

Resumen

A lo largo de los últimos años ha ido aumentando el interés por disponer de información del uso y la cobertura del suelo y su cambio en el tiempo. Con la aparición de las imágenes de satélite y la teledetección, ahora se puede obtener y supervisar esta información de la Tierra de forma sistemática. Además, los avances tecnológicos de los sensores hacen que aumente la disponibilidad de imágenes de alta y media resolución en el espectro óptico y en el de microondas. Por otra parte, el problema de la desertificación en zonas áridas está creciendo junto con la concienciación global por el cambio climático. Desde hace décadas, el gobierno argelino gestiona iniciativas y programas para luchar contra el avance del desierto en las zonas agrícolas y las ciudades ubicadas en el norte del país, cerca del desierto del Sáhara. Últimamente, se han empezado a explotar las nuevas fuentes de información de la superficie de la Tierra, cada vez más accesibles, con este propósito. En general, las metodologías de supervisión y monitorización de uso de suelo requieren un alto grado de intervención humana para entrenamiento y validación. El enfoque de esta Tesis consiste en desarrollar técnicas de detección de cambio mediante el análisis semi-automático de imágenes ópticas multitemporales y de microondas disponibles de forma abierta, con especial énfasis en la detección de desertificación en el norte de Argelia.

En primer lugar, se emplea la técnica *Change Vector Analysis* y se estudian sus resultados en dos áreas diferentes con objeto de validar esta metodología de detección de cambios. Para ello, se realizan clasificaciones supervisadas por píxel, habiendo seleccionado las clases adecuadas por cada información de la escena. En esta fase, se comprueban los resultados obtenidos con diferentes tipos de clasificadores. Así, el clasificador *Maximum Likelihood Classifier* es el que proporciona una mejor precisión global, igual a 90,71 %, en los escenarios bajo test. La evaluación de la calidad se realiza mediante matrices de confusión y sus parámetros derivados, tales como la precisión global y el coeficiente kappa. La fase de búsqueda del umbral óptimo es el punto crítico en esta metodología de detección

de cambios. Una posibilidad de establecer el umbral nos lo da el método clásico *Double-Window Flexible Pace Search*. Los resultados de la discriminación del tipo de cambio se muestran mediante las matrices de transición e índices de cambios, y en formato gráfico mediante mapa de cambios.

En segundo lugar, se estudia la detección de cambios aplicada a la desertificación en Argelia mediante datos ópticos. Se desarrolla una metodología basada en la comparación posterior a la clasificación para monitorizar de forma simple la degradación de la tierra. Este método de detección de cambio es el que proporciona los mejores resultados con una precisión global del 95,15 %, tras compararlo con la detección con vectores y considerar diferentes parámetros en ambos métodos. En este caso, el clasificador basado en objetos y la técnica *Support Vector Machine* es el que proporciona los mejores resultados con un 92,91 % en termino de precisión global y un valor del coeficiente kappa igual a 0,91, después de comparar las matrices de confusión y sus parámetros derivados. Consecuentemente, se diseña un método de detección de cambios y se evalúa la evolución del cambio en la ciudad de Biskra (Argelia) durante un período de veinticinco años. Los resultados se disponen en formato estadístico (matrices de transición e índices de cambio) y en formato gráfico mediante mapas de distribución de cambios, obteniendo excelentes resultados con un bajo coste en tiempo de operador humano.

Finalmente, teniendo en cuenta la creciente disponibilidad de imágenes de microondas, se realiza un estudio añadiendo imágenes radar a los datos ópticos en la metodología previamente seleccionada de detección de desertificación. Después de evaluar diferentes configuraciones para introducir la nueva información en la cadena de procesado, se escoge la integración de la imagen radar en polarización vertical-vertical sin filtrado Speckle después de la fase de segmentación. Esta nueva estrategia, empleando imágenes ópticas y de radar, introduce una mejora significativa sobre los resultados anteriormente obtenidos, con 97,05 % de precisión global y 0,96 del coeficiente kappa, ya que las propiedades de la arena seca en la imagen radar hacen que sea más fácilmente identificada. Este nuevo método semiautomático integrando distintos tipos de imágenes reduce el trabajo del analista y produce un informe de detección de cambios fácil de interpretar. La utilidad de este tipo de informe reside en ayudar a las autoridades gubernamentales argelinas a tomar las acciones adecuadas en la lucha contra la degradación de la Tierra.