

## BUSQUEDA SEMIAUTOMATICA DE PUNTOS DE CONTROL

Joan ROMEU, Román ARBIOL y Vicenç PALA  
Institut Cartogràfic de Catalunya. Balmes 209-211. 08006 BARCELONA

### RESUMEN

La búsqueda de puntos de control para la creación de los polinomios que permiten corregir las imágenes de satélite, es una de las tareas más pesadas, tanto en tiempo de utilización de la pantalla de visualización como en tiempo de operador. Si a eso se le añade la ejecución repetitiva del trabajo sobre otras imágenes de la misma área, se entiende la necesidad de encontrar fórmulas que automaticen estos procedimientos. Presentamos en este documento la aproximación utilizada por el ICC mediante la creación de la "Base de Datos de Puntos de Control" y la utilización de técnicas de correlación digital de imágenes para automatizar la corrección geométrica de imágenes TM.

**Palabras clave:** Puntos de control, Corrección Geométrica, Correlación cruzada.

### ABSTRACT

One of time consuming operations in preprocessing satellite images is the search for control points for geometrical correction, both in use of display and in operator time. If this repetitive work could be done in a systematic way over the same images in different data, it will be interesting to find automatic procedures. This paper presents the ICC approach, by creation of "Control Points Data Base" which use digital image correlation for semi-automatic TM geometrical corrections.

**Key words:** Control points, Geometrical correction, Cross correlation

## 1. INTRODUCCION

Durante los últimos 7 años, el departamento de teledetección del ICC ha corregido geoméricamente más de 130 imágenes digitales provenientes de todo tipo de sensores, tanto emplazados sobre aviones como sobre satélites de observación de la Tierra.

De las experiencias adquiridas durante la búsqueda de los más de 2.700 puntos de control necesarios para realizar dichas correcciones, junto con los trabajos realizados sobre correlación digital de imágenes, y dado que muchas de las aplicaciones de teledetección requieren procesar imágenes de las mismas áreas en fechas y años sucesivos, se ha desarrollado una base de datos de puntos de control y un método que permite encontrar gran cantidad de puntos con los que obtener polinomios de transformación de manera rápida y precisa.

## 2. CORRECCIONES GEOMETRICAS

Habitualmente los proyectos que realiza el ICC tienen ámbitos territoriales concretos que requieren tratamientos periódicos de imágenes de satélite, como es el caso de Cataluña y otros proyectos en los que se tratan datos de teledetección de forma esporádica (cartografía de otras regiones).

Los métodos de corrección de imágenes satélite son variados, pero podemos agruparlos entre los que utilizan el Modelo de Elevaciones del Terreno (MET) junto con los parámetros orbitales, que permiten obtener ortoimágenes, y los que utilizan polinomios de deformación a partir de puntos de control.

Es en el segundo método en el que hemos intentado profundizar y agilizar el proceso de obtención de polinomios. Para ello se ha desarrollado una base de datos de puntos de control y un sistema de búsqueda semiautomática de puntos que utilizamos especialmente para la corrección de imágenes TM sobre Cataluña.

Los numerosos proyectos efectuados desde 1983 en el ICC han generado gran cantidad de polinomios de deformación para la corrección geométrica de las imágenes a trabajar. La hipótesis de trabajo que se planteó es que imágenes tomadas sobre órbitas iguales, tienen geometrias parecidas, que los puntos de control encontrados en imágenes de épocas sucesivas tienen que reconocerse en imágenes sobre las mismas áreas y que el desarrollo de las técnicas de correlación digital de imágenes permiten automatizar este reconocimiento.

El primer paso a realizar para el funcionamiento operativo del sistema era la recuperación de los puntos de control usados en las imágenes más antiguas y proceder a la creación de la base de datos.

### **3. CREACION DE LA BASE DE DATOS DE PUNTOS DE CONTROL**

Para la creación de la base de datos de puntos de control BDPC se eligió primero un canal TM sobre el que iniciar el trabajo, y el elegido fue la banda TM4. Luego se eligieron las ventanas que era necesario cargar en la BDPC para un correcto funcionamiento de los programas de correlación y se eligieron ventanas de 15 x 15 pixeles con el P.C. en el centro y con sus coordenadas UTM conocidas.

A continuación de estos planteamientos previos, se inició la carga en la base de datos de los puntos preexistentes de las imágenes corregidas desde 1983 a 1985, intentando introducir variación en las épocas del año, con tal de introducir variables que facilitarían la correlación automática: estados fenológicos, presencia de sombras, presencia de estructuras en zonas agrícolas; en resumen, intentando facilitar los problemas derivados del registro de imágenes.

En este momento hay más de 1.000 puntos de control en la base de datos TM de Cataluña, proporcionando un número más que suficiente de puntos para la corrección de cualquier imagen sobre dicho territorio.

La BDPC está permanentemente a disposición del usuario dado el poco espacio que ocupa (64 k) y puede modificarse a voluntad del usuario mediante los programas de la aplicación creada para facilitar la gestión y manejo de la misma.

### **4. CORRELACION DIGITAL DE IMAGENES**

La implementación de las técnicas de correlación automática, surgió del desarrollo que para otras aplicaciones de cartografía estaba realizando el ICC (Arbiol, 1989). Dadas las condiciones de estabilidad de escala, nulas rotaciones y pocos defectos de pendientes, hemos elegido la correlación cruzada como método de trabajo en la comparación de los puntos de la imagen y los de la BDPC, ganando asimismo en tiempo de cálculo, sin resentirse en absoluto la calidad de los resultados.

### **5. PROCESO DE CORRECCION DE UNA IMAGEN TM**

El proceso a seguir para la corrección de una imagen TM a partir de la BDPC es el siguiente:

1. Carga a disco del canal 4 entero de la imagen TM a corregir.
2. Cálculo de un primer polinomio de posicionamiento con cuatro puntos a partir de la imagen y de mapas (error > 5 pixels). Este polinomio se utiliza para posicionar la imagen a corregir sobre la base de datos antes de iniciar el proceso de correlación. Aunque dos puntos serían suficientes, utilizamos cuatro para dar mayor robustez al proceso.
3. Correlación de la imagen con los puntos existentes de control. Este proceso se puede realizar, o bien visualizando sobre el monitor color las dos ventanas alrededor de los puntos en los que se efectúa la correlación, o de forma completamente en batch y sin el uso del sistema de proceso de imagen.
4. Los puntos obtenidos usualmente exceden el número de puntos necesarios para una buena corrección geométrica, y asimismo, no todos los puntos obtenidos ofrecen una calidad y una consistencia global

suficiente, siendo necesario un proceso de filtro y selección de puntos a retener. Las fórmulas de trabajo retenidas requieren un cierto conocimiento, y en todo el proceso son las que precisan más tiempo de trabajo (el filtrado de puntos nunca ha excedido de 1 hora para una imagen TM completa). Las que habitualmente son necesarios aplicar:

- De forma **visual**, rechazando sobre el monitor de visualización (durante el proceso de correlación) los pares de puntos que no ofrezcan confianza al operador. Este control visual se ejecuta dada la posibilidad de que puntos no coincidentes en absoluto, tengan una correlación aceptable.
  - De manera **automática**, a través de un umbral por el que se eliminan los puntos que tienen correlaciones inconsistentes, o extremadamente bajas. De la misma manera se eliminan los puntos que contienen errores de posición superiores a los 3 píxeles de manera directa.
  - Análisis del **comportamiento individual** de los puntos aceptados como correctos en el **contexto global** del polinomio resultante. Es el paso final en el que se seleccionan puntos distribuidos uniformemente sobre la imagen global y que de manera individual tengan los mínimos errores.
5. Inclusión de nuevos puntos. Esta es otra facilidad del conjunto de programas creados, y que permite a partir de la imagen corregida incluir nuevos puntos con los que alimentar a la base de datos.
6. La duración de todo el proceso no va más allá de las **2 horas** y se obtiene un polinomio de corrección que para una imagen TM puede llegar a tener más de 80 puntos de control y con **RMS de 0.6 a 0.8 píxeles de media**.

## 6. CONCLUSIONES

La primera conclusión de un trabajo de este tipo consiste en la aplicación del mismo como proceso normal de producción. Este es ya completamente operativo y, en imágenes TM sobre Cataluña, se utiliza siempre.

De esa utilización habitual de la base de datos hemos constatado que:

- El uso de la BDPC **reduce el tiempo de trabajo del operador en un 80 por 100** además de liberar, en parte, el sistema de visualización de imágenes.
- El número de puntos que se pueden incluir en el polinomio de corrección es mucho mayor, y se puede aumentar el grado de dicho polinomio a voluntad.
- Los archivos multitemporales generados a partir de puntos de control encontrados con la BDPC corresponde a un registro, y por tanto la **superposición** entre ellas es **excelente**.
- Se obtienen **resultados** completamente **comparables** a los obtenidos por métodos tradicionales.

Las posibilidades de utilización de este sistema en otras aplicaciones que no sean TM están siendo evaluadas, concretamente la posibilidad de utilizar una Base de Datos construida a partir de ortofotos digitales 1:25.000 realizados a partir de fotografía aérea, con la que creemos sería posible atacar los problemas de precisión con una fiabilidad muy superior a la exigida, incluso en caso de corrección de imágenes SPOT.

Otra de las posibilidades que se plantea para mejorar el sistema empleado en la actual BDPC, es la utilización de imágenes TM corregidas rigurosamente, extrayendo de ellas puntos cada 1.000 m obteniéndose un recubrimiento sistemático, consiguiendo mejorar el aspecto anárquico que subsiste del uso de los P. de C. residentes en la base de datos actual.

Por otro lado los trabajos de automatización no se interrumpen, y parece factible encontrar alternativas a la supervisión y selección de los puntos entre los generados automáticamente.

## REFERENCIAS

- Arbiol, R. y Palà, V. Determinación del Modelo de Elevaciones del Terreno (MET) mediante correlación digital de pares estereoscópicos". **III Reunión Científica del Grupo de Trabajo en Teledetección**. Madrid. 17-19 de Octubre de 1989. Publicado en este volumen.

