

Test básico de una Cámara CCD usando IRAF

Jaime García – jgarcia@institutocopernico.org - Instituto Copérnico

Federico García – fgarcia@institutocopernico.org - Instituto Copérnico

José Alejo Molina Lera – alejomolina@institutocopernico.org – Instituto Copérnico

Resumen

Si uno no cuenta con instrumentos electrónicos de medición, el test básico de una Cámara CCD debe ser lo suficientemente simple como para poder ser realizado sin siquiera extraer la CCD del telescopio. Para ello, será suficiente con obtener un bias frame, un dark frame y dos flat-field frames.

Presentamos aquí una herramienta informática fácil de utilizar que realiza el análisis de los frames obtenidos, y arroja como resultado, utilizando IRAF, los parámetros estadísticos del CCD a estudiar: *factor de conversión* y *ruido de lectura*.

Además, se describe la forma en que deben obtenerse los frames y cómo analizar los resultados finales.

Cómo realizar las imágenes para el test básico

El propósito de realizar imágenes iniciales de test es obtener una medida rápida del factor de conversión y del ruido de lectura de la cámara CCD. Esta no es una determinación precisa, pero ayuda a tener una figura global de lo que se tiene.

Es posible testear la cámara mientras está colocada en el telescopio. Para realizar los flat-fields, es mejor usar una “caja de luz” o, en su defecto, se puede usar cualquier otro método de obtención de flat-field frames. El dark frame y bias frame deberán ser realizados inmediatamente antes o después de los flats.

Es necesario que la cámara esté en equilibrio térmico, por lo que se sugiere encenderla con la suficiente antelación como para comenzar el trabajo, una vez estabilizada la temperatura. No se recomienda ningún modo de lectura en particular, sino el que se utiliza habitualmente para realizar las imágenes de objetos celestes.

Es necesario realizar, entonces, las siguientes imágenes:

1. Dos Flat Frames usando el mismo tiempo de integración. El tiempo debe ser ajustado para obtener valores promedios de pixel entre 1.000 y 2.000 ADUs para una cámara de 12-bits o 16.000 a 32.000 ADUs para una cámara de 16-bits. Se recomienda guardar los archivos como “bctff1.fits” y “bctff2.fits”.

2. Un Dark Frame, cerrando el obturador o tapando el telescopio, utilizando el mismo tiempo de integración que se usó para los flats. Se recomienda guardar el dark frame como “bctffd.fits”.

3. Un Bias Frame, cerrando el obturador o tapando el telescopio y estableciendo el tiempo de integración de la cámara al más corto disponible. Se recomienda guardar el bias frame como "bctbias.fits".

Cómo utilizar los programas para reducir los datos

Los programas pueden encontrarse en la página web del Instituto Copérnico:
<http://institutocopernico.org/soft.htm> → *Test Básico de Cámara CCD*

Antes que nada, deben situarse todos los archivos en un mismo directorio, tanto las 4 imágenes de calibración, como los dos programas a utilizar: "make_script" y "test_ccd". Una vez parados en ese directorio, en una terminal, se debe ejecutar "make_script" para generar, a partir de las imágenes de calibración, una secuencia de comandos (script) de IRAF para deducir los parámetros del CCD.

En el programa se deben ingresar los siguientes datos:

Primer flat frame: *bctff1.fits*

Segundo flat frame: *bctff2.fits*

Dark frame: *bctffd.fits*

Bias frame: *bctbias.fits*

Tamaño del Chip CCD, en pixeles: ancho y alto.

Tamaño de la Celda en la que se realizará la estadística, en pixeles: se recomienda 25x25 ó 50x50, según el tamaño del CCD.

Nombre del Script a generar: *test.cl* (por ejemplo)

Luego, en una terminal con IRAF, una vez parados en el directorio adecuado, ejecutar: *cl < test.cl*

Luego, salir de IRAF y, en una terminal, ejecutar "test_ccd".

El programa pregunta si desea ingresar los valores manualmente, o que éstos sean leídos de los archivos generados por "make_script". En este caso, entonces, debe presionar la tecla "n".

El programa, entonces, arroja en pantalla y, en un archivo denominado "test_ccd.dat", los siguientes parámetros:

factor de conversión

ruido de lectura

Qué resultados deben esperarse

El factor de conversión es el número de electrones por ADU. Está determinado por la electrónica de la cámara. El objetivo del diseñador es, generalmente, dividir la capacidad total del chip CCD en el número de pasos que resuelve el conversor analógico-digital:

$$\text{Factor de conversión} = \text{Capacidad Total} / \text{Niveles Disponibles}$$

Por ejemplo, para un chip comercial con una capacidad total de 80.000 electrones (nivel de saturación) y un conversor analógico-digital de 12-bits, la mayoría de los diseñadores de cámaras deben poner el factor de conversión a algún valor próximo a $80.000/4.096 = 19,5$ electrones por ADU. En cámaras de 12-bits, el factor de conversión generalmente permanece entre 10 y 30 electrones por ADU; mientras que en los modelos de 16-bits, se lo establece, generalmente, entre 1 y 10 electrones por ADU, dependiendo de la capacidad total (nivel de saturación) de la CCD.

El ruido de lectura está determinado, fundamentalmente, por el amplificador incluido en el chip CCD. Los chips científicos tienen un nivel de ruido de lectura del orden de 5 electrones r.m.s.; los modelos comerciales de primera línea tienen un ruido de lectura de alrededor de 10 electrones r.m.s., y los CCDs hechos para cámaras de video tienen un ruido de lectura típico de entre 15 y 60 electrones r.m.s. Como la lectura de una cámara CCD astronómica es bastante más lenta que en las de video, las variaciones son menores y se las acomoda a esos valores en tiempo de diseño. Las CCDs de video a menudo exceden las especificaciones del fabricante.

Conclusiones

Si uno no cuenta con instrumentos electrónicos de medición, realizar el test básico del CCD utilizando las herramientas brindadas, resulta no sólo rápido, sino también muy simple. El análisis de las imágenes de calibración logradas, utilizando los programas junto a IRAF, no toma más de un minuto.

A pesar de no dar un resultado extremadamente confiable, el test básico resulta muy simple de realizar, lo que lo vuelve práctico y concreto, con pocas probabilidades de cometer errores.

Un test avanzado es mucho más complejo y requiere construir una fuente de luz de bajo nivel y con ella obtener nueve bias frames, nueve flat-field frames de bajo nivel, y 32 flat frames tomados con diferentes tiempos de integración (exposición), y tres dark frames de largo tiempo de integración.

Bibliografía

Berry, R.; Burnell, J.: "The Handbook of Astronomical Image Processing", Willmann-Bell, Richmond, 2001

Buil, Ch.: "CCD Astronomy", Willmann-Bell, Richmond, 1991

Walker, G.: "Astronomical observations, An Optical Perspective" Cambridge University Press, Cambridge, 1987

Jeannette Barnes: IRAF Beginners Guide.