

INTERFEROMETRIA SAR A PARTIR DE DATOS ERS-1 SOBRE TARRAGONA. ANALISIS DE ERRORES

D. Carrasco Díaz, J. Alonso Estalayo, A. Broquetas Ibars

Grupo de Antenas, Microondas y Radar.

Dpto. de Teoría de la Señal y Comunicaciones

Universidad Politécnica de Cataluña

Gran Capitán s/n. Campus Nord UPC - Módulo D3. 08034 Barcelona

Tel: +34 3 4016849, Fax: +34 3 4017232, E-mail: diaz@voltor.upc.es

RESUMEN.- A partir de imágenes de radar de apertura sintética (SAR) como las proporcionadas por el ERS-1 y aplicando técnicas interferométricas es posible construir un modelo digital de elevaciones del terreno (DEM). En el trabajo se muestra cómo se ha procesado una zona de la provincia de Tarragona verificando los resultados obtenidos con un DEM referencia de alta precisión.

ABSTRACT.- Synthetic Aperture Radar images like the ones provided by ERS-1 can be used to generate a Digital Elevation Model through interferometry. This work shows some interferometric results over an area in Tarragona. These results have been validated by means of a high accuracy reference DEM.

1.- INTRODUCCION

La interferometría SAR se ha convertido inesperadamente en una de las aplicaciones estrella de la teledetección por microondas a raíz de la exitosa operación del ERS-1 (Zebker, 1994). La posibilidad de obtener un modelo digital de elevaciones del terreno (DEM) a partir de dos imágenes SAR ha despertado muchas expectativas. En el presente trabajo se muestra cómo se ha procesado una zona de la provincia de Tarragona verificando los resultados obtenidos con un DEM referencia de alta precisión lo que ha permitido a su vez la corrección de unos errores sistemáticos.

2. - EL PROCESO INTERFEROMETRICO

El área escogida está en Tarragona en la vertiente sur del río Ebro junto a la localidad de Ascó. Las imágenes del ERS-1 corresponden a la primera fase de la misión y está separadas tres días.

En primer lugar, se realizó el alineado de las dos imágenes. Un alineado grueso mediante correlación de amplitudes y un alineado sub-píxel mediante interpolación y maximización de la coherencia. A continuación, se procedió a realizar un filtrado en la dirección *range* de las imágenes con el fin de dejar sólo la zona común de los dos espectros.

Multiplicando una imagen por el complejo conjugado de la otra, se obtiene el interferograma complejo. La fase de este interferograma contiene, con algunas restricciones, la información sobre las alturas del terreno. Es necesario entonces abstraer la componente de fase debida al terreno plano y filtrarla para eliminar ruido, reducir el número de residuos y así facilitar el desenrollado. Las franjas obtenidas se muestran en la figura 1.

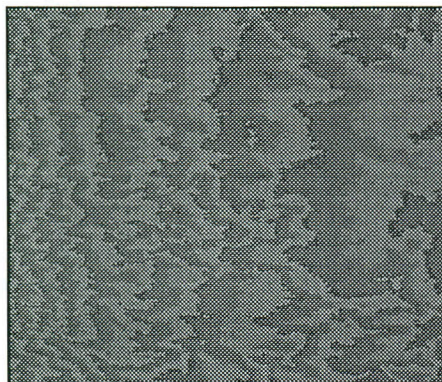


Figura 1.- Franjas interferométricas (C. 51)

A continuación se procede a realizar el desenrollado de fase, que es la parte más crítica del proceso, aplicando la teoría de los residuos. Tras el desenrollado, la obtención del mapa de alturas es directa y con esta información ya es posible proyectar la imagen del plano *slant-range* sobre el suelo, con lo que tendremos el DEM perseguido desde un principio.

3.- COMPARACION CON EL DEM DE ALTA PRECISION

El DEM de referencia que se emplea en la comparación ha sido proporcionado por el Instituto Cartográfico de Cataluña y tiene una malla de 15 m por 15 m con un error cuadrático medio de alturas de 2 m.

Previo a la comparación es necesario girar y deformar la imagen obtenida para poder superponerla sobre el modelo de referencia. Tras ello, ya se puede calcular el error cometido al generar el DEM. El módulo del error se muestra en la fig. 2. Es posible apreciar que el error es creciente en la dirección acimutal o de desplazamiento del satélite. Por lo tanto, tenemos superpuesto al verdadero relieve una rampa. Esta rampa puede ser producida por una pequeña diferencia en el ángulo de apuntamiento (actitud) de la antena entre las dos pasadas del satélite. Esta variación se traduciría en una diferencia del Doppler centroid de las dos imágenes, con lo cual sus espectros quedarían desplazados en acimut. El desplazamiento espectral equivale a una fase lineal en el dominio temporal, lo que daría lugar al error sistemático detectado en el DEM (Alonso, 1995).

Para corregir este error se desplazó el espectro de una de las imágenes hasta lograr eliminar el error sistemático. El DEM final se muestra en la fig. 3 y en la fig. 4 el error obtenido. El 70 % de los puntos tienen un error inferior a los 10 m y el 95 % queda por debajo de los 20 m. El error cuadrático medio es de 10.36 m y el error medio 8.27 m.

4.- CONCLUSIONES

La interferometría SAR se perfila como una herramienta más para la generación de modelos digitales de elevación del terreno. La disponibilidad adicional de un DEM de referencia permite hacer una valoración de los resultados obtenidos así como corregir eventuales errores sistemáticos como el que se ha observado. Para trabajar sobre zonas donde no haya

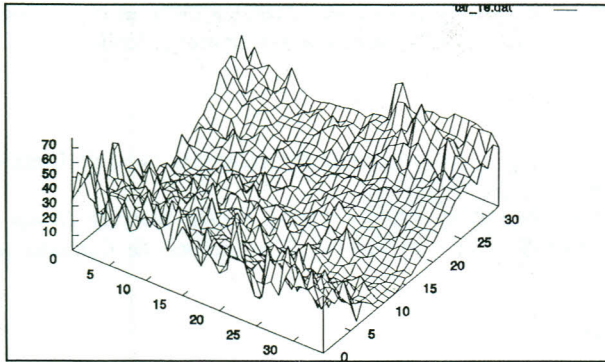


Figura 2.- Error absoluto entre el DEM obtenido inicialmente y el DEM de referencia.

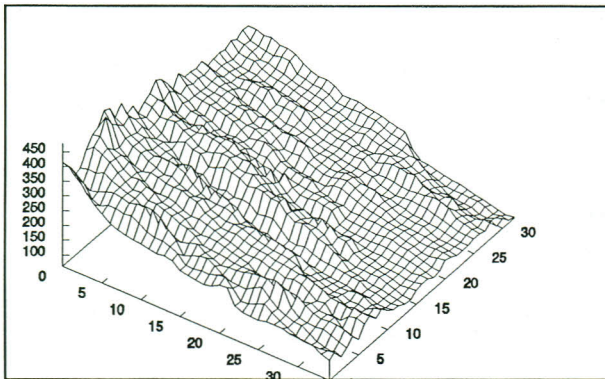


Figura 3.- DEM final corregido.

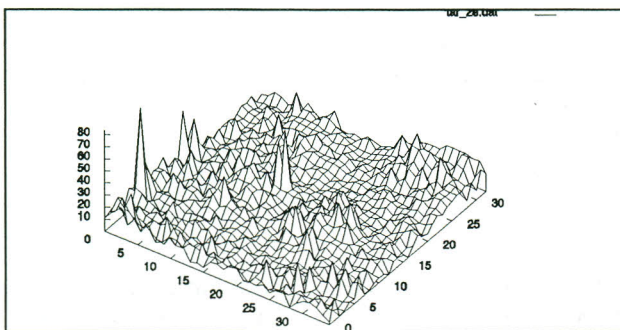


Figura 4.- Error absoluto en el DEM final.

disponible un DEM se necesitarán puntos de referencia sobre el suelo, con coordenadas y altura conocidas que permitan la eliminación de los errores referidos.

5.- AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología CICYT TIC 92-0645.

Los autores desean expresar su gratitud al ERS-1 *Fringe Working Group* de la ESA por proporcionar las imágenes SAR y al Instituto Cartográfico de Cataluña por el DEM de referencia.

6.- REFERENCIAS

Alonso, J. 1995. Interferometría SAR Mediante Diversidad en Frecuencia y en Líneas de Base. Proyecto Final de Carrera. ETS de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona.

Goldstein, R. M., Zebker, H. W. and Werner, C. L. 19: Satellite radar interferometry: two-dimensional phase unwrapping. *Radio Science*, vol. 23, n°4, jul.-aug. 1988, pp. 713-720.

Zebker, H. W. et. al., 1994. Accuracy of Topographic Maps Derived from ERS-1 Interferometric Radar. *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 32, n°4.