

Proyecto final

Laboratorio Avanzado

Fecha 3 de noviembre de 2021

Profesor: Hermes León Vargas.

Ayudantes: Diego García Aguilar, J. Roberto Ángeles Camacho

Fecha de Entrega: 17 Noviembre 2021

El proyecto final constará de una investigación sobre la caracterización de la sombra de la Luna vista en altas energías con el observatorio HAWC. Se entregará un reporte en el que se presentará una breve introducción sobre el observatorio, la adquisición de datos, reconstrucción de cascadas, creación de mapas y además se deberán cubrir los puntos presentados en este archivo.

El reporte se realizará en parejas y el formato será tipo artículo. En el reporte sólo se citará el código utilizado y se adjuntará por separado. Recuerda cuidar la presentación de las figuras y utilizar referencias.

Los datos con los que se trabajará se encuentran en la carpeta Proyecto ubicada en la carpeta compartida en classroom. Esta está dividida en 5 carpetas, las cuales contienen datos de mapas realizados con distintos estimadores de energía y con distintos cortes de calidad. Cada carpeta está dividida en 10 bins de energía. La estructura de los archivos .dat es: declinación, ascensión recta y significancia. Todos los mapas se encuentran en coordenadas lunares, esto significa que la Luna debería estar en el origen (0,0). En la carpeta de artículos del classroom se encuentra material que puede resultar útil para resolver los puntos a tratar. Notar en particular la tesis de maestría entre las referencias pues contiene muchos detalles que podrían ser útiles.

Punto 1

Los datos en formato de tablas de los archivos .dat corresponden a información con la que puedes generar mapas del cielo usando histogramas en 2D. Las columnas de datos presentadas en la carpeta *Data* fueron creadas usando un software llamado HEALPix. Pueden consultar con Google el funcionamiento de este software o utilizar como base lo descrito en la tesis antes mencionada. En estos mapas se usó el parámetro $N_{SIDE} = 256$. Calcular el número de píxeles con los que se creó cada mapa.

Punto 2

A partir de los mapas creados con el estimador de energía *protonlhe* sin cortes (ubicados en la carpeta *luna_protonlhe*) realizar un histograma de la significancia para cada bin de energía. Presentar los resultados en un solo histograma ¿Qué bin de energía es el que tiene menor significancia? ¿Por qué sucede esto?

Punto 3

A partir de los mapas creados con el estimador de energía *protonlhe* sin cortes (ubicados en la carpeta *luna_protonlhe*) encontrar en qué bin de energía se encuentra el mayor déficit de significancia y sus coordenadas

Punto 4

Repetir el problema 2 y 3 para el estimador de energía *nn* ubicado en la carpeta *luna_nn*

Punto 5

Realizar mapas de la Luna para el bin 1 con el estimador de energía *protonlhe*. Mostrar el histograma en los siguientes rangos $\alpha \in [-10^\circ, 10^\circ]$, $\delta \in [-10^\circ, 10^\circ]$. Ajustar el número de bins del histograma de tal forma que se minimice el número de bins vacíos y no se sobre escriba ningún bin.

Punto 6

El histograma del problema 5 tiene bins vacíos, estos bins se llenaran con el promedio de los bins contiguos, ver Figura 1, a este proceso se le llamará "suavizado". El promedio se calcula con el contenido de los bins no vacíos. Mostrar el histograma en los siguientes rangos $\alpha \in [-10^\circ, 10^\circ]$, $\delta \in [-10^\circ, 10^\circ]$. Sugerencia: Para simplificar el desarrollo del código se recomienda hacer un histograma con las mismas características (# de bins y rangos) y que al realizar el barrido sobre todos los bins establezca el contenido de todos los bins a 1, esto ayudará a verificar el funcionamiento del suavizado.

Punto 7

Para el mapa del ejercicio anterior utilizar el método Fit para ajustar una distribución gaussiana a la sombra de la Luna, usando la siguiente distribución:

$$S(x, y) = A_0 e^{-\left(\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma_x} + \frac{(y-y_0)^2}{2\sigma_y}\right)} \quad (1)$$

Dibujar los mapas en el rango $\alpha \in [-10^\circ, 10^\circ]$, $\delta \in [-10^\circ, 10^\circ]$ junto con el ajuste gaussiano. Colocar en el histograma una leyenda con los valores $A_0, x_0, y_0, \sigma_x, \sigma_y$ obtenidos del ajuste.

Punto 8

Crear un script en BASH que cree y ejecute los macros para realizar el análisis de mapas (p.5-p.7) para todos los bins de los mapas *luna_X*, en total deben de ser 10 mapas. En clase se asignará los datos con los que trabajará cada equipo.

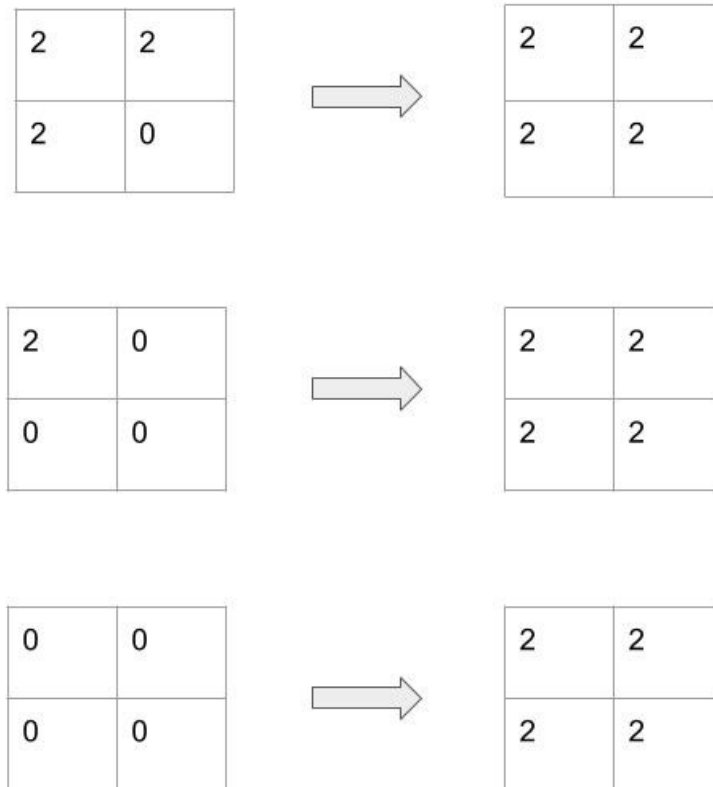


Figura 1: En esta figura se muestran tres ejemplos de pixeles vacios y cómo es que se realiza el suavizado, se asignó el valor 2 a los pixeles no vacios de manera arbitraria y para simplificar la explicación. Los bins vacios se llenan con el promedio de los bins en la rejilla. En el primer caso hay un bin vacio, después del suavizado se llenará a dos. En el segundo caso hay sólo un bin con contenido distinto de cero, por lo tanto los bins vacíos se llenan con este valor. En el último caso ningún bin tienen contenido distinto de cero, entonces todos los bins se llenan con el valor dos suponiendo que en el paso anterior el promedio de los bins fue dos.