

EFFECTOS DE LA CONVERSIÓN DE LOS VALORES DIGITALES A VALORES DE RADIANCIA SOBRE LA CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO EN LAS IMÁGENES LANDSAT

P. GARCÍA-MANTECA, A. M. FELICISIMO Y J. MARQUINEZ.
INDUROT, Instituto de Urbanismo y Ordenación del Territorio.
Oviedo

RESUMEN

Las imágenes multispectrales Landsat TM, codificadas en valores digitales de 8 bits, pueden ser convertidas en valores de radiancia mediante coeficientes específicos para cada banda. Se ha comprobado si este procedimiento tiene alguna utilidad en la identificación de usos del suelo realizando clasificaciones supervisadas con ambas imágenes: original y transformada. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre las imágenes clasificadas. Se discute la posible utilidad de la transformación en el análisis multitemporal.

ABSTRACT

Multi spectral Landsat TM images, coded in 8 bit digital values, can be converted to radiance values by means of specific coefficients for each band. Supervised classifications with both images-original and transformed-have been performed in order to confirm whether this procedure is in any way useful for the identification of land uses. Results show there are no significant differences between the classified images. The possible use of the transformation in multitemporal analysis is discussed.

1. INTRODUCCIÓN

Algunos autores han propuesto que la transformación de valores digitales (VD, en el rango 0 - 255) a valores de radiancia (VR, $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$) puede tener utilidad en el análisis de las imágenes multispectrales debido a que la decodificación de la información refleja más estrictamente la realidad física subyacente. La transformación se realiza mediante coeficientes que se incluyen en las cintas originales de la imagen y que son específicos para cada banda. La transformación es lineal banda a banda, pero los coeficientes son diferentes entre ellas. Por este motivo, puede aceptarse la posibilidad de que la transformación puede influir en el análisis estadístico conjunto al expandir diferencialmente cada banda y variar, por tanto, los valores relativos de la varianza de cada una de ellas.

El manejo de la imagen transformada plantea varios problemas prácticos de cierta importancia. El primero de ellos es que la transformación se realiza con coeficientes reales, por lo que la imagen resultante también está compuesta por números reales y no por enteros. Dado que los programas más habituales de proceso de imágenes no permiten el manejo de matrices reales, se hacen necesarias operaciones de redondeo o truncamiento de los datos. El segundo problema viene motivado por esta operación: si no se desea reducir el rango de variación, con la pérdida de información que implica, los datos adquieren valores superiores a 255, lo que obliga a usar variables enteras de 16 bits por píxel.

El programa utilizado (Erdas) permite trabajar con imágenes de 16 bits, aunque con mayores limitaciones que con las imágenes estándar de 8 bits. Por otra parte, los archivos tienen un tamaño doble en el primer caso. Por estos motivos es aconsejable comprobar la utilidad real de la transformación de VD a VR en los procesos habituales de interpretación de las imágenes.

Este trabajo presenta los resultados obtenidos en la clasificación supervisada de usos del suelo realizada para ambas imágenes a partir de unas mismas áreas de muestreo. Las imágenes clasificadas se comparan con un mapa de vegetación existente para realizar los porcentajes de asignación realizada correctamente a cada clase.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El análisis se ha realizado sobre la zona cubierta por la hoja 76-I (Carballo), escala 1:25.000, situada en el suroeste de Asturias. El área representada tiene una extensión próxima a los 126 km² de los cuales unos 122 pertenecen al concejo asturiano de Cangas del Narcea y los 4 restantes al de Somiedo. El relieve de la zona es relativamente abrupto, con altitudes distribuidas entre los 420 y los 1811 m.

A pesar de un sustrato relativamente homogéneo (predominantemente silíceo), la vegetación de la zona es relativamente variada, con una leyenda que incorpora 44 clases de formaciones vegetales aunque sólo tienen importancia cuantitativa algunas de ellas.

Entre los bosques destacan por su extensión los hayedos y abedulares con 16,7 km². Otras formaciones de amplia extensión son los brezales de *Erica aragonensis* (brezo rojo) y de *Ulex cantabricus* (tojo), con 28,0 km², entre ambos, así como los pinales de *Genista polygaliphylla*, con 17,4 km². Se trata de formaciones leñosas bajas, muy extendidas a consecuencia de la intensa actividad humana ejercida sobre las comunidades climáticas y el progresivo abandono de prados y tierras de labor. Finalmente, los fondos de los valles están ocupados preferentemente por prados, formaciones herbáceas densas cuya existencia está condicionada al manejo humano, mediante siegas periódicas y pastoreo ocasional, con una superficie estimada de 6,0 km².

Este área fue elegida por tratarse de una zona de la que se dispone de una cartografía de la vegetación actualizada y fiable, lo que permite analizar los resultados de la clasificación con fiabilidad (INDUROT, 1991).

3. MATERIAL

El trabajo ha sido realizado en una estación de trabajo SUN donde se han instalado los sistemas de información geográfica Arc/Info y Erdas. Arc/Info fue utilizado para el manejo de la cartografía de vegetación y de las variables topográficas en formato vectorial. Erdas se utiliza para el manejo de las imágenes de satélite.

La imagen utilizada en el proceso de corrección radiométrica corresponde al sensor Thematic Mapper del Landsat 5. Fue tomada a las 10 h 30 min TMG del 21 de junio de 1986. La imagen original fue rectificadas geométricamente para su ajuste al área de estudio, adoptando un píxel cuadrado de 25 m de lado (sistema de proyección UTM). La imagen final es un archivo multispectral con 6 bandas TM, 386 filas y 555 columnas (la banda 6 fue excluida debido a su menor resolución espacial).

4. MÉTODOS

4.1. Elaboración de la imagen transformada.

La imagen con valores de radiancia fue elaborada mediante la utilidad "álgebra" del programa Erdas, usando los coeficientes de transformación incluidos en la cinta magnética original de la imagen. La imagen resultante está compuesta por datos de 16 bits ya que se almacenan los resultados con el primer dígito decimal. Los coeficientes para cada banda se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.- Coeficientes de transformación de valores digitales a valores de radiancia para la imagen Thematic Mapper utilizada.

BANDA	a ₀	a ₁	BANDA	a ₀	a ₁
1	-0,07	+0,4197	4	-0,23	+0,1170
2	-0,16	+0,1034	5	-0,09	+0,2726
3	-0,11	+0,6500	7	-0,05	+0,1692

La transformación de valores digitales a valores de radiancia se efectúa mediante la operación:

$$VR = \text{round} (a_0 + a_1 \cdot VD) \cdot 10,0).$$

4.2. Clasificación de las imágenes.

La clasificación de las imágenes se realizó con el método de máxima verosimilitud ya que trabajos anteriores han mostrado que es el que ofrece mejores resultados y mayor capacidad resolutive. El objetivo es comprobar si existen diferencias entre ambas clasificaciones.

Las firmas espectrales se extrajeron a partir de áreas muestra delimitadas con la ayuda del mapa de vegetación original. Este, recogido en formato vectorial en Arc/Info, fue trasladado a Erdas para ayudar a delimitar las áreas muestra. Las áreas han sido definidas con un criterio muy poco restrictivo, sin intentar incluir zonas especialmente homogéneas ni uniformes. Esto repercute necesariamente en la calidad de la clasificación resultante, ya que se agrupan bajo una misma firma espectral zonas con recubrimientos y densidades diferentes, pero esta circunstancia no se ha considerado limitante para los fines del trabajo, que sólo pretende comparar los resultados de las clasificaciones.

Dada la complejidad del mapa original, inabordable en una clasificación convencional de teledetección, las clases de vegetación fueron agrupadas en un reducido número de categorías, definidas con criterios fisiognómicos y estructurales.

5. RESULTADOS

Para evaluar el ajuste de los resultados se han realizado operaciones de tabulación cruzada entre el mapa de referencia (procedente de Arc/Info) y el resultado de las clasificaciones. Este proceso conduce a la elaboración de matrices de error que permiten la medida del ajuste de la clasificación al mapa de vegetación. A partir de la matriz de error C se estima el porcentaje de píxeles correctamente identificados (PCC), que se utilizan como un índice de precisión de la clasificación. El PCC muestral (\hat{p}) puede ser global o estimarse para cada categoría de vegetación.

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para ambas imágenes, por categorías y globalmente.

Tabla 2.- Valores del índice \hat{p} para cada categoría de vegetación (en porcentaje), para las clasificaciones realizadas a partir de los valores digitales originales (VD) y de los transformados (VR).

MAX. VER.	CATEGORIAS DE VEGETACION						
TRANSFORM.	BO	AR	PI	BR	PR	RO	TOTAL
NO (VD)	65,3	24,3	18,2	55,6	65,4	74,8	51,1
SI (VR)	65,1	24,4	18,1	55,9	65,2	73,6	51,1

Donde las categorías de vegetación se han codificado según la leyenda siguiente: **BO**: Bosques; **AR**: Formaciones

arbustivas; **PI**: Piornales; **BR**: Brezales; **PR38**: Prados y pastos; **RO**: Roquedos.

6. CONCLUSIONES

La transformación de valores digitales (VD) a valores de radiancia (VR, $W.m^{-2}.sr^{-1}$) no tiene influencia significativa en los resultados de la clasificación supervisada. Tanto a nivel global como para cada categoría de vegetación, el valor de \hat{p} es igual para ambas imágenes.

El manejo de VR implica el uso de archivos de 16 bits ya que el rango de los datos supera los límites de almacenamiento de los archivos de 8 bits. Los archivos de 16 bits tienen doble tamaño que los de 8 bits (2 bytes por píxel) a lo que se suma un tiempo de tratamiento superior para las operaciones numéricas. Asimismo, no todos los sistemas de proceso de imágenes tienen capacidad para tratar archivos de este tipo.

Puede concluirse, por tanto, que la transformación de valores digitales a valores de radiancia es una práctica desaconsejable en los procesos de clasificación considerados aisladamente, ya que a sus desventajas no añade ninguna circunstancia favorable.

7. DISCUSIÓN

Las conclusiones anteriores sólo pueden aplicarse, como ya se ha dejado entender, a los procesos de clasificación consi-

derados independientemente. Cabe plantearse, sin embargo, la conveniencia de usar valores de radiancia en el análisis multitemporal de las imágenes, donde las condiciones de iluminación pueden variar notablemente de una imagen a otra.

Ante la ausencia de ensayos al respecto, la utilidad de la transformación sólo puede considerarse de interés en el caso de desear la utilización de magnitudes como la emitancia o la irradiancia ($W.m^{-2}$). En el caso de pretender homogeneizar imágenes multitemporales tomadas en diferentes condiciones de iluminación, el uso de VR no parece tener utilidad.

El motivo es que, entre diferentes épocas del año, no sólo varía la irradiancia sino, muy especialmente, los parámetros geométricos de la iluminación. La transformación de VD a VR podría utilizarse para una calibración global de irradiancia, que asimilará ambas imágenes entre sí, pero no podría plantearse en ningún caso la corrección del efecto del relieve en las imágenes, ya que éste está provocado por los diferentes ángulos de incidencia y por el ocultamiento topográfico. En este caso, el proceder adecuado es la realización de una corrección radiométrica del efecto topográfico, con la cual la imagen resultante queda, en principio, libre de las distorsiones debidas a esta causa (Felicísimo y García-Manteca, 1990; Felicísimo et al., 1992).

8. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ INDURÓT (1992): *Cartografía temática ambiental. Hoja 76-I (Carballo)*, escala 1:25.000. ICONA. 56 p. + 7 mapas.
- ✓ FELICÍSIMO, A.M. y GARCÍA-MANTECA, P. (1991): Corrección del efecto topográfico en las imágenes Landsat mediante el uso de un modelo digital de elevaciones. En *III Reunión Científica del Grupo de Trabajo en Teledetección*. Madrid. pp 209-216. Asociación Española de Teledetección, Madrid.
- ✓ FELICÍSIMO, A.M., GARCÍA-MANTECA, P. y MARQUINEZ, J. (1992): Efectos de la corrección del efecto topográfico en las imágenes Landsat sobre la clasificación de la vegetación y usos del suelo. En *IV Reunión Científica del Grupo de Trabajo en Teledetección*. (este volumen).