

12.409 Curso práctico de Astronomía, primavera 2002

Entrega 9, semana del 1 de abril de 2002

Procesamiento básico de imágenes CCD

¿Qué es exactamente una CCD?	1
Aportaciones a la señal	1
Tablas de color y estiramiento	2
Cómo guardar su trabajo	3
Algunas observaciones de interés	3
Las cruceas	4
Superposiciones de imágenes	4
Substracción de la corriente de oscuridad	4
Otros comandos	5

¿Qué es exactamente una CCD?

Nos alegramos que lo pregunte. Como sin duda muchos de ustedes ya habrán pensado, la CCD es básicamente una cámara digital. De hecho, las cámaras digitales que ustedes pueden comprar fácilmente en los centros comerciales tienen detectores CCD. Las cámaras astronómicas CCD están diseñadas para ser más sensibles a niveles bajos de luz pero básicamente la idea es la misma: el chip se divide en pixels (o elementos de imagen) y la luz que cae sobre cada pixel es convertida en una señal electrónica. Esta señal se expresa normalmente en "cuentas". La imagen que resulta de este proceso se imprime en uno de los muchos formatos típicos y puede ser manipulada posteriormente por cualquier programa de procesamiento de imágenes.

Aportaciones a la señal

El número de cuentas anotadas puede proceder de varias fuentes. En el mejor de los casos el *objeto* que queremos buscar aportará la mayor parte de la señal y por supuesto esta señal es la que más nos interesa. El *cielo* contribuirá ineludiblemente a la obtención de una buena señal, dependiendo, claro está, las condiciones de contaminación luminosa, la proximidad a la Luna y la fase en que se encuentre ésta, entre otras cosas. Como ya indicábamos en la entrega 8, también están presentes en las imágenes que usted capta señales no relacionadas con los fotones, como pueden ser el *ruido de lectura* que se produce incluso en exposiciones de 0 segundos sin luz incidente y la *corriente de oscuridad* que es inherente a la electrónica del instrumento, acumulándose con el tiempo incluso sin ninguna luz

incidente. Las diferencias de sensibilidad en un chip dan lugar a efectos de *aplanamiento de campo (flat field)*.

De nuevo, como ya se dijo en la entrega 8, es importante que tome cuadros de calibración que le ayuden a aprovechar al máximo sus imágenes, aunque en este curso no será necesario tomar el mismo tipo de datos de calibración que en las investigaciones astronómicas. Para nuestros objetivos podemos arreglarnos calibrando sólo los cuadros oscuros. Los cuadros oscuros se restarán de los cuadros de objetos que también se ocuparán del ruido de lectura.

Aparte de esto: ¿se le ocurre algún modo de abordar lo relativo a las cuentas del cielo?
¿Seguiría usted necesitando los cuadros oscuros?

Tablas de color y e s t i r a m i e n t o s

De acuerdo. Ya tiene su imagen. Qué mejor que mostrarla para realzar los detalles.

Supongamos que tenemos una imagen en la que la máxima intensidad es de 10000 cuentas y tenemos un visualizador donde las cuentas cero se muestran en negro y las 10000 en blanco. La mayor parte del software de procesamiento de imágenes va por defecto a un modo lineal donde 5000 cuentas se mostrarían la mitad de brillantes que 10000 pero el doble de brillantes que 2500. A este conjunto de parámetros de visualización (niveles de negro y blanco y la función entre ellos) se le denomina de manera informal como *estiramiento*. ¿Qué ocurre si usted observa un objeto débil que sólo tiene 1000 cuentas? O, ¿qué ocurre si está mirando hacia Júpiter interesándose por sus rasgos atmosféricos, todos los cuales oscilan entre 7000 y 8000 cuentas? Resulta obvio que usted puede cambiar el estiramiento. Generalmente, los niveles de blanco y negro se cambian para maximizar el contraste. En el primer ejemplo situaría bajos los niveles de blanco, quizás sólo a 2500 ó 3000 cuentas para conseguir que el objeto débil parezca más brillante. En el segundo ejemplo situaría bastante alto el nivel de negro, posiblemente a 5000 ó 6000 cuentas. Una regla general (que posiblemente ya haya deducido usted) es situar el nivel de negro algo por debajo del nivel más tenue que usted desee ver, y el nivel de blanco algo por encima del nivel de brillo mayor que usted desee ver. En algunos software por ejemplo, puede cambiar de un estiramiento lineal a uno log. ¿Qué efecto tendría esta operación? ¿Daría lugar a un estiramiento de raíz cuadrada o a un estiramiento exponencial?

Fíjese que el programa CCDOPS emplea un nivel y un campo de negro en lugar de un nivel de negro y un nivel de blanco. Como puede observar los dos son exactamente equivalentes (ej., utilice un nivel de negro de 5000 cuentas y un campo de 1000 cuentas para el ejemplo de Júpiter).

Sin embargo, no existe ninguna regla específica y rápida que nos diga qué niveles debemos utilizar y dónde los debemos utilizar. En el curso 12.409 concretamente, el objetivo principal que perseguimos es que consiga imágenes que le gusten a usted. Y ya que los datos originales no quedan afectados (**¡compruebe bien que esto ocurre con el programa que usted está utilizando!**), siempre puede hacer pequeños retoques.

El uso del negro para objetos débiles y del blanco para objetos brillantes es, en último término, arbitrario. Muchos programas de visualización de datos le permitirán *invertir* la imagen haciendo que los objetos débiles sean blancos y los brillantes negros. Esto es similar a lo que ocurre en los negativos de una fotografía, y es el modo de formación de imágenes que la mayoría de los astrónomos empleaba hasta los años 80. Algunos software astronómicos permitirán obtener el azul a través del rojo o el amarillo, o utilizar esquemas de colores definidos por el usuario, conocidos como *tablas de colores* o, en ocasiones, *tablas de consulta*. Para nuestros objetivos, adoptaremos una tabla de color estándar de negro a blanco, pero ya que de lo que en el fondo se trata es de seguir las tendencias de la moda, las posibilidades pueden variar.

Cómo guardar su trabajo

Existen tres formatos de archivo diferentes que pueden ser procesados por el software que nosotros utilizaremos. Uno de ellos es el "SBIG" que es el formato original creado por la cámara y que es específico para esta. El segundo es un formato más conocido, el TIFF, y el tercero es el formato FITS que es el que se emplea generalmente en investigación astronómica. Para lo que nosotros pretendemos debería guardar su trabajo en el formato SBIG: éstos son los únicos tipos de datos que se pueden leer con el programa CCDOPS (aunque éste puede escribir en otros diferentes). Le sugerimos que guarde sus archivos en formato comprimido ya que ahorrará espacio del disco duro y además no tiene ningún efecto negativo.

Algunas observaciones de interés

La mayoría de la información que le mostramos a continuación ha sido extraída del manual del programa CCDOPS (Versión 4.0) realizado por el *Santa Barbara Instrument Group*. En el aula existen copias del manual que también encontrará en los ordenadores en formato PDF, dentro de la misma carpeta que la aplicación CCDOPS. Sería conveniente consultar más información acerca del software y de los menús.

Para cargar una imagen tomada por usted previamente utilice el comando *Open* (abrir). ¡Es muy fácil! Lo primero que aparece es una ventana que contiene una cabecera con información como: nombre del archivo, fecha y hora en la que fue tomada la imagen, tiempo de exposición, etc. Haga clic en la ventana para que desaparezca y la imagen aparecerá en una nueva ventana, con otra nueva ventana con el nombre de *Contrast* (contraste). Si de nuevo necesita la información de cabecera haga clic en la función *Parameters* (parámetros) del *Display menu* (menú de presentación).

Hay diferentes formas de fijar el estiramiento. Puede usted introducir los valores para el fondo (*back*) y el campo (*range*) y pulsar *return* (volver); puede también hacer clic en las flechas que actualizan en tiempo real (los botones con dos flechas mueven los números el doble de rápido), o también puede dejar que sea el ordenador el que decida pinchando en *Auto* (automático). Otras cosas que también puede hacer en esta ventana son: 1) invertir la

imagen de manera que el negro represente a los pixels más brillantes; 2) atenuar la imagen; y 3) modificar el tamaño de la imagen. Juegue con las diferentes opciones de los mandos para comprobar para qué sirven y las cosas que se pueden hacer con ellos. Si todavía no ha hecho su fotografía puede utilizar las que se ofrecen como ejemplo (deberían existir una o dos disponibles).

Las crucetas

Para activar un conjunto de crucetas seleccione la función *Show Crosshairs* (mostrar crucetas) del *Display menu*. Ahora, cuando mueva las crucetas sobre la imagen obtendrá los valores X e Y para el punto (medido desde la parte superior izquierda), el valor en cuentas para el pixel por encima del que se sitúa la cruceta, el valor medio de un recuadro centrado debajo de la cruceta (el tamaño inicial es de 5x5 pixels, pero se puede cambiar a través del menú que hay en la parte de abajo de la ventana), y la variación RMS (*valor medio cuadrático*) de los pixels del recuadro. De las restantes entradas de la ventana no nos preocuparemos por el momento, aunque debería usted al menos ser capaz de reconocer las palabras.

Superposiciones de imágenes

En ocasiones es necesario tomar exposiciones relativamente cortas debido a las condiciones de luminosidad del cielo o para evitar que un objeto se sature. Si el objeto que quiere fotografiar es demasiado débil (o el contraste de los objetos brillantes es demasiado bajo) para que se recoja bien en exposiciones cortas, lo que normalmente se haría sería tomar bastantes exposiciones y *superponerlas*. Para poder superponer imágenes utilice la herramienta de cruceta para determinar sus desplazamientos relativos (y anótelos porque el ordenador no guarda esta información) y después utilice el comando *Co-add* (superponer) del *Utility menu* (menú de utilidades). Puede utilizar asimismo este comando para calcular la media del número de cuadros (por ejemplo cuadros de oscuridad) sin registrarlos. Lamentablemente, usted tendrá que hacer la superposición de imágenes de dos en dos. Lo mejor sería utilizar el comando *Average Images* (imágenes medias) del *Utility menu* que le permite calcular la media de muchos objetos al mismo tiempo.

Substracción de la oscuridad

Si pretende usted tomar un gran número de cuadros con los mismos tiempos de exposición, lo mejor es que apague el comando automático de substracción de la corriente de oscuridad ("auto dark subtraction") y haga sus tomas a partir de entonces. Las imágenes substraídas de forma automática llevarán más del doble de tiempo que las que se substraigan de forma manual. Tome primero un cuadro oscuro del tiempo de exposición relevante y posteriormente, una vez que haya tomado los cuadros de sus objetos, utilice el comando *Dark Subtract* (substracción de la corriente de oscuridad) del *Utility menu*.

Otros comandos

El *Utility menu* tiene otra serie de comandos de diferente importancia para el curso 12.409. El comando *Smooth* (suavizar) sustituye cada pixel con una cantidad pesada del mismo y de los pixels que se encuentran a su alrededor. El comando *Sharpen* (definir) se podría emplear también para definir la imagen. Ambas funciones pueden realizarse con intensidades variables. Ninguna de las dos funciones se utilizaría en datos de investigación de la calidad, pero puesto que no es lo que nosotros hacemos aquí, tómese total libertad para manipularlos a su antojo y comprobar para qué sirven. Puede hacer lo mismo con otros comandos del *Utility menu*. Simplemente asegúrese bien de lo que guarda y no se olvide de guardar copias de seguridad de las imágenes.