

Introducción a la Astronomía de Rayos X

Guía 01: Observaciones de rayos X: producción de listas de eventos reprocesadas

Introducción

A lo largo de esta guía aprenderemos a realizar búsquedas en las bases de datos de los instrumentos de rayos-X disponibles y descargar y procesar observaciones de las cámaras *EPIC* del satélite *XMM-Newton*.

Alternativas para la búsqueda de observaciones

Existen muchas maneras de obtener observaciones de rayos X a través de la red. Damos aquí tres opciones básicas. La primera hace uso de la base de datos de altas energías *HEASARC*, mientras que la segunda y tercera corresponden a las bases de datos específicas de los satélites *XMM-Newton* y *Chandra*. Recomendamos tomarse un tiempo para familiarizarse con las páginas web, la forma en que se presentan los datos, vistas rápidas, etcétera.

HEASARC → Browse → ingresar nombre de fuente o coordenadas y elegir misiones de rayos-X:
<https://heasarc.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/W3Browse/w3browse.pl>

Base de datos de XMM-Newton (XSA) → "Search XSA"
<http://xmm.esac.esa.int/xsa/index.shtml>

Base de datos de Chandra (CDA)
<http://cxc.cfa.harvard.edu/cda/>

Vista rápida (quick picture)	http://cda.harvard.edu/pop/
Webchaser	http://cda.harvard.edu/chaser/

Datos de XMM-Newton

A lo largo del curso utilizaremos datos correspondientes a observaciones realizadas con el satélite *XMM-Newton* para aprender la forma general en que se empaquetan los datos de rayos-X, la nomenclatura utilizada y los pasos a realizar para procesar y calibrar estos datos y obtener productos científicos como imágenes, curvas de luz y espectros.

Si bien los datos de *XMM-Newton* se proveen en formato *PPS* calibrados a la fecha de su obtención, durante el curso trabajaremos con los datos *crudos* en formato *ODF* que reprocesaremos con las calibraciones más actuales disponibles.

ODF (Observation Data Files)

Los ODF incluyen las listas de eventos crudas de las cámaras *EPIC*, *RGS* y *OM*, así como los archivos de descripción del estado del satélite.

Denominación de los archivos ODF:

mmmm_iiiiijjkk_aabeeccff.zzz

mmmm: número de revolución del satélite
iiiiijjkk: número de observación
aa: detector (M1, M2, PN)
b: observación programada (S), no-programada (U), (X) en general
eee: número de exposición dentro de la observación
cc: identificador del CCD
fff: identificador de datos
zzz: formato (FITS, ASCII)

Crear un directorio específico donde descargar los datos de las observaciones:

```
Ejemplo:      > mkdir ~/ALGO/data/
```

Depositar allí los datos ODF descargados de XSA o HEASARC:

```
Ejemplo:      Descomprimir > tar -zxvf 0013340101.tar.gz
Y luego:      Descomprimir > tar -xvf 0013340101.TAR
```

Una vez descomprimidos, podemos pasar a descargar los archivos de calibración *CCF* actualizados y vincularlos con los *ODF* como paso previo al reprocesamiento de las observaciones. Para ello, debemos inicializar *SAS*, y definir variables del entorno que indican los caminos a los directorios donde está instalado *SAS*, los *CCF* y los *ODF*.

Pararse en el directorio de trabajo e iniciar HEASOFT y SAS

```
> mkdir ~/ALGO/analysis
> mkdir ~/ALGO/analysis/0013340101
> cd ~/ALGO/analysis/0013340101
> heainit
> sasrun
```

La tarea de inicialización *sasrun* ejecuta la tarea *sasversion* que imprime los valores de todas las variables de entorno necesarias. Podemos verificar ahí los valores de estas variables para estar seguros que apuntan a los caminos adecuados con los que estamos trabajando.

Apuntar archivos de la Observación (ODF)

Para indicar a *SAS* dónde encontrar los archivos de la observación, debemos apuntar la variable *SAS_ODF* al directorio donde almacenamos los *ODF* ya descomprimidos.

```
> export SAS_ODF=~ /ALGO/data/0013340101/ODF
```

Apuntar archivos de Calibración (CCF)

Para indicar a *SAS* dónde encontrar los archivos de calibración, debemos apuntar la variable *SAS_CCFPATH* al directorio donde almacenamos los *CCF*.

```
> export SAS_CCFPATH=/PATHTO/CCF (pudo haber sido definido también en .bashrc)
```

Para procesar los datos *ODF* primero deben identificarse los archivos necesarios dentro del conjunto de todos los *CCF*. Tal tarea se realiza generando un *índice* denominado archivo *CIF*, que informará a *SAS* la lista de archivos de calibración específicos para cada uno de los instrumentos, mediante la tarea *cifbuild*.

Ejecutar la tarea

```
> cifbuild
```

La salida será un archivo llamado *ccf.cif* en el directorio de trabajo donde se ejecutó *cifbuild*. El archivo *ccf.cif* es una archivo *FITS* que puede ser visualizado por ejemplo con la tarea *fv* de *HEASOFT*. Contiene la referencia a todos los archivos de calibración *CCF* requeridos por los *ODF* sin especificar el camino en nuestro sistema (*withccfpath=no*). Una vez que contamos con el *ccf.cif*, debemos apuntar la variable *SAS_CCF* a él.

Apuntar la variable al nuevo índice generado en el directorio de trabajo

```
> export SAS_CCF=~ /ALGO/analysis/0013340101/ccf.cif
```

Además, en cada conjunto *ODF* hay un archivo que resume toda la información de la observación cuyo nombre contiene la cadena **SUM.ASC*. Antes de reprocesar los datos, este archivo debe ser

actualizado usando el comando *odfingest*, que se encarga de recabar la información de los *ODF* para producir un nuevo resumen **SUM.SAS*:

Ejecutar la tarea

```
> odfingest
```

Esta tarea tarda un tiempo determinado, dependiendo de la longitud del conjunto de *ODF*. Una vez que finaliza, debemos actualizar la variable *SAS_ODF* de manera que ésta apunte al nuevo resumen:

Apuntar la variable al nuevo resumen generado en el directorio de trabajo

```
> export SAS_ODF=~ /ALGO/analysis/0013340101/.....SUM.SAS
```

Este resumen es un archivo *ASCII* que puede ser explorado con cualquier editor de texto. Es recomendable revisarlo para verificar si en su interior, la variable *PATH* apunta al directorio donde se almacenan los *ODF* a reprocesar en nuestro sistema.

Ahora sí, estamos preparados para realizar el reprocesamiento de los *ODF* utilizando las calibraciones actualizadas disponibles en nuestro directorio de *CCF*. Para ello se utilizan las meta-tareas:

Ejecutar para EPIC-MOS:

```
> emproc
```

Ejecutar para EPIC-pn:

```
> epproc
```

Los valores por defecto para esta meta-tareas son apropiados para la mayoría de los casos y sólo deben ser modificados en casos muy particulares. Estas meta-tareas dan lugar a nuevos archivos con los siguientes nombres en el directorio de trabajo (*EPN* para *PN* y *EMOS1* o *EMOS2* para *MOS1* o *MOS2*, respectivamente).

```
????_????????_Atthk.ds          (el nuevo archivo de satélite)
????_????????_EPN_????_01_Badpixels.ds (una tabla por CCD con los pixeles malos)
????_????????_EPN_????_ImagingEvts.ds (la lista de eventos calibrada)
```

A partir de las listas de eventos generadas, en las próximas **Guías** procederemos a extraer las imágenes, curvas de luz y espectros mediante la tarea *evselect*.