

IMÁGENES DEL SATÉLITE GOES 8 Y SUS APLICACIONES EN METEOROLOGÍA

Jorge A. Del Carpio Salinas, Guillermo Jonson Romero, Claudio Obregón Noriega,
Silvia Ibáñez Huamani

Instituto de Investigación, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

E-mails: jdelcarpio@uni.edu.pe, john@geo.igp.gob.pe,
robregon22@hotmail.com, arsil@mixmail.com

RESUMEN

Este trabajo describe el procesamiento de las imágenes del satélite GOES 8 para ser utilizados en aplicaciones en Meteorología, tales como ubicar las condiciones de nubosidad y de precipitación, observación de las condiciones de cielo despejado, observación de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) y otros procesos meteorológicos a escala regional. Así mismo, se muestran los resultados del procesamiento utilizando el Matlab Versión 6,0. Se explican además otras ventajas del método presentado.

ABSTRACT

This work describes the prosecution of the images of the satellite GOES 8 to be used in applications in Meteorology, such as locating the nubosidad conditions and of precipitation, observation of the conditions of clear sky, observation of the area of convergence intertropical (ZCIT) and other meteorological processes to regional scale. Likewise the results of the prosecution will be shown using the Matlab Version 6,0. they will also be explained other advantages of the presented method.

INTRODUCCIÓN

Los primeros satélites meteorológicos fueron lanzados al espacio en 1960 por los EE.UU., para visualizar el clima en tiempo real desde el espacio. Desde entonces el progreso no se ha detenido y más satélites han sido lanzados en forma regular.

El formato de transmisión de los satélites estadounidenses no ha cambiado significativamente y el resto del mundo ha adoptado los mismos estándares.

Aparte de la obtención de transmisión de fotografías, que es la aplicación más conocida de los satélites meteorológicos, las aplicaciones cuantitativas cobran cada vez más importancia ya que permitirán mejorar paulatinamente la cantidad y calidad de los datos que se utilizan en meteorología para analizar y predecir los fenómenos meteorológicos a distintas escalas y, como consecuencia, podrán producirse mejoras en los distintos campos de aplicación como

meteorológagicultura, recursos hidráulicos, etc. Existen dos tipos de Satélites meteorológicos.

Satélites Polares, Satélites Geoestacionarios

El primer satélite meteorológico fue de órbita polar. Usualmente conocidos como NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration), estos satélites orbitan a 850 km. sobre la superficie de la Tierra. Tienen una órbita circular que los lleva casi directamente sobre los polos norte y sur, y a medida que la tierra gira, una franja diferente de la superficie de la Tierra es vista por el satélite. El ancho de la vista es de 3000 km. y a medida que el satélite viaja por encima de la superficie del planeta obtiene dos líneas de imagen cada segundo.

Rastrea continuamente, enviando una imagen continua como una franja que nunca finaliza. Estos satélites tienen un transmisor de radio de VHF para transmitir su información a la estación receptora en Tierra. Usando frecuencias justo por encima de los

137 MHz, la señal es captada cuando el satélite aparece en el horizonte, tan lejos como 3000 km.

En Venezuela, esto implica una cobertura máxima desde el norte de Brasil hasta el sur del estado de Florida, E.E.U.U. Se pueden esperar 2 buenas pasadas de cada satélite por día, la NOAA tiene en este momento 3 satélites operacionales (NOAA 12, 14 y 15) por lo que se pueden obtener 6 buenas pasadas diarias.

Rusia también tiene satélites meteorológicos con señales compatibles con el sistema estadounidense pero sus sistemas no son regulares ni fáciles de predecir.

Los satélites NOAA tienen dos transmisiones separadas, APT (Automatic Picture Transmission) en 137 MHz con equipo relativamente sencillo. La intensidad de la señal es muy fuerte y sólo se requiere una antena fija. La otra señal, de mayor resolución, es el HRPT (High Resolution Picture Transmission) en 1707 MHz, la cual, requiere de equipo más sofisticado para su recepción. Necesita de una antena parabólica con sistema de rastreo del satélite a medida que éste se mueve en el espacio y un receptor de mayores prestaciones.

Hacia el fin de los años 70, se hizo obvio que un satélite transmitiendo 24 horas por día, sería altamente deseable. Un satélite a 35,800 km. de altura órbita la tierra cada 24 horas, exactamente a la misma velocidad de rotación que la Tierra, por lo que desde un punto fijo sobre la tierra aparece estacionario, de allí el término geoestacionario. Un satélite geoestacionario está a mucha mayor altura que un satélite de tipo polar, por lo que las imágenes cubren todo un hemisferio. Los satélites geoestacionarios envían imágenes de la misma área tan frecuentemente como cada 30 minutos en algunos casos. Estas frecuentes imágenes pueden ser procesadas por software para generar una animación para así ver los sistemas meteorológicos en movimiento. Proporcionan valiosa información sobre el tipo, dirección y magnitud de las nubes, lo que permite facilitar los pronósticos.

Existen varios satélites geoestacionarios como el GOES 8 sobre el este de América, el GOES 10 sobre el oeste de América, el GMS sobre Australia, el Meteosat 7 sobre Europa y el INSAT/Meteosat 5

sobre Rusia/India. Sobre Venezuela se encuentra el GOES 8, el cual además de transmitir sus propias imágenes, retransmite también imágenes del GOES 10 y el Meteosat 7 por lo que se cubre todo el globo terráqueo, situación muy conveniente para la generación de pronósticos para aviación internacional y transatlántica, además de la observación de los sistemas meteorológicos a escala global.

Los satélites geoestacionarios transmiten dos señales. La WEFAX a 1691 MHz que se recibe con equipo relativamente simple y la GVAR a 1685,7 MHz, de muy alta resolución, que requiere de una antena parabólica de 3 a 4 metros de diámetro, así como también equipos receptores y procesadores de alta tecnología.

El satélite GOES 8 (Geostationary Operational Environmental Satellite) fue puesto en órbita en abril de 1994. Las imágenes de este satélite en una de las estaciones del Perú son recepcionadas (Instituto Geofísico del Perú), cada tres horas en tres bandas espectrales: banda visible (0,5 a 0,75µm), banda infrarroja (3,8 a 4,0µm), y banda vapor de agua (6,5 a 7,0µm).

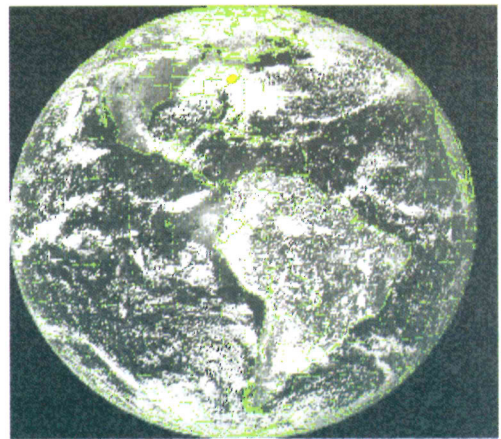


Fig. 1 Banda visible (0,5 a 0,75 µm)

ESTACIONES RECEPTORAS DE IMÁGENES GOES 8

En el Perú existen diez estaciones receptoras de imágenes GOES 8, de las cuales ocho se encuentran operando en las diferentes direcciones del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), una en el DIRMA (Dirección de Meteorología Aeronáutica) y la última en el IGP (Instituto Geofísico del Perú). El diagrama de bloques de un sistema de

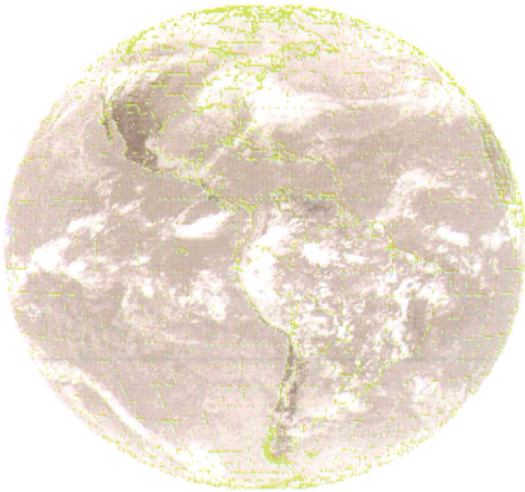


Fig. 2 Banda infrarroja (3,8 a 4,0 pm)

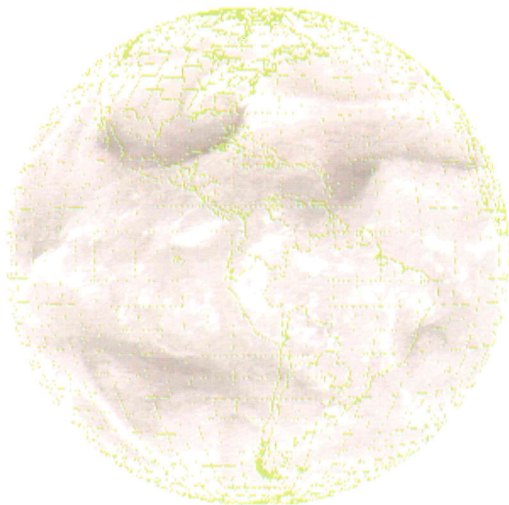


Fig.3 Banda vapor de de agua

recepción de imágenes GOES 8 se muestra en la figura 5.

LECTURA DEL FORMATO GVAR

Sistemas de transmisión de imágenes

Existen cuatro diferentes sistemas de transmisión de imágenes meteorológicas desde satélites. Para los satélites polares tenemos APT y HRPT y para los satélites geoestacionarios WEFAX y GVAR. Para recibirlos en cada caso se necesita una antena, un convertidor de frecuencia (sólo para WEFAX, HRPT y GVAR), un receptor, un equipo de modulador o interfaz para computadora, una computadora para procesar la imagen y software de recepción y

procesamiento. El orden creciente de complejidad técnica y costos de equipos se da para los diferentes formatos en el siguiente orden APT, WEFAX, HRPT y GVAR.

APT Polar

Los satélites APT nos envían aproximadamente 12 imágenes (de 6 pasadas del satélite, 6 visibles y 6 infrarrojas) al día, independientemente de la localización de la estación receptora. La resolución es de 4 km. por píxel y tiene sensores de luz visible y de luz infrarroja. Este es un sistema simple en el cual el satélite está en una órbita baja, de unos 800 km. de altura, y es fácilmente recibido en 137 MHz. Las dos frecuencias principales son 137.500 MHz para el NOAA 12 y NOAA 15 y 137.620 MHz para el NOAA 14. La antena receptora puede ser una de tipo de dipolos cruzados o una hélice cuadrifilar. Estas antenas tienen la ventaja que no necesitan ser apuntadas al satélite ya que son omnidireccionales. El satélite emite una señal lo suficientemente fuerte como para que pueda ser recibido desde que se eleva unos 10 grados sobre el horizonte.

WEFAX Geoestacionario

Los satélites que transmiten WEFAX envían más de 300 imágenes por día, y además de las imágenes propias de la observación del satélite envían retransmisiones de otros satélites, lo que permite recibir imágenes de todo el globo. Tiene 3 sensores, luz visible, luz infrarroja y vapor de agua. La señal que transmiten es de 1691 MHz por lo que se necesita una antena parabólica de un metro de diámetro o una antena tipo yagi especial para esta frecuencia.

Además de la antena se necesita un aparato convertidor de frecuencia (down converter) que lleva la frecuencia de 1691 MHz a 137.500 MHz para así ser recibida con un receptor que puede ser de uso doble, para recibir APT y WEFAX.

HRPT Polar

Los satélites HRPT nos permiten una resolución de 1 km. por píxel en cinco bandas espectrales. Dos son visibles y tres infrarrojas. Nos permiten recibir seis imágenes al día, y este es el sistema de satélites meteorológicos que nos permiten la máxima resolución posible.

Debido a que hay cinco sensores, las imágenes de éstos pueden ser procesadas para obtener imágenes de colores que muestran una gran calidad de detalles.

Este sistema tiene una resolución de trece veces mayor que el sistema APT, además de tener cinco bandas espectrales y los datos digitales que transmiten son de diez bits lo que permite visualizar 1024 tonalidades de gris.

El sistema HRPT es complejo, se requiere una antena de un metro de diámetro la cual debe tener un mecanismo motorizado para seguir al satélite a medida que este se órbita en el espacio. Este proceso es automatizado generalmente por un controlador dedicado alimentado con los datos orbitales.

GVAR Geoestacionario

La transmisión en formato GVAR (GOES Variable) está disponible en los satélites geoestacionarios GOES 8 y 10. Transmite continuamente imágenes en cinco espectros diferentes, uno visible, uno de vapor de agua y tres infrarrojos.

La resolución de la imagen transmitida es de un km. en visible, cuatro km. en infrarrojo y ocho km. en vapor de agua a diez bits de precisión.

La transmisión GVAR se ubica en la frecuencia de 1685.7 MHz, con una alta tasa de bits de 2.111 Mb/s tratándose de una señal de gran ancho de banda, factor que unido a lo débil de la señal debido a la distancia Tierra-Satélite, requiere para su recepción una antena parabólica fija de 10 a 14 pies de diámetro, un receptor especial (de gran ancho de banda) y un sincronizador de bits para extraer los bits del torrente de datos.

Las imágenes se registran desde un punto de vista fijo directamente por encima de la línea ecuatorial, por lo tanto la misma línea y píxel corresponde a la misma latitud y longitud en cada imagen del GOES.

El formato GVAR está compuesto por 12 blocks: el Block 0 que es el de documentación, el Block 1 de imagen infrarroja, el Block 2 también de imagen infrarroja, los Blocks del 3 al 10 son de la imagen visible, y el Block 11 del Sounder y datos auxiliares.

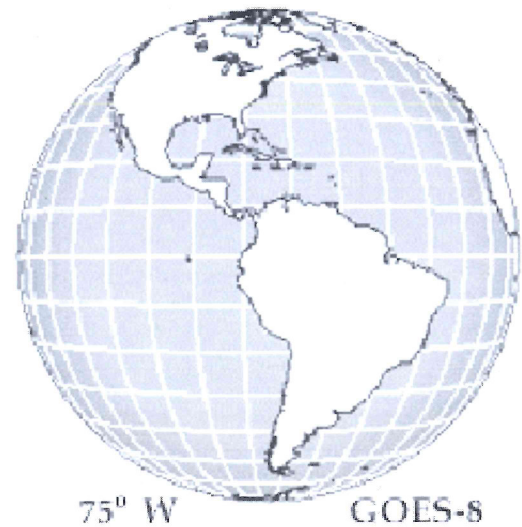


Fig. 4 Cobertura Espacial

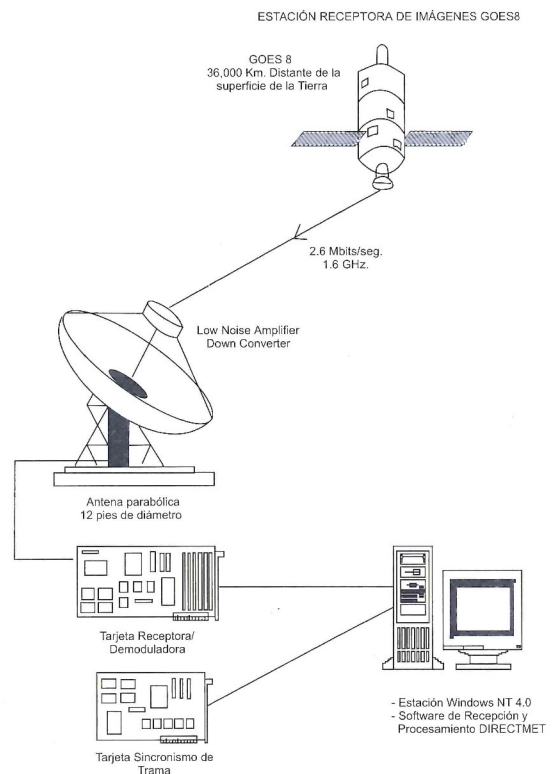


Fig. 5 Sistema de Recepción de Imágenes GOES 8

PROCESAMIENTO DE LAS IMÁGENES GOES 8-RESULTADOS

Se utilizó el software de recepción DirectMet para convertir las imágenes GVAR a formato BMP. Estas imágenes BMP también fueron leídas y procesadas utilizando el software Matlab 6.0, permitiendo tener una nueva alternativa para analizar y procesar las

imágenes satelitales.

- Directmet.**-El Directmet es el sistema software de procesamiento de imágenes Goes 8. Incluye dos módulos principales el de recepción y el de análisis.
- Matlab.**- La versión 6.0 del Matlab ofrece herramientas para procesar esta información en formato BMP.

Se realizó el procesamiento de una imagen GOES 8 del canal infrarrojo; correspondiente al territorio peruano. Se determinó las coordenadas geográficas de los puntos con temperaturas entre 18° y 25° C.

Programa en Matlab

```
A=imread ('Perú-tur_P-IR1-2002-01-08-144514.bmp');
// Leemos la imagen infrarroja Perú-tur_P-IR1-2002-01-08-144514.bmp como //una matriz.
y=0;j=-84.59;
//Coordenadas geográficas del extremo superior izquierdo (i=4.71; j=-84.59)
disp('Coordenadas geográficas');
disp(' latitud longitud valor valor real');
//Recorremos la matriz A para asignarle a cada punto con valor de escala de //grises entre 118 y 130 un valor de 255 y a los demás puntos el valor de cero //con lo que se muestra en color blanco los puntos con temperatura entre 18° //y 30° .
for y=1:1:601;
  x=0;i=4.71;
  for x=1:1:504;

    i=4.71-0.0089879*x*4;
    s=A(y,x);
    if (A(y,x)>118 & A(y,x)<130);
      A(y,x)=255;

      z(3)=255;

    else A(y,x)=0;z(3)=0;
    end
    z(1)=i;
    z(2)=j;
    z(4)=s;
    if z(3);
      disp(z);
    end
  end
end
```

```
end
j=-84.59+0.00901759*y*4;
end imshow(A)
//dibuja la nueva matriz A.
pixval on
//con esta función se muestra los puntos y su respectivo valor físico.
```

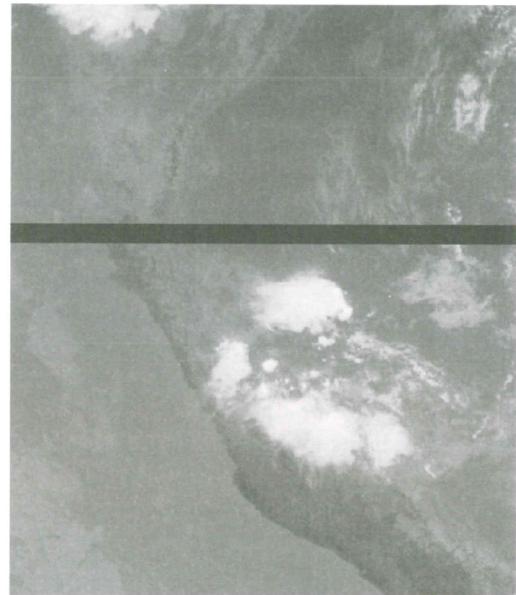


Fig. 6 Imagen Goes 8 del territorio Peruano.



Fig. 7 En esta imagen se ha hecho una composición de falso color para resaltar las zonas con temperaturas entre 18 - 25 °C.

DISCUSIÓN ACERCA DEL MÉTODO PROPUESTO

El método alternativo para realizar el análisis y procesamiento de imágenes satelitales, mediante

MataLab fue probado y validado obteniéndose resultados similares a los obtenidos con los otros programas comerciales.

OBSERVACIONES

En el desarrollo de este proyecto se consideró trabajar sólo con imágenes del satélite GOES 8. Estas fueron obtenidas gracias a la colaboración del Instituto Geofísico del Perú.

Las imágenes de este satélite se pueden clasificar en tres bandas espectrales: imágenes visibles, infrarrojas y de vapor de agua. Con resoluciones espaciales de 1 km/píxel en el rango visible y de 4 km/píxel en el infrarrojo.

El procesamiento de cada banda independiente y el procesamiento multispectral proporcionan características diferentes.

También se cuenta con imágenes del Radar JERS 1. No se utilizó estas imágenes por que sólo cuentan con imágenes visibles y nosotros requeríamos también imágenes infrarrojas.

El procesamiento de las imágenes puede ser de mayor velocidad con el uso de las librerías MMX para el procesamiento de imágenes de INTEL. Estas no se utilizaron en esta primera fase del proyecto. En una etapa posterior será indispensable considerar la velocidad del procesamiento, y por lo tanto, su uso.

CONCLUSIONES

Las imágenes del satélite GOES 8 son ampliamente utilizadas en el seguimiento de los cambios del clima. Las imágenes del satélite GOES 8 no son muy buenas para medir temperatura superficial de mar, debido a la cobertura de nubes que generalmente se presenta en nuestro litoral, lo cual impiden tener valores de temperatura de las imágenes infrarrojas.

De procesar las imágenes infrarrojas se obtiene información térmica. Ya que el valor del píxel de la

imagen en escala de grises tiene un valor correspondiente a temperatura.

Los filtros pasa-altos digitales, ayudan a detectar bordes en una imagen visible. Las zonas que en la imagen original son de un tono uniforme (cualquiera sea) se transforman en un gris mediano (valores cercanos al cero). Los bordes, zonas donde hay un cambio abrupto de nivel de luminosidad, son enfatizadas. Algunos resultan negros (valores negativos) y otros blancos (valores positivos). Otros bordes no son enfatizados y quedan grises (valores cercanos al cero).

Esta alteración de los bordes produce una ilusión de relieve. La imagen parece hundirse y sobresalir, al ser iluminada por una fuente de luz. Los aclarados parecen ser más iluminados, y los oscurecidos parecen ser sombras. Las zonas que en la imagen original eran más oscuras parecen hundirse, mientras que las más claras parecen sobresalir. Es como considerar a la imagen como una superficie bidimensional en un espacio tridimensional, siendo el valor del píxel la altura de la superficie en ese punto.

Cada filtro parece que produce la fuente de luz en un lugar distinto. Esto hace que cambien los bordes iluminados y las sombras. En general, los bordes perpendiculares a la fuente de luz son enfatizados. Aquellos que tengan zonas oscuras (que se hundan) del lado de la luz, se aclaran.

Aquellos que tengan zonas claras (que sobresalen) del lado de la luz, se oscurecen, al quedar en la sombra. En general, la fuente de luz ilumina desde la zona donde estén los valores positivos hacia la zona donde estén los valores negativos del filtro.

RECOMENDACIONES

En el Perú existen diez estaciones receptoras de imágenes del satélite GOES 8. Con una sola estación conectada a través de Internet a los diferentes centros de procesamiento, sería suficiente.

Para el caso de una aplicación en la que no sea importante la ubicación exacta del lugar con las características determinadas se pueden utilizar imágenes GOES 8. Si se requiere exactitud recomendamos usar satélites con mayor resolución espacial. Estos pueden ser Landsat, Spot, Ikos. Es

importante utilizar imágenes de alta resolución sólo si la aplicación lo requiere ya que éstas son muy costosas.

REFERENCIAS

1. Jensen, "Introductio to Image Proccesing", U.S.A, Addison – Wesley, Case western
2. Reserve University, 1989.
3. <http://rsd.gsfc.nasa.gov/>
4. <http://climate.gsfc.nasa.gov/>
5. http://mediapolis.es/tethys/num1/PACO_es.htm.
6. <http://www.aeroespacio.com.ar/site/anteriores/529-37/531/sar.htm>.
7. <http://www.conida.gob.pe>.
8. <http://www.intel.com>.