

Tesis doctorales

Título:

Desarrollo de un nuevo algoritmo para la detección y clasificación de nubes mediante imágenes de satélite

Autor: Carlos Casanova Mateo – carlos@latuv.uva.es

Fecha: Enero, 2007

En este trabajo se presenta un nuevo algoritmo de detección y clasificación de nubes que proporciona en tiempo real la cubierta nubosa sobre la Península Ibérica. El algoritmo se ha desarrollado haciendo especial hincapié en la detección de aquellas nubes precursoras de precipitación. Se fundamenta, principalmente, en las propiedades físicas de las superficies nubosas así como en el conocimiento del estado termodinámico de la atmósfera. Así se conjuga el tradicional análisis de radiancias en el visible, del que se obtienen umbrales para detectar la presencia o no de nubes, junto con la estimación de la altura de la nube (alta, media, baja o de desarrollo vertical) mediante el análisis de bandas en el infrarrojo térmico junto con el uso de sondeos atmosféricos obtenidos a partir de datos de satélite. Dada su finalidad, la premisa principal a la hora de su elaboración ha sido la de llegar a un compromiso entre rapidez de salida y precisión en los datos obtenidos.

Teniendo en cuenta que este tipo de análisis requiere disponer de datos en el menor intervalo de tiempo posible, en una primera fase se han utilizado datos del satélite Meteosat – 7 (canales Visible e Infrarrojo) puesto que su alta resolución temporal (una imagen cada 30 minutos) resulta idónea para monitorizar la formación, desarrollo y disipación de formaciones nubosas. Por otro lado, se han utilizado datos de la sonda A/TOVS (“Advanced / Tiros-N Operational Vertical Sounder”) embarcada en los satélites polares NOAA para poder obtener perfiles atmosféricos de temperatura. Igualmente, se ha hecho uso de una base de datos de temperaturas medias anuales registradas entre los años 1998 –

2002 en la Península, suministrada por el Instituto Nacional de Meteorología. Los resultados se han validado de dos formas:

- mediante el análisis de diferentes situaciones sinópticas y mesoescalares significativas, comparando las salidas del algoritmo con las nubes que se esperaba en esas situaciones.
- comparando las salidas del algoritmo con datos Metar. La concordancia obtenida ha sido superior al 85 %.

Asimismo se ha aplicado el método al sensor AVHRR de los satélites NOAA, utilizando los sondeos verticales de las sondas A/TOVS. Como elementos de control se ha comparado la salida de este método con el propuesto por Derrien et al. 1993 (*), con resultados muy satisfactorios, y con los datos Metar, que presentan una concordancia superior al 92 %. Aunque la resolución temporal es inferior a la del Meteosat-7, la resolución espacial es mejor y permite una clasificación más detallada de las nubes.

Durante el desarrollo del trabajo ha habido una rápida evolución en el desarrollo de nuevos sensores y plataformas. Tal ha sido el caso del sensor MODIS (“MODerate resolution Imaging Spectrometer”) a bordo de los satélites TERRA y AQUA y de la sonda AIRS (“Atmospheric Infrared Sounder”) embarcada en el AQUA frente a los sensores MVIRI (Meteosat), AVHRR y A/TOVS (ambos NOAA) respectivamente. Se ha presentado, por tanto, la posibilidad de adaptar a estos nuevos sensores el algoritmo junto con el valor añadido que supone el hecho que se pueda implementar en una única plataforma, ya que las bandas de medición necesarias pueden obtenerse

a partir de datos MODIS y los perfiles atmosféricos de temperatura adquiridos bien con MODIS, que aunque no es un sondeador *per se* es capaz de obtener sondeos atmosféricos, o con AIRS.

Se ha realizado un análisis comparativo entre los perfiles de temperatura MODIS y los AIRS con radiosondeos tradicionales para determinar cual de las dos fuentes de datos resultaba más adecuada para la obtención de los sondeos termodinámicos. Los resultados han mostrado que AIRS se comportaba mejor que MODIS por lo que se ha elegido a aquella como la nueva fuente para obtener los sondeos.

Para analizar la validez los resultados parecía oportuno compararlos con el algoritmo institucional que NASA, NOAA y la Universidad de Wisconsin han desarrollado para la detección de píxeles nubosos mediante MODIS y que da como resultado una máscara de nubes. Al intentar obtener esta máscara con las imágenes MODIS-AQUA se ha encontrado que la banda 6 presentaba problema de calibración relativa entre los detectores del array en 14 de sus 20 líneas. Se ha decidido entonces corregir este bandeo mediante la aplicación de una correlación entre las líneas bien medidas y las correspondientes de la banda 7. Una vez comprobada la validez del procedimiento a través de su aplicación al sensor MODIS-TERRA, que por funcionar correctamente permitía saber si el resultado final era correcto o no, se ha aplicado el algoritmo de clasificación de nubes propuesto al sensor MODIS-AQUA con datos de la sonda AIRS.

Al validar los resultados obtenidos frente a los resultantes de la aplicación del algoritmo institucional de MODIS, se ha comprobado que este está mal adaptado a la Península Ibérica, debido a que algunos

umbrales que utiliza no son válidos por la alta reflectividad de los suelos de la Península, por lo que se ha procedido a modificarlos y ajustarlos. En una primera aproximación se han utilizado métodos supervisados y no supervisados pero al no obtener buenos resultados se ha optado por corregir dichos umbrales mediante la foto-interpretación de diversas subescenas debidamente seleccionadas como "zonas piloto". Finalmente se ha encontrado una coincidencia del 96'8 % entre ambos procedimientos.

Actualmente el Meteosat Segunda Generación, MSG, o Meteosat-8, ha sustituido al Meteosat-7. Dado que su sensor SEVIRI tiene 12 canales, frente a los 3 del antiguo Meteosat, se ha aplicado el procedimiento al sensor SEVIRI pero añadiendo una serie de test adicionales que están incluidos en el algoritmo institucional de MODIS. Por otra parte, los sondeos atmosféricos se siguen obteniendo de la sonda AIRS.

Los nuevos test implementados son:

- Diferencia entre la temperatura de brillo de las longitudes de onda 10.8 y 3.9 μm .
- Cociente entre reflectividades de 0.6 y 0.8 μm .
- Test en la zona de absorción del Dióxido de Carbono (13.4 μm).
- Test en la zona de absorción del Vapor de Agua (7.3 μm).

Se han establecido los umbrales adecuados para estos nuevos test que han sido incluidos en el algoritmo propuesto, adicionalmente a los correspondientes a los habituales test sobre los canales Visible e Infrarrojo térmico, y los resultados se han validado comparando las salidas de este nuevo método ampliado con las correspondientes del anterior y con composiciones RGB, con resultados extremadamente satisfactorios.