

Taller de Técnicas Observacionales

CASLEO - Agosto de 2016

Procesamiento básico de imágenes con IRAF Guía de ejercicios

Ricardo Gil-Hutton

1. La tarea IMEXAMINE es una tarea compleja que tiene muchas funciones para analizar imágenes. En este ejercicio se tratará de profundizar un poco sobre las diferentes posibilidades que brinda al usuario.
 - ejecute la tarea LPARAM para IMEXAMINE. Verifique el número y la función de los parámetros listados.
 - ahora lea detenidamente la ayuda de IMEXAMINE y compruebe que el número de funciones disponibles y sus respectivos parámetros es considerablemente superior a los listados por LPARAM. ¿Dónde se guardan los parámetros faltantes?. Anote los nombres de los archivos de parámetros que parecen permanecer ocultos para esta tarea y revise algunos de ellos **pero no los modifique**. Despliegue en ds9 la imagen de prueba "*xxx.fits*" y ejecute sobre ella IMEXAMINE.
 - con el cursor sobre la imagen presione "**h**" para obtener un histograma. Mueva el cursor a diferentes puntos sobre la imagen y presione cada vez "**h**". ¿El histograma es un histograma de toda la imagen o de una sección?. ¿Es posible cubrir un área de dimensiones diferentes?. ¿Es posible modificar el número de bins del histograma?.
 - ahora presione "**I**" para obtener un corte horizontal de la imagen. En la cabecera de la ventana gráfica se informa que el corte corresponde a una única línea. ¿Cómo se puede hacer un corte promediando 10 líneas?. ¿Cómo se puede cambiar el eje "Y" a una escala logarítmica?. Antes de seguir vuelva a una escala lineal en "Y".
 - ahora presione "**c**" para obtener un corte vertical. Cambie el cursor a otro punto de la imagen y presione nuevamente "**c**" lo que producirá que el primer gráfico se borre. ¿Cómo se puede mostrar ambos cortes en la misma ventana gráfica?.
 - tomando el núcleo de la galaxia como referencia ponga el cursor a un lado y presione la tecla "**v**", mueva el cursor radialmente hacia el otro lado del núcleo y vuelva a presionar "**v**" para obtener un corte. Repita el proceso pero en lugar de presionar la tecla "**v**" presione "**u**". ¿Cuál es la diferencia en el gráfico del corte?.
 - posicione el cursor sobre uno de los brazos de la galaxia y presione "**e**" para obtener un gráfico de contorno de la zona próxima al cursor. Mueva el cursor y vuelva a presionar "**e**" para analizar los alrededores. ¿Cuántos niveles de brillo se grafican?. ¿Cómo se puede cambiar ese número a, por ejemplo, 10 niveles?.

- presione "s" para obtener un gráfico de superficie de la zona próxima al cursor. ¿Cuáles son las dimensiones del área que esta graficando?. ¿Se pueden cambiar esas dimensiones para cubrir, por ejemplo, un área de 41×41 pixels?.
 - Elija una estrella cualquiera que sea relativamente brillante, posicione el cursor en su centro y presione la tecla "r" para obtener un gráfico radial. Ahora mueva el cursor fuera del centro de la estrella y presione nuevamente "r". ¿Cambio algo en el gráfico?. ¿Por qué?. ¿A que cantidades corresponden los valores que están en la barra amarilla en la base del gráfico?.
 - usando la misma estrella que en el punto anterior, ¿Qué diferencias hay entre presionar "r", "j" o "k"?. ¿Por qué los valores del eje "Y" son diferentes en cada caso?.
 - busque una zona libre del brillo de la galaxia (posiblemente en el rincón superior derecho) y presione la tecla "m" para obtener una estadística de esta zona. ¿Cuál debería ser el flujo total de una estrella si se quiere tener $S/N > 10$ respecto del fondo del cielo?. Repita el proceso para una zona entre los brazos de la galaxia.
 - busque estrellas cercanas a donde se obtuvo datos estadísticos sobre el fondo del cielo, centre el cursor sobre ellas y presione la tecla "a". ¿Cuál es la relación S/N aproximada para esos objetos?.
2. Es frecuente la necesidad de ajustar una función a los valores promedio de una región en una imagen. La tarea que hace ese trabajo es ICFIT pero ésta no se puede llamar directamente. En este ejercicio se utilizará en su lugar la tarea FIT1D del subpaquete **imfit** del paquete **images**, la cual llama a ICFIT para ajustar una función a cualquier sección de una imagen. El objetivo será conseguir una representación en una dimensión del background de una imagen.
- ejecute la tarea LPARAM para FIT1D. Verifique el número y la función de los parámetros listados. Lea las ayudas para ICFIT y FIT1D.
 - ejecute FIT1D sobre la imagen "xxx.fits" completa, para guardar el ajuste en una nueva imagen "yyy.fits", ajustando en las líneas y usando como función de ajuste *function=chebyshev* y *order=1*. Inmediatamente en la ventana gráfica les pedirá que indiquen el rango de líneas a ajustar. Ingresen "1 512" para ajustar toda la imagen. El gráfico muestra un promedio de la imagen en la dirección horizontal y la línea punteada corresponde al mejor ajuste para los parámetros ingresados.
 - como el ajuste es muy malo, cambie el orden a "2" y haga un nuevo ajuste presionando la tecla "f". Como se está ajustando con un polinomio de Chebyshev, ¿qué indica el parámetro "order"?. ¿Y en el caso de una spline cúbica?. Modifique el orden para buscar mejores ajustes.
 - si el objetivo es lograr un ajuste al background de la imagen, al cambiar el orden el ajuste se adapta al perfil de la galaxia y se aparta del background. ¿Qué sucede si rechazamos puntos que estén 3σ por arriba del ajuste?. ¿Y si rechazamos puntos que estén 3σ por debajo del ajuste?. ¿Qué indican los puntos marcados con rombos?.
 - regrese a la situación antes de rechazar puntos y cambie la función a una **spline cúbica**. ¿El ajuste del background mejora o empeora?. ¿Y si se cambia el orden?.
 - vuelva a un **polinomio de Chebyshev** para la función de ajuste con un orden de "2" y rechaze los puntos que se encuentran 1σ por arriba del ajuste. Sobre-escriba en el mismo gráfico el polinomio de orden "10". ¿El ajuste al background mejora?.

- grafique nuevamente el ajuste de orden "2" y rechace todos los puntos que estén 1σ por arriba del ajuste. ¿Si se cambia el límite de rechazo a 0.25σ el ajuste mejora?
- el ajuste aun no es bueno porque hay muchos puntos con valores altos y que deforman el perfil del background. Para lograr un mejor ajuste marque los puntos que están por sobre el ajuste con la tecla "d" y recalculé. ¿El ajuste mejora?. Cuando este satisfecho salga presionando "q" y luego enter.
- La imagen con el ajuste se denomina "yyy.fits". Reste esta imagen a la imagen original y el resultado muéstrela en ds9. Comparelo con la imagen original.
- el resultado obtenido en los pasos anteriores no es del todo bueno porque hay zonas de la imagen que han sido sobre corregidas. De todos modos vamos a repetir el ejercicio pero ahora en lugar de intentar ajustar el background de la imagen vamos a intentar ajustar el perfil de la galaxia. Ejecute nuevamente FIT1D sobre la imagen "xxx.fits" completa, para guardar el ajuste en una nueva imagen "yyy-1.fits", ajustando en las líneas y usando como función de ajuste $function=chebyshev$ y $order=3$. Cuando la ventana gráfica le pida que indique el rango de líneas a ajustar. Ingrese "1 512". Ahora el objetivo es nuevamente modificar la función de ajuste, el orden y el nivel de rechazo para lograr el mejor ajuste posible a la galaxia y luego rechazar algunos puntos para aproximar el ajuste lo más posible al perfil.

3. La **ganancia** y el **ruido de lectura** son dos parámetros fundamentales de un detector astronómico que es necesario conocer para realizar correctamente la reducción fotométrica o espectroscópica.

Los pixels del detector almacenan durante un cierto tiempo electrones que son luego leídos por un amplificador a la salida del equipo. El **ruido de lectura** se define como el error medio introducido en la señal por el amplificador al hacer la lectura y se mide en e^- , mientras que la **ganancia** es el factor de conversión del amplificador para convertir electrones en ADUs y se mide en e^-/ADU . En este ejercicio veremos como obtener experimentalmente esos valores utilizando imágenes bias y flats disponibles en el archivo "iraf-basico.tgz".

- como un bias se adquiere con tiempo de exposición cero y sin recibir iluminación, la desviación standard de la distribución de los valores en los diferentes pixels es una medida del ruido de lectura del amplificador. Entonces encuentre cuanto vale el ruido de lectura para una sección central (por ejemplo, [790:889,920:1019]) de uno cualquiera de los bias disponibles. ¿Qué forma tiene su histograma?
- el valor encontrado está expresado en ADUs y lo que se requiere es tener el ruido de lectura expresado en e^- , por lo tanto es necesario conocer antes la ganancia ya que:

$$R_{noise} = Gain \times \sigma_{bias}.$$

Para medir la ganancia se deben usar los flats. La desviación standard de su distribución contiene una componente debido al ruido de lectura a la cual se le debe sumar la componente poissoniana debido a la distribución de fotones que llegan desde la pantalla. Si la señal del flat es mucho mayor que la del bias, la segunda componente domina a la primera y su desviación standard será, aproximadamente:

$$\sigma_{flat}^2 = \langle F \rangle \times Gain,$$

donde $\langle F \rangle$ es el valor medio del flat. Entonces encuentre cuanto vale la ganancia para una sección central (por ejemplo, $[790:889,920:1019]$) de uno cualquiera de los flats disponibles. ¿Qué forma tiene su histograma?

- Howell (2000) sugiere trabajar con diferencias de bias y flats para definir mejor las desviaciones standard de sus distribuciones, por lo cuales mejor encontrar la ganancia mediante:

$$Gain = \frac{(\langle F_1 \rangle + \langle F_2 \rangle) - (\langle B_1 \rangle + \langle B_2 \rangle)}{\sigma_{(F_1 - F_2)}^2 - \sigma_{(B_1 - B_2)}^2},$$

donde $\langle F_1 \rangle$, $\langle F_2 \rangle$, $\langle B_1 \rangle$ y $\langle B_2 \rangle$ son los valores medios de los flats y los bias, respectivamente, y $\sigma_{(F_1 - F_2)}$ y $\sigma_{(B_1 - B_2)}$ son las desviaciones standard de sus diferencias. Conocida la ganancia es posible calcular el ruido de lectura con:

$$Rnoise = \frac{Gain \times \sigma_{(B_1 - B_2)}}{\sqrt{2}}.$$

Entonces, calcule el ruido de lectura y la ganancia del detector utilizando este método y compárelos con los valores teóricos del detector. Utilice la misma sección de la imagen que se usó anteriormente.

4. Busque las ayudas de las tareas IMSHIFT, ROTATE, IMEXPR, CONVOLVE, PHOT, DAOPHOT, DAOFIND y APALL e indique cual es su objetivo o su función.

Recuerde ejecutar `sc unlearn` al terminar !