

Hacia un sistema mundial de producción automática de ortoimágenes

Marc BERNARD - Spot Image - Dirección de Desarrollo –
BP 4359 – 31030 TOULOUSE Cedex 4 – Francia
marc.bernard@spotimage.fr

English abstract

HRS is a stereoscopic along-the-track sensor, flying on board the SPOT 5 satellite, to be launched Q1, 2002. The paper explains how the HRS archive will progressively build a 50 Millions sq.km wide frame for automatic orthorectification of multi-sensor imagery.

Once acquired, the HRS stereoscopic strips will be archived and immediately routed to a special validation unit to assess the exact stereoscopic coverage of the pair, and to produce a raw DTM. This step will result into the precise knowledge of the gaps still to be filled into the HRS DTM. These “holes in the carpet” can result from different causes : clouds, haze, sand storms, large shadows in steep sloped areas at winter time, inappropriate sun azimuth,... Their exact extent will then feed the HRS tasking tool, to allow an excellent optimisation of the acquisition process, which , we learnt over years, is one of the major bottlenecks of the EO business development.

After validation, the HRS pairs will be geometrically corrected through bundle adjustment and mosaicked together to build very large orthoimage layers, each of them covering 100s of thousands of sq. km . These layers will benefit from the precise (expected better than 30m at 90%, without any GCP) location provided by the SPOT 5 star-tracker. They will act as a geometric reference for the SPOT 5 imagery (up to 2.5m) and for other ones, thus enabling near real-time and automated production of high resolution orthoimages, within a GIS compatible location accuracy.

This process will probably appear as a major step within the space-mapping community, because it frees from the long, difficult and expensive search of external ground control points, and allows a massive production of high value added products, dramatically decreasing their cost for the customer.

Síntesis en español

HRS es un instrumento estereoscópico embarcado en el satélite SPOT 5, que se lanzará durante el primer trimestre de 2002. Inmediatamente después de adquirir los pares estereoscópicos HRS se efectuará una comprobación mediante correlación automática que garantice la exactitud de su cobertura estereoscópica. Esta comprobación permitirá detectar las zonas problemáticas y, eventualmente, programar una nueva adquisición. Aparte de los MDT brutos que se irán elaborando, el archivo HRS se completará con las correspondientes ortoimágenes HRS, que ofrecen una muy buena precisión de localización absoluta (objetivo: menos de 30 m a 90% sin puntos de apoyo). Esta alfombra de imágenes georreferenciadas, que irá aumentando día tras día hasta alcanzar 50 millones de km² en 7 años, servirá de referencia geométrica de precisión para modelizar automáticamente escenas procedentes de otros sensores (especialmente SPOT HRV y HRG). Una vez rectificadas, estos productos podrán ser entregados a los usuarios en tiempo casi real y por un coste incomparablemente inferior al actual, que cubre la necesaria intervención humana. Los lectores que comprendan el francés podrán consultar el texto de la comunicación “*Ce qui va changer avec HRS*”, presentada por el autor en París, durante el congreso Géoévénement de abril de 2001.

Résumé en français

HRS est un instrument stéréoscopique qui sera lancé à bord du satellite SPOT 5, au premier trimestre 2002. Dès leur acquisition, les couples stéréoscopiques HRS seront systématiquement validés par corrélation automatique, afin de détecter les zones à problème, où l'on devra programmer une nouvelle acquisition. Outre les MNT bruts ainsi constitués, l'archive HRS sera complétée par les orthoimages HRS correspondantes, d'une très bonne précision de localisation absolue (objectif : mieux que 30m à 90% sans point d'appui). Ce tapis d'images géocodées, qui devrait grandir jour après jour pour atteindre 50 millions de km² après 7 ans, servira de référence géométrique précise pour modéliser automatiquement des scènes issues d'autres capteurs (notamment SPOT HRV et HRG). Ces produits pourront, après rectification, être fournis aux utilisateurs en temps quasi-réel et à des coûts sans commune mesure avec ceux découlant des nécessaires interventions humaines actuelles. Le lecteur francophone pourra se reporter à " *Ce qui va changer avec HRS* ", présenté à Paris par l'auteur au salon Géoévénement d'Avril 2001.

1986 – 2001: 15 años de estereoscopia SPOT

La experiencia acumulada durante los últimos 15 años en las numerosas misiones de producción de MDT mediante correlación de imágenes SPOT, realizadas generalmente en colaboración con las principales compañías industriales francesas del sector, ha sido muy aleccionadora. De entre las principales conclusiones sacadas, destacaremos las siguientes:

- a) La necesidad de aplicar una programación específica a la cobertura estereoscópica.
- b) La imposibilidad de prever la eficacia de la correlación automática de un par estereoscópico SPOT basándose en criterios puramente formales, es decir, que para saber qué resultados va a dar una correlación automática se debe recurrir al ojo de un productor avezado o ¡al resultado de una correlación!
- c) La diferencia entre las fechas de las dos escenas del par tiene una suma incidencia en el porcentaje de correlación aprovechable (y, por consiguiente, en la factibilidad, calidad, coste y plazo de elaboración del MDT resultante) mucho mayor que los demás factores (época, disimetría, B/H, modo espectral...).

Características de los datos HRS

Esta última constatación llevó a que se tomara la decisión de dotar al satélite SPOT 5, que se lanzará a principios de 2002, de un instrumento estereoscópico. El instrumento HRS (Haute Résolution Stéréoscopique - Alta Resolución Estereoscópica) está compuesto por dos telescopios fijos con una inclinación de 20° (B/H = 0,8), uno orientado hacia adelante y otro hacia atrás de la órbita. Suministrará segmentos estereoscópicos de 120 Km de alcance y una longitud máxima de 600 Km, situados bajo la traza del satélite. Las 2 imágenes del segmento se tomarán a 90 segundos de diferencia. El instrumento no dispone de sistema de orientación lateral, con lo que el ciclo de pasos sucesivos equivale al ciclo orbital, es decir 26 días.

Las imágenes HRS están compuestas por líneas de 12.000 píxeles de 10 m cada una y una separación de 5 m solamente entre dos líneas consecutivas (véase la figura 1). Con ello se dispone de una información muestreada a 5 metros en el sentido del paraje estereoscópico y, por consiguiente, se puede esperar conseguir una precisión altimétrica mejor. La calidad de la restitución de altitud sólo se conocerá con precisión cuando se efectúen las pruebas de recepción de SPOT 5 en vuelo, durante el verano de 2002. El objetivo es obtener una precisión inferior a 10 m al 90%.

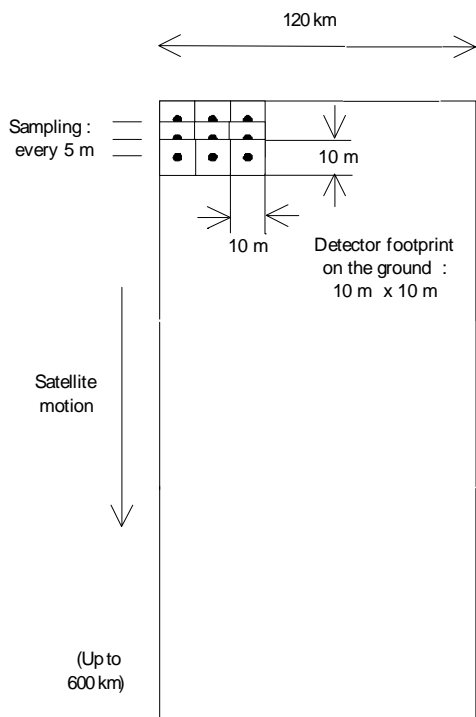


Fig. 1: muestreo de los datos HRS

Aprobación de las tomas HRS y producción de MDT

La generación de bases de datos de MDT a partir de pares estereoscópicos HRS se lleva a cabo mediante dos operaciones diferentes:

- La elaboración de un archivo estereoscópico aprobado: adquisición de 30 millones de km² durante los 5 años de vida nominal de SPOT 5 (y, si fuera posible, hasta 50 millones de km² en 7 años). Inmediatamente después de la recepción se realiza la aprobación de las imágenes mediante un proceso muy automatizado y, por consiguiente, barato, basado en un correlador automático. Los productos resultantes de esta fase son un MDT HRS "bruto" (sin verificación ni corrección y con la posibilidad de incluir algún "agujeros") y su correspondiente mapa de calidad / aprobación que contiene la información relativa al resultado de la correlación (contorno de nubes, zonas no correlacionadas...)
- La producción de MDT bajo demanda, es decir para satisfacer los pedidos que se hagan, de una superficie estimada a 2 millones de km² anuales. Por supuesto, esta actividad podrá continuar después de que se pare la actividad de SPOT 5. Durante la fase de producción, todas las correcciones interactivas (rellenado de agujeros, alisado, creación de mosaicos...) y sus características (índole, zona...) quedan registradas en el mapa de calidad del MDT.

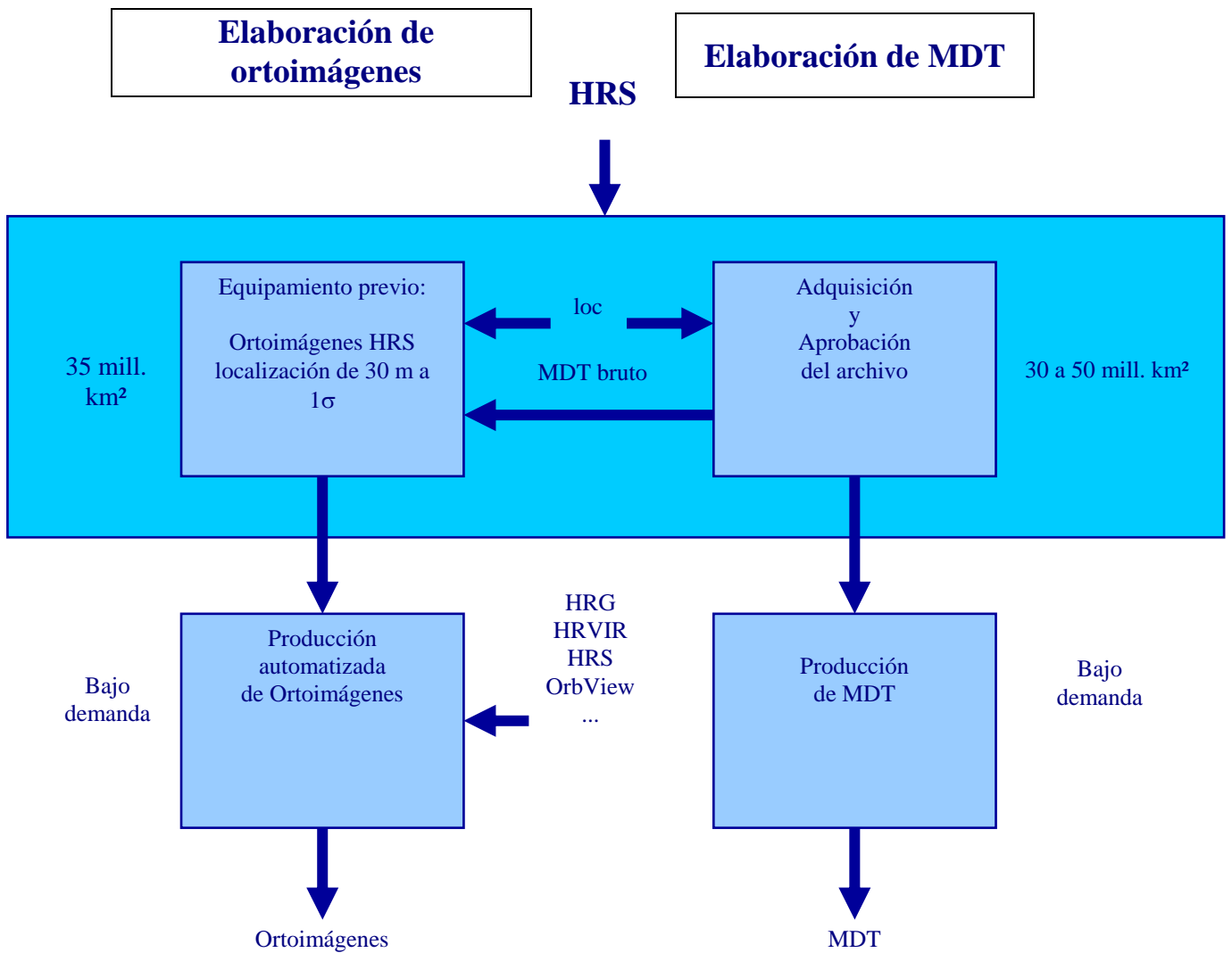
Este dispositivo presenta múltiples ventajas para la producción de MDT:

- a) Garantiza la "usabilidad" del archivo disponible.
- b) La identificación precisa de las zonas de correlación mediocre (debidas principalmente a fenómenos atmosféricos, como la nubosidad, la bruma, ráfagas de viento con arena...) permite seguir minuciosamente el avance de la cobertura efectiva y volver a programar con extremada finura el instrumento mucho antes de que se presente la próxima oportunidad de adquisición posible (es decir, 26 días más tarde). De este modo se optimiza incontestablemente la capacidad del archivo.
- c) Permite realizar las operaciones de producción de MDT (correcciones interactivas) más costosas justo cuando se presenta su necesidad.
- d) Reduce al máximo el coste y plazo directos de producción, ya que se podrán resolver los problemas planteados por zonas difíciles y "agujeros" potenciales al ser detectados durante la adquisición, mediante una nueva programación del instrumento HRS o buscando otra fuente fiable: estereoscopia lateral SPOT, SRTM, mapas adecuados, pares de imágenes de radar...

Producción de ortoimágenes

A la par que se explota directamente el instrumento HRS para la producción de MDT, está previsto crear un dispositivo muy integrado de producción de ortoimágenes que responda al doble objetivo de acelerar la entrega (por Internet si fuera necesario) y reducir al mínimo los costes. Mediante este dispositivo también se debería mejorar la productividad del proceso de fabricación de espaciomapas tradicionales en proyectos de gran envergadura.

Se está realizando actualmente un estudio de factibilidad sobre el ajuste y la ortorrectificación al vuelo de diferentes tipos de imágenes (SPOT HRV, HRVIR, HRG, OrbView, Ikonos, etc.) mediante un sistema automatizado que obedece al esquema siguiente:



El método que se ha previsto aplicar consiste en completar la base de MDT HRS brutos con una alfombra de ortoimágenes HRS localizadas con precisión inferior a 30 metros sin puntos de apoyo. Esta elevada precisión de localización absoluta se consigue gracias a la presencia de un sensor estelar a bordo de SPOT 5 y a la ausencia de espejo de enfoque lateral (que es una de las principales fuentes de error para la localización de escenas SPOT 1 a 5). Estas ortoimágenes HRS funcionarían como una multitud de puntos de apoyo en los que se encajarían las demás imágenes mediante la técnica clásica de correlación, antes de modelizarlas y rectificarlas. Este método, muy seductor con respecto a las imágenes SPOT, semejantes a sus "parientas" de HRS, requiere ser puesto a prueba con imágenes de características muy diferentes (Aster, Landsat...).

Conclusión

A partir de 2002, el archivo HRS será el marco global de una producción automática, fiable, barata e innovadora de ortoimágenes que podrá incluir imágenes procedentes de diferentes sensores. Esta infraestructura de cartografía automática, sin precedente conocido en aplicaciones civiles, cubrirá 50 millones de km² en 7 años. Esta perspectiva resulta extremadamente interesante cuando se tiene en cuenta el volumen de los archivos de imágenes adquiridas diariamente por la flota de satélites de observación de la Tierra (8 millones actualmente sólo con la familia SPOT), que se pueden georreferenciar a bajo precio.