de noche se calcula la diferencia entre las temperaturas de brillo de los canales 3 y 4 de 1.5 (valor de temperatura de brillo) se elimina el píxel.

En el procesado además se deshecha todos aquellos puntos cuyo ángulo de inclinación de satélite con respecto a la vertical exceden los 50° y los pixels que toman un valor de temperaturas exagerado respecto a los que le rodean (filtro del máximo). Las temperaturas reales se calculan mediante el método de Split-window.

En la imagen de a continuación se puede apreciar los datos de temperaturas una vez que las procesamos:

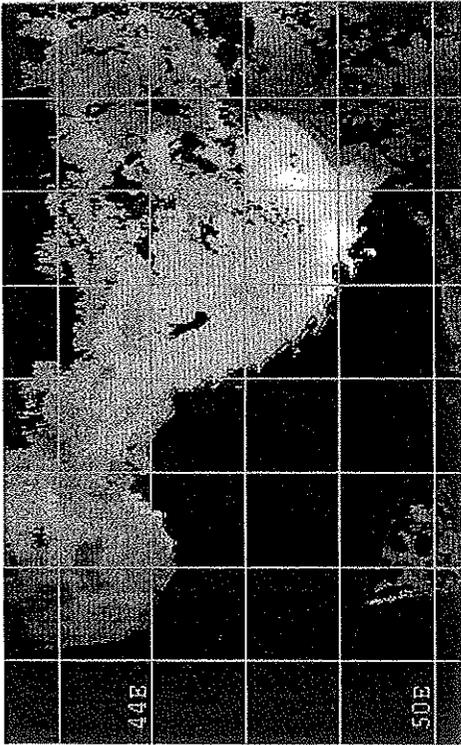


Figura 1. Imagen de temperaturas de la zona del estrecho de Madagascar en el Océano Índico. Datos obtenidos a partir de los canales 1,2,3,4 y 5 del sensor AVHRR (satélite NOAA)

## 2. 2. Detección de bordes:

Para alcanzar el objetivo expuesto se hace necesaria la implementación de un filtro pasa-alta que realce las altas frecuencias y por tanto las variaciones bruscas de temperatura. De esta forma crearemos una nueva imagen que elimine toda uniformidad para centrarnos en lo que nos interesa. Se han usado dos clases de filtros pasa-alta, el DoG (Difference of Gaussian) y el Cluster-Shade :

a) El filtro DoG se basa en que los operadores binomiales discretos [5] con los que se pueden construir operadores pasabanda. Como estos operadores convergen rápidamente en la función gaussiana, podemos utilizar esta función

para describir filtros más complejos[2]. Usando la máscara de convolución continua:

$$1/\sigma\sqrt{2/\pi}\exp(-x/2\sigma^2)$$

y la función de transferencia:

$$\exp(-k^2\sigma^2/2)$$

se puede alcanzar la función de transferencia del filtro DoG:

$$DoG = \exp\frac{-k^2\sigma_1^2}{2}(1 - \exp\frac{-k^2(\sigma_2^2 - \sigma_1^2)}{2})$$

El comportamiento de esta función es muy similar al de un suavizador muy ligero de bordes con el filtro gaussiano, al que posteriormente se le aplica un operador diferencial que realza las altas frecuencias.

b) El algoritmo de detección de bordes Cluster-Shade [4] está basado en la matriz de concurrencia de niveles de gris (matriz GLC). La matriz GLC ha sido ampliamente usada como herramienta de análisis de imágenes. El elemento (i,j) de la matriz es  $P(i,j|\Delta x, \Delta y)$ , esto es la frecuencia relativa con la cual dos elementos de la imagen, separados por una distancia  $\Delta x$  en la coordenada x y  $\Delta y$  en la coordenada y, aparecerían en una en la imagen, uno con nivel de intensidad i y otro con nivel de intensidad j. Matemáticamente, para una imagen de M\*N píxeles:

$$P(i, j|\Delta x, \Delta y) = \sum_{m,n} A$$

Donde

$$A = \frac{1}{(M - \Delta x) * (N - \Delta y)}$$

si  $f(m,n)=i$  y  $f(m+\Delta x, n+\Delta y)=j$ .

De otra manera  $A=0$

Esta matriz puede usarse de la siguiente forma para resolver nuestro problema de detección de bordes:

$$S(\Delta x, \Delta y) = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} (i + j - \mu_i - \mu_j)^3 * P(i, j|\Delta x, \Delta y)$$

donde:

$$\mu_i = \sum_{i=0}^{L-1} i \sum_{j=0}^{L-1} P(i, j \Delta x, \Delta y)$$

$$\mu_j = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} j P(i, j \Delta x, \Delta y)$$

$\mu_i$  y  $\mu_j$  son estimaciones de la intensidad basadas en sumas ponderadas de filas y de columnas dentro de la matriz GLC.

Para el cálculo se puede hacer  $\Delta x = \Delta y = 0$ , con lo que:

$$P(i, j \Delta x, \Delta y) = 0 \text{ para } i \neq j$$

$$\mu_i = \mu_j = \mu$$

$$P(i, i \Delta x, \Delta y) = H(i) / (M * N)$$

Donde  $H(i)$  es el histograma de valores de intensidad y  $\mu$  es la intensidad media dentro de la ventana local usada para estimar  $S(x, y)$ . Finalmente con todos estos cambios  $S(x, y)$  queda como sigue:

$$S(\Delta x, \Delta y) = \frac{8}{M * N} \sum_{i=0}^{L-1} (i - \mu)^3 H(i)$$

Una vez implementado el algoritmo es necesario aplicarlo solamente a la zona de interés, es decir hay que conseguir que no aparezcan como frentes las líneas de costa ni las nubes. Para lograr ésto se utilizó una variable máscara que ya comentamos antes, y que está creada en pasos anteriores.

### 2. 3. Conocimiento heurístico añadido:

Asimismo, se implementaron varias funciones con el objetivo de eliminar ruido en la imagen de frentes de la siguiente manera:

- suprimiendo todos aquellos puntos cuyo valor baje de un umbral. Se supone que son pequeñas variaciones sin importancia.
- suprimiendo aquellos puntos (en teoría frentes) que estén aislados.
- comprobando que los puntos que parecen válidos lo son de verdad calculando la diferencia de temperaturas en la imagen.

### 3. **CONCLUSIONES**

En la práctica, una vez implementados los dos tipos de filtros, se observan unos resultados más nítidos en el

caso del filtro Cluster-Shade que en el del filtro DoG a costa de un mayor tiempo de trabajo computacional. En una imagen típica de 400\*500 píxeles el DoG tarda alrededor de 1 min., el Cluster-Shade tarda aproximadamente media hora (todo ello en una estación de trabajo Sun SPARC 20). La diferencia puede apreciarse en las figuras adjuntas donde pueden observarse la existencia de un fuerte frente térmico al norte de la isla de Madagascar. Este frente se distingue de manera muy nítida en la imagen del filtro Cluster-shade, y un poco más borrosamente con el filtro DoG. Los demás frentes tienen un comportamiento similar, por ejemplo en los frentes de la parte inferior se aprecia un ruido difícilmente eliminable, mientras que en el caso del Cluster-shade los frentes aparecen marcados lo suficiente como para apreciarse bien (de todos modos se puede conseguir fácilmente una mejor presencia sin más que modificar las funciones que constituyen el conocimiento heurístico) Podría decirse que el ahorro de tiempo tiene como consecuencia un aumento de ruido en la imagen final. Los resultados son aceptables en los dos casos y para que fueran comparables habría que efectuar un algoritmo para detectar los cruces por cero [1],[3] con lo que estaríamos implementando algo similar a una derivada segunda.

### 4. **VALIDACIÓN:**

Los mapas de frentes se mandan actualmente a barcos colaboradores de la universidad que han comprobado la exactitud de los resultados aquí expuestos.

### 5. **BIBLIOGRAFÍA:**

1. \_J. S.Chen, A. Huertas, and G. Medioni "Fast Convolution with Laplacian-of-Gaussian Masks" IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence -9 No.4 July 1987.
2. \_William M.Wells "Efficient Synthesis of Gaussian Filters by Cascaded Uniform Filters" IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence -9 No. 2 March 1986.
3. \_James L. Crowley and Richard M. Stern "Fast Computation of the Difference of Low-Pass Transform" IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence -9 No. 2 March 1984.
4. \_Ronald j. Holyer and Sarah H. Peckinpaugh "Edge Detection Applied to

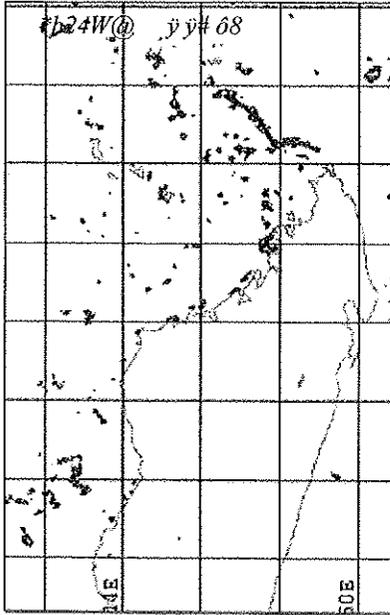


Figura 2. Resultado de aplicar el algoritmo Cluster-Shade a la figura 1.

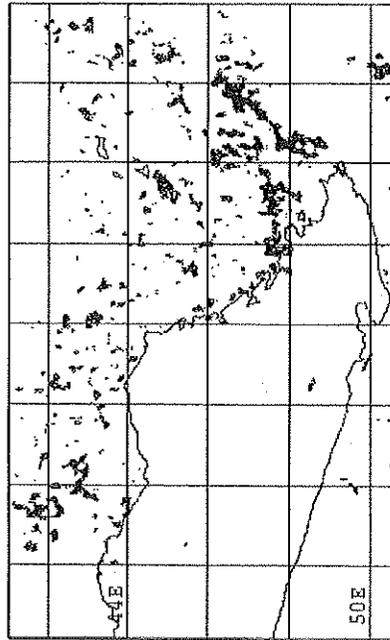


Figura 3. Resultado de aplicar el filtro DoG a la figura 1.