

Teledetección: Dr. Emilio Chuvieco Salinero

Ejercicio práctico 5: Análisis digital de imágenes en teledetección (Clasificación y análisis temporal)

Objetivo:

Mostrar ejemplos de transformaciones de imágenes, así como de técnicas de clasificación y comparación temporal.

Desarrollo:

Contestar a las cuestiones que se indican en un documento Word que está en el directorio de la asignatura. Ahí se incluirán también las figuras con los resultados de los distintos ejercicios. Consultar el manual auxiliar de PCI para alguna duda que surja con el empleo del programa. Vamos a utilizar para esta clasificación la misma leyenda empleada en el análisis visual de la imagen, extraída del programa *Corine Land Cover*, de cara a poder comparar luego los resultados entre ambos métodos de interpretación.

1 Índices de vegetación (IV)

A partir de cualquier opción para modelizar (*Tools – EASI Modeling* o la calculadora de imágenes), calcular el índice NDVI y algún otro que permita realzar las láminas de agua. Utilizar como entrada las bandas ya corregidas de reflectividad. En caso de utilizar el lenguaje *EASI Modeling*, el resultado se envía directamente a una de las bandas vacías del archivo (si no hay bandas vacías, habrá que crearlas previamente). Puede enviarse el resultado también a una banda de 32 bits, o escalar la fórmula convenientemente para que los resultados se sitúen entre 0-255, y poder salvarlo en una banda de 8 bits.

2 Fusión de imágenes

Puede generarse una imagen mezcla entre los canales pancromático y multiespectral utilizando una variedad de procedimientos. Para este ejercicio emplearemos también la pancromática de la misma escena de prácticas, con 15 m de resolución espacial. Se recomienda utilizar la combinación de color IRC/R/V, pues esta es la región espectral que mejor cubre la imagen pancromática.

Para poder fusionarlas, ambas tienen que tener el mismo número de píxeles. Para remuestrear la imagen multiespectral a 15m, puede utilizarse el comando *Tools – Reprojection*, manteniendo las mismas coordenadas de las esquinas (usar la opción *Bounds and Resolution*) cambiando sólo el tamaño del pixel a 15 x 15 m. A partir de esas bandas, pueden usarse el comando IHS para convertir la composición en color NIR/R/G de RGB a IHS y luego aplicar el procedimiento inverso, usando el comando RGB para retornar del espacio IHS al RGB, aunque en este caso cambiando el canal intensidad por el pancromático.

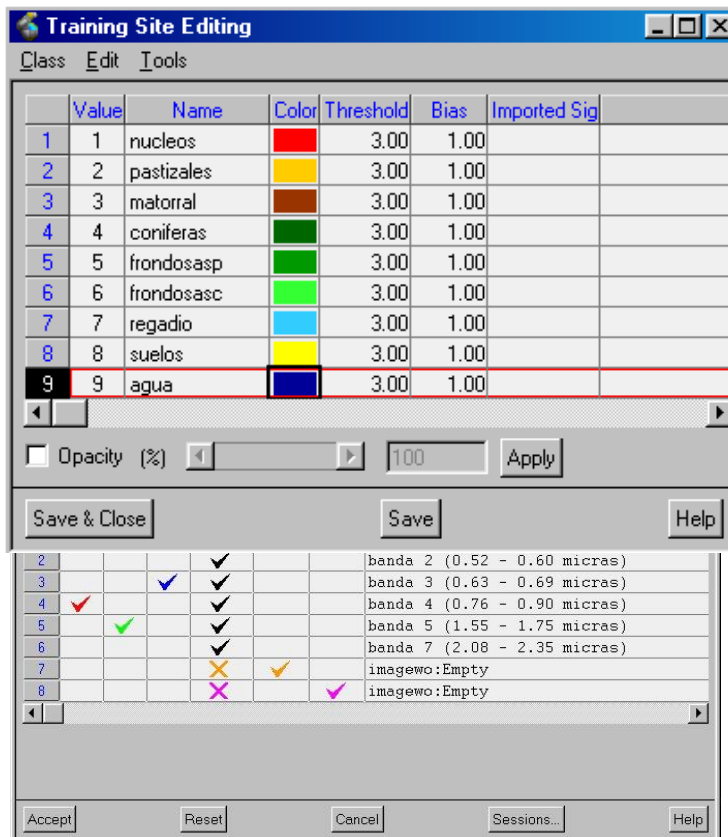
También puede hacerse este proceso en un sólo paso con el comando FUSE, disponible en *Image Processing – Data Fusion*. En este caso, el programa también remuestra las bandas de

la multiespectral a la resolución del pancromático, y aplica luego el modelo de fusión que indiquemos en la opción *IHS model* (en *Input Parameters*). El resultado puede enviarse a la visualización o a un archivo nuevo.

3 Clasificación de imágenes

3.1 Entrenamiento

En primer lugar resulta preciso definir las categorías de cobertura de la imagen señalando unas áreas de entrenamiento, que sean adecuadamente representativas de la variación presente en



la imagen. Para ello, debemos visualizar previamente la imagen ya corregida con los canales que se consideren más apropiados para discriminar mejor las distintas categorías, y con los reales que se estimen oportunos (del contraste o filtros). Para abordar la clasificación resulta necesario añadir previamente dos canales vacíos (de 8 bits) al archivo original de la imagen, donde se almacenarán las áreas de entrenamiento y los resultados de la clasificación.

En la opción *Analysis – Image Classification – Supervised* seleccionar el archivo anteriormente citado. Al entrar en el programa nos pide seleccionar una sesión previa o definir una nueva (*New Session*), en donde el usuario elige las bandas de origen para visualizar (R,G,B), las

que servirán de entrada a la clasificación (*Input Channels*, así como las que contendrán los campos de entrenamiento (*Training channel*) y los resultados (*Output channel*), así como una pequeña descripción del tipo de clasificación a abordar (*Description*) para que el usuario pueda luego identificarla. Todas ellas se marcan con el BIR. Pueden seleccionarse las bandas que se estima son más informativas para separar cubiertas en la imagen, incluyendo las originales o las generadas por alguna transformación.

Una vez introducidos estos parámetros, se pulsa el botón *Accept*. Aparece una nueva ventana, en donde se realiza la mayor parte del proceso de entrenamiento. En esa ventana se indican sucesivamente las categorías de los campos de entrenamiento que se van a digitalizar. Se inicia desde *Class – New*. Señalar el nombre de la clase a definir en la columna *Name*, con el color que estimemos oportuno (elegirlo sobre la barra de color que aparece al pulsar en la columna

Color). Conviene que los nombres de las clases no dejen espacios en blanco, ni incluyan acentos, y que sean cortos (6-8 caracteres). Luego se puede introducir una descripción más amplia en la casilla (*Description*).

Una vez que se han indicado todas las categorías, hay que seleccionar los píxeles que formarán las áreas de entrenamiento asociadas a cada clase. Para ello, se van digitizando polígonos (*Polygon*), que incluyan píxeles claramente incluidos en la categoría de cobertura que quiere definirse. Los campos no tienen que ser grandes y deberían incluir la variabilidad de esa clase. Mientras se señale una clase temática, las áreas que se digitalizan se van asignando a esa clase. Cuando se quiera cambiar de clase, basta seleccionar otra antes de comenzar a digitalizar.

En caso de que se dude si la situación de un campo de entrenamiento es correcta, existe la posibilidad de ver lo que está detrás de cada área pulsando CTRL+T (dentro de la ventana de edición de los campos). Si quiere eliminarse el último campo introducido, basta pulsar *Undo* en el menú superior, o la flecha *Undo* de la barra de botones. Si quieren eliminarse las estadísticas de esa clase, se pulsará *Clear Class*.

Al terminar el proceso de selección de campos, pulsar *Save*. Pueden estudiarse las estadísticas de las clases generadas en la opción *Tools – Signature Statistics*. Para cambiar la clase activa, basta seleccionarla con el BIR. Convendrá estudiar las medias y desviaciones típicas resultantes, para ver si hay campos muy heterogéneos. Estas estadísticas pueden salvarse (opción *Save Report*) en un archivo ASCII para luego insertarlas en un documento de Word o en Excel. También puede calcularse la separabilidad entre clases (pulsar *Tools - Separability* y seleccionar la medida de la Divergencia Transformada). Los valores por debajo de 1.9 indican una pobre separabilidad; entre 1.9 y 2 una separabilidad adecuada y 2 la separabilidad idónea. Asimismo pueden observarse los histogramas de los ND que forman cada categoría, mediante la opción *Tools – Histograms*. También puede abordarse una clasificación preliminar utilizando la opción *Tools – Classification Preview – Maximum likelihood*, de cara a evaluar la calidad del proceso de entrenamiento.

Si a la vista de esos resultados, de las estadísticas y las medidas de separabilidad, se observa que algunas clases no están bien definidas, convendrá modificarlas, eliminando algunas (*Edit Delete* para borrar la clase y *Edit Clear* para eliminar las áreas digitalizadas, preservando la categoría), señalando nuevas áreas de entrenamiento para una clase, generando nuevas categorías (*Class New*) o uniendo (*Class Merge*) algunas de las ya creadas.

3.2 Fase de Asignación

Una vez depuradas las estadísticas de entrenamiento puede abordarse la siguiente fase de la clasificación, en donde se realizará propiamente la asignación de los píxeles de la imagen a una de las categorías previamente definidas. Para ello, dentro de la pestaña *Maps*, pulsar el BDR sobre la etiqueta *Classification MetaLayer*, luego seleccionar con el BIR *Run Classification*. Se abre una ventana que permite seleccionar entre varios de los criterios de clasificación más conocidos, así como salvar una tabla con los resultados de la clasificación (*Show Report*), las estadísticas de entrenamiento (*Save Signatures*) y la tabla de color de la clasificación (*Create PCT*). También puede indicarse que clasifique sólo parte de la imagen utilizando una máscara, definida por un bitmap, o sobre toda la imagen (opción por defecto). La opción *With Null class*

se utiliza para permitir que haya píxeles sin clasificar. Esto será conveniente cuando no se está muy seguro sobre la exhaustividad en la definición de las categorías, pero no puede considerarse como una opción adecuada para la clasificación final. Utilizar la opción de máxima probabilidad (*Maximum Likelihood*). La ventana con los resultados de la clasificación se puede salvar como fichero de texto.

Para comprobar la calidad de algunas asignaciones, una vez obtenidos los resultados, se puede visualizar alternativamente la imagen multibanda en color, o la clasificación. Para ello, se puede activar o no ese resultado en la pestaña *Maps*. En función de los resultados, se decidirá si conviene depurar los campos de entrenamiento (incluyendo nuevas clases o nuevas áreas dentro de alguna clase, tal y como se ha descrito anteriormente). También pueden modificarse los valores de umbral (*Threshold*) y ponderación (*Bias*) de algunas clases, si estuvieran sobre o infra-dimensionadas. El umbral indica el número de desviaciones típicas desde la media que son consideradas como límite de cada clase, mientras la ponderación señala el nivel de preferencia entre clases cuando hay conflictos de asignación. Ambos parámetros se modifican en la ventana de edición de áreas de entrenamiento.

3.3 Generación de la paleta de color

El programa de clasificación genera, automáticamente, una paleta de color asignando, para cada clase, los mismos colores indicados en la etapa de entrenamiento. En caso de que quiera modificarse posteriormente esa paleta, puede hacerse simplemente situándose sobre el plano *Output* del *Classification MetaLayer*, pulsando con el BIR sobre el signo + situado junto a la capa *Output* y pulsando con el BIR sobre cada una de las categorías seleccionadas. Aparece la utilidad de cambio de color, que permite seleccionar colores básicos y valores de intensidad. Esto en el caso de que la edición se realice cuando la sesión de clasificación siga activa. Si quiere hacerse en otro momento, basta visualizar la imagen resultado, utilizando *Add – Pseudocolored*. Pulsando el BDR sobre el nombre de la banda que tenga los resultados, se selecciona *Edit PCT*. Para cargar la nueva PCT pulsar con el BDR sobre la capa PCT y pulsar sobre la opción propiedades. Pulsar sobre la pestaña *Source image* y seleccionar la PCT deseada. También pueden asignarse tramas a las distintas categorías, utilizando la función *Representation* y doble clic sobre la columna *Symbol*. Como puede verse hay una amplia gama de tramas y colores disponibles. También podrían modificarse los nombres de las categorías.

3.4 Verificación de resultados

Para verificar los resultados es preciso comparar la clasificación obtenida con algún indicador de la verdad terreno. Para hacer esta práctica vamos a usar la opción *Post-classification Analysis – Accuracy Assessment*. La verificación puede realizarse sobre una muestra aleatoria diseñada por el programa o sobre un archivo vectorial de puntos previamente creado. En primer lugar, se selecciona la banda donde se haya almacenado la clasificación (*Select Classified Image*), luego la imagen de referencia (*Load Reference Image*), que puede ser una imagen en falso color o un archivo ya clasificado y verificado previamente. Emplear una imagen en falso color. A continuación, el programa genera una muestra aleatoria de puntos de verificación (*Generate Random Sample*) que vamos a indicar sea de 100 puntos. También

podría cargar un fichero vectorial previamente generado que tuviera puntos medidos en campo. En este caso, usaríamos la opción *Samples from Vector Segment*.

Si todo está en el orden previsto, aparecerá en la parte derecha de la ventana de verificación la lista de puntos de referencia, y en la ventana izquierda la lista de clases que hemos asignado en la clasificación. Al señalar un punto en la ventana, el curso selecciona el punto en la imagen en falso color, que vamos a usar para extraer la verdad terreno (lo ideal sería hacerlo de modo aleatorio sobre el terreno). Localizar cada punto y pulsar sobre la categoría a la que corresponde haciendo doble click sobre la lista de clases que está a la izquierda de la ventana de verificación. Esa clase se insertará para ese punto. Repetir el ejercicio hasta los cien que se indican. Al terminar pulsar *Save* si quiere salvarse ese archivo de puntos como un segmento vectorial para futuro uso.

Para obtener la fiabilidad de nuestra clasificación, basta que pulsemos el botón *Accuracy Report – Generate*. En esta opción hay tres pestañas: *Sample Report Listing*, en donde se obtiene la lista de los puntos de validación, con su clase asignada por la clasificación digital y la que hayamos considerado verdad terreno; *Error Matrix*, matriz de confusión con los aciertos y errores del proceso, y *Accuracy Statistics* con algunas estadísticas de verificación. Interesa obtener resultados de la segunda y tercera opción. Pulsar *Generate Report* cada vez, para ver el informe en pantalla. En cada una pueden obtenerse los resultados de la clasificación original o suavizada (con filtro modal). Activa esta opción, ya que permite resolver alguna asignación aisladamente errónea.

Suavización de resultados

De modo habitual, las clasificaciones realizadas píxel a píxel adolecen de un excesivo ruido (píxeles aislados asignados a clases poco coherentes con el conjunto), por lo que conviene suavizar el resultado aplicando un filtro modal. Esta operación está disponible abriendo la banda clasificada como se ha indicado antes (*Add – Pseudocolored*), y pulsando el BDR seleccionar la opción *Filter*, aplicando la opción de filtro modal (*Mode*). Puede analizarse el efecto de ampliar o disminuir el tamaño de la ventana sobre los resultados. Conviene aplicarlo sobre la vista (*Apply to View*), en lugar de sobre el archivo (*Apply to File*), hasta que decidamos el tamaño más conveniente de ventana de filtraje

Obtención del mapa de clasificación.

Una vez obtenidos los resultados más aceptables, puede generarse un producto cartográfico desde el propio Focus, o exportarlo a algún otro programa. Se recomienda exportar la banda con el mapa resultante de la clasificación a arcGIS utilizando el formato Geotiff o el de Erdas Imagine que arcGIS leen directamente y permiten conservar las coordenadas (*File - Utility – Translate - Export to*).

4 Detección de cambios

Puede crearse un archivo único con las tres bandas para generar un falso color de las dos fechas, los IV y las imágenes clasificadas de las dos fechas. Utilizar las opciones del programa para transferir bandas entre archivos. Opción *File - Transfer Layers*.

4.1 Composición coloreada multitemporal

Sobre las dos imágenes (la primera y segunda fecha) ya superpuestas pueden abordarse distintas técnicas para discriminar el cambio producido entre fechas. La más sencilla consiste en superponer en distintos planos de color con las mismas bandas de las dos fechas, lo que permitirá observar visualmente algunos rasgos de cambio.

4.2 Índices de vegetación multitemporales

Comparar los NDVI, primero visualmente, siguiendo lo indicado en la visualización multitemporal, y luego digitalmente mediante la resta o cocientes. Convendrá dirigir el resultado de estas operaciones a una banda de 32 bits (entrar de nuevo en el programa si fuera preciso), ya que en las restas multitemporales aparecerán valores negativos y en los cocientes decimales. Otra opción es añadir a la resta una constante (o multiplicar el cociente por una constante), para asegurarse que el resultado esté escalado en 8 bits (0 a 255).

Como es lógico, los valores negativos al restar la segunda fecha de la primera indicarán decrementos en el vigor vegetal, y los valores positivos incrementos. En caso de que el resultado sea una imagen de 8 bits, puede crearse una paleta de color que permita visualizar mejor el cambio entre fechas. Por ejemplo, pueden aplicarse colores cálidos (gama de rojos-amarillos) a las pérdidas y fríos a las ganancias (verdes-azules). Esto puede obtenerse dentro de la opción *Edit PCT* pulsando con el BDR sobre el archivo resultado (en la pestaña Maps). Con este programa se puede colorear un rango de ND determinado, señalándolo con el ratón (pulsar y arrastrar), y luego indicando en la paleta inferior el color deseado. Posteriormente salvar el resultado (*Save PCT*), para finalmente exportar la diferencia multitemporal como archivo TIF o salvando la pantalla.

4.3 Comparación de clasificaciones

Los resultados de las dos clasificaciones pueden compararse mediante una tabulación cruzada (opción MAT en *Algorithm Librarian*). Este programa permite ver qué categorías han cambiado entre fechas y hacia qué cubiertas se produce la evolución. También pueden compararse ambos archivos en arcGIS o en algún otro programa que conozcáis. Obtener una matriz de cambio temporal.

Entrega 29.12