Actualización de cartas topográficas usando imágenes orbitales en un ambiente de microcomputadoras

Oscar Ricardo Vergara ¹
Alejandro Contreras Frau ²
Júlio Cesar Lima d'Alge ³

¹ Universidad Nacional del Sur – UNS – Argentina

² Servicio Aerofotogramétrico – Chile

³ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE – Brasil

Resumo

El inconveniente de la desactualización de las cartas topográficas se ve frecuentemente agravado por la rapidez de los cambios debidos al desarrollo de algunas regiones, en contraposición con la lentitud de los procedimientos de actualización tradicionales basados en el uso de fotografías aéreas. Por lo tanto, resulta interesante pensar en métodos de trabajo que permitan disminuir el tiempo necesario para generar una carta actualizada, sin perjudicar su precisión geométrica. En el presente trabajo se puso en práctica una metodología para actualización de cartas topográficas, que integra la interpretación sobre imágenes digitales TM-LANDSAT y el aprovechamiento de las ventajas que ofrece el SITIM-SIG/INPE (Sistema de Tratamiento de Imágenes y de Informaciones Geográficas desarrollado en el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales del Brasil).

Introducción

Un problema que afecta a la cartografía oficial de muchos países es la desactualización creciente de las cartas topográficas. Con frecuencia, este inconveniente se ve agravado por la rapidez de los cambios debidos al desarrollo de algunas regiones, en contraposición con la lentitud de los procedimientos de actualización tradicionales basados en el uso de fotografías aéreas. Por lo tanto, resulta interesante pensar en métodos de trabajo que

permitan disminuir el tiempo y dinero necesarios para generar una carta actualizada, sin perjudicar su precisión geométrica. En este sentido, las imágenes orbitales ofrecen diversas ventajas:

- Son el medio mas rápido para obtener información actual del terreno;
- La precisión métrica de las imágenes con corrección de sistema permite su utilización con fines cartográficos, dentro de ciertos rangos de escala;
- Cubren una amplia zona del terreno, haciendo posible tener una visión global del área de trabajo;
- Reducen considerablemente el costo económico de un proceso de actualización cartográfica.

En los tres últimos años, en el INPE se han desarrollado trabajos de actualización cartográfica empleando una metodología basada en la interpretación visual de imágenes complementada con el aprovechamiento de las ventajas que ofrecen los modernos sistemas de informaciones geográficas e de procesamiento de imágenes (SITIM-SIG/INPE) (Ferreira, 1988).

Los sistemas de tratamiento de imágenes como el SITIM/INPE permiten manipular las imágenes orbitales mediante distintas operaciones. La de Realce mejora su calidad radiométrica, con lo que se logra una mas segura identificación de los rasgos del terreno al realizar la interpretación en la unidad visualizadora del sistema. El Registro permite realizar la geocodificación de la imagen haciendo coincidir sus rasgos con los homólogos de la carta, usando puntos de control (Engespaço, s.d.).

Los sistemas de informaciones geográficas, como el SIG/INPE, hacen posible la entrada de las imágenes geocodificadas, almacenándolas para su posterior manipulación. Permiten integrar y combinar datos de imágenes orbitales con los provenientes de otras fuentes de información como mapas, archivos con datos puntuales y modelos numéricos del terreno.

El presente trabajo buscó profundizar las anteriores experiencias, evaluando los resultados obtenidos mediante la utilización de los sistemas mencionados precedentemente. Para ello, se aplicó una metodología para trabajos de

actualización cartográfica, integrando la interpretación sobre imágenes digitales TM-LANDSAT y el uso del SITIM-SIG/INPE. El objetivo final fué generar una carta con énfasis en la red vial e hidrografía.

El área seleccionada está ubicada en la región noroeste del estado de San Pablo, entre las latitudes 21°00' y 21°15' sur y longitudes 50°00' y 50°15' oeste.

Dentro de esta zona están ubicadas la ciudad Buritama y la represa hidroeléctrica de Avandava, cuya construcción provocó grandes cambios en la hidrografía y también en la red vial.

Metodología Aplicada

Creación de los planos de información antiguos

La información correspondiente a la carta desactualizada fue ingresada en el SIG a través de la mesa digitalizadora del sistema para la creación de los planos de información (PIs) antiguos. Para esto se creó un proyecto de trabajo y sus correspondientes atributos, tales como proyección, escala, coordenadas envolventes, etc. Estos PIs también pueden contener información relativa a la toponimia y símbolos. Luego se crearon 2 PIs:

- a – Red vial;
- b – Hidrografía.

Los PIs ya creados fueron almacenados en el sistema para su posterior utilización, siendo necesario activarlos uno a uno para realizar la entrada de datos, ya que el SIG sólo permite trabajar con un plano activo por vez.

Posteriormente se efectuó la calibración del sistema de coordenadas de la carta desactualizada con las de la mesa digitalizadora, para lo que se digitalizaron en mesa sus vértices, entrando en el SIG las coordenadas geográficas. Conviene recordar que el SIG también permite entrar con coordenadas de proyección.

Para el PI de la red vial fueron definidas 6 clases diferentes, correspondientes a las distintas categorías de caminos encontrados en la carta:

- Clase 1: Revestimiento sólido, dos o mas vías;
- Clase 2: Revestimiento suelto o ligero, dos o mas vías;
- Clase 3: Revestimiento sólido, una vía;
- Clase 4: Revestimiento suelto, una vía;
- Clase 5: Revestimiento suelto;
- Clase 6: Camino.

La información sobre la hidrografía fue entrada como se explica a continuación. Las líneas correspondientes a los cursos de agua fueron digitalizadas en mesa como polígonos abiertos de 2 clases:

- Clase 1: Cursos de agua intermitentes;
- Clase 2: Cursos de agua permanentes.

Los ríos y las lagunas se digitalizaron como islas para poder colorearlas en la UVI y en el ploteo del documento cartográfico final. Para las islas se identificaron 3 clases:

- Clase 1: Lagunas intermitentes;
- Clase 2: Lagunas permanentes;
- Clase 3: Ríos de doble margen y represas.

Geocodificación de la imagen

La imagen en CCT que debe ser almacenada en el SIG para su posterior interpretación visual en la unidad visualizadora (UVI) necesita ser registrada para establecer una correspondencia con la carta de la misma área.

La operación de Registro consiste en establecer una relación entre las coordenadas línea/columna de los puntos de la imagen con las coordenadas planas (X, Y) de los puntos homólogos en la carta.

Después de la calibración del sistema de coordenadas de la carta con el de la mesa se utilizaron 5 puntos de control para realizar el registro de la imagen a través de un polinomio de primer grado. Al controlar el error global de esta operación se obtuvo un valor de 0,9 pixel, aceptable para la precisión exigida para la escala 1:50.000 de la carta sobre la que se registró la imagen.

Creación de los planos de información actuales

Teniendo en cuenta que al agregar la información correspondiente a la red vial y hidrografía actuales serían modificados los PIs antiguos, estos datos fueron salvados en 2 planos creados para tal fin.

Mediante un proceso de interpretación visual, las nuevas formas y los cambios fueron incorporados al sistema por digitalización sobre la imagen de la UVI, mientras que para eliminar los rasgos que ya no existen se usaron las operaciones Separación de Líneas y Supresión de Líneas. Luego se realizó el Ajuste de las líneas cuyas uniones tenían errores de digitalización. Posteriormente, con la operación Poligonalización se realizó la unión entre líneas para formar polígonos alrededor de centróides establecidos previamente. De esta forma, la comparación realizada entre los PIs antiguos y nuevos ya incorporados al sistema permitió obtener los PIs definitivos.

Generación del documento cartográfico actualizado

Una vez completados los PIs actuales se precedió a editarlos con el sistema trazador, a escala 1:100.000, obteniendo así un documento cartográfico actualizado.

Descripción del ambiente de trabajo

Este trabajo se realizó utilizando el siguiente equipamiento:

- Microcomputador ITAUTEC tipo PC con 600Kbytes de memoria RAM, con 2 unidades accionadoras de discos flexibles de 5.25". Winchester constituido por 2 unidades de disco duro, cada una con capacidad de 20Mbytes. Monitor monocromático de 12";

- Unidad visualizadora (UVI) (Engespaço). Monitor a color de 14";
- Trazador gráfico (plotter) (Digicon). Precisión: 0,3mm.

Material utilizado

- Cartas topográficas escala 1:50.000 (IGC-SP);
- CCT TM-LANDSAT con corrección de sistema, bandas 3 y 4.

Resultados

La digitalización de los PIs antiguos se realizó directamente sobre las 4 cartas a escala 1:50.000 del área abarcada por el proyecto original. Conviene recordar que trabajar a una escala mayor que la de la carta que será actualizada es imprescindible para garantizar la precisión métrica del producto final (Hardy, 1986; d'Alge y Ferreira, 1988).

El registro de la imagen permitió ubicarla en su posición geográfica correcta, eliminando el error de ubicación, quedando así afectada únicamente por su error interno. El correspondiente al tipo de imagen que se usó en este trabajo (bulk) tiene un valor de 38m, aproximadamente, y por lo tanto está dentro de la tolerancia de la escala 1:100.000 del proyecto. Los puntos de control utilizados fueron sacados de cartas a escala 1:50.000.

Debido a que la imagen original tenía muy bajo contraste, se la realizó mediante la modificación del histograma original, para facilitar la tarea de interpretación visual en la UVI. El SITIM/INPE tiene la ventaja de permitir la evaluación de distintos realces a fin de seleccionar el que resulta mas adecuado para el trabajo a realizar.

La creación de los PIs actuales se realizó digitalizando en la UVI los rasgos correspondientes a la red vial y la hidrografía, que fueron identificados mediante un proceso de interpretación visual en pantalla. La imagen CCT en banda 3 fue utilizada para interpretar la red vial y los cursos de agua intermitentes y permanentes, mientras que la banda 4 resultó ideal para marcar los bordes del río Tietê - de doble margen en la imagen debido a su

ancho – y de la represa de Avanhandava. Para digitalizar en la unidad visualizadora las distintas formas de la red vial y la hidrografía actuales se realizó la ampliación de la imagen.

La carta actualizada se obtuvo por medio del trazado de los datos de los PIs actuales contenidos en el SIG, con lo que se comprobó la idoneidad del método aplicado con esta finalidad.

Conclusiones

Esta experiencia demuestra que la interacción entre las áreas de Cartografía, Percepción Remota y Sistemas de Informaciones Geográficas permite actualizar en forma completa la red vial y la hidrografía de cartas topográficas en escala 1:100.000, conservando la precisión geométrica requerida por las normas cartográficas.

Para interpretar el trazado de calles dentro de áreas urbanas es necesario usar fotografías aéreas a escala grande, entrando estos datos en el SIG a través de la mesa digitalizadora. Para esto debe realizarse previamente una operación de registro entre los datos que deben ser extraídos de la foto y la base de datos definida en el SIG, lo que puede garantizarse a través de la función de calibración entre la foto y la mesa digitalizadora (transformación afín – 6 parámetros). Esto asegura la precisión métrica del trabajo en comparación con la obtenida mediante un procedimiento convencional utilizando un restituidor aproximado (Zoom Transfer Scope), dado que en este último el registro entre carta y foto se realiza por medio de una ecuación de similaridad con 4 parámetros (factor de escala, rotación, translaciones en X y Y).

Referencias Bibliográficas

D'Alge, J. C. L.; Ferreira, N. A. Perspectivas de atualização do mapeamento sistemático através de imagens orbitais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 5., Natal, Brasil, 1988. Anais, p.240-244.

Ferreira, N. A. Um sistema para atualização de documentos cartográficos em ambiente de microcomputadores. (Dissertação de Mestrado em Sistemas de Computação) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 1988. 63p.

Hardy, J. R. Geometric quality of thematic mapper data of the United Kingdom. In: SPIE. Earth Remote Sensing using the LANDSAT Thematic Mapper and SPOT Sensor Systems: Proceedings of the SPIE, Innsbruck, 1986. P.18-24 (SPIE Proceedings v.660).

Engespaço. SITIM 150: Manual do Usuário. São José dos Campos, Brasil, s.d.