

Procesamiento de Imágenes Satelitales Utilizando PDICalc

L. Arlenghi, A. Vitale, C. Delrieux y G. Ramoscelli

*Universidad Nacional del Sur, Alem 1253, (8000) Bahía Blanca, ARGENTINA.
Voice: (54)(291)4595101 ext. 3381 — Fax: (54)(291)4595154 — e-mail: claudio@acm.org*

1 Introducción

En trabajos anteriores presentamos el sistema PDICalc, el cual es una planilla de cálculo que permite manejar imágenes como si fuesen celdas de una planilla de cálculo usual. Esta manera de organizar el procesamiento permite acceder a cada uno de los pasos involucrados, y modificar los parámetros necesarios individualmente sin tener que repetir todo el proceso. También permite la reutilización de una secuencia de procesos o de sus partes en cualquier otra imagen, aplicar la misma secuencia en paralelo a varias imágenes, y guardar las sesiones intermedias, entre otras ventajas [2, 3, 4].

En el caso específico del procesamiento de imágenes satelitales, es evidente la aparición de circunstancias adicionales que es necesario tener en cuenta. Entre ellas mencionamos la disparidad de formatos, el hecho de que es necesario trabajar con varias bandas simultáneamente, y los requerimientos de procesamiento específicos del tema. Por dichas razones, en este trabajo presentamos los desarrollos adicionales agregados al sistema PDICalc para facilitar la gestión y procesamiento de imágenes satelitales.

2 Procesamiento de imágenes con el sistema PDICalc

El Procesamiento Digital de Imágenes (PDI) es un área de creciente actualidad y aplicaciones tecnológicas [5, 6]. Podemos decir que aplicar PDI consiste en diseñar en forma iterativa una secuencia de procesos, eligiendo los mismos de acuerdo a su efecto sobre las imágenes intermedias, y manipulando los parámetros en forma conveniente [1, 8]. Muchas veces, sin embargo, estas complejas cadenas de procesos deben aplicarse a más de una imagen, lo cual resulta tedioso pues es necesario aplicar cada uno de los pasos con los mismos parámetros. Esto es especialmente notorio en el procesamiento de imágenes satelitales, por ejemplo de satélites temáticos multibanda, dado que estas operaciones deben realizarse para varias bandas en paralelo, lo cual hace que la tarea sea tediosa y sujeta a errores [9]. Todas estas dificultades llevaron al desarrollo del sistema PDICalc. La idea principal de este sistema es sencilla pero efectiva: concebir al PDI como una planilla de cálculo, cuyas celdas están ocupadas por imágenes. El contenido de cada celda puede provenir de un archivo, o bien obtenerse por medio del cómputo de algún tipo de operación sobre otras celdas. La interfase gráfica de PDICalc es semejante en su operación a una planilla común, de manera que cualquier usuario se sienta cómodo con su uso.

El editor de expresiones se activa cada vez que se “pincha” una celda, y permite programar el contenido de la misma. Esta expresión también puede obtenerse “pinchando” la celda con el botón derecho, opción que despliega un menú en el cual se permite modificar el origen de una celda (archivo, ecuación computada a partir de otras celdas, valor constante, etc.), editar los parámetros de la imagen, los filtros, etc. Las operaciones aritméticas se interpretan como operaciones pixel a pixel en el intervalo entero $[0..255]$ (el usuario tiene opción de decidir en cada caso de qué manera se cierra el álgebra, por ejemplo cuando un pixel se hace negativo, mayor que 255, etc.). La gramática incluye también la operación unaria *filtrar* que denota un filtro genérico (ecualización, convolución, morfológico, etc.), de manera de poder aplicar dicho procesamiento a una celda arbitraria. La gramática permite combinar varias evaluaciones en una sola expresión, por ejemplo `celda3=filtrar(celda1+filtrar(celda2-g127))` denota la operación por la cual se le resta a la imagen en la celda 2 el valor de gris 127, al resultado se le aplica un filtrado (a elegir por medio del menú del botón derecho). A esta imagen se le suma la imagen en la celda 1, y al nuevo resultado se le aplica otro filtrado. La gramática permite expresiones circulares, como por ejemplo `celda1=filtrar(celda1)`. Este tipo de casos son útiles y necesarios cuando es necesario aplicar un procesamiento iterativo una cantidad indeterminada de veces (varias erosiones o varias dilataciones, por ejemplo). De esa forma el usuario puede observar no solo el resultado de ir aplicando iterativamente estos filtros, sino el efecto que se produce cuando a la imagen obtenida se le aplica un procesamiento ulterior.

Al pinchar una celda con el botón derecho del mouse se descuelga un menú que permite, manipular el contenido de la celda de varias maneras (abrir una imagen desde un archivo, o bien guardarla, copiar o pegar una imagen desde el clipboard, editar las propiedades del filtrado a aplicar, cambiar el nombre de la celda, eliminar la celda, etc.) Entre las propiedades del filtrado a aplicar es posible elegir la aplicación de filtrado por convolución, ecualización, filtrado morfológico, etc., donde cada uno de los parámetros específicos (kernel de los filtros, matrices morfológicas, etc.) se pueden elegir. La programación de estos filtros también se puede copiar y pegar, lo cual es evidentemente de gran utilidad. Al pinchar la celda con el botón izquierdo, el contenido de la misma se despliega en el *preview*. Pinchando sobre este lugar se despliega una ventana de *view* donde la imagen se aprecia en su tamaño real. La ventana de *view* tiene una cantidad programable de imágenes previas almacenadas, de manera de poder comparar en tamaño real varias imágenes al mismo tiempo. Por último, podemos mencionar que en el menú descolgable de archivo es posible guardar en disco como “proyecto” el estado completo de la planilla, incluyendo las imágenes contenidas en las celdas, la programación de los filtros, etc. La imagen de cada celda se guarda como archivo .bmp, y el estado de los filtros se guarda en un formato propietario de pequeño tamaño. Más detalles del sistema PDICalc se pueden encontrar en [4, 3, 2].

3 Procesamiento de imágenes satelitales con PDICalc

Una imagen satelital de tipo pasivo está normalmente compuesta por varias bandas, cada una de las cuales captura el sensado de un segmento específico del espectro electromagnético. Usualmente el usuario de estas imágenes debe seleccionar una tarea determinada, lo cual produce un mapa de bits en escala de grises por cada banda de la imagen. Sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones, es necesario realizar procesamientos más complejos. Por ejemplo, el usuario puede requerir un *pseudocoloring* para visualizar la imagen con cierto realismo, asignando el nivel de tres bandas específicas a los primarios RGB. La mayor parte de las veces este proceder genera imágenes excesivamente oscuras y de bajo rango dinámico,

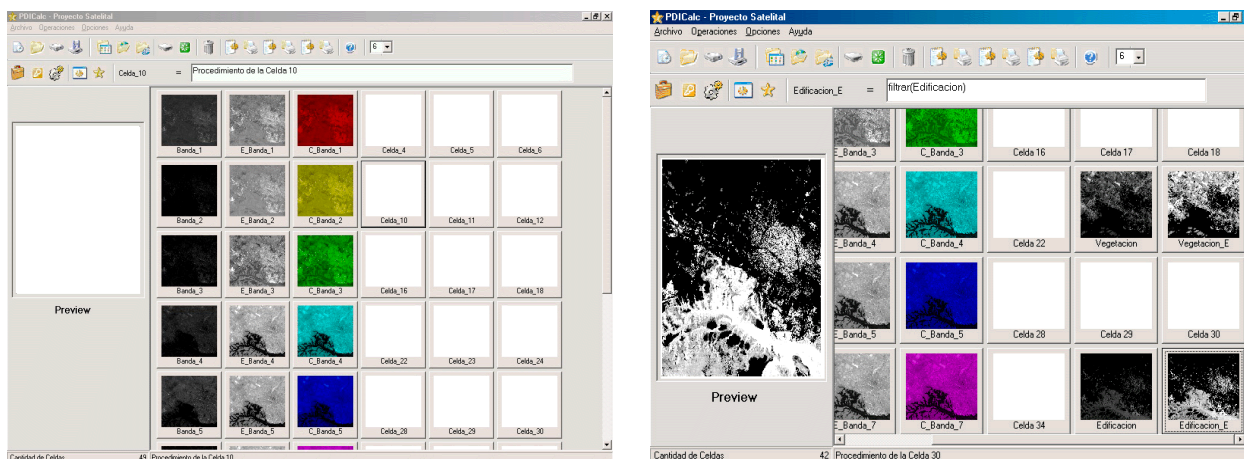


Figura 1: (a) Ecuación y *pseudocoloring* simultáneos de las 6 bandas, y (b) segmentación de los índices de vegetación y de edificación [7]. (Imágenes cortesía de CONAE).

por lo que es preferible antes ecualizar los mapas de bits respectivos. Este paso debe estar sincronizado entre las bandas intervinientes (la misma corrección de histograma) para evitar una distorsión en el color, y llegar a una visualización satisfactoria normalmente lleva varios pasos de prueba y error.

En el sistema PDICalc, como hemos visto, este procedimiento se programa de una manera sencilla y puede reutilizarse para distintas porciones de la imagen sin reprogramar. En la Fig. 1(a) podemos observar una imagen de Landsat TM-5 procesada en el PDICalc. En la columna de la izquierda se observan los mapas de bits de las 6 bandas (excluyendo la 6), en la columna del medio se aplicó la misma ecualización a cada celda de la izquierda, y en la columna de la derecha se modificó la crominancia para asignar un color diferente a cada banda. PDICalc ofrece la opción de abrir una imagen satelital directamente del CD, en formato ERDAS, o también en el formato provisto por la CONAE, donde se puede elegir la banda en particular, la zona dentro de la imagen, y se puede previsualizar para observar si la selección es adecuada. Los valores de posición y tamaño de la selección quedan almacenados en forma persistente, para facilitar la apertura secuencial de todas las bandas necesarias en forma idéntica. Una vez que se han cargado las bandas, entonces es muy sencillo aplicar los procedimientos usuales de procesamiento y detección, por ejemplo, la segmentación de los índices de vegetación o de edificación [7] (ver Fig. 1(b)). En la Fig. 2 se muestra en tamaño verdadero en la ventana de *view*. Esta última ventana permite almacenar una secuencia de imágenes para poder comparar rápidamente entre resultados alternativos y elegir el más adecuado.

4 Algunas mejoras operativas

La manipulación de imágenes multibanda requiere normalmente la aplicación de series de operaciones conjuntas a cada banda. Esta tarea es similar y repetitiva en la mayoría de las aplicaciones de procesamiento de imágenes satelitales. Una de las ideas que más facilita a los usuarios esta gestión es poder contar con comandos que realicen operaciones conjuntas con series de imágenes. Por ejemplo, al comienzo de una sesión de trabajo, es necesario poder organizar las celdas de la planilla para una configuración especial. Para dicha tarea



Figura 2: Índice de vegetación en tamaño real (Imagen cortesía de CONAE).

se implementó un sencillo *wizard* que permite prefijar las condiciones iniciales del proyecto (ver Fig. 3(a)).

Otro mecanismo importante es la posibilidad de copiar subconjuntos de un proyecto a otro. Inicialmente la planilla permitía copiar y pegar comandos por fila o columna, lo cual es de gran utilidad por ejemplo cuando se desea aplicar a todas las bandas una ecualización con parámetros idénticos. Pronto fue advertido por los usuarios que la posibilidad de copiar la programación de parte de un proyecto en otro sería de gran utilidad. Por el momento la planilla contempla la posibilidad de que existan varios proyectos en ejecución simultánea (ver Fig. 3(b)), pero actualmente está en estudio la posibilidad de que exista una sola instancia de la planilla en ejecución, y que cada proyecto sea gestionado por medio de solapas o algún mecanismo equivalente.

Ciertamente existen varias ideas útiles para incorporar, entre ellas agregar las funciones de identificación y reconocimiento de alto nivel, agregar un mecanismo de segmentación asistido por el usuario, basado en distancias Euclídeas o en componentes principales, generar entrada y salida compatible con los estándares GeoTIFF y OpenGIS, y tantas otras que son constantemente sugeridas por los usuarios del sistema.

Referencias

- [1] K. Castleman. *Digital Image Processing*. Prentice-Hall, New York, 1989.

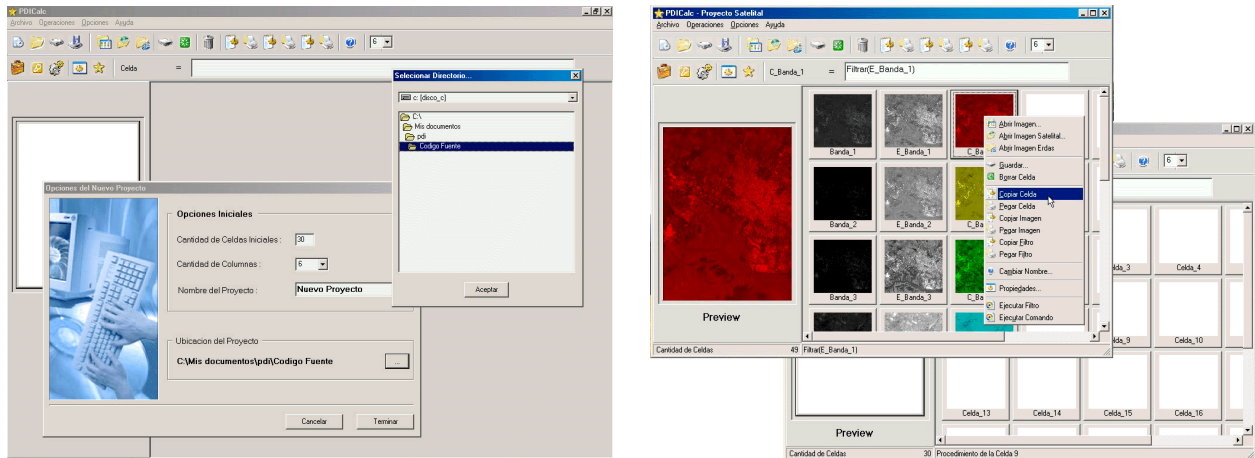


Figura 3: (a) *Wizard* de inicialización, y (b) transferencia de parte de la programación de un proyecto a otro (Imagen cortesía de CONAE).

- [2] Claudio Delrieux, Gustavo Ramoscelli, Leonardo Arlenghi, y Alejandro Vitale. An Integrated System for Image Processing. En *Argentine Symposium on Computing Technology*, págs. 114–125, 31 JAIIO, Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa, ISSN 1666-1095, 2002.
- [3] Claudio Delrieux, Gustavo Ramoscelli, Leonardo Arlenghi, y Alejandro Vitale. Image Processing Spreadsheet. En *SPIE Proceedings Vol. 4735*, págs. 67–78, The International Society for Optical Engineering Press, ISBN: 0-8194-4485-5, www.spie.org/web/abstracts/4700/4735.html, 2002.
- [4] Claudio Delrieux, Gustavo Ramoscelli, Leonardo Arlenghi, y Alejandro Vitale. The PDICalc Image Processing System. En *Proceedings of the CISST 2002 Conference*, págs. 544–551, CSREA Press, ISBN 1-892512-94-7, 2002.
- [5] Rafael González and Richard Woods. *Digital Image Processing*. Addison-Wesley, Wilmington, USA, 1996.
- [6] Anil Jain. *Fundamentals of Digital Image Processing*. Prentice-Hall, Cambridge, 1996.
- [7] T. Lillesand y R. Kiefer. *Remote Sensing and Image Interpretation (4th. ed.)*. Willey & Sons, New York, 2000.
- [8] Jae Lin. *2D Signal and Image Processing*. Prentice-Hall, Cambridge, 1991.
- [9] J. C. Russ. *The Image Processing Handbook*. CRC Press, Boca Raton, FL, 1989.