

CLASIFICACIÓN POR OBJETOS EN IMAGEN AÉREA DE ALTA RESOLUCIÓN PARA DETECCIÓN DE CAMBIOS EN ZONA URBANA

A. Vidal, M. R. Moreno y M. Llopis.

*Universidad Politécnica de Valencia, Dpto. Comunicaciones, E.T.S.I. de Telecomunicación,
Camino de Vera s/n 46022 Valencia. a Vidal@dcom.upv.es*

RESUMEN

En la actualidad, las imágenes de alta resolución tanto aéreas como de satélite son una enorme fuente de datos con un gran potencial para la obtención de múltiples propósitos. Entre ellos está la detección de nuevas construcciones tales como casas observando series de imágenes. Esta tarea a priori sencilla, se complica debido a cambios adicionales del terreno y a las características espectrales de las construcciones, que a menudo coinciden con el terreno que las rodea. Debido a ello, se hace especialmente complicado desarrollar un método universal de detección de cambios con este objetivo. En este trabajo se ha seleccionado un método para la extracción de construcciones en ortoimagen aérea de alta resolución basado en la segmentación por objetos con el objetivo de detectar nuevas zonas urbanizadas. Se han estudiado distintas alternativas, en las zonas de estudio escogidas en la Comunidad Valenciana. Como conclusión, se destaca que los resultados obtenidos dependen en gran medida de la zona bajo análisis y que se requiere de un gran esfuerzo del operador humano para entrenar el clasificador adecuadamente. Sin embargo, en este trabajo se ha conseguido obtener una técnica capaz de clasificar escenas para las cuales no había sido entrenada con resultados satisfactorios.

ABSTRACT

Nowadays, aerial and spatial high resolution images constitute a very important source of information which show a great potential for various purposes. One of them is the detection of new constructions like houses from image series. This a priori simple task if visual inspection is considered, may be complicated due to additional terrain changes and seasonal variations. Besides, the optical spectral signature of constructions may be similar to those of the bare soil in the areas under study. For that reason, it is specially difficult to find a universal change detection method for construction detection. In this work, a method for construction detection using high resolution aerial images and object segmentation has been carried out. Several techniques have been studied in the test areas in Valencia. As a conclusion, the results depend to a great extent on the area under analysis and a great human effort is demanded to train the supervised classifier correctly. However, a general classification technique that can be applied to scenes that were not used for training with satisfactory results has been achieved in this work.

Palabras clave: teledetección, zona urbana, clasificación, segmentación.

INTRODUCCIÓN

La teledetección está adquiriendo gran interés en los últimos años debido a la gran cantidad de aplicaciones dedicadas al estudio de imágenes de la Tierra (Chuvieco 1996). La detección de cambio urbano sobretodo en zonas difícilmente accesibles mediante teledetección es un tema de creciente interés para los organismos públicos españoles. Sin embargo, esta tarea resulta especialmente compleja debido a la variación adicional en las escenas y a la similar respuesta espectral de construcciones y asfalto o determinados tipos de cubierta.

Debido a la resolución espacial que demandan estas aplicaciones y al tipo de estructura que se pretende detectar en la imagen, se necesita trabajar con datos de alta resolución espacial y con un clasificador que trabaje sobre objetos (Aplin y

Smith 2008). Este tipo de clasificadores han sido aplicados con éxito en la obtención de distintos cultivos (Lobo y Chic 1996), (Yu *et al.* 2006) y (Recio *et al.* 2006). Para ello, las plataformas aéreas son buenas plataformas para este tipo de desarrollo. Algunos ejemplos de la clasificación por objetos aplicada a la detección urbana en imagen aérea están presentes en (Estornell *et al.* 2004) y (Hermosilla *et al.* 2008). En este último trabajo se hacía uso de la información contextual para la ayuda en la detección de construcciones.

Este trabajo intenta desarrollar una técnica para la clasificación de viviendas que sea fácilmente exportable a otras zonas de estudio sin un excesivo trabajo adicional del operador humano. Se ha concretado un método de detección de cambio basado en la clasificación previa por objetos de una de las escenas que proporciona resultados

satisfactorios y que es fácilmente exportable a otros escenarios.

En esta comunicación, primero se describen las zonas de estudio, luego se enumeran los materiales de trabajo y la metodología escogida. Posteriormente se presentan los resultados y se destacan las conclusiones más importantes del trabajo.

ZONA DE ESTUDIO

En este estudio se han escogido dos poblaciones distantes entre sí y con características diferentes para poder llevar a cabo el estudio de generalización de reglas: Benicarló y Villena. Las zonas seleccionadas se corresponden con áreas en las que es posible la aparición de nuevas edificaciones para poder detectar los cambios producidos en el intervalo de dos o tres años analizado.

Benicarló es un municipio de la Comunidad Valenciana. Está situado en la costa norte de la provincia de Castellón, en la comarca del Bajo Maestrazgo y tiene una altitud de 21 metros sobre el nivel del mar. Su término municipal abarca una extensión de 47,9 km². Cuenta con 25.248 habitantes, con una densidad de población de 550,75 habitantes por km².

Villena es una ciudad de la Comunidad Valenciana situada en el Noroeste de la provincia de Alicante, limitando con Castilla-La Mancha y Murcia al Oeste. Pertenecer a la comarca del Alto Vinalopó. Tiene una altitud de 505 metros sobre el nivel del mar y su término municipal abarca una extensión de 345,6 km². Cuenta con 34.186 habitantes, con una densidad de población de 101,06 habitantes por km².

METODOLOGÍA

El material de partida ha sido un conjunto de imágenes aéreas pertenecientes al programa de vuelos nacionales y su correspondiente información catastral. Los canales espectrales son los correspondientes al visible (Rojo, Verde y Azul). Los años de los vuelos son 2002 y 2005 para Benicarló y 2003 y 2005 para el municipio de Villena. Existen distintas estrategias en los algoritmos de detección de cambios (Chuvieco 1996). Una primera opción es trabajar con los datos obtenidos de una operación matemática realizada sobre las escenas (resta o división de forma típica). En este caso la clasificación es el paso final del proceso. Una segunda alternativa consiste en

clasificar las escenas de forma individual para después pasar a comparar los resultados. En este trabajo se ha optado por esta segunda opción, que carga la complejidad del proceso al paso previo de clasificación. Puesto que lo normal es que aparezcan construcciones donde no las había previamente, se comienza por analizar la escena más reciente, en nuestro caso la de 2005.

Para realizar la clasificación de una imagen existen diversos métodos, el más aplicado tradicionalmente es el basado en la clasificación de píxeles, sin embargo estudios recientes han demostrado que en ocasiones se puede obtener mucha más información de la escena si realizamos una clasificación basada en objetos, que es hacia donde hemos orientado nuestro estudio. Partiendo de la escena más reciente y de la herramienta Feature Extraction del programa ENVI realizamos dicha clasificación. El primer paso es la segmentación de la imagen mediante la agrupación de píxeles vecinos, así nos queda una imagen formada por objetos que podemos clasificar mediante la definición de reglas específicas. Uno de los primeros parámetros a ajustar consiste en el porcentaje de segmentación que le aplicamos a la escena. Éste depende mucho del tipo de imagen con la que estamos trabajando, el número de bandas que estamos utilizando, el tamaño de la zona bajo estudio, la iluminación y otros.

Una vez segmentada la imagen, el siguiente paso es definir las reglas para clasificar las casas de la escena. Para ello hacemos uso tanto de atributos espectrales (información espectral de las bandas del Rojo, el Verde o el Azul) como de atributos espaciales tales como el área, la elongación y otros. Hay que tener en cuenta a la hora de definir las reglas que dentro de una misma escena puede existir diferentes tipos de casas, o sea, de distintos tamaños, formas y colores, por tanto definimos nuestras reglas mediante el uso de subclases, clasificando cada una de ellas un tipo distinto de casa.

Cuando está terminada la clasificación de la escena más reciente, el siguiente paso consiste en corregir la otra imagen, tanto geométricamente como radiométricamente. Es necesario que ambas escenas estén corregidas espacialmente y que la información espectral de las construcciones esté normalizada radiométricamente. Existen diversas técnicas de corrección radiométrica relativa (Yuan y Elvidge 1996), pero en este estudio el proceso de normalización radiométrica utilizado es relativamente simple, pues únicamente considera los píxeles contenidos dentro de los objetos clasificados como construcción en la imagen más reciente y

busca una distribución estadística semejante. Este procedimiento es admisible de forma práctica si no existen demasiados cambios, pero este suele ser el caso en el transcurso de dos o tres años. Una vez se dispone de las dos imágenes corregistradas y normalizadas, se obtiene la diferencia entre ellas y se somete a un nuevo proceso de segmentación por objetos y clasificación. En este último proceso se descartan muchas falsas alarmas gracias al uso de los atributos espaciales. Podemos utilizar por ejemplo el área, pues sabemos que el tamaño de una casa oscilará entre un mínimo y un máximo, la elongación o lo compacto que es un objeto.

RESULTADOS

En la (Figura 1), se han representado los resultados obtenidos con la metodología propuesta para la detección de cambios en Benicarló. Se muestra un fragmento de la escena de Benicarló de 2003 y de 2005, en la que se han superpuesto los vectores de cambios reales, representados con una cruz, y los cambios detectados representados con un círculo.

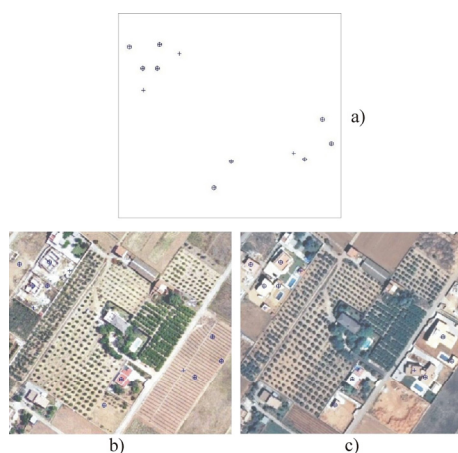


Figura 1.- Detección de cambios: a) vector de cambios, b) Benicarló 2003 y c) Benicarló 2005.

De los 26 cambios que se producen, en toda la imagen, de una fecha a otra, se detectan 21, lo cual nos da una fiabilidad del 80.8%. Además, se han obtenido 2 falsas alarmas que se pueden medir en la fiabilidad considerando objetos.

Los datos de fiabilidad se presentan en dos formatos en la (Tabla I). La fiabilidad por casas considera las casas nuevas correctamente detectadas sobre el total de casas nuevas. La segunda opción es considerar los objetos detectados. Es decir, sobre el total de objetos detectados al terminar la

clasificación, se realiza una medida de la fiabilidad teniendo en cuenta la cantidad de objetos nuevos que han sido clasificados correctamente y la cantidad de ellos que son falsas alarmas.

Tabla I.- Fiabilidad para la detección de cambios en Benicarló entre 2003 y 2005.

Por casas	80.8 %
Por objetos	91.3 %

Como el proceso más importante en la cadena de procesamiento consiste en la clasificación de casas en la imagen más reciente, se ha realizado un estudio para averiguar el coste de la obtención de una regla casi-universal para detección de casas, que requiera de muy poca adaptación a la escena. Para este propósito se ha trabajado con la imagen de Benicarló de 2005 y una escena de Villena de 2005. Ambas imágenes se han normalizado empleando la totalidad de los píxeles y se ha creado una regla común que diera los mejores resultados. En cuanto al uso de los atributos, además de los atributos espectrales, juegan un gran papel los espaciales, como pueden ser el área, el parámetro que busca el ajuste a la figura del rectángulo y la elongación. Una vez la regla ya está definida, se ha aplicado a otras dos escenas sin ningún tipo de entrenamiento adicional, a la imagen de Villena de 2002 y a otra escena diferente de Villena de 2005. El resultado obtenido nos da una idea de la capacidad de generalización que presenta el procedimiento seguido. Los resultados de fiabilidad para las escenas de entrenamiento los tenemos en la (Tabla II) y los resultados de fiabilidad para las nuevas escenas se muestran en (Tabla III). Los resultados gráficos están representados en la (Figura 2).

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha llevado a cabo un estudio para evaluar un método de detección de cambios debidos a la construcción en entorno rural. Se ha diseñado una estrategia para la detección de cambios y se han obtenido resultados muy satisfactorios (80,8 % de fiabilidad) en una escena correspondiente al municipio de Benicarló. Sin embargo, el trabajo del operador humano es elevado y por lo tanto se ha realizado un estudio posterior orientado a facilitar la tarea más compleja del algoritmo de detección de cambios. Para ello se ha creado una regla común de clasificación de casas a dos escenas que luego se ha extendido a otras dos escenas que no contenían ningún elemento de entrenamiento.

Los resultados obtenidos han sido prometedores, puesto que a pesar de que no se obtienen valores muy elevados de fiabilidad como es lógico, es cierto que valores de fiabilidad de alrededor del 60 % serían fácilmente mejorables con un pequeño ajuste de los rangos que definen cada uno de los atributos.

Por todo ello, esta técnica de trabajo se considera una herramienta muy potente para el desarrollo de futuras aplicaciones de detección de cambios debidos al cambio de uso del suelo.

Tabla II.- Fiabilidad para la detección de casas en las escenas de entrenamiento.

	Benicarló 2005	Villena 2005
Por casas	83.0 %	72.8 %
Por objetos	81.4 %	78.5 %

Tabla II.- Fiabilidad para la detección de casas en las escenas nuevas sin entrenamiento (%).

	Villena 2002	Villena 2005- II
Por casas	63.8 %	53.9 %
Por objetos	63.6 %	57.7 %

BIBLIOGRAFÍA

Aplin, P. y Smith, G.M. 2008. Advances in object-based classification. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol.37: 725-728.

Chuvieco, E. 1996. *Fundamentos de teledetección espacial*. Editorial Rialp, Madrid.

Estornell, J., Ruiz, L.A. y del Rey, A. 2004. Análisis metodológico para la detección de cambios urbanos en la ciudad de Valencia. *Revista de Teledetección*, vol. 22:55-66.

Hermosilla, T., Ruiz, L.A., Fdez. Sarriá, A. y Recio, J.A., 2008. Detección automática de edificios en imágenes aéreas mediante técnicas de teledetección y análisis contextual. *Congreso Internacional de Ingeniería Geomática y Topográfica*, 2008.

Lobo, A. y Chic, O. 1996. Classification of Mediterranean crops with multisensor data: per-pixel versus per-object statistics and image segmentation. *International Journal of Remote Sensing*, vol.17 n. 12: 2385-2400.

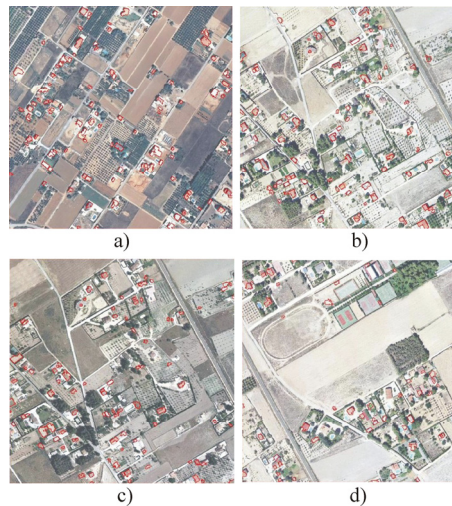


Figura 2.- Detección de casas obtenidas en las escenas de entrenamiento a), Benicarló 2005 y b) Villena 2005, y en las escenas sin entrenamiento c) Villena 2002 y d) Villena 2005-II.

Recio, J.A., Ruiz, L.A., Fdez. Sarriá, A. y Hermosilla, T., 2006. Integration of multiple feature extraction and object oriented classification of aerial images for map updating. *Proceedings of the II Recent advances in Quantitative Remote Sensing*, 391-396.

Yu, Q., Gong, P., Clinton, N., Biging, G., Kelly, M. y Schirokauer, D. 2006. Object-based Detailed Vegetation Classification with Airborne High Spatial Resolution Remote Sensing Imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 72, n. 7: 709-811.

Yuan, D. y Elvidge, C. D. 1996. Comparison of relative radiometric normalization techniques. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 51: 117-126.