

DETECCIÓN DE BORDES EN IMÁGENES SST ANTE LA PRESENCIA DE RUIDO IMPULSIVO

J. TOVAR-PESCADOR (*), D. POZO-VÁZQUEZ (*), P. LUQUE-ESCAMILLA (**)
y M. I. RAMOS-GALÁN (***)

jtovar@ujaen.es

(*) Dept. Física, Universidad de Jaén, E.P.S., Avd. Madrid, 35
23071, Jaén, España.

(**) Dept. Ingenierías Mecánica y Minería, Universidad de Jaén.
EUP Linares, 23071, Linares, Jaén

(***) Dept. Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría
Universidad de Jaén, E.P.S., Jaén, España.

RESUMEN: Se evalúa un nuevo método de detección de estructuras de mesoscala en imágenes de temperatura de la superficie del mar (SST) frente a la presencia de ruido en la imagen. El método se fundamenta en una aproximación entrópica a la detección de bordes, basada en el uso de la divergencia de Jensen-Shannon. Los resultados muestran que la técnica es muy robusta frente a la presencia de ruido impulsivo gaussiano (comúnmente presente en las imágenes de satélite), evitando con ello el uso del filtrado previo de la imagen, con la consecuente ganancia en tiempo computacional. El método es aplicado a imágenes SST obtenidas a partir de datos AVHRR correspondientes al océano Atlántico. Los campos de SST fueron generados usando una técnica split-window para evitar el problema de la perturbación atmosférica; también se llevó a cabo una corrección de emisividad para mejorar la fiabilidad de los datos. Los resultados se comparan con otros obtenidos usando diferentes metodologías propuestas en la literatura.

ABSTRACT: In this work, we evaluate a new method designed for the detection of mesoscale structures in sea surface temperature (SST) images against the presence of noise in the images. The method is based on an entropic-approach technique to edge-detection, using the Jensen-Shannon divergence. It is found to be very robust against impulsive and gaussian noise (commonly present in satellite images), avoiding the use of previous filtering, with the subsequent gain in computational work and edge sharpness. The method is evaluated on SST AVHRR images of the Atlantic Ocean. The SST fields have been generated using a split-window technique to avoid the problem of atmospheric disturbance; emissivity correction has been carried out to improve the reliability of the data. The results have been compared to those obtained using several methods proposed in the literature.

Palabras clave: Teledetección, SST, detección bordes.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la temperatura de la superficie del mar (SST) sobre extensas áreas espaciales y en una base temporal continua es necesario en muchas aplicaciones, que van desde estudios medioambientales a aplicaciones como pesquerías. Los sensores a bordo de satélites son la única herramienta capaz de proporcionar campos de SST con una alta cadencia temporal y sobre extensas áreas sin llevar a cabo caras inversiones. En particular, los datos proporcionados por el sensor AVHRR proporcionan un adecuado equilibrio entre resolución espacial y temporal. En determinadas aplica-

ciones, es de interés determinar las estructuras de mesoscala (es decir, escalas espaciales de unos pocos km a 300 km) de las imágenes. Particularmente, este es el caso en muchas aplicaciones de las imágenes de SST. A partir de datos AVHRR se pueden generar, usando algoritmos split-window, campos de SST. El siguiente paso, después de obtener los campos de SST, es obtener las características de mesoscala. Para este fin se pueden usar detectores de borde. Existen diversos algoritmos en la bibliografía. Sin embargo, su aplicación a las imágenes de satélite presenta diversos problemas. Uno de ellos es que los algoritmos deben tratar con el problema

de la presencia del ruido que frecuentemente está presente en las imágenes. El ruido puede tener diversas fuentes, por ejemplo fallos de transmisión de las imágenes. Este ruido suele aparecer en las imágenes como impulsos, que pueden esconder, eventualmente, las principales características de una región. En muchas ocasiones, las técnicas de detección de bordes usan un filtrado previo para eliminar este ruido (Janowitz, 1985). Sin embargo, este procedimiento distorsiona los bordes. En la mayoría de los casos, los algoritmos presentados en la bibliografía para la detección de bordes son muy sensibles a la presencia de ruido impulsivo.

En este trabajo evaluamos un algoritmo de detección de bordes recientemente propuesto (Pozo-Vázquez *et alii.* 1999) frente a la presencia de ruido en las imágenes y los resultados son comparados con los proporcionados por otras técnicas disponibles en la bibliografía. Se muestra que el algoritmo, basado en un criterio entrópico (la divergencia de Jensen-Shannon), detecta correctamente las características de mesoscala y es muy robusto ante la presencia de ruido impulsivo.

Para la evaluación del algoritmo se ha hecho uso de una imagen HRPT del NOAA-14, adquirida por la estación de recepción de imágenes de satélite de la Universidad de Granada y correspondiente a abril de 1997. Hemos usado el algoritmo de Ulivieri *et alii* (1994) para la generación de la imagen SST y para la corrección de la perturbación atmosférica, empleándose como valores de emisividad $e_4=0.993$ y $e_5=0.989$ en los canales 4 y 5 respectivamente (Coll *et alii.* 1992). El algoritmo ha sido evaluado en trabajos previos (Pozo-Vázquez *et alii.* 1997), demostrando que tiene en cuenta apropiadamente las condiciones atmosféricas medias de la situación geográfica donde se enclava la Península. Para mostrar la robustez del método frente a la presencia de ruido, se generó una imagen a partir de la original pero corrompiéndola con ruido impulsivo y el algoritmo propuesto fue aplicado a ella.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra los resultados de la aplicación del algoritmo propuesto a la imagen SST, mientras que la figura 2 muestra los resultados para el caso de la imagen corrompida con ruido impulsivo. Las figuras 1 y 2 también muestra los resultados obtenidos usando tres distintas metodologías recogidas en la bibliografía (CSED, Holyer y Peckinpaugh, 1989), y los algoritmos Sobel y Laplaciano. También se representa la imagen de divergencia. En el caso del algoritmo CSED hemos usado los parámetros propuestos por los autores, para el

caso de los algoritmos Sobel y Laplaciano, hemos usado una ventana de tamaño 3×3 y un prefiltrado de mediana.

Algunas características notables, señaladas con flechas, son sólo detectadas con el método propuesto. Estas corresponden a áreas con un débil cambio en las temperaturas en comparación con sus alrededores. Característica especialmente remarcable del método propuesto es el hecho de que los resultados casi no difieren en las figuras 1 c) y 2 c), es decir, la detección de bordes casi no se ve alterada por la presencia del ruido. Así, debido a la robustez del método, cabe evitar el proceso de prefiltrado. Los métodos Sobel y Laplaciano no son útiles, como cabe notar, cuando existe considerable ruido en la imagen. Por otra parte, el método CSED proporciona bordes espurios y algunas características no son detectadas.

BIBLIOGRAFÍA

- COLL, C., V. CASELLES, and J. A. SOBRINO, 1992: Desarrollo de un modelo de corrección atmosférica en el térmico. II Aplicación a los canales 4 y 5 del NOAA. *Anales de Física*, **88**, 120-132.
- HOLYER, R. J., and S. H. PECKINPAUGH, 1989: Edge detection applied to sea surface temperature fields. *IEEE -Transactions on Geosci. and Remote-Sens.*, **GE-27**, 46-56.
- JANOWITZ, M. F., 1985: Automatic detection of Gulf Stream rings. Office of Naval Research, Tech. Rep. TR-J8501, Contr. N-00014-79-C-0629.
- POZO, D., ATAE-ALLAH, C. and P. LUQUE-ESCAMILLA, 1999: Entropica approach to edge detection for SST images. *J. Atmos. Oceanic. Tech.*, **16**, 970-979.
- POZO, D., F. J. OLMO-REYES, and L. ALADOS-ARBOLEDAS, 1997: A comparative study of algorithms for estimating land surface temperature from avhrr data. *Remote Sens. Environ.*, **62**: 215-222..
- ULIVIERI, C., M. M. CASTRONOVO, R. FRANCONI, and A. CARDILLO, 1994: A split-window algorithm for estimating land surface temperature from satellites, *Adv. Space Res.*, **14**, 59-65.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación de los proyectos TIC94-0535 y CICYT95-1840. Estamos en deuda con el Dr. J.M. Cotos (Univ. de Santiago de Compostela), por su ayuda en el procesado de las imágenes, y con los profesores Lucas Alados y Ramón Román de la Universidad de Granada.

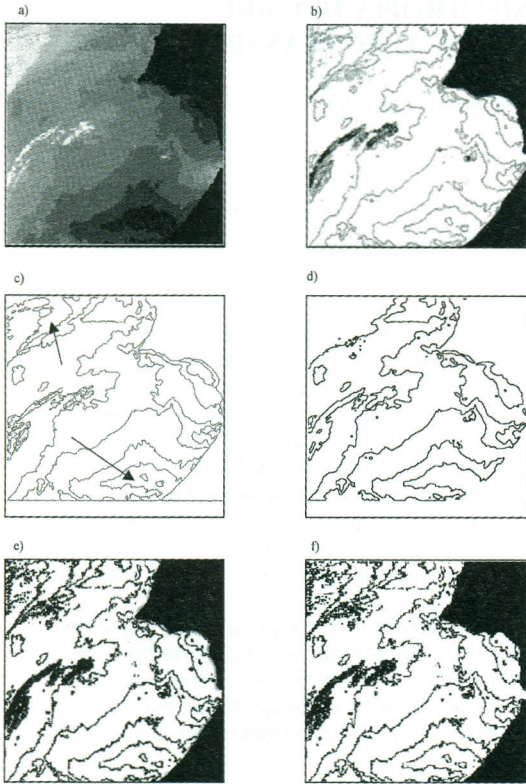


Figura 1. a) Imagen NOAA-HRPT de SST correspondiente al océano Atlántico al suroeste de la Península Ibérica. b) Imagen de divergencia. c) Resultado de la detección de bordes con el algoritmo propuesto. d) Resultado usando el algoritmo CSED. e) Resultado usando el algoritmo Sobel. f) Resultado utilizando el Laplaciano.

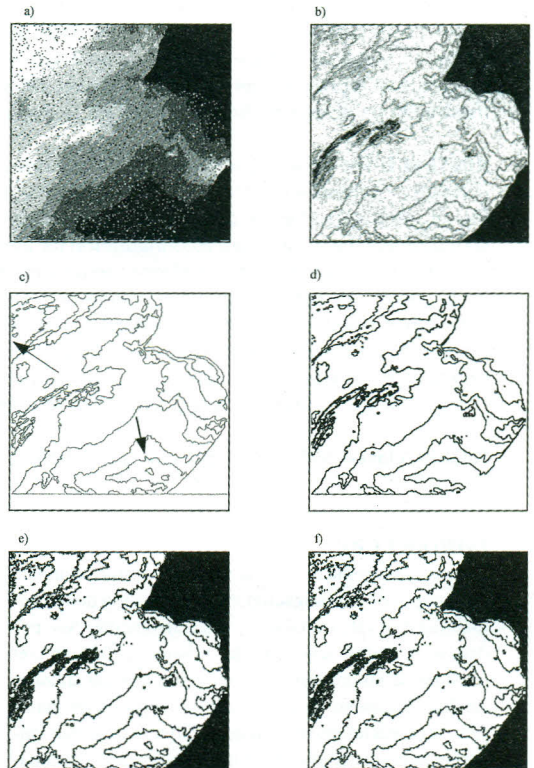


Figura 2. a) Como en la Fig. 1 pero la imagen está corrompida con un 10% de ruido impulsivo. b) Imagen de divergencia. c) Resultado de la detección de bordes con el algoritmo propuesto. d) Resultado usando el algoritmo CSED. e) Resultado usando el algoritmo Sobel. f) Resultado utilizando el Laplaciano.