

# Método para la corrección geométrica de imágenes AVHRR GAC

M. F. Cruz\*, C. Carmona\*\*, J. Baron\*, J. T. López-Raya\* y J. A. Moreno\*\*  
mfcruz@ualm.es

\* Universidad de Almería. Ctra. Sacramento s/n. La Cañada de San Urbano. 04120. Almería.

\*\* Joint Research Centre. Space Applications Institute "Global Vegetation Monitoring" Unir. TP. 263 Via Fermi, 11-21020 Ispra (VA) Italy

## RESUMEN

Este trabajo presenta el método de corrección geométrica de imágenes AVHRR-GAC implementado en la cadena de tratamiento "GVM-GAC processor" de la unidad Global Vegetation Monitoring (GVM) del "Space Application Institute" (SAI) en el "Joint Research Centre" (JRC) en Ispra (Italia). Se emplea un modelo híbrido basado en dos etapas. La primera realiza una corrección gruesa, utilizando los puntos de localización terrestre (elps) procedentes de los datos auxiliares contenidos en las imágenes. La segunda etapa, denominada "corrección fina", utiliza un método de correcciones locales con pequeñas imágenes (chip) a modo de puntos de control (gcp). Adicionalmente, se establece una serie de criterios para la selección fiable y robusta de chips.

**PALABRAS CLAVE:** Imágenes AVHRR GAC, corrección geométrica, puntos de control, chips.

## ABSTRACT

This work presents the method of geometric corrections for AVHRR GAC images, implemented in the treatment chain "GVM-GAC processor" from the Global Vegetation Monitoring (GVM), Space Application Institute (SAI), Joint Research Centre (JRC), Ispra, Italy. We use a hybrid model based on two steps: a general corrections with earth location points (elps) and affine corrections using small images (chips) as ground control points (gcp). Also, we introduce some criteria for a reliable and fiable images chip selection.

**KEY WORDS:** AVHRR GAC images, geometric correction, ground control points, chips.

## INTRODUCCION

La corrección geométrica de los datos AVHRR GAC levellb se hace necesaria debido a los errores sistemáticos (rotación de la tierra durante la adquisición de la imagen, excesivo campo de visión, curvatura de la tierra ...) y no sistemáticos (variaciones en altitud y velocidad del satélite, degeneración del instrumento y pérdida de propiedades ..) presentes en los datos enviados por el satélite (Jensen, 1986). El objetivo de la corrección geométrica es, por tanto, eliminar, o al menos disminuir, estos errores y georreferenciar las imágenes de la forma más precisa posible.

El carácter global y multitemporal de los estudios medioambientales ha motivado el desarrollo de herramientas automáticas para la corrección geométrica de imágenes GAC, donde la precisión de localización juega un papel muy importante en la superposición multitemporal de datos GAC para su posterior análisis temático (Barbosa, 1998).

En este sentido, el "Space Application Institute" del "Joint Research Centre" está desarrollando una cadena de tratamiento de datos GAC para generar mosaicos a escala global con una resolución espacial de 5 Km. La georreferenciación requerida por el usuario temático debería tener una precisión del

orden de un pixel. En este contexto, JRC/SAI/Global Vegetation Monitoring Unit y la Universidad de Almería han desarrollado un sistema de corrección geométrica automática que permite alcanzar las especificaciones del usuario. Este proceso está basado en un sistema clásico de correlación automática a partir de un sistema original de selección de "chip" que cumplirán unas criterios de robustez que serán definidos con posterioridad.

Este sistema evolucionará próximamente hacia un proceso de selección completamente automatizado que podrá implementarse con facilidad para cualquier tipo de datos de teledetección.

## PREPROCESADO GEOMETRICO DE DATOS GAC, NIVEL 1 B

El método de preprocesado utilizado es un método híbrido basado en dos etapas. La primera utiliza los ELPs (Earth Location Point) dados en el formato por el sistema de navegación del satélite (corrección gruesa). En la segunda se mejora la precisión obtenida utilizando "chips" establecidos previamente (corrección fina). Estos "chips" son subimágenes georreferenciadas que sirven de puntos de control para las imágenes a tratar.

## CORRECCION GEOMETRICA GRUESA MEDIANTE IA UTILIZACION DE LOS ELPs

Esta primera etapa consiste en, a partir de los datos GAC level 1 b, utilizar los ELPs contenidos en dichos ficheros para establecer una primera aproximación de georreferenciación de la imagen.

## CORRECCION GEOMETRICA FINA MEDIANTE LA UTILIZACION DE CHIPS

El objetivo de la corrección geométrica fina es la utilización de sub-ímagenes (chips) cuyo pixel central está correctamente georreferenciado. Estas subimágenes son posteriormente correlacionadas con la imagen de la "corrección gruesa" a fin de conocer el conjunto de errores introducidos. Un análisis estadístico posterior permite el cálculo de la desviación que deberá aplicarse a la imagen para su perfecta geolocalización.

Para este fin, es necesaria la creación de una base de datos de chips. En ella, se almacenarán las imágenes (51x51 píxeles), latitud, longitud, distancia al centro de la tira y valor de huella. Estos criterios serán definidos posteriormente.

## CRITERIOS DE ACEPTACION DE CHIPS

Para determinar los chips válidos, se establecen unos criterios de aceptación, que a continuación se detallan:

Se introduce el concepto de huella de un chip para caracterizar su fiabilidad. Esto se realiza con objeto de conocer a priori la robustez de la información generada por la correlación del chip con la imagen.

El concepto de huella consiste en la correlación del marco central del chip con el propio chip. El marco central es la submatriz que se obtiene con los valores  $i, j$  de la matriz 51x51 que forma el chip y que verifican:

$$((51 \text{ div } 2) + 1) n \leq i, j \leq ((51 \text{ div } 2) + 1) + n$$

Siendo  $m = 2n + 1$  el número de valores de una fila del chip.

Del análisis de la dispersión de los datos de autocorrelación se aceptan como chips válidos aquellos que tienen un sólo máximo relativo y la dispersión alrededor de este es mínima.

En las Figuras 1 y 2 se muestra un ejemplo de chip con huella fiable y otro con huella no fiable.

Para este estudio se probaron varios tamaños de marcos: 11x11, 15x15, 19x19, 21x21 y 25x25.

De los resultados obtenidos empíricamente, el que proporciona la mejor relación entre tiempo de

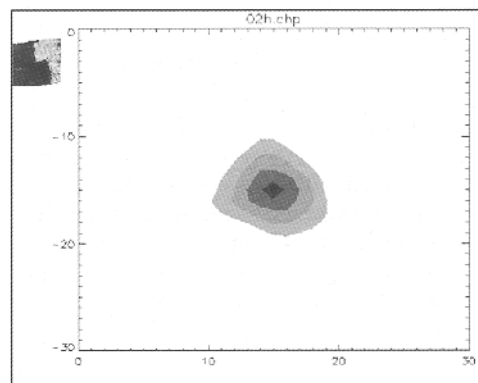


Figura 1. Ejemplo de huella de chip fiable.

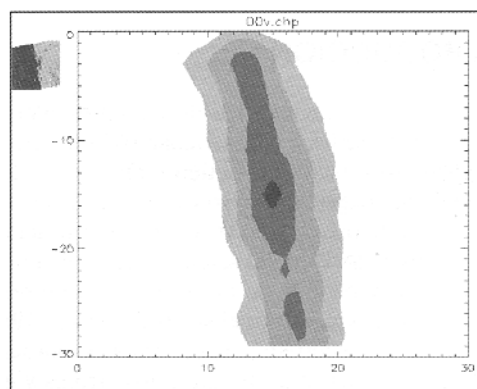


Figura 2. Ejemplo de huella de chip no fiable.

cálculo computacional y robustez de un chip fiable es el de 21x21.

El algoritmo para la extracción automática de chips a partir de imágenes corregidas es:

1. Seleccionar en la imagen corregida la latitud y longitud de varios marcos candidatos.
2. Extraer la subimagen (chip) candidata. 3. Calcular su huella
4. Si presenta un único máximo relativo y la dispersión es mínima, almacenar el chip elegido en la base de datos de chips.
5. Repetir pasos 3, 4, 5 para todos los marcos candidatos.

## LOCALIZACION DE CHIPS EN LA IMAGEN

En el preprocesado de la imagen con corrección fina, se calcula la correlación del marco central del chip dentro de la ventana de 51x51 extraída de la imagen previamente georreferenciada con corrección gruesa y centrada en la posición de latitud y longitud definida por el chip. De los valores obtenidos en la matriz de correlación, se obtiene el máximo y se compara con un valor de fiabilidad umbral obtenido previamente de un estudio estadístico de las desviaciones observadas en las imágenes. Para todos los chips que superan los valores umbrales, se pondera el desplazamiento en fila y columna en función del valor de máximo y de la distancia al centro de la tira. Estos valores de des-

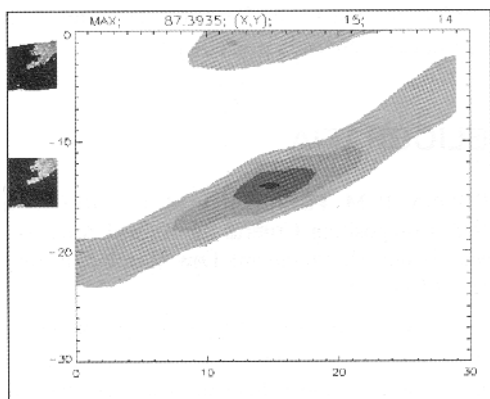


Figura 3. Ejemplo de correlación fiable.

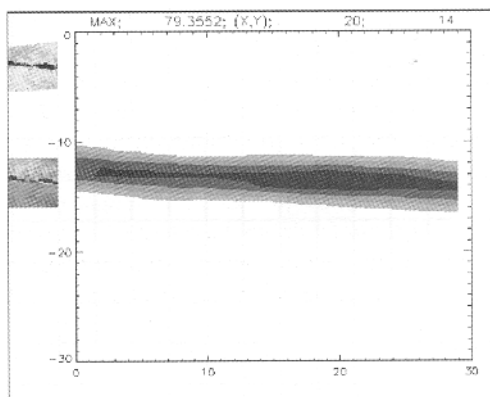


Figura 4. Ejemplo de correlación no fiable.

plazamiento se utilizarán finalmente para el posicionamiento definitivo de la imagen.

En las Figuras 3 y 4 se muestran dos ejemplos de matrices de correlación. En la esquina superior izquierda, se visualizan las imágenes del chip y la ventana extraída del canal 2 de una tira.

La descripción del algoritmo de corrección fina utilizado es:

Para cada traza-imagen del satélite.

1. Obtener los chips de la base de datos.

Para cada chip.

2. Extraer una ventana de 51x51 píxeles de la trazaimagen.
  1. Correlacionar el chip de 21x21 en la ventana de 51x51.
  1. Aceptar y guardar valores de la correlación.

Para los chips aceptados.

1. Calcular los valores estadísticos. 1. Evaluar los niveles umbrales.
1. Guardar desviaciones en fila y columna.

Para cada imagen diaria,

1. Para cada bloque entre cuatro ELPs modificar los coeficientes obtenidos con los chips e interpolar.
1. Georreferenciar cada pixel en la imagen.

## VALIDACION DE RESULTADOS

Estos algoritmos han sido implementados en ANSI C estandar para una estación de trabajo SUN Sparc Ultra 2 Solaris 5.6.

En la Tabla siguiente, se presenta un estudio estadístico de las desviaciones observadas al superponer la imagen con un mapa de líneas de costas, ríos y lagos

Nombre Imagen	Punto 1 X	Punto 1 Y	Punto 2 X	Punto 2 Y	Punto 3 X	Punto 3 Y	Punto 4 X	Punto 4 Y	Punto 5 X	Punto 5 Y	Media en X	Media en Y	
gac87004	0,5	0,5	0,5	1,0							0,50	0,75	
gac87123	0,5	0,5			0,0	0,5	0,0	0,5			0,17	0,50	
gac87124	0,5	0,0			0,5	1,0	0,5	0,5			0,50	0,50	
gac87125	0,0	0,5			0,5	0,5					0,25	0,50	
gac87126	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	0,10	0,50	
gac87127	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,40	0,40	
gac87128	0,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	1,0	0,0	0,5	0,5	0,40	0,40	
gac87129	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	0,50	0,60	
gac87130	0,5	0,5	0,5	0,5							0,50	0,50	
gac87133	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,40	0,30	
gac87134	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5	0,20	0,30	
gac87135	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50	0,40	
gac87136	0,5	0,5									0,50	0,50	
gac87137	0,5	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5			0,0	0,0	0,13	0,38	
gac87138	0,5	0,5	1,0	0,5			0,0	0,5	0,0	0,5	0,38	0,50	
											Media	0,36	0,47
											Varianza	0,02	0,01

Con nubes

En la Figura 5 se puede observar un mosaico de la ventana definida para el continente asiático.

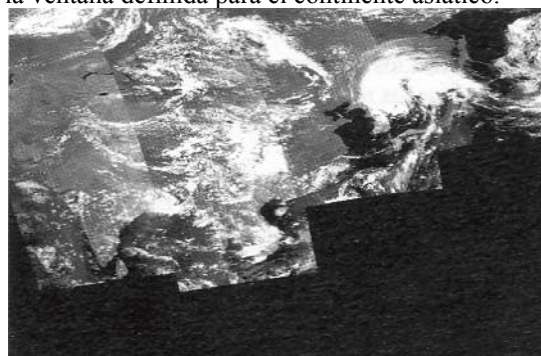


Figura 5. Imagen AVHRR GAC de Asia. (28 de Agosto de 1986)

En la Figura 6 se muestra un detalle de la zona de Manchuria, superpuesta con un mapa de líneas de costas, ríos y lagos, para una imagen corregida sólo con los ELPs -simulando el tratamiento realizado por la NASA-GODDARD sobre sus datos GAC 8 km pre-procesados y otra corregida utilizando chips. En dichas imágenes se pueden observar los importantes errores geométricos cometidos

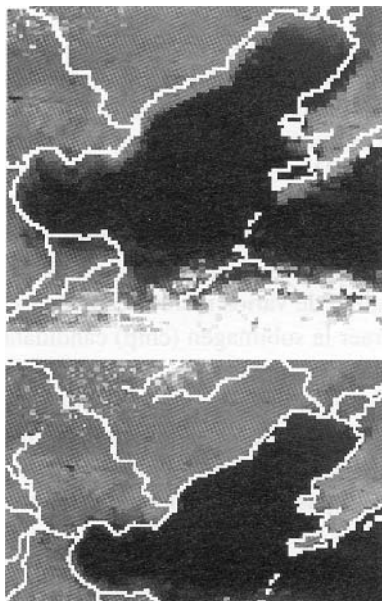


Figura 6. Detalle de imagen GAG superpuesta con mapa de líneas de costas, ríos y lagos, sin y con corrección fina.

por el método de georreferenciación a bordo y el método expuesto en el presente artículo.

## CONCLUSIONES

La utilización de la técnica propuesta de corrección geométrica en dos pasos, ELPs y chips, consigue los resultados de precisión requeridos para el preprocesamiento de imágenes GAC necesarios en el estudio de zonas de amplitud continental. Los errores obtenidos son inferiores a un pixel.

Se propone para un estudio posterior la mejora de la calidad geométrica en las zonas laterales de cada traza-imagen generada por el satélite.

## BIBLIOGRAFIA

- BARBOSA, P. M. PEREIRA, J. M. C. GREGOIRE J. 1998. Compositing Criteria for Burned Area Assessment Using Multitemporal Low Resolutibn Satellite Data. 65 (1): 38-49.
- BELWARD, A., HOLLIFIELD, A y JAMES, M. 1995. The potential of the NASA GAC Pathfinder product for fue creation of global thematic data sets: the case of biomass burning patterns. *Intemational Journal of Remote Sensing*. 16 (11): 2089-2097.
- BINGFANG, W y HAIYAN, L. 1997. A simplified method of accurate geometric correction fo NOAA A VHRR IB data. *Intemational Journal of Remote Sensing*. 18 (8): 1795-1808.
- CARMONA, C., CRUZ, M., BARON, J., LÓPEZ, J. T. MORENO, J. A. 1998. Current Status of fue GVM-GAC PROCESSOR. Technical Report V04.511.98.ccm. JRC-SAI, Global Vegetation Monitoring.
- FRULLA, L. A., MILOVICH, J. A y GAGLIARDINI, D. A. 1995. Illumination and observation geometry for NOAA-AVHRR images. *Intemational Journal of Remote Sensing*. 16 (12): 2233-2253.
- ILLERA, P., DELGADO, J.A y CALLE, A. 1993. Algoritmo de corrección geométrica de imágenes NOAA AVHRR. V Reunión Científica de la A.E. T. 395-407.
- JENSEN, J. R. 1986. *Introductory Digital Image Processing*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nev.: Jersey.
- KIDWELL, K. B. NOAA KLM USER'S GUIDE. <http://www2.ncdc.noaa.gov/docs/klm/index.htm>.
- LIPING, D. y RUNDQUIST, D. C. 1994. A one-step algorithm for correction and calibration of AVHRR level1b data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 60 (2): 165-171.
- MOTRENA, P. and REBORDAO, J.M. 1998. Invariant Models for Ground Control Points in high resolution images. *Int. J. Remote Sensing*. 19 (7): 1359-1375.