

# CCD Reduction

S. Galletti

Questo manuale descrive come si procede nella pre-riduzione di immagini CCD di Loiano con IRAF ovvero la pulizia dagli effetti strumentali.

## 1- Operazioni preliminari

Per visualizzare le immagini occorre lanciare dalla console il comando:

```
$ ds9 &
```

Per entrare in IRAF lanciare dalla finestra della console:

```
$ xgterm -sb &
```

Occorre ora, dalla finestra xgterm e dalla directory dove e' presente il file login.cl, far partire iraf digitando:

```
$ cl
```

Per aprire una qualsiasi task digitare:

```
cl> epar "nome della task"
```

Per vedere il file di help relativo ad una task basta usare:

```
cl> help "nome della task"
```

se voglio salvare il file:

```
cl> help "nome della task" > "nome del file che voglio salvare"
```

## 2- Operazioni di pre-riduzione

Scopo della pre-riduzione e' quello di "ripulire" l'immagine astronomica da tutti gli effetti possibili strumentali. Per rimuoverli e' necessario che oltre alle immagini degli oggetti osservati vi siano diversi bias, dark, flat-field.

L'immagine di bias, ottenuta esponendo con l'otturatore chiuso e per un tempo di posa  $t=0$ , elimina il livello elettronico introdotto dal controller.

L'immagine di flat-field, ottenuta esponendo su una sorgente di luce uniforme (cielo all'alba o al tramonto, cupola illuminata), elimina le disomogeneita' di efficienza dei singoli pixel.

I passi della pre-riduzione sono i seguenti:

- 1) fare una lista delle immagini da esaminare;

- 2) esaminare le immagini di bias, flat e scientifiche;
- 3) combinare le immagini di bias;
- 4) sottrarre il livello di BIAS da ogni immagine (flat e scientifica);
- 5) mediare le immagini di flat-field;
- 6) normalizzare l'immagine di flat-field medio dividendola per un suo opportuno fit;
- 7) dividere ogni immagine scientifica per l'immagine di flat-field normalizzata.

Per iniziare la riduzione dobbiamo entrare nel pacchetto riduzione dati astronomici IMRED ed in particolare CCDRED che contiene i pacchetti specifici per la riduzione di immagini CCD.

```
cl> imred (enter)
cl> ccdred (enter)
```

```
Cl > imheader
```

- descrive brevemente le immagini

```
cl > imheader "object".fits lo+
```

- fa vedere tutta la header del file "object"

## 2. 1 Creazione liste

Creiamo dei file per ogni tipo di immagine:

```
bias.lis
flattipo.lis
imafiltro.lis
```

Le liste vengono inserite nelle task di iraf con il suffisso di @nomelista.

Per creare una lista aprire un file con un programma di edit es: Kwrite, nedit, gedit, ecc.). Il file deve contenere i nomi dei file.fits uno per riga.

## 2. 2 Controllo immagini

Vanno controllate tutte le immagini per verificare che siano tutte in "regola".

Si possono vedere richiamando la task DISPLAY:

```
> display "nome immagine"
```

le immagini appaiono in ds9.

Per valutare la qualita' delle immagini si puo' utilizzare

**imstat.**

Imstat calcola alcune grandezze statistiche relative ai dati di una immagine: di default da il numero di pixel, la media, la deviazione standard, il minimo e il massimo valore dei pixel. Modificando gli argomenti nel campo fields (con epar imstat) si possono avere anche altri valori, ossia la mediana (midpt), la moda (mode), la skew e la kurtosis. Come per ogni task di IRAF, battete help imstat per sapere tutti i dettagli di cosa fa il task.

Quindi vanno controllati tutti i BIAS e FLAT.  
Se voglio salvare le medie dei singoli file:

```
> imstat @"nomelista" > "nomefiledasalvare"
```

Si possono anche vedere le immagini richiamando la task DISPLAY:

```
> display "nome immagine"
```

le immagini appaiono in ds9.

Prima di procedere controllare che CCDPROC sia settato correttamente:

```
cc> epar ccdproc
```

IRAF  
Image Reduction and Analysis Facility

```
PACKAGE = ccdred  
TASK = ccdproc
```

```
images =           List of CCD images to correct  
(output =         ) List of output CCD images  
(ccdtype=         ) CCD image type to correct  
La riga deve essere vuota per farlo devo digitare "enter"  
(max_cac=         0) Maximum image caching memory (in  
Mbytes)  
(noprocs =        no) List processing steps only?  
(fixpix =         no) Fix bad CCD lines and columns?  
(oversca=        no) Apply overscan strip correction?  
(trim =          no) Trim the image?  
(zerocor=        no) Apply zero level correction?  
In IRAF zero=bias  
(darkcor=        no) Apply dark count correction?  
(flatcor=        no) Apply flat field correction?  
(illumco=        no) Apply illumination correction?  
(fringe=         no) Apply fringe correction?  
(readcor=        no) Convert zero level image to readout  
correction?  
(scancor=        no) Convert flat field image to scan
```

correction?

```
(readaxi=          line) Read out axis (column|line)
(fixfile=          ) File describing the bad lines and
columns
(biassec=          ) Overscan strip image section
(trimsec=          ) Trim data section
(zero   =          ) Zero level calibration image
(dark   =          ) Dark count calibration image
(flat   =          ) Flat field images
(illum  =          ) Illumination correction images
(fringe =          ) Fringe correction images
(minrepl=          1.) Minimum flat field value
(scantyp= shortscan) Scan type (shortscan|longscan)
(nscan  =          1) Number of short scan lines

(interac=          no) Fit overscan interactively?
(funcio=          legendre) Fitting function
(order  =          1) Number of polynomial terms or
spline pieces
(sample =          *) Sample points to fit
(naverag=          1) Number of sample points to combine
(niterat=          1) Number of rejection iterations
(low_rej=          3.) Low sigma rejection factor
(high_re=          3.) High sigma rejection factor
(grow   =          0.) Rejection growing radius
(mode   =          ql)
```

## 2. 3 Correzione BIAS

### Media

Creiamo un frame di bias medio con la task ZEROCOMBINE che si chiama "ZERO".

I parametri principali delle task combime sono:

- sum: somma le immagini in entrata;
- average: il pixel risultante e' la media di quelli in entrata;
- median: il pixel risultante e' la mediana di quelli in entrata;
- minreject,maxrejects,minmaxreject: rifiuta i pixel estremi; si possono escludere dal calcolo il valore minimo, il massimo oppure entrambi;
- sigclip: si eliminano i pixel "caldi" dalla media dando opportuni soglie da specificare;
- avsigclip: applica le stesse operazioni di sigclip.

cc> epar zerocombine

```
PACKAGE = ccdred
TASK = zerocombine
```

```
input      = @bias.lis  List of zero level images to combine
(output    = Zero)      Output zero level name
(combine    = average)  Type of combine operation
(reject     = minmax)   Type of rejection
(ccdtype    = )         CCD image type to combine
(process    = no)       Process images before combining?
(delete     = no)       Delete input images after combining?
(clobber    = no)       Clobber existing output image?
(scale      = none)     Image scaling
(statsec    = )         Image section for computing statistics
(nlow       = 0)        minmax: Number of low pixels to reject
(nhigh      = 1)        minmax: Number of high pixels to reject
(nkeep      = 1)        Minimum to keep (pos) or maximum to reject
(neg)
(mclip      = yes)      Use median in sigma clipping algorithms?
(lsigma     = 3.)       Lower sigma clipping factor
(hsigma     = 3.)       Upper sigma clipping factor
(rdnoise    = )         ccdclip: CCD readout noise (electrons)
(gain       = )         ccdclip: CCD gain (electrons/DN)
(snoise     = )         ccdclip: Sensitivity noise (fraction)
(pclip      = 0.)       pclip: Percentile clipping parameter
(blank      = 0.)       Value if there are no pixels
(mode       = ql)
```

Con IMSTAT si potra' controllare la statistica dell'immagine mediata.

### Sottrazione

Ora si puo' o togliere aritmeticamente il valore medio (mean) con la task IMARITH o richiamando CCDPROC. Tutti i flat e le immagini scientifiche vanno sottratte per il bias.

Nel primo caso:

```
> imarith "nome immagine" - "mean"
```

### I R A F

Image Reduction and Analysis Facility

```
PACKAGE = imutil
TASK = imarith
```

```
operand1= @listaflat  Operand image or numerical constant
op        = -          Operator
operand2= biasmedio   Operand image or numerical constant
result    = b//@listaflat Resultant image
(title    = )         Title for resultant image
(divzero   = 0.)       Replacement value for division by zero
(hparams   = )         List of header parameters
(pixtype   = )         Pixel type for resultant image
(calctype  = )         Calculation data type
```

```
(verbose=          yes) Print operations?
(noact  =          no) Print operations without performing them?
(mode   =          ql)
```

NOTA:

[b//@listaflat](#) significa che le immagini di uscita si chiamano come quelle inserite nel file "lista" con una b davanti. Esempio se l'immagine si chiama ima.fits diventa bima.fits.

Utilizzando ccdproc invece:

```
> epar ccdproc
```

## IRAF Image Reduction and Analysis Facility

```
PACKAGE = ccdred
TASK     = ccdproc
```

```
images =      @listaflat List of CCD images to correct
(output =    b//@listaflat ) List of output CCD images
(ccdtype=    ) CCD image type to correct
(max_cac=    0) Maximum image caching memory (in
Mbytes)
(noproc =    no) List processing steps only?

(fixpix =    no) Fix bad CCD lines and columns?
(oversca=   no) Apply overscan strip correction?
(trim  =    no) Trim the image?
(zerocor=   yes) Apply zero level correction?
(darkcor=   no) Apply dark count correction?
(flatcor=   no) Apply flat field correction?
(illumco=   no) Apply illumination correction?
(fringec=   no) Apply fringe correction?
(readcor=   no) Convert zero level image to readout
correction?
(scancor=   no) Convert flat field image to scan
correction?

(readaxi=    line) Read out axis (column|line)
(fixfile=    ) File describing the bad lines and
columns
(biassec=    ) Overscan strip image section
(trimsec=    ) Trim data section
(zero  =    Zero) Zero level calibration image
(dark  =    ) Dark count calibration image
(flat  =    ) Flat field images
(illum =    ) Illumination correction images
(fringe =   ) Fringe correction images
(minrepl=    1.) Minimum flat field value
(scantyp=    shortscan) Scan type (shortscan|longscan)
(nscan  =    1) Number of short scan lines

(interac=    no) Fit overscan interactively?
```

(functio=	legendre)	Fitting function
(order =		1) Number of polynomial terms or
spline pieces		
(sample =		*) Sample points to fit
(naverag=		1) Number of sample points to combine
(niterat=		1) Number of rejection iterations
(low_rej=		3.) Low sigma rejection factor
(high_re=		3.) High sigma rejection factor
(grow =		0.) Rejection growing radius
(mode =		ql)

## 2.5 Correzione del Flat

### Media

Combiniamo ora i Flat con FLATCOMBINE

```
> epar flatcombine
PACKAGE = ccdred
TASK = flatcombine
```

input =	b//@listaflat	List of flat field images to combine
(output =	Flatmedio.fits)	Output flat field root name
(combine=	average)	Type of combine operation
(reject =	avsigclip)	Type of rejection
(ccdtype=		) CCD image type to combine
(process=	yes)	Process images before combining?
(subsets=	yes)	Combine images by subset parameter?
(delete =	no)	Delete input images after combining?
(clobber=	no)	Clobber existing output image?
(scale =	mode)	Image scaling
(statsec=		) Image section for computing statistics
(nlow =	1)	minmax: Number of low pixels to reject
(nhigh =	1)	minmax: Number of high pixels to reject
(nkeep =	1)	Minimum to keep (pos) or maximum to reject (neg)
(mclip =	yes)	Use median in sigma clipping algorithms?
(lsigma =	3.)	Lower sigma clipping factor
(hsigma =	3.)	Upper sigma clipping factor
(rdnoise=	0.)	ccdclip: CCD readout noise (electrons)
(gain =	1.)	ccdclip: CCD gain (electrons/DN)
(snoise =	0.)	ccdclip: Sensitivity noise
(fraction)		
(pclip =	-0.5)	pclip: Percentile clipping
parameter		
(blank =	1.)	Value if there are no pixels
(mode =	ql)	

### Per normalizzare i Flat per le immagini fotometriche

A questo punto bisogna calcolare la media del masterflat con IMSTAT.

Normalizzare il flat medio dividendolo per il numero che corrisponde alla media appena calcolata con la task IMARITH.

## Per Normalizzare i Flat per gli Spettri

Bisogna normalizzare riga per riga o colonna per colonna a seconda dell'asse di dispersione attraverso la task RESPONSE che si trova nel pacchetto noao.twodspec.Longslit.

```
PACKAGE = longslit
TASK = response
```

```
calibrat=      Flatmedio.fits  Longslit calibration images
normaliz=      Flatmedio.fits  Normalization spectrum images
response=      nFlat.fits      Response function images
(interac=      yes) Fit normalization spectrum interactively?
(thresho=      INDEF) Response threshold
(sample =      *) Sample of points to use in fit
(naverag=      1) Number of points in sample
averaging
(funcio=      spline3) Fitting function
(order =      1) Order of fitting function
(low_rej=      3.) Low rejection in sigma of fit
(high_re=      3.) High rejection in sigma of fit
(niterat=      1) Number of rejection iterations
(grow =      0.) Rejection growing radius
(graphic=      stdgraph) Graphics output device
(cursor =      ) Graphics cursor input
```

viene aperta la finestra grafica e bisogna "fittare" l'andamento cambiando l'ordine o la funzione di fit.

'w' 'x' fa lo zoom in x; 'w' 'y' in y; 'w' 'z ' in tutti e due dove è posizionato il cursore.

'w"a' per tornare alla visuale generale

Con :o si modifica l'ordine

Con : func si modifica la funzione

Digitare f per rifare i fit

Ora agli spettri va tolto il bias e diviso per il flat normalizzato.

Rigirare CCDPROC avendo inserito gli opportuni parametri

```
> epar ccdproc
```

## IRAF

Image Reduction and Analysis Facility

```
PACKAGE = ccdred
TASK = ccdproc
```

```
images =      @listaspettri  List of CCD images to correct
(output =      b//@listaspettri ) List of output CCD images
(ccdtype=      ) CCD image type to correct
```



(max_cac=	0)	Maximum image caching memory (in
Mbytes)		
(noproc =	no)	List processing steps only?
(fixpix =	no)	Fix bad CCD lines and columns?
(oversca=	no)	Apply overscan strip correction?
(trim =	no)	Trim the image?
(zerocor=	<b>yes)</b>	<b>Apply zero level correction?</b>
(darkcor=	no)	Apply dark count correction?
(flatcor=	<b>yes)</b>	<b>Apply flat field correction?</b>
(illumco=	no)	Apply illumination correction?
(fringe=	no)	Apply fringe correction?
(readcor=	no)	Convert zero level image to readout
correction?		
(scancor=	no)	Convert flat field image to scan
correction?		
(readaxi=	line)	Read out axis (column line)
(fixfile=	)	File describing the bad lines and
columns		
(biassec=	)	Overscan strip image section
(trimsec=	)	Trim data section
(zero =	<b>Zero)</b>	<b>Zero level calibration image</b>
(dark =	)	Dark count calibration image
(flat =	<b>nFlat)</b>	<b>Flat field images</b>
(illum =	)	Illumination correction images
(fringe =	)	Fringe correction images
(minrepl=	1.)	Minimum flat field value
(scantyp=	shortscan)	Scan type (shortscan longscan)
(nscan =	1)	Number of short scan lines
(interac=	no)	Fit overscan interactively?
(functio=	legendre)	Fitting function
(order =	1)	Number of polynomial terms or
spline pieces		
(sample =	*)	Sample points to fit
(naverag=	1)	Number of sample points to combine
(niterat=	1)	Number of rejection iterations
(low_rej=	3.)	Low sigma rejection factor
(high_re=	3.)	High sigma rejection factor
(grow =	0.)	Rejection growing radius
(mode =	ql)	