

RESUMEN

En este trabajo se explica un procedimiento para incrementar la resolución en la detección de bordes de imágenes procedentes de diferentes plataformas espaciales (Landsat, IRS y QuickBird).

El primer paso consiste en la aplicación de una **interpolación en la imagen**, con el objetivo de obtener los valores en una malla mas fina. Debido a que los métodos de interpolación lineal pueden causar una excesiva difusión de contornos, en este trabajo se utiliza una técnica de interpolación no lineal basada en el método clásico ENO (*Essentially Non-Oscillatory*).

Sobre la imagen interpolada se aplica el **algoritmo de detección de bordes de Canny**, elegido tras una evaluación de diferentes métodos. Este produce bordes finos y puede controlar la cantidad de información detectada mediante el proceso de histéresis.

Los bordes extraídos de las imágenes multispectrales interpoladas utilizando el método ENO son comparados con los bordes extraídos de las imágenes pancromáticas, de mayor resolución espacial (ratio 1:2 ó 1:4)

IMÁGENES

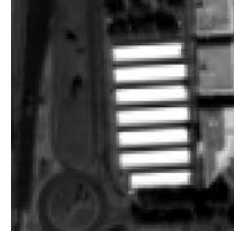


Imagen Multiespectral
Pixel = 2,4 m

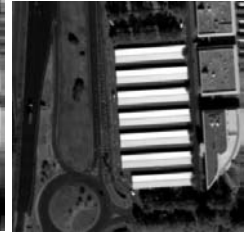


Imagen Pancromática
Pixel = 0,60 m

Las imágenes que se presentan han sido tomadas por el satélite QuickBird. Por un lado está la imagen que será interpolada: la imagen multispectral (MS), obtenida tras el calculo del primer Componente Principal de las bandas que están en el rango de la imagen pancromática (PAN). La imagen PAN servirá como imagen de comprobación del resultado de la interpolación y de la detección de bordes.

La relación de tamaño MS PAN es 1:4.

OBJETIVOS

- Evaluar la **interpolación ENO**, comparándola con otros métodos de interpolación.
- Evaluar los métodos de **detección de bordes**.
- Evaluar y comprobar la eficiencia de un método de **detección de bordes subpixel** basado en la interpolación ENO y aplicado a **imágenes satélite** de distintas **coberturas terrestres**.

EVALUACIÓN DEL MÉTODO ENO

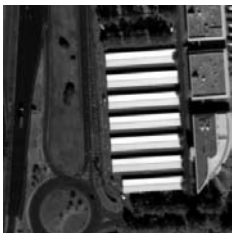
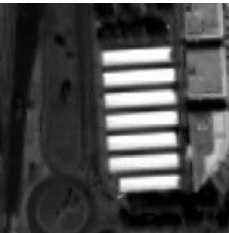
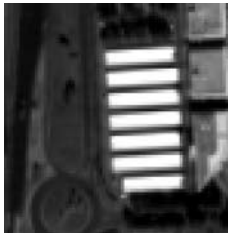


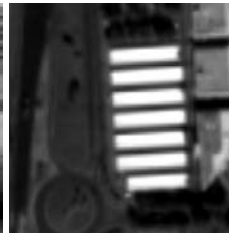
Imagen Pancromática



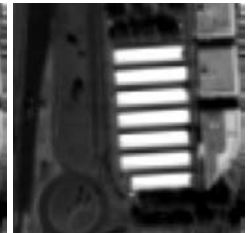
MS Interpolada: Método ENO



MS Interpolada: Vecino más
Próximo



MS Interpolada: Interpolación
Bilineal

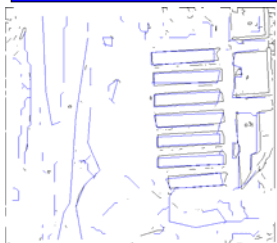


MS Interpolada: Convolución
Cúbica

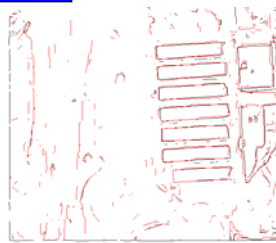
Método de Interpolación	Índice de Correlación MS Interpolada- PAN
ENO	0.944744
Vecino más Próximo	0.941766
Interpolación Bilineal	0.923120
Convolución Cúbica	0.922915

Los índices de correlación entre las imágenes interpoladas y la imagen pancromática poseen valores altos y son muy similares entre sí. El mayor de ellos pertenece al método *ENO*, que realiza visualmente los bordes en la imagen. El método del *Vecino más Próximo* posee también un valor muy alto, seguramente debido a que los valores de los píxeles originales no son alterados, pero visualmente posee un resultado inaceptable. Los métodos de *Interpolación Bilineal* y *Convolución Cúbica* cuentan con índices algo menores. El primero de estos métodos produce un excesivo suavizado de bordes sobre la imagen, y la Convolución Cúbica crea un efecto de pixelización de la misma.

DETECCIÓN DE BORDES SUB-PIXEL



Superposición: Bordes de la MS
(Azul) - Bordes de la PAN (Negro)



Superposición: Bordes Subpixel de la
MS (Rojo) - Bordes de la PAN (Negro)

El algoritmo para la **detección de bordes con precisión sub-píxel** propuesto consiste en la aplicación del **método de interpolación ENO** seguido del **detector de bordes de Canny**.

El nivel de detalles en las formas y la coincidencia con los bordes definidos por la imagen pancromática es mucho mayor en los bordes obtenidos con el método de detección sub píxel que en los definidos con el método de detección de bordes clásico. Así pues, **la resolución es aumentada más allá de la resolución espacial nominal del píxel**.

Otras comparaciones han sido realizadas utilizando los métodos de Interpolación Bilineal o Convolución Cúbica, obteniéndose peores resultados.

CONCLUSIONES

- La utilización del método de interpolación ENO como paso previo a la aplicación del detector de bordes de Canny produce una notable mejora en el nivel de detalle y la localización de los bordes representados con respecto a los métodos de detección clásicos.

- Pese a que estadísticamente los resultados producidos por los distintos métodos de interpolación sean equiparables, el efecto de realce de bordes que produce la aplicación del método ENO contribuye a la mejora de precisión del proceso de detección de bordes.

REFERENCIAS

- J.F. Canny, A computational approach to edge detection. IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence, 8 (6), pp. 679-698. 1986.
- M. Doblas, Interpolación adaptada a contornos y aplicaciones. Group of Numerical Analysis of the Universitat de València (GrAN). 2004.
- A. Harten, B. Engquist, S. Osher, S. Chakravarthy, Uniformly high-order accurate essentially non-oscillatory schemes, III. Journal Computational Physics, 71, pp. 231-300. 1987.
- T. Hermosilla, Non-Linear interpolation for subpixel edge detection applied to remote sensing images. Cranfield university at Silsoe (UK). 2005.
- K. Siddiqi, B. Kimia, S. Shu, Geometric Shock-Capturing ENO Schemes for Sub-pixel Interpolation, Computation and Curve Evolution. In Proceedings of the IEEE International Symposium on Computer Vision, Coral Gables, Florida, November pp. 20-22. 1995.