



praktická astronomie

základy počítačového zpracování obrazu

cvičení
praktické procvičení

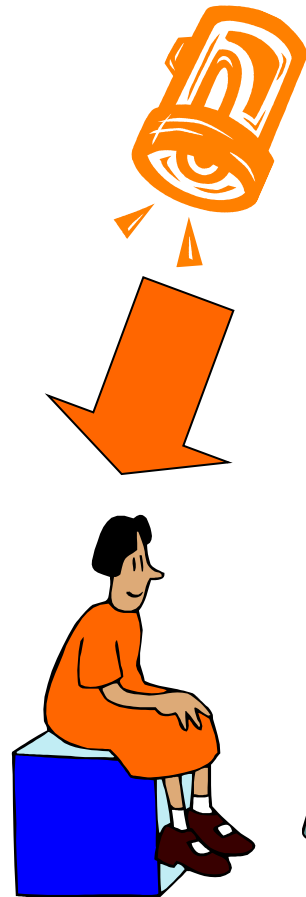
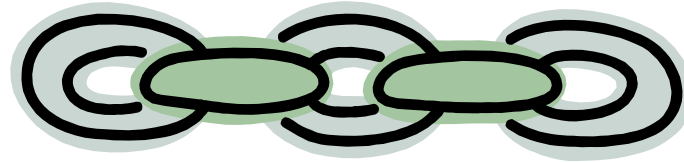
malé repetitorium

astronomické pozorování:

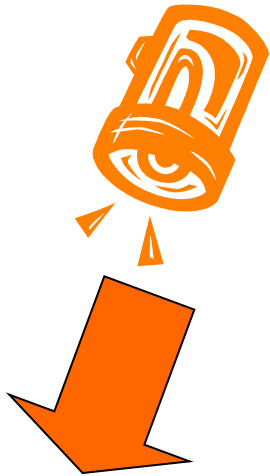
1. zdroj energie
2. objekt
3. „teleskop“
4. detektor
5. zpracování
6. zobrazení
7. analýza
8. archivace

pozorovací řetězec (optický obor)

1: zdroj



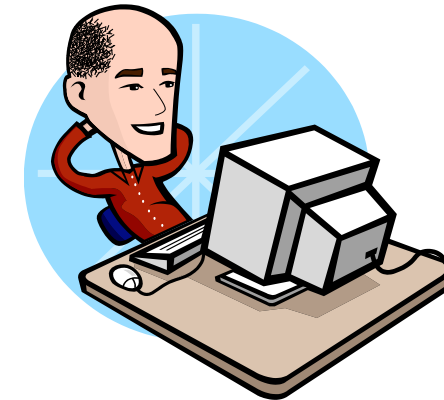
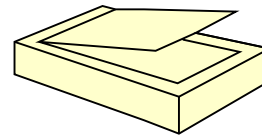
2: objekt



3: „teleskop“

4: detektor

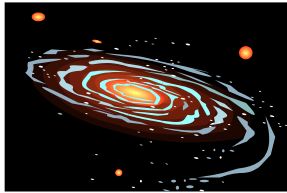
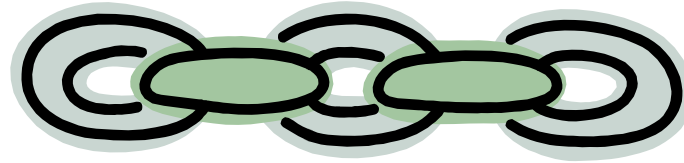
5: zpracování



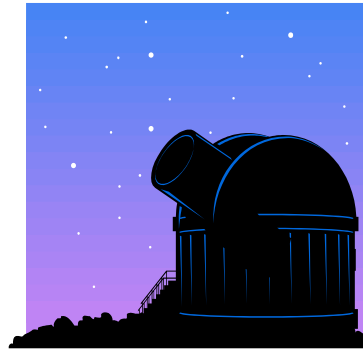
6: zobrazení

7: analýza

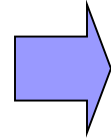
pozorovací řetězec (optický obor) II



1: zdroj
2: objekt



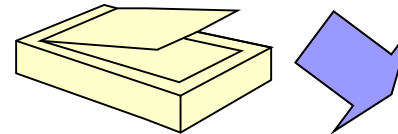
3: „teleskop“
4: detektor



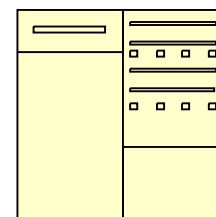
5: zpracování



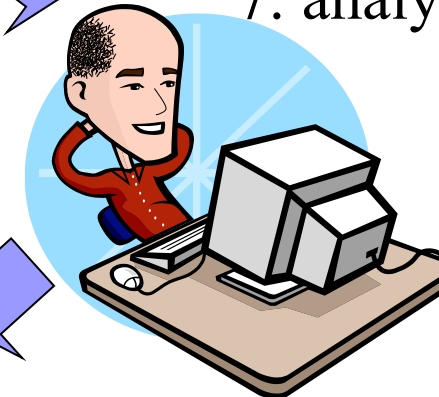
or



8: archivace



6: zobrazení
7: analýza



zpracování obrazu

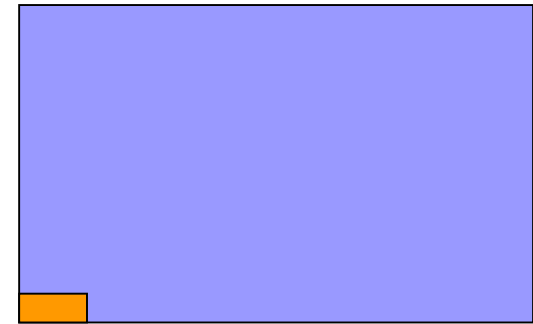
- dříve se odehrávalo v temné komoře
 - např. metody Davida Malina
- dnes je to záležitost výpočetní techniky (i PC)
 - zvýšení kontrastu
 - „zostření“
 - kalibrace
 - úprava barev

digitální snímky

- nutná jednoznačná struktura záznamu hodnot jednotlivých obrazových elementů
- obrazový element = pixel, nemusí se vždy jednat o jeden fyzický polovodičový element na CCD chipu, pokud pracujeme v tzv. *vázaném režimu*
- každý pixel je jednoznačně popsán trojicí čísel:
 - poloha sloupce
 - poloha řádku
 - číselná hodnota „obsahu“
- hodnota pixelu může být v různých jednotkách, většinou se používá tzv. ADU (Analog-to-Digital Units)

zobrazení snímku

- existují bohužel 2 konvence zobrazení
 - kartézský systém – poloha $(0,0)$ v levém spodním rohu
 - video systém – poloha $(0,0)$ v levém horním rohu



poměr stran

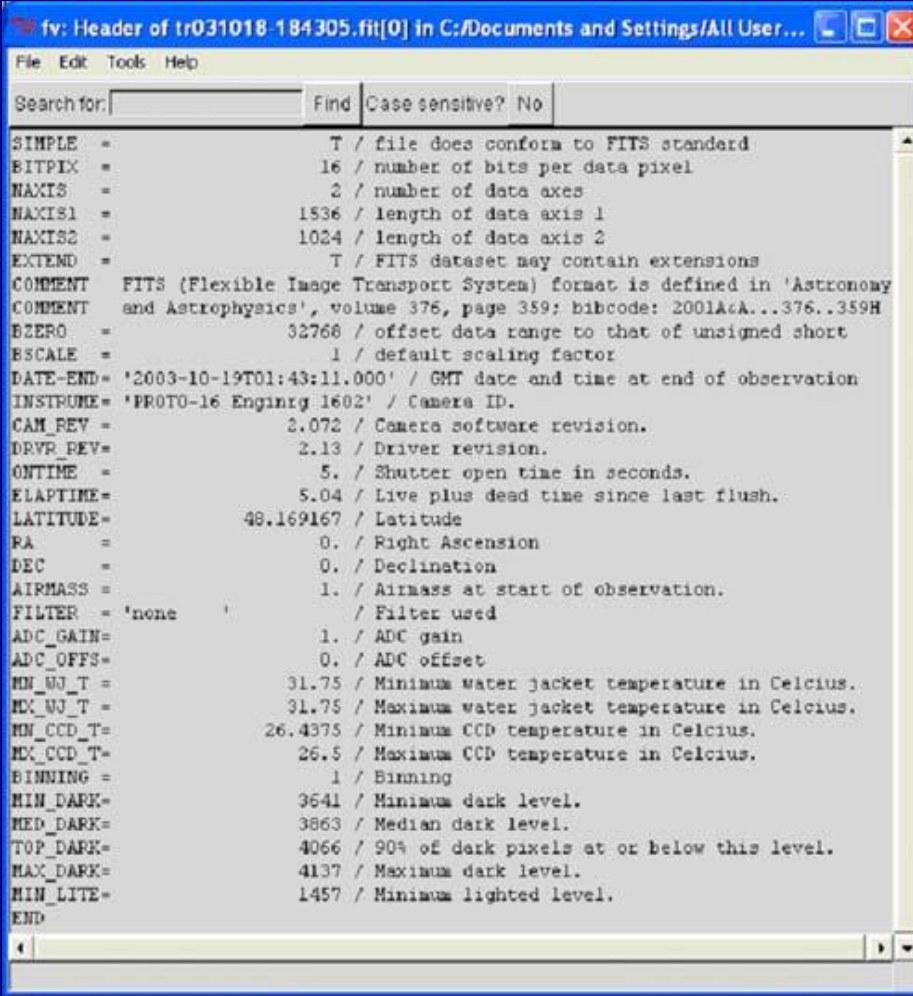
- snímku $\alpha_{im} = \text{šířka/výška}$
- pixelu $\alpha_{pix} = \text{šířka/výška}$
- počet pixelů v obou osách chipu je pak:
 - $M = \text{šířka snímku} / \text{šířka pixelu}$
 - $N = \text{výška snímku} / \text{výška pixelu}$

formáty

- existuje nepřehledné množství způsobů, jak do datového souboru zapsat údaje o digitálním obraze
- různé způsoby = různé grafické formáty
- v astronomii FITS (Flexible Image Transport System), není technicky nejdokonalejší
- používají se i jiné:
 - TIFF (Tagged Image File Format)
 - BMP (bitmap, MS Win)
 - JPEG (Joint Photographic Experts Group)

FITS

- nezávislý na OS
- má 3 části:
 - hlavička
 - data
 - konec („ocásek“)
- velikost FITS souboru je násobkem 2880 bytů
- existují i nestandardní FITS soubory, jež se liší v jednotlivých částech



The screenshot shows a text editor window titled "fv: Header of tr031018-184305.fit[0] in C:/Documents and Settings/All User...". The window contains a list of FITS header parameters and their values, such as SIMPLE = T, BITPIX = 16, NAXIS = 2, and DATE-END = '2003-10-19T01:43:11.000'. The parameters are listed in a key-value format with a description of each parameter's meaning.

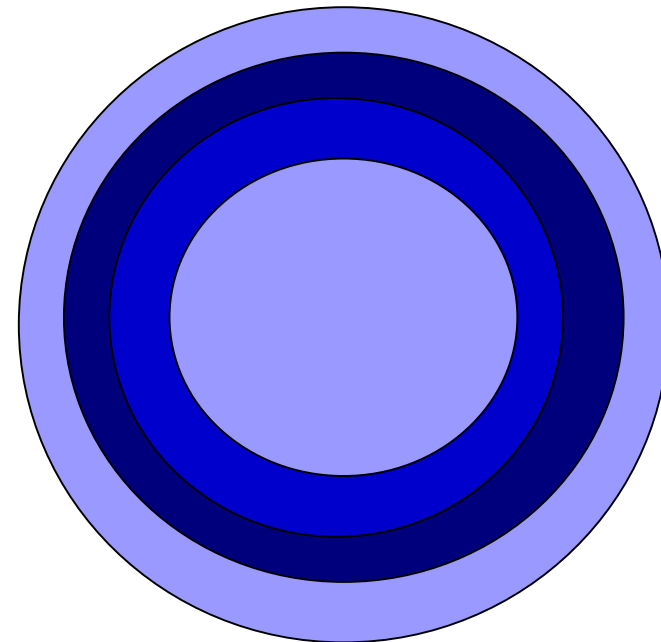
```
fv: Header of tr031018-184305.fit[0] in C:/Documents and Settings/All User...
File Edit Tools Help
Search for: Find Case sensitive? No
SIMPLE = T / file does conform to FITS standard
BITPIX = 16 / number of bits per data pixel
NAXIS = 2 / number of data axes
NAXIS1 = 1536 / length of data axis 1
NAXIS2 = 1024 / length of data axis 2
EXTEND = T / FITS dataset may contain extensions
COMMENT FITS (Flexible Image Transport System) format is defined in 'Astronomy
COMMENT and Astrophysics', volume 376, page 359; bibcode: 2001AcA...376..359H
BZERO = 32768 / offset data range to that of unsigned short
BSCALE = 1 / default scaling factor
DATE-END = '2003-10-19T01:43:11.000' / GMT date and time at end of observation
INSTRUME = 'PROTO-16 Enginry 1602' / Camera ID.
CAM_REV = 2.072 / Camera software revision.
DRVR_REV = 2.13 / Driver revision.
ONTIME = 5. / Shutter open time in seconds.
ELAPTIME = 5.04 / Live plus dead time since last flush.
LATITUDE = 48.169167 / Latitude
RA = 0. / Right Ascension
DEC = 0. / Declination
AIRMASS = 1. / Airmass at start of observation.
FILTER = 'none' / Filter used
ADC_GAIN = 1. / ADC gain
ADC_OFFS = 0. / ADC offset
MN_WJ_T = 31.75 / Minimum water jacket temperature in Celcius.
MX_WJ_T = 31.75 / Maximum water jacket temperature in Celcius.
MN_CCD_T = 26.4375 / Minimum CCD temperature in Celcius.
MX_CCD_T = 26.5 / Maximum CCD temperature in Celcius.
BINNING = 1 / Binning
MIN_DARK = 3641 / Minimum dark level.
MED_DARK = 3863 / Median dark level.
TOP_DARK = 4066 / 90% of dark pixels at or below this level.
MAX_DARK = 4137 / Maximum dark level.
MIN_LITE = 1457 / Minimum lighted level.
END
```

další formáty

- TIFF je standardem grafického průmyslu
- BMP formát pro MS Windows
- JPEG je formát umožňující volbu různě velké komprese, rozvinul se s potřebou zmenšit datové soubory pro přenos po síti

co obsahuje CCD snímek?

- tok fotonů
- nejednotnost pixelů
- temný proud
- nulový signál, tzv. bias
- digitalizace



kalibrace snímků

- kalibrace je odstranění vnějších vlivů způsobených:
 - integrací toků fotonů
 - různou citlivostí pixelů
 - tzv. vinětací zorného pole
 - temným proudem
 - nulovým proudem
 - digitalizací
- základní – hodnota pixelu je úměrná počtu vzniklých fotoelektronů (master dark se shodným ič)
- standardní – hodnota pixelu je úměrná počtu fotonů přicházejících od objektu (master dark se shodným ič, master flat)
- pokročilá hodnota pixelu je úměrná počtu fotonů přicházejících od objektu (master dark se shodným ič, master flat, master bias)

kalibrační snímky

- bias frame

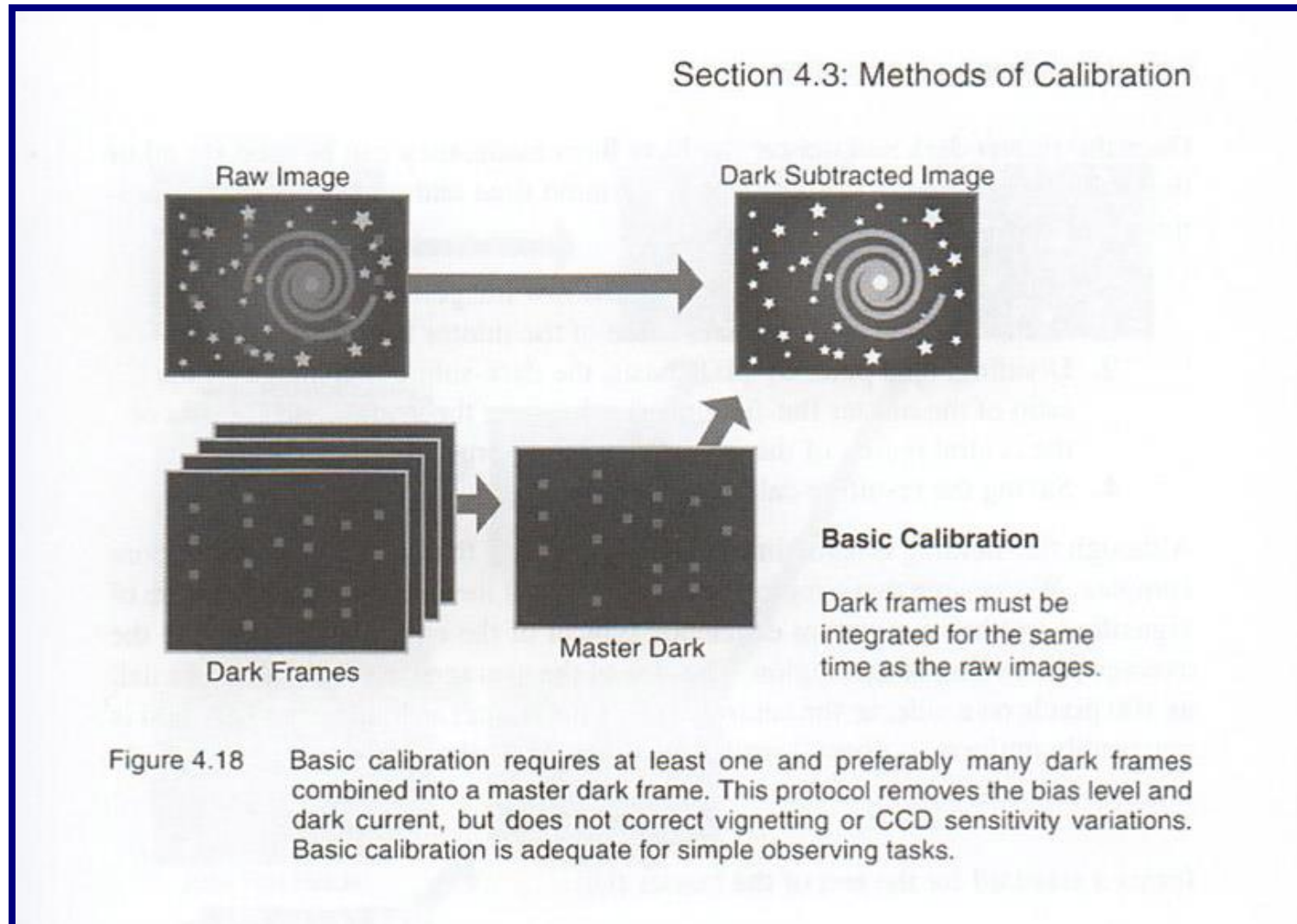
- jednotlivý
- „master“ – vícenásobný

- dark frame

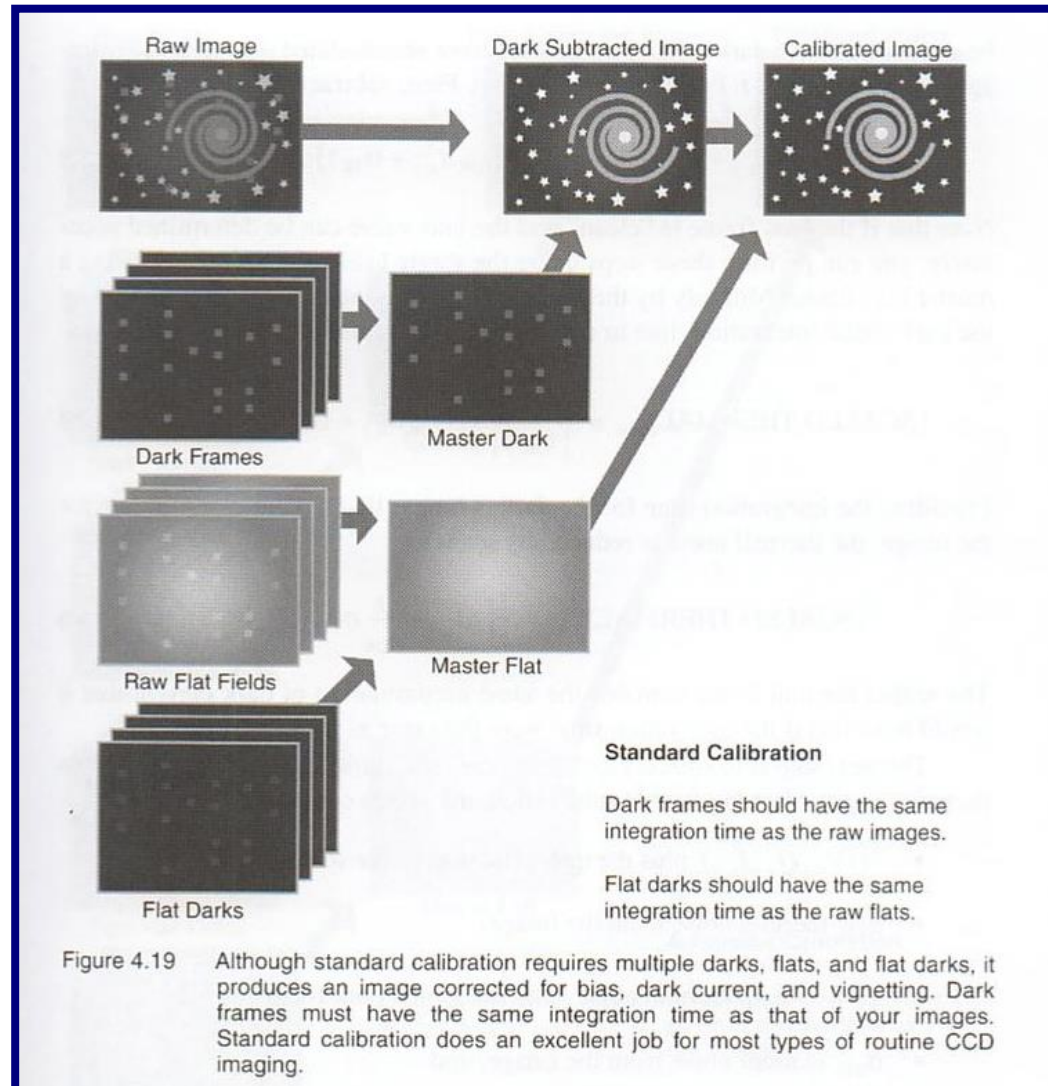
- jednotlivý – integrační čas = ič kalibrovaného snímku
- „master“ – vícenásobný, jeho pořizování záleží na druhu prováděné kalibrace

- flat frame

základní kalibrace



standardní kalibrace



pokročilá kalibrace

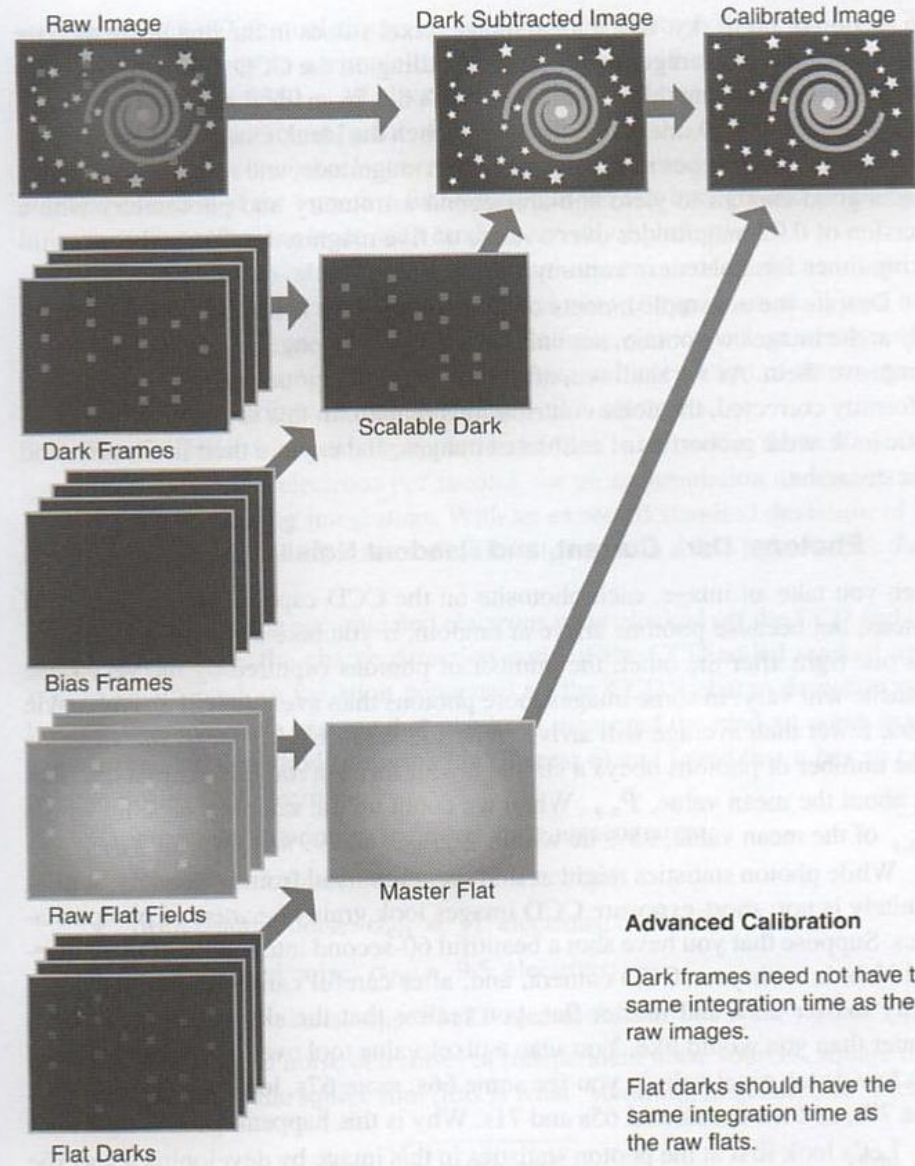


Figure 4.20 The advanced calibration protocol allows you to use one set of dark frames for calibrating all of your images, regardless of their integration times. Considering how easy it is to take the necessary set of bias frames, the added flexibility in integration times is a boon to the busy observer.

nástroje analýzy obrazu

1. informace o pixelech
 - souřadnice
 - hodnota
2. informace o celém snímku
 - posouzení technické kvality
 - určit rozpětí hodnot kvůli volbě zobrazení
 - určit optimální škálu jasností při zobrazení
3. informace o určité oblasti snímku

statistika snímku

- minimální hodnota (pixelu)
- maximální hodnota
- průměrná hodnota
- medián hodnot pixelů
- standardní odchylka
- histogram
 - „cross“ histogram dvou snímků

základní operace se snímky

- průměrný snímek
- „vyhlazení“ snímku
- převrácení, transpozice
- posun, rotace
- výběr části snímku
- vytvoření mozaiky

- 
- <https://www.eso.org/sci/software/esomidas//>
 - <https://en.wikipedia.org/wiki/IRAF>
 - <https://munipack.physics.muni.cz/munipack.html>
 - <https://www.cbabelgium.com/peranso/index.html>

IRAF

- Interactive Reduction and Analysis Facility
- <https://iraf.net/>
- <https://iraf-community.github.io/>
- **hlavní balíky programů**
 - [dataio: Data format conversion package \(RFITS, etc.\)](#)
 - [images: General image processing package](#)
 - [language: The command language itself](#)
 - [lists: List processing package](#)
 - [obsolete: Obsolete tasks](#)
 - [noao: The NOAO optical astronomy packages](#)
 - [plot: Plot package](#)
 - [proto: Prototype or interim tasks](#)
 - [softools: Software tools package](#)
 - [system: System utilities package](#)
 - [utilities: Miscellaneous utilities package](#)

IRAF images package

- imcoords: Image coordinates package
- imfilter: Image filtering package
- imfit: Image fitting package
- imgeom: Image geometric transformation package
- immatch: Image matching and combining package
- imutil: Image utilities package
- tv: Image display utilities package

IRAF imutil package

- chpixtype: Change the pixel type of a list of images
- hedit: Header editor
- nhedit: Edit image header using a command file
- hselect: Select a subset of images satisfying a boolean expression
- imarith: Simple image arithmetic
- imcopy: Copy an image
- imdelete: Delete a list of images
- imdivide: Image division with zero checking and rescaling
- imexpr: Evaluate a general image expression
- imfunction: Apply a single argument function to a list of images
- imgets: Return the value of an image header parameter as a string
- imheader: Print an image header
- imhistogram: Compute and plot or print an image histogram
- imjoin: Join images along a given dimension
- imrename: Rename one or more images
- imreplace: Replace a range of pixel values with a constant
- imslice: Slice images into images of lower dimension
- imstack: Stack images into a single image of higher dimension
- imsum: Compute the sum, average, or median of a set of images
- imtile: Tile same sized 2D images into a 2D mosaic
- imstatistics: Compute and print statistics for a list of images
- listpixels: Convert an image section into a list of pixels
- minmax: Compute the minimum and maximum pixel values in an image
- sections: Expand an image template on the standard output



... konec? ...

... kdepak, pokračování ve cvičení 😊 ...