

Efecto de la compresión degradativa de imágenes sobre la clasificación de zonas de vegetación natural.

Alaitz Zabala⁽¹⁾ y Xavier Pons^(1, 2)

⁽¹⁾Departament de Geografia. Edifici B. Universitat Autònoma de Barcelona, E 08193 Bellaterra, Barcelona.
a.zabala@miramon.uab.es, xavier.pons@uab.es

⁽²⁾Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF). Edifici C. Universitat Autònoma de Barcelona, E 08193 Bellaterra, Barcelona.

Resumen

El trabajo comprueba el efecto de la compresión degradativa de imágenes sobre la clasificación digital de zonas forestales. El método de clasificación utilizado es una clasificación mixta de imágenes de satélite y variables topo-climáticas para la cartografía de cubiertas vegetales. Los resultados aportan interesantes novedades respecto a la influencia de la compresión en la calidad de la cartografía obtenida, tanto desde un punto de vista 'por píxel' como a nivel de homogeneidad de los polígonos obtenidos. La superficie clasificada en clasificaciones realizadas sólo con variables radiométricas aumenta al aumentar la compresión de las imágenes, aunque el aumento es menor para formatos JPEG2000, especialmente en zonas fragmentadas. Por el contrario la superficie clasificada se reduce en las clasificaciones que además consideran variables topo-climáticas. El acierto global de las imágenes se reduce a elevadas compresiones, aunque el punto de inflexión se sitúa en diferentes lugares según el formato de compresión (para JPEG y imágenes fragmentadas el máximo acierto se encuentra a menor compresión). En general el formato JPEG2000 proporciona mejores resultados tanto desde el punto de vista cuantitativo (acierto y supf. clas.) como visual (clasificaciones con menor efecto 'sal y pimienta').

1. Introducción y objetivos

En 1991 aparece el formato JPEG [1], propuesto por el *Joint Photographic Experts Group* que supone una revolución en la compresión de imágenes por cuanto consigue niveles de compresión muy elevados sin pérdida apreciable de la calidad visual, al menos hasta un tamaño de fichero del orden de un 20% del original. Más adelante aparecen esquemas de compresión basados en transformadas *wavelet* que aportan niveles de compresión aún mayores para calidades visuales similares. Entre estos últimos años han tenido

especial presencia entre la comunidad de TD y SIG los formatos SID, ECW y JPEG2000 [2]. En todos estos casos hay que tener en cuenta que nos encontramos ante algoritmos de compresión degradativos, es decir, que sacrifican una parte de los datos para obtener mayor ratio de compresión.

A pesar de la espectacularidad de los niveles de compresión conseguidos, son escasos los análisis cuantitativos de las implicaciones de estas compresiones. El presente trabajo pretende evaluar la influencia de la compresión de imágenes en la clasificación digital aplicada a zonas de vegetación natural basándose en nuestras propias experiencias así como en la de los trabajos [3], [4] y [5].

Además, nuestro trabajo se aplica a una zona mayor, con lo que esperamos tener resultados más representativos, a la vez que pretende hacer la evaluación en el escenario, cada vez más frecuente, de multitemporalidad y de uso de variables topo-climáticas para la mejora de la clasificación.

2. Material y métodos

El método de clasificación utilizado es una clasificación mixta de imágenes de satélite y otras variables topo-climáticas sobre cartografía de cubiertas vegetales, diseñada para aumentar la bondad de las clasificaciones [6].

Las áreas de entrenamiento se obtienen del *Mapa de Hàbitats de Catalunya*, y son sometidas a tratamiento estadístico para garantizar su calidad.

Para comprobar el efecto de las variables topo-climáticas y de la compresión en los resultados de la clasificación se han contemplado varios escenarios.

En cada caso se han analizado las dos situaciones creadas al disponer sólo de imágenes (variables radiométricas), **escenario R**, y al disponer, además, de variables topo-climáticas, **escenario RTC**. En cada escenario, a su vez, se han analizado los esquemas de compresión **JPG** y **JPEG2000**, que denominaremos **J2K**.

La medida de la compresión se ha realizado en base a las ratios de compresión (CR) y no a la

calidad de la compresión (habitual en JPG) puesto que nos parece más relevante dada la evidente aplicación práctica de nuestra investigación. Debe tenerse en cuenta que una misma ratio de compresión puede suponer grados diversos de calidad en función del tipo de imagen:

$$CR = \frac{\text{Tamaño Fichero Comprimido}}{\text{Tamaño Fichero Original}}$$

Las ratios de compresión utilizadas para cada escenario han sido: 100% (imagen sin comprimir), 60%, 50%, 40%, 30%, 20%, 10%, 5% y 1%.

La bondad de las clasificaciones (con y sin compresión) se analiza en base a áreas de test (capa verdad-terreno) diferentes a las de entrenamiento.

2.1. Áreas y escenas utilizadas

Se han escogido dos zonas de tamaño mediano pero con diferente nivel de fragmentación espacial y se han analizado a partir de imágenes Landsat correspondientes a las fechas 26-04-02, 13-06-02, 16-08-02, 12-03-03 para la primera zona y a 13-06-02, 12-03-03, 26-07-03, 11-08-03 para la segunda. La primera zona es la Garrotxa, que tiene una dimensión de 1264x1264 píxeles de 20x20m (50175.8 ha sobre cubiertas vegetales). La segunda se centra en la zona del Maresme-Vallès y su dimensión es de 3474x2323 píxeles de 20x20m (146687.3 ha sobre cubiertas vegetales).

Sobre las imágenes originales (tras su ortorección geométrica y radiométrica) se aplica una máscara obtenida a partir del *Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya* para clasificar solamente las zonas de cubiertas vegetales.

2.2. Compresión/descompresión de imágenes

Los algoritmos de compresión/descompresión utilizados han sido la implementación de JPEG clásico (**JPG**) de MiraMon 5.2 basada en las librerías públicas del JPEG y la implementación JPEG2000 del CCD de la UAB (**J2K**) para compresión. Para la descompresión J2K se ha utilizado la herramienta *Kakadu*, de distribución libre, que genera imágenes descomprimidas de tipo *byte* (8 bits/píxel) independientemente del tipo interno del JPEG-2000. Por este motivo se ha considerado necesario realizar toda la batería de pruebas en formato *byte*, y antes de la compresión se transforman a este tipo las imágenes originales.

2.2.1. Valor NODATA

Las imágenes originales presentan zonas sin datos (NODATA) debido a las correcciones geométricas y radiométricas a que se han sometido

y a la presencia de alguna nube. No todos los programas de compresión/descompresión utilizados disponen por el momento de la consideración de estos valores NODATA y utilizarlos tal cual en la compresión puede generar errores crasos en las imágenes generadas. Por este motivo antes de la compresión también es necesario realizar una eliminación de estos valores en las imágenes. La eliminación se realiza mediante el módulo FagoVal de MiraMon, que elimina (fagocita) selectivamente un cierto valor en ficheros ráster, sustituyéndolo (en el presente caso) por la media aritmética los valores adyacentes. Finalmente, es necesario realizar una máscara con las zonas NODATA en las imágenes originales para aplicar de nuevo esta máscara sobre la imagen después de la descompresión.

2.2.2. Compresión formato JPEG-clásico

En el formato JPEG clásico se suele establecer la calidad del fichero JPEG resultante. Generalmente, y aun modificando la calidad, no es posible generar un fichero JPEG de un tamaño determinado (es decir cuya ratio de compresión respecto al fichero original sea un valor concreto). Por este motivo para cada escenario de compresión se ha escogido el fichero JPEG cuya medida más se aproxime a la necesaria para obtener esa ratio de compresión (por exceso o por defecto).

2.2.3. Compresión formato JPEG-2000

En el estándar JPEG2000 se contempla la posibilidad de generar una imagen resultante con un tamaño determinado. Por lo tanto es sencillo generar las imágenes comprimidas que cumplan una determinada ratio de compresión.

2.2.4. Descompresión y posterior tratamiento

Tras descomprimir las imágenes es necesario eliminar el valor 255 (futuro valor NODATA) asignándolo al valor inmediatamente inferior. También se debe aplicar a cada imagen la máscara correspondiente a las zonas NODATA en origen.

2.3. Clasificación

La metodología de clasificación utilizada precisa de la estandarización de las variables utilizadas en la clasificación. Posteriormente se realiza la clasificación mixta usando los módulos IsoMM y ClsMix de MiraMon (Fig. 1).

En todos los escenarios se han utilizado los mismos parámetros de clasificación (aquellos que maximizan el acierto en la clasificación de la imagen sin compresión).

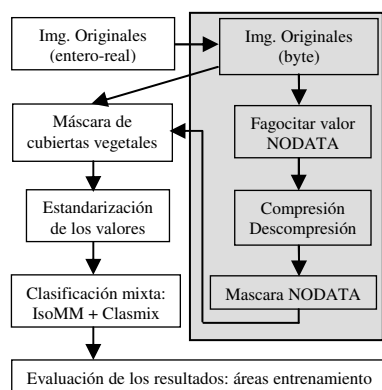


Figura 1: Esquema de la metodología utilizada.

3. Resultados y conclusiones

En las figuras 2 y 3 se presentan los resultados para la imagen de la zona de la Garrotxa y de Maresme-Vallès, respectivamente. Para cada zona en la gráfica superior se muestra el acierto global obtenido por las clasificaciones y en la gráfica inferior el porcentaje de superficie clasificada, ambos en función de la ratio de compresión (CR).

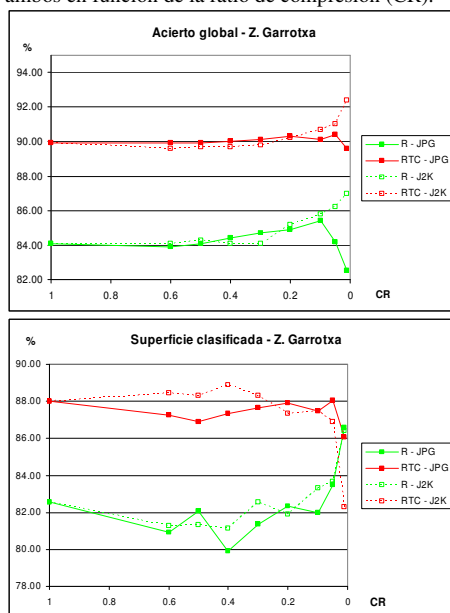


Figura 2: Resultados Garrotxa. a) Acierto Global, b) Superficie Clasificada

En todos los gráficos, en verde se indican las clasificaciones que sólo consideran la radiometría

(escenario R) y en rojo las que consideran, además, variables topo-climáticas (escenario RTC). Línea continua: compresión JPG; línea discontinua: compresión J2K.

Al disminuir CR, en el escenario R la tendencia es un aumento de la **superficie clasificada**, debido seguramente a una homogeneización beneficiosa en las imágenes. El aumento de superficie es menor para la compresión J2K, especialmente en zonas fragmentadas (Maresme-Vallès). En cambio en el escenario RTC la sup. clasif. se reduce, por lo que se concluye que la compresión afecta de manera más profunda a las variables topo-climáticas, quizá porque son más continuas.

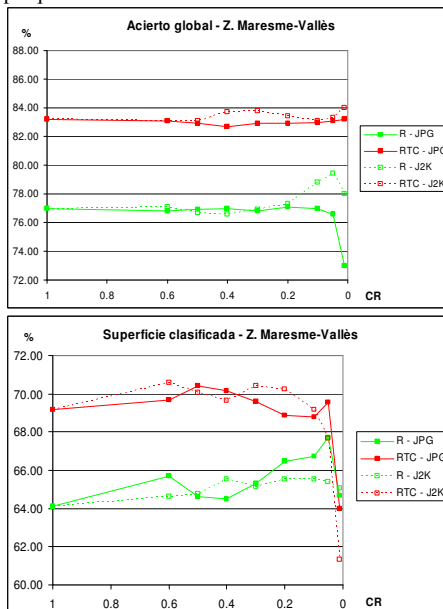


Figura 3: Resultados Maresme-Vallès. a) Acierto Global, b) Superficie Clasificada

Al disminuir CR, el **acierto global** crece en primer término pero se reduce para JPG a bajas CR, especialmente en el escenario R - JPG. En el escenario RTC - JPG la disminución del acierto existe pero es menor. En cambio, para el formato J2K el acierto global parece aumentar sin límite para la zona de Garrotxa, pero no para la zona de Maresme-Vallès.

Las conclusiones del trabajo apuntan a los siguientes escenarios óptimos de trabajo:

- Escenario R - JPG: CR 0.2-0.1 es óptimo para imágenes menos fragmentadas (Garrotxa) por ser el punto de acierto mayor (superior al de la imagen original) y porcentaje de superficie

clasificada similar o poco menor. CR entre 0.5-0.1 para imágenes más fragmentadas.

- Escenario R – J2K: para imágenes menos fragmentadas no hemos alcanzado el límite CR óptimo (en cualquier CR acierto y superficie clasificada aumentan), pero en imágenes más fragmentadas CR óptimo es 0.05.
- Escenario RTC – JPG: CR óptimo 0.2 para imágenes poco fragmentadas, aunque los resultados son similares a los de las imágenes originales. En imágenes más fragmentadas CR 0.5 tiene la máxima superficie clasificada y un acierto sólo ligeramente inferior.
- Escenario RTC – J2K: CR máximo 0.3-0.2 (Garrotxa) o 0.4-0.3 (Maresme) ya que después la superficie clasificada disminuye por debajo de la superficie clasificada en la imagen original.

Es importante destacar que en el formato J2K en mejor que JPG pero en zonas limítrofes entre clases espectrales muy diferenciadas la compresión produce efectos de mezcla que comportan la errores en dichas zonas. En la Fig. 4 se puede observar que en la clasificación J2K (izq.) las zonas limítrofes entre *Pinus sylvestris* (azul) y *Fraxinus sp.* (rosa) y entre *P. sylvestris* y Matorral mediterráneo de montaña (verde) quedan sin clasificar (gris).

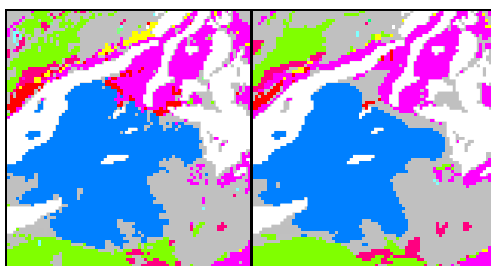


Figura 4: Efectos de frontera en la clasificación: original (izq.), J2K CR 0.01 (dcha.)

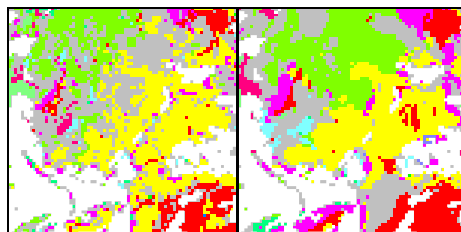


Figura 5: Detalle de general de la clasificación: original (izq.), J2K CR 0.01 (dcha.)

Estos efectos de **frontera** tendrán especial impacto en futuros estudios de cambios de usos del suelo que podrán ver enmascarados sus resultados por la clasificación errónea en las zonas limítrofes, hecho agravado por las casi inexistencia de áreas de test en tales zonas, de manera que no se ve reflejada la disminución del acierto global.

También debe destacarse que para J2K la clasificación tiene un **menor efecto de ‘sal y pimienta’** que las otras (Fig. 5) y, por lo tanto y desde el punto de vista cartográfico, la aproximación J2K es mucho más interesante.

4. Agradecimientos

La realización de este trabajo no hubiera sido posible sin la financiación aportada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y fondos FEDER mediante el proyecto de investigación: “Compresión *wavelet* de imágenes para aplicaciones de Teledetección y SIG. 4 implicaciones en el proceso digital de imágenes” (TIC2003-08604-C04-03). También deseamos expresar nuestro agradecimiento a la Agència Catalana de l’Aigua y al Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya por su política de inversión y disponibilidad de datos de Teledetección, la cual ha permitido abordar este estudio con plenas garantías. Asimismo, deseamos expresar nuestro agradecimiento a los compañeros del Departament de Geografia, del CREAF y del CCD de la UAB que han colaborado de una manera u otra en el tratamiento de las imágenes y al INTA por su atento servicio de suscripción de imágenes.

5. Referencias

- [1] Wallace G.K., “The JPEG still picture compression standard”. *Communications of the ACM*, 34(4):30-44, 1991.
- [2] Taubman D.S., Marcellin M.W., *JPEG2000: Image compression fundamentals, standards and practice*. Kluwer, Academic Publishers, 2002.
- [3] C. Pérez, D. Aguilera, A. Muñoz, “Estudio de viabilidad del uso de imágenes comprimidas en procesos de clasificación”. In R. Perez Utrero, P. Martínez Cobo. *Teledetección y desarrollo regional. X Congreso Nacional de Teledetección*, 309-312, 2003.
- [4] F. Tintrup, F. De Natale, D. Giusto, “Compression algorithms for classification of remotely sensed images”. *Acoustics, Speech, and Signal Processing. ICASSP '98. Proceedings of the 1998 IEEE International Conference*, Volume: 5, 2565 –2568, 1998.
- [5] J.D. Paola, R.A. Schowengerdt, “The effect of lossy image compression on image classification”. *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1995. IGARSS '95. 'Quantitative Remote Sensing for Science and Applications'*, International 1: 118 –120.
- [6] P. Serra, X. Pons, D. Sauri, “Post-classification change detection with data from different sensors. Some accuracy considerations”. *International Journal of Remote Sensing*, 24(16): 3311-3340, 2003.