

Guisha (Guide User Interface to Spherical Harmonic Analysis)

Katy Alazo Cuartas ⁽¹⁾, Alexander Calzadilla Méndez ⁽¹⁾ y Bienvenido Lazo Olazábal ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Instituto de Geofísica y Astronomía. Calle 212 No.2906, La Lisa, C. Habana, CP 11600, Cuba.

Recibido: enero-octubre, 2005	Aceptado: noviembre, 2005
-------------------------------	---------------------------

Resumen

GUISHA es una aplicación interactiva de MATLAB 5.3 para el análisis y la estimación del comportamiento espacial de las frecuencias críticas de la capa F2 (foF2) de la ionosfera sobre una determinada región del planeta, dados una estación climática y cierto nivel de actividad solar según R12 (Media suavizada del Número de Wolf). Se aplicó el método de armónicos esféricos considerando al parámetro foF2 como una función de la latitud y longitud geográficas (sistema de coordenadas UTM) para una hora y actividad solar R12 dadas. El programa tiene dos opciones principales: hacer un mapa de foF2 para un área determinada dados la actividad solar y la hora o el cálculo numérico de la variación diaria de foF2 en un punto geográfico.

Palabras clave: Ionosfera.

Abstract

GUISHA is a MATLAB 5.3 interactive application for analysis and estimation of the critical frequencies of the F2 layer of the ionosphere on a certain region of the planet, depending on season and level of solar activity by R12. Spherical Harmonic Analysis method is applied considering foF2 as a function of the geographical latitude and longitude for a fixed hour and solar activity R12. This application runs in two main options: foF2 mapping for a selected solar activity level and UT, or to calculate daily foF2 variation on a selected geographical location.

Key words: Ionosphere.

Introducción

El Análisis en Armónicos Esféricos (SHA en inglés) es una técnica que permite modelar datos distribuidos sobre una esfera, al hacer un desarrollo en funciones ortogonales que son soluciones de la ecuación de Laplace.

Debido a la baja densidad y no uniformidad en la distribución de las estaciones ionosféricas en el Sector Americano, el programa "BMASHA ("Bidimensional Mapping with ASHA) desarrollado por De Santis et al. (1994) no pudo ser aplicado para modelar el parámetro foF2 sobre nuestra región. El método implementado en el mencionado programa realiza el desarrollo en Armónicos Esféricos sobre un Casquete Esférico, de forma que usa algunas restricciones matemáticas especiales en la frontera. Debido a estas no puede implementarse en regiones donde la densidad de estaciones no satisface el número de ecuaciones que se generan en el cálculo. En su lugar se decidió utilizar como método de interpolación el análisis tradicional por Armónicos Esféricos, similar al desarrollado inicialmente para describir el campo geomagnético.

Desarrollamos la aplicación GUISHA (Guide User Interface to Spherical Harmonic Analysis) que está basada en una versión de la función SHAGMC, confeccionada originalmente para modelar y analizar el plasma ionosférico de la capa F2 en la región del Golfo de México y el Mar Caribe, mediante el parámetro foF2 (Lazo et al., 2000). Para esta nueva interface gráfica, se crearon varias funciones, que fueron añadidas a una nueva carpeta del toolbox de MATLAB 5.3, además de las existentes para la función SHAGMC.

La función SHAGMC se basa en el Análisis mediante un desarrollo en Armónicos Esféricos (SHA) (De Santis et al., 1991, De Santis, 1992); haciendo un desarrollo de orden 2 de Series longitudinales de Fourier y funciones colatitudinales de Legendre, como funciones ortogonales básicas sobre la región de interés.

Para evitar valores no lógicos, debido a que estas funciones tienden a indefinirse sobre las fronteras, se tomaron datos sobre puntos geográficos relativamente lejanos a la región de estudio, como condiciones de frontera en el infinito.

[1] ASHA: Ajusted Spherical Harmonic Analysis

Materiales y métodos

La función está desarrollada en la plataforma computacional MatLab "The Language of Technical Computing" Versión 5.3.0. 10183 (R11) January 21, 1999 , empleándose diversas funciones que originalmente vienen implementadas en el software para crear otras.

Para la obtención del modelo previamente se creó una base de datos georreferenciados, organizados en ficheros por: Estación Climática, nivel de Actividad Solar según rangos de R12 , y la Hora (UT), de valores de la mediana mensual de foF2 que se encuentran disponibles en los centros Mundiales de Datos (Boulder, USA, Shielton, UK, Tokio, Japón, Moscú, Rusia) (Alazo et al., 2001)

Resultados y discusión

GUISHA tiene dos opciones principales: Obtención de Cartogramas de foF2 para un nivel seleccionado de Actividad Solar, Estación Climática y Hora (UT); o el cálculo del paso diario de foF2 en un punto geográfico seleccionado y una Estación Climática dada.

Básicamente, GUISHA se puede aplicar a dos regiones fundamentales: Sector Americano o Región de Europa-África. La tercera opción unifica las dos primeras (15°S-70°N Latitud y 120°W-55°E Longitud).

La aplicación GUISHA se inicia desde la ventana de comandos del MATLAB, donde el usuario debe escribir "GUISHA" y dar 'retorno'.

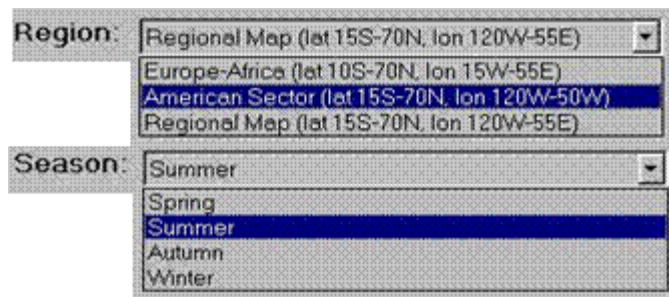
Mostrándose la siguiente ventana, donde figuran las dos opciones principales de la aplicación. También están presentes otros dos botones,

El botón 'Info': mostrará otra ventana, con información referente a GUISHA: los autores del programa, el resumen del artículo científico donde se analizan los resultados del GUISHA, y una explicación sencilla del programa.

El botón 'Close': cerrará la aplicación.



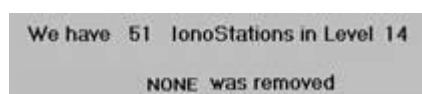
En la próxima ventana, se seleccionan la estación del año y la zona donde se desea desarrollar el modelo.



En la ventana siguiente, el usuario selecciona el rango de número de Wolf (R_{12}) en el que desea modelar, se muestra una pantalla con la composición de los datos disponibles para ese nivel, cantidad de estaciones ionosféricas con datos en ese rango; y decide si desea hacer el cálculo eliminando de los datos alguna(s) estación ionosférica en específico.



La última ventana nos mostrará los resultados de las selecciones anteriores



Y en dependencia de la opción principal ('foF2 Mapping...' or 'Dayly foF2...') se presenta el siguiente diálogo: 'foF2 Mapping...'

Choose the Time (UT) to get the Map: 20

o la otra opción
'Dayly foF2

Show the Data of some IonoStation? NONE

Select the Geographical Location :

Latitude(Deg:-90~90) 0 10

Longitude(Deg:0~360) 0 100

el botón de acción que aparecerá en esta última ventana estará habilitado para obtener el resultado de la aplicación GUISHA que se desee:

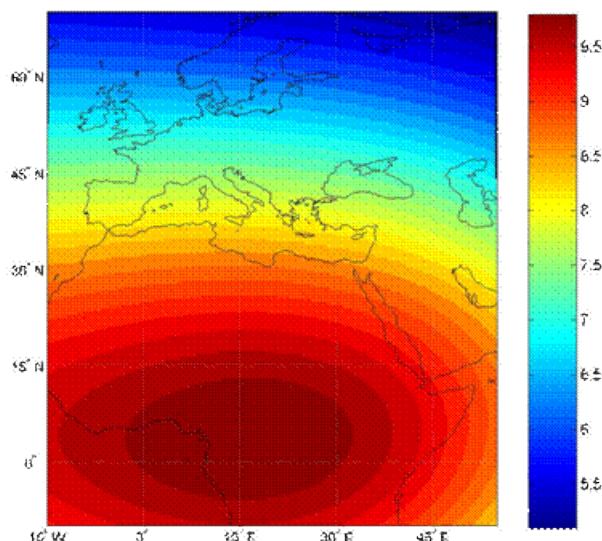
ü Botón 'Map' : la Cartografía de foF2 para una zona geográfica determinada, dados estación climática, rango de número de Wolf, y hora (UT)

ü Botón 'D.V.' : el Gráfico del paso diario de foF2 en una localidad geográfica, especificando la estación climática y rango de número de Wolf.

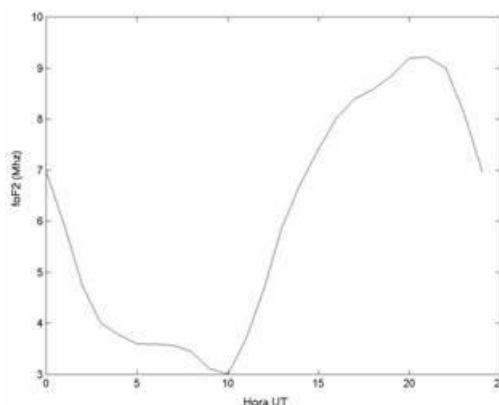
En todo momento estará presente el botón 'Begin' que reiniciará la aplicación GUISHA; el botón 'Back' y 'Next' que permitirán el desplazamiento a la ventana anterior y posterior respectivamente.

Resultados de ejemplos de la aplicación GUISHA

Cartograma de foF2 para Verano, Nivel 14, 14 UT. Región Europa-Africa



Paso diario de foF2 para Otoño, Nivel 8, 20°N, 280°E, Sector Americano



En el caso de la selección de cartogramas, también se genera como resultado una figura tridimensional de foF2 que puede resultar útil en la interpretación de los resultados de la modelación. Esta figura puede ser rotada en cualquier dirección para su mejor interpretación.

Además, los cartogramas bidimensionales y el gráfico de la variación diaria pueden ser ampliados en la zona que se desee para aumentar el detalle de la figura.

En cada caso que se seleccione, el resultado generado puede ser almacenado como fichero de datos numéricos para su posterior uso en cualquier otra aplicación.

Conclusiones

Las funciones creadas permiten modelar la dinámica del plasma ionosférico en las regiones de Europa-África y el Sector Americano, así como conocer la variación diaria del parámetro foF2 en cualquier punto específico de estas regiones. Esto puede resultar de gran utilidad en aquellas zonas que no poseen ionosondas, para tener un estimado bastante aceptable del comportamiento local ionosférico.

Para la implementación de estas funciones creadas en un PC, se necesita tener instalado cualquier versión de MatLab 5.3 o superior y la carpeta “armónicos” que contiene dichas funciones.

Referencias

- Alazo K., M. Rodríguez, B. Lazo, A. Calzadilla y J. S. González (2001). Base de Datos de Mediana Mensual de foF2 para la región Europa-Africa. Informe Científico- técnico, IGA.
- De Santis A. Conventional Spherical armonic analysis for Regional Modelling of the Geomagnetic Field. Geophys. Res. Letters. 19:10,1065-1067,1992.
- De Santis A., G. De Franceschi, B. Zolesi, Lj. R. Cander, S. Pau. Regional Mapping of the Critical Frecuency of the F2 Layer by Spherical Cap Harmonic Expansion. Annales Geophysicae, 9, 401-406, 1991.
- Lazo B., A. Calzadilla. R. Díaz A. Toledo. Modelo Empírico de la Concentración Electrónica Máxima de la Ionosfera en el Sector Americano en el Rango de Latitudes: 150S-500N y de Longitudes: 400-1200W (Publicación Electrónica: Memorias de Geoinfo, GEOINFO'2000. ISSN 1028-8961. Marzo 2000)