

Fotometría óptica desde el espacio: la cámara OMC a bordo de INTEGRAL

Autor: Albert Domingo Garau
(albert@cab.inta-csic.es)

Tesis doctoral dirigida por:
José Miguel Mas Hesse

Centro: Universitat de Barcelona

Fecha de lectura: 24 de noviembre de 2011

El trabajo presentado en esta tesis tiene como finalidad la operación, calibración y análisis de datos ópticos del instrumento OMC (Optical Monitoring Camera) a bordo del satélite INTEGRAL (INTErnational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory). La cámara OMC ofrece, por primera vez, la oportunidad de realizar observaciones fotométricas de larga duración en el rango óptico, simultáneamente con las de rayos X y rayos gamma. Las observaciones multirango son especialmente importantes en la astrofísica de altas energías, donde la variabilidad es típicamente rápida, imprevisible y de una gran amplitud. Sin embargo, no hay que olvidar la gran dificultad que representa la obtención de observaciones multifrecuencia, simultáneas desde tierra y desde el espacio, debido a las condiciones meteorológicas, a los requisitos de planificación, o a los problemas técnicos, entre otros. De aquí la importancia de tener a bordo de INTEGRAL una cámara óptica como OMC.

En la primera parte de la tesis describimos el proyecto INTEGRAL/OMC y sus operaciones científicas. Detallamos el proceso que hemos seguido para la construcción del catálogo de entrada de la OMC. Este catálogo juega un importante papel en las operaciones científicas. Únicamente alrededor de un 1% de los píxeles del detector se transmiten a tierra en cajas de 11x11 píxeles, previamente recenteradas a bordo. Por ello es necesario conocer, a priori, la posición de las fuentes a transmitir. El catálogo de entrada incluye no sólo los objetos potencialmente de interés científico, sino también estrellas de referencia astrométrica y fotométrica. El éxito del funcionamiento del algoritmo de centrado de a bordo reside, en parte, en la selección de las estrellas de referencia astrométrica contenidas en el catálogo. Por otro lado, las estrellas fotométricas nos permiten realizar y monitorizar la calibración absoluta del instrumento. En esta primera parte de la tesis definimos también la estrategia y requisitos que debe satisfacer el software de apuntado encargado de generar los telecomandos que controlan el funcionamiento de la cámara. La combinación del catálogo y el software de apuntado, junto con el buen funcionamiento del algoritmo de centrado de a bordo, han permitido la determinación del apuntado de la OMC, a bordo y en tiempo real, con una precisión mejor que 1 píxel desde el inicio mismo de las operaciones.

La segunda parte se centra en el procedimiento que hemos elaborado para el análisis de los datos. Describimos el flujo de da-

tos desde que llegan a tierra, pasando por los distintos sistemas de procesamiento, hasta que, finalmente, se convierten en datos científicos listos para ser utilizados por la comunidad astrofísica. Detallamos todos los aspectos relacionados con la calibración del instrumento. En particular, para la calibración de aplanamiento del campo hemos programado un paquete completo de IRAF o_cal_ff, formado por tres tareas que permiten un análisis completamente automático a la vez que interactivo. La calibración fotométrica absoluta se realiza con la ayuda de otra herramienta dedicada, o_cal_photometric. Esta herramienta interactiva permite acceder a las estrellas de referencia fotométrica presentes entre los datos científicos y ha sido desarrollada pensando también en la monitorización del instrumento. Para el análisis científico de los datos OMC también hemos desarrollado nuevos algoritmos que detallamos en la tesis, haciendo especial énfasis en las soluciones adoptadas para mejorar los resultados fotométricos y astrométricos del instrumento. En particular, hemos desarrollado un método iterativo para el ajuste de la PSF y la determinación de los centroides que ha demostrado ser muy robusto. Permite alcanzar una gran precisión incluso con una PSF deficientemente muestreada, como es el caso de la OMC. Una de las grandes ventajas de este método es su escasa sensibilidad a la presencia de objetos cercanos que contaminan la abertura fotométrica. Gracias a la precisión alcanzada en la solución astrométrica ($\sigma \leq 0.1$ píxeles OMC), hemos podido analizar el efecto que tiene el entorno térmico, tanto local como global, sobre la alineación de la cámara OMC respecto a los telescopios de guiado.

En la última parte de la tesis presentamos los archivos y catálogos resultantes de las observaciones realizadas con la cámara OMC. Describimos los archivos de datos procesados en tiempo real y de datos consolidados, así como el portal Web de OMC (<http://sdc.cab.inta-csic.es/omc/>) que permite el acceso a los datos a un mayor número de usuarios. En particular, este portal ha despertado un gran interés entre los investigadores de la comunidad de estrellas variables. Avanzamos lo que será el catálogo final de la OMC que contendrá todas las fuentes observadas y detectadas por este instrumento una vez finalizada la misión INTEGRAL.

Presentamos también dos de los subcatálogos preliminares obtenidos tras analizar determinados grupos de fuentes: "Contrapartidas ópticas de fuentes de altas energías del 4º Catálogo IBIS/ISGRI" y "Primer catálogo de fuentes variables observadas con la OMC". En el momento de escribir esta reseña está previsto que INTEGRAL continúe sus operaciones por lo menos hasta el año 2014, si no sufre problemas técnicos. El sistema de operación, calibración y archivado de los datos que hemos desarrollado permitirá continuar con la explotación científica de la OMC, aumentando la cobertura temporal de las curvas de luz monitorizadas. Una vez finalizada la misión procederemos al reprocesamiento global de todas las observaciones, con todas las mejoras que se vayan introduciendo en los algoritmos de análisis científico, dejando como resultado una base de datos pública con datos consistentes y de gran calidad.

El texto completo de esta tesis está disponible en <http://hdl.handle.net/10803/78828>