

COMPRESIÓN DE IMÁGENES HIPERESPECTRALES SIN PÉRDIDA DE INFORMACIÓN

C. PÉREZ

carpegu@gugu.usal.es

Dept. de Ing. Cartográfica y del Terreno,
Universidad de Salamanca. C/ Santo Tomás, sn
05003 Ávila

RESUMEN: El estudio presta atención a un sencillo algoritmo llamado Joint Stereo, que trata de comprimir las imágenes hiperespectrales. Además del carácter bidimensional de cada banda, hace uso de la correlación existente entre ellas, para aumentar su potencia. El algoritmo consigue ratios globales 1:23 sin pérdida, en imágenes de 25 bandas.

ABSTRACT: The study pays attention about Joint Stereo, an easy algorithm to compress hyperspectral images. The processing is done over every band and, besides, it includes the correlation between them as a factor of improvement. The algorithm takes a 1:23 ratio without lost.

Palabras clave: compresión, hiperespectral, pérdida, AVIRIS, Joint Stereo

INTRODUCCIÓN

Entendemos por sensores hiperespectrales, aquellos que tienen la capacidad para recoger información del espectro electromagnético en un número de bandas considerablemente mayor al que estamos acostumbrados con la teledetección multiespectral. Pongamos centenares de canales, que van desde longitud de onda rozando el ultravioleta, hasta el infrarrojo térmico.

Ya son varios los sensores aerotransportados con esta capacidad. A modo de ejemplo paradigmático, el AVIRIS del *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) con capacidad para 225 bandas espectrales.

A este tipo de sensores aerotransportados, próximamente se le irán uniendo nuevas plataformas, esta vez acopladas a satélites en órbita alrededor de la Tierra.

Las ventajas de este tipo de sensores es plausible por el hecho de que ya no tendremos que discriminar una cubierta atendiendo al conocimiento de unos cuantos puntos de su curva espectral (por ejemplo, tres puntos en el caso de Spot, cinco puntos en NOAA_AVHRR, o siete para Landsat), sino que tendremos un número mucho mayor de datos con los cuales obtener una teórica curva de reflectancia de la cubierta en cuestión.

Pero su problemática viene emparejada con el hecho de la gran cantidad de información a tratar. Información que no sólo debe analizarse, modificarse y almacenarse en los ordenadores de los usuarios de este

tipo de datos, sino que está marcada también por el hecho de que esa información debe ser enviada desde el satélite hasta las estaciones en tierra.

Ese es uno de los cuestionamientos a la hora de abordar la configuración de este tipo de sensores. ¿En qué medida se va a hacer el traspaso de información desde el sensor a tierra?. Más si cabe, por el hecho de que el ancho de banda es más o menos fijo y la bajada de toda la información tal cual es tomada por el sensor, no es posible.

Existen diferentes alternativas. Algunas de carácter radical implican la toma de información espectral bajo demanda. Es decir, el usuario establece qué bandas le aportan información y, en consecuencia, el satélite al pasar por la zona, únicamente tomará esas bandas.

Con ello, se evita el cuello de botella de tener que bajar todas las bandas. Consecuencia de ello, cada país, más o menos, demandará las bandas que más interés le reporten. Por ejemplo, España le interesará las que guarden relación con la vegetación o desertificación, mientras que los países nórdicos quizás estén más interesados por el estudio de hielos o evolución de glaciares.

Esa, como primera alternativa, pero existen otras muchas. Una de ellas pasa por la compresión de la información a bordo del satélite. Es decir, en el lapso de tiempo entre que la escena es recogida y es enviada a tierra, puede pasar un periodo de varias horas. En ese

tiempo es posible comprimir la información de cara a que su envío consuma menos tiempo, o que en el mismo tiempo se envíe mayor información. Ello, sin menosprecio de que en el propio envío se incluyan las comprensiones y verificaciones inherentes del traspaso de información digital.

COMPRESIÓN SIN PERDIDA

Visto este punto, se puede proceder a una compresión con o sin pérdida. Entrando en unos vagos detalles, para los más neófitos. La compresión sin pérdida se basa en algoritmos que comprimen la información de cara a que su volumen de almacenamiento sea más pequeño, pero que a la hora de utilizarla, debemos descomprimirla, de forma que el resultado sea exactamente el mismo que el original antes de comprimir.

A nivel de imágenes, entre los más conocidos destaca el formato de compresión LZW incorporado por ejemplo en imágenes TIFF. De esta forma, la información contenida en fichero TIFF con compresión LZW, ocupará menos que simplemente en TIFF sin compresión. Por lo demás, una imagen y otra serán exactamente iguales, a excepción de su tamaño y la estructura de almacenamiento.

COMPRESIÓN CON PERDIDA

En el lado contrario, la compresión con pérdida se basa en la DCTF (*Discrete Cosine Transform Filter*) y la FFT (*Fast Fourier Transform*), que vienen a eliminar aquellos píxeles que guardan diversas diferencias con respecto a su entorno.

Existe gran documentación al respecto, pero sin entrar de lleno en ello, es destacable la revolución de audio que ha supuesto el estándar MPEG, con comprensiones que rondan 1:10 en audio y ratios superados incluso en vídeo.

USO EN IMÁGENES HIPERESPECTRALES

Llevada la compresión con pérdida a las imágenes de Teledetección, concretamente a las hiperespectrales, es claro que nos favorece al tener un menor tamaño, pero también resulta que esta compresión con pérdida, nos va a suprimir cierta información que si bien puede ser ruido unas veces, en otras partes, serán las diferencias 'sustanciales' de reflectividad entre una cubierta en una longitud de onda, y la misma cubierta en otra longitud de onda próxima.

Por tanto, para el presente estudio, y a título introductorio se hizo uso de un pequeño algoritmo de compresión, pero sin pérdida de información, dejando para el futuro la incidencia de la compresión con pérdida.

CONCEPTUALIZACIÓN

La razón principal de poder utilizar compresión en las imágenes hiperespectrales, está basada en que entre ellas, debido a que su diferencia de longitud de onda es pequeña, va a existir un alto coeficiente de correlación. Lo que conlleva que si hay datos redundantes, estos puedan comprimirse en gran medida.

La técnica utilizada en el presente estudio es muy simple. Se denomina *Joint Stereo*, y es utilizada principalmente para la compresión de audio con pérdida. Fue estandarizada por el laboratorio CSELT de Turín, cuando crearon el estándar MPEG. Puede consultarse su página web para obtener toda la información.

En las grabaciones estéreo suele ocurrir que la información de un canal es diferente a la del otro, con lo que se consigue simular un reparto espacial del audio y, que parezca que un instrumento suene a nuestra derecha, a la izquierda o enfrente. Lo que ocurre es que hay instantes en que ambos canales resultan muy parecidos o comparten una gran cantidad de información.

En estos pasajes se recurre a una táctica muy interesante que consiste en eliminar los dos canales originales y sustituirlos por una mezcla de ambos. Esa mezcla consta de dos nuevos canales: por una parte una 'señal mono' de la información que comparten los dos, llamada canal medio, y que tiene la misma calidad que tendrían los dos canales originales por separado, pero sólo ocupa la mitad. Por otra parte, esos pequeños detalles que se apartan del canal mono, se almacenan en otra señal, denominada 'señal lateral', que necesita menos bits.

DESARROLLO

Se parte de una imagen hiperespectral procedente del sensor AVIRIS y de la que se han tomado las 25 primeras bandas. Asimismo, las dimensiones de la imagen son 400x350 píxeles (importante a la hora de cotejar esta compresión con otras imágenes).

Inicialmente se estima la media de cada píxel en todas las bandas así como su desviación típica. Nos sirve de índice relativo para la compresión final que va a alcanzar el fichero.

El tratamiento consiste, desde un punto de vista muy sencillo, en tomar una primera imagen (lo ideal es tomar la media), analizando el resto de las bandas para ver las diferencias entre éstas y la primera (*bandas laterales*).

La forma de operar puede estar basada bien en simples diferencias, o en ratios de imágenes, o incluso en diferencias ponderadas basadas en expresiones polinomiales.

Una vez que se tienen la banda de medias, y las de diferencias, el proceso es análogo a cuando se crea una tabla de pseudo-color (tabla de colores) en una imagen en escala de grises, con la intención de dotarla de color.

En imágenes hiperspectrales, esta tabla no guardará la relación de color RGB, sino el de los algoritmos diferenciales que obtienen las *señales laterales*. Esta tabla presentará un alto número de ceros en sus elementos, pues corresponderán a todos los píxeles que en ambas bandas sean coincidentes.

Lo mismo ocurrirá con un alto número de valores 1, 2, 3, etc., lo que conlleva que la compresión de todos estos datos sea de ratio muy alto.

Para la imagen de estudio, ha habido incluso compresiones del orden 1:40 para bandas aisladas.

En función del tipo de *señales laterales* que utilicemos, el índice de compresión general fluctúa, pero por regla general la compresión de todas las bandas hiperspectrales resultantes en un único fichero, disminuyen considerablemente con respecto al original. Ratios entorno a 1:10 - 1:23 teniendo en cuenta que únicamente trabajábamos con 25 bandas.

CONCLUSIONES

Este pequeño estudio, de una simplicidad asombrosa, permite llegar a una serie de afirmaciones que si bien

no son muy categóricas por el hecho de que no hay extrapolación a otras zonas o imágenes, sí que pueden dar una idea de la utilidad de este tipo de compresiones en nuestras imágenes.

Todo ello, pensado desde el punto de vista que se puede deshacer la transformación y los datos no tendrán perdida alguna. Volverán a ser exactamente como los originales.

Así, fácilmente se puede comentar lo que ya se vaticinaba al principio: la gran correlación espectral que existe en los datos hiperspectrales.

Sería necesario abrir una línea de investigación dedicada a compresión de imágenes desde un punto de vista tridimensional. Es decir, actualmente los algoritmos se centran en comprimir imágenes bidimensionales, pero sería preciso tener en cuenta la caracterización entre bandas. De esta forma, sabiendo que el nivel digital no varía de la misma forma entre las componentes x , y y la longitud de onda, se podría refinar considerablemente la compresión.

Establecido este método, queda patente que la compresión de imágenes puede ser una herramienta útil a la hora del envío a tierra, de la información tomada por el sensor. Más aún, por el hecho de que en el tiempo que enviamos una imagen sin comprimir, podrían enviarse varias decenas más si fueran comprimidas.