

Tesis Doctoral

Título:

Técnicas de extracción de características y clasificación de imágenes orientada a objetos aplicadas a la actualización de bases de datos de ocupación del suelo

Autor: Jorge Abel Recio Recio

Director: Luis Ángel Ruiz Fernández (Universidad Politécnica de Valencia)

Lugar: Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría de la Universidad Politécnica de Valencia

Fecha: Diciembre de 2009

Identificador universal: <http://hdl.handle.net/10251/6848>

RESUMEN

A lo largo de los últimos años ha aumentado el interés y la necesidad de disponer de una información de usos y coberturas del territorio fiable y actualizada, siendo numerosos los proyectos de carácter local, nacional e internacional cuyo objetivo es la creación y actualización de bases de datos de usos y ocupación del suelo. Los procedimientos metodológicos para llevar a cabo estas tareas requieren un alto grado de intervención humana, ya que están basados casi íntegramente en la fotointerpretación de imágenes o su comparación con otras imágenes u otra base de datos. Los recientes avances en la calidad de los sensores, tanto aerotransportados como espaciales, y en su cantidad, han supuesto un incremento significativo en la disponibilidad de imágenes de alta resolución. Por otra parte, desde las administraciones públicas se están gestionando iniciativas conjuntas para adquirir y facilitar la disponibilidad de datos e imágenes aéreas y satelitales, como es el Plan Nacional de Observación de la Tierra (PNOT), al tiempo que se desarrollan nuevas metodologías para la explotación de estos datos. Es en esta línea de trabajo donde se enmarca esta tesis, cuyos desarrollos y ensayos pretenden aportar una contribución a la au-

tomatización progresiva de los procesos de obtención de información relativa a los usos del territorio mediante el análisis de las imágenes disponibles de forma regular por los planes de observación en España, así como su integración con la información contenida en las bases de datos cartográficas ya existentes.

El objetivo general de esta tesis es el desarrollo de metodologías para la actualización de bases de datos cartográficas de ocupación del suelo, aplicadas a zonas agrícolas mediterráneas y basadas en el empleo de datos de observación de la Tierra y geográficos disponibles regularmente en España para los trabajos de actualización cartográfica. Estos datos suelen consistir en imágenes aéreas de la fecha en la que se quiere actualizar la cartografía, la misma base cartográfica que se va a actualizar y otro tipo de información auxiliar, variable en función de cada caso concreto. No se han considerado otras fuentes de datos que, si bien supondrían un complemento eficaz a los datos básicos, como información de tipo altimétrico (lidar), multitemporal, hiperespectral, microondas, etc., su coste limitaría su aplicación en el escenario actual español, y que no es probable que estén disponibles de forma periódica y con una cobertura estatal.

Esta actualización se aborda mediante la integración y el análisis de información cartográfica en formato vectorial, imágenes aéreas de alta resolución, la información alfanumérica contenida en la base de datos a actualizar y la información auxiliar. En concreto, se ha utilizado un mosaico de ortoimágenes aéreas con resolución espacial de 0,5 m/píxel, obtenido tras la fusión de las bandas pancromática y multiespectrales tomadas con el sistema de cámaras fotogramétricas DMC. La base de datos cartográfica utilizada en los ensayos corresponde a la base cartográfica de la D.G. de Catastro, junto a su información temática asociada, en once polígonos catastrales en el término municipal de Benicarló (Castellón). Como información auxiliar se ha utilizado la altitud media, la pendiente media y la distancia a la costa extraída de modelos digitales del terreno con una resolución espacial de 1 m. La integración de los datos se realiza mediante la extracción de características y la clasificación de imágenes orientada a objetos. En primer lugar, la cartografía aporta los límites espaciales que delimitan los objetos de estudio, que en nuestro caso se corresponden con la subparcela catastral. En segundo lugar, el uso de las subparcelas se asigna mediante el análisis de un conjunto de características, como son las extraídas a partir del análisis de una imagen de alta resolución, o las definidas por su forma, su uso previo, etc.

Así, la descripción cuantitativa de cada objeto se hace por medio de un conjunto de características diseñadas específicamente para la descripción de parcelas fundamentalmente agrícolas. La información que proporcionan estas características se refiere a la respuesta espectral de cada objeto o parcela, a la textura, a la existencia de elementos con una estructura o patrón determinado (marcos de plantación,...), así como a las propiedades de algunos de esos elementos y, por último, a la propia geometría de las parcelas o características de forma. El desarrollo y aplicación de estas características descriptoras constituye el núcleo central de esta tesis.

Se han evaluado, mediante una serie de ensayos, la utilización y el rendimiento de estas características como descriptores de las propiedades que definen los usos de las parcelas. Así, por ejemplo, se ha comprobado que la posición del

primer máximo del semivariograma omnidireccional calculado sobre la banda del infrarrojo es un indicador preciso del diámetro de la copa de los árboles dispuestos según un marco de plantación regular. Así mismo, la transformada de Hough sobre una imagen binaria con la localización de árboles permite determinar las dimensiones de los marcos de plantación en cultivos arbóreos. Se ha diseñado un método de segmentación automática y caracterización de árboles por parcela para determinar la superficie cubierta por árboles en una parcela y, al mismo tiempo, la clase de cultivo presente, dentro de la variación existente en la zona de estudio. También se ha comprobado que el uso previo de una parcela, introducido como una característica descriptora más de las parcelas, incrementa la fiabilidad de la clasificación de manera muy relacionada con el grado de actualización de la base de datos. En los ensayos realizados este incremento está próximo al 4%.

Como método de decisión para la asignación de clases se ha utilizado un multclasificador de tipo boosting sobre un conjunto de árboles de decisión creados mediante el algoritmo C5.0, a partir de un conjunto de ejemplos o muestras de aprendizaje. Además de la clase asignada por el clasificador a cada parcela se obtiene un valor de la confianza con la que el clasificador hace la asignación de la clase, el cual proporciona información objetiva sobre la fiabilidad en la clasificación de cada objeto.

La metodología de clasificación propuesta se ha evaluado en un conjunto de subparcelas del área de estudio, considerando un total de 10 clases. La fiabilidad global obtenida es del 78,4% cuando se tiene en cuenta el uso previo, frente al 74,7% cuando no se tiene en cuenta.

Por último, se evalúa la metodología propuesta en el contexto de un problema real de actualización, en el cual se compara la clasificación de las subparcelas con la clase contenida en la base de datos que se pretende actualizar, de forma que se detecten las discordancias entre ambas fuentes. En estos casos, es necesaria una revisión por parte de un fotointérprete con el fin de determinar si ha existido un cambio real o un error de clasificación, definiendo la clase final de asignación.

La metodología presentada en esta tesis se ha utilizado con éxito en varios trabajos de produc-

ción como la actualización del SIG Citrícola de la Comunidad Valenciana en la provincia de Castellón, en la actualización del Inventario de Cultivos de la Región de Murcia y en la elaboración de cartografía de usos del suelo para el Banco de Terras de Galicia. Las fiabilidades obtenidas en las clasificaciones de estos trabajos oscilan

entre el 78% y el 93%, siendo paisajes, leyendas y datos de partida muy distintos entre sí. En todos los casos, la aplicación de esta metodología supone una reducción significativa en los tiempos de actualización de las bases de datos al reducirse en gran medida el número de parcelas a revisar por los fotointérpretes.

