

## Introducción a la Astronomía de Rayos X

### Guía 02: Observaciones de rayos X: la lista de eventos y el filtrado

#### Introducción

A lo largo de esta guía nos familiarizaremos con las listas de eventos de rayos X y el filtrado por intervalos de tiempos buenos (GTI, *good time intervals*) usando las observaciones descargadas y procesadas en la guía anterior.

#### La “Lista de Eventos”

La Lista de Eventos de rayos X es la matriz fundamental de la cual obtendremos los productos científicos como imágenes, curvas de luz y espectros. Para explorar el contenido de las listas de eventos, podemos utilizar las herramientas de *HEASOFT* llamadas *FTOOLS* que operan sobre archivos *FITS*. Podemos explorar las listas de eventos *\*ImagingEvts.ds* o *\*TimingEvts.ds* con las siguientes herramientas:

**fv** (visor y editor interactivo de archivos *FITS*)

**fdump** (imprime el contenido de archivos *FITS* en la terminal o en un archivo *ASCII*).

**fkeyprint** (muestra el contenido de una variable del encabezado de un archivo *FITS*)

**fstatistic** (calcula estadísticos de una columna de un archivo *FITS*)

**fhelp** (muestra las entradas de manual de cada *FTOOL*)

También podemos visualizar las Listas de Eventos como imágenes usando **ds9**. Para los datos de XMM-Newton es conveniente usar una escala logarítmica y un agrupamiento (bin) de 64, y elegir la barra de colores deseada.

Primero, es una buena idea hacer una copia de seguridad de las listas de eventos originales de cada cámara (los archivos *\*Evts.ds*), copiándolas en archivos que llamaremos *PN.fits*, *M1.fits* y *M2.fits*, respectivamente, y que referiremos de manera general en esta Guía como *EPIC.fits*

#### Filtrado de la “Lista de Eventos” por períodos de fondo alto o *background*

El siguiente procedimiento es utilizado para filtrar la lista de eventos por períodos de alto *background* producto de actividad solar. El procedimiento da como resultado un archivo *FITS* que contiene los intervalos de tiempos buenos (GTI) y una nueva lista de eventos filtrada que excluye a los eventos que corresponden a los intervalos de tiempos en los que el fondo se encontró por encima de cierto *RATE*.

#### *Paso a paso:*

Extraer una curva de luz de eventos singulares (con patrón “0”) a energías por encima de 10 keV para cada cámara (PN, MOS1, MOS2) para identificar los intervalos de alto *background*, usando la tarea *evselect* de *SAS*:

```
> evselect table=EPIC.fits withrateset=Y rateset=rateEPIC.fits \
  maketimecolumn=Y timebinsize=100 makeratecolumn=Y expression='expresión'
```

La tarea *evselect* actúa sobre la lista de eventos original que aquí llamamos *EPIC.fits* generando una curva de luz con 100 s de resolución temporal que se almacena en el archivo *rateEPIC.fits* utilizando la siguiente '*expresión*' para cada cámara:

```
'#XMMEA_EM && (PI>10000) && (PATTERN==0) '           para EPIC-MOS
'#XMMEA_EP && (PI>10000&&PI<12000) && (PATTERN==0) '   para EPIC-pn
```

La curva de luz resultante puede ser visualizada usando *dsplot*:

```
> dsplot table=rateEPIC.fits x=TIME y=RATE
```

o bien usando directamente una *FTOOL* como **fplot** o **fv**.

Usando la tarea *tabgtigen* determinamos los intervalos de tiempo en los que la curva de luz es baja y constante eligiendo un límite o *threshold* (en cuentas por segundo) para crear el archivo *GTI, EPICgti.fits*:

```
> tabgtigen table=rateEPIC.fits expression='RATE<=límite' gtiset=EPICgti.fits
```

donde los '*límites*' por defecto son:

```
RATE<=0.35      para EPIC-MOS
RATE<=0.4       para EPIC-pn
```

Por último, usamos nuevamente *evselect* para generar la lista de eventos filtrada, *EPICclean.fits*:

```
evselect table=EPIC.fits withfilteredset=Y filteredset=EPICclean.fits \
  destruct=Y keepfilteroutput=T expression='expresión'
```

donde las '*expresiones*' para MOS y PN son:

```
#XMMEA_EM && gti(M1gti.fits,TIME) && (PI>150)   para MOS1
#XMMEA_EM && gti(M2gti.fits,TIME) && (PI>150)   para MOS2
#XMMEA_EP && gti(PNgti.fits,TIME) && (PI>150)   para pn
```

Finalmente, usando **fkeyprint** podemos comprobar el resultado del filtrado a través de la variable **LIVETIME**. Por ejemplo, para la cámara PN, obtenemos:

```
>fkeyprint PN.fits[1] LIVETIME      (para la ObsID: 0013340101)
LIVETIME= 3.79638881234452E+03
```

```
> fkeyprint PNclean.fits[1] LIVETIME
LIVETIME= 2.33895821734890E+03
```

```
>fkeyprint PN.fits[1] LIVETIME      (para la ObsID: 0013340201)
LIVETIME= 4.36243879760057E+03
```

```
> fkeyprint PNclean.fits[1] LIVETIME
LIVETIME= 4.36243879760057E+03
```

Lo que muestra que la *ObsID 0013340101* fue afectada por un fondo alto en una porción significativa de la observación.

A partir de aquí, trabajaremos sobre los archivos de eventos filtrados para analizar los datos de las fuentes de rayos X de interés, generando imágenes para realizar detección de fuentes, análisis morfológico, y produciendo curvas de luz y finalmente espectros.