

Fyzikální seminář

zimní semestr 2009

# Digitální astronomická fotografie

Radek Prokeš  
FJFI ČVUT v Praze  
15. 10. 2009

# Digitální astronomická fotografie

- téma: využití digitální fotografie v astronomii
- cíl: seznámení s digitální fotografií a postupy astronomického fotografování
- části: - úvod do digitální techniky
  - CCD čip a jeho vlastnosti
  - počítačové zpracování snímků
  - práce s programem Iris
- výsledek: vlastní fotografie uvedené v příloze

# Obsah prezentace

1. Digitální fotografická technika
2. CCD čip
  - složení a funkce
  - převodní poměr
  - šum
3. Kalibrace snímků
  - odečtení dark frame
  - aplikace flat field
4. Parametry při fotografování
5. Zpracování fotografií
6. Vlastní fotografování
7. Závěr
8. Příloha

# 1. Digitální fotografická technika

- CCD kamery
  - přesnost a kvalita na vědecké úrovni
  - vysoká citlivost, kvantová účinnost
  - nevýhodou je vysoká cena

- Kompaktní fotoaparáty
  - velmi rozšířené a oblíbené
  - kvalitu určuje zejména optika
  - nepříliš vhodné pro astrofoto (expozice)
  - výhoda – režim videa

- Digitální zrcadlovky
  - nejvyšší třída digitálních fotoaparátů
  - jednooká zrcadlovka s digitálním zpracováním obrazu
  - místo filmu digitální snímač

## 2. CCD čip

- Složení
  - kondenzátory (přechody PN), fotodiody
  - vytváření náboje – fotoelektrický jev
  - pixely = „potenciálové studně“
- Funkce
  - vytváření náboje po dobu expozice
  - vyčtení elektronů pomocí napětí
  - vytvoření napětí převedeno na číslo ADU



- Převodní poměr
  - 2 převody: náboj → napětí
  - napětí → jednotky ADU
- ADU
  - ADU = bezrozměrná jednotka
  - vyjadřuje velikost signálu na A/D převodníku
  - velikost signálu = 0 až  $2^N$  ADU
  - N = počet bitů (nejčastěji 10-16)
  - např. 16-bitová CCD kamera – 65 536



■ Poměr náboj/ADU – příklad

- výstupní uzel CCD vytváří napětí  $10\mu\text{V}$  na  $1e^-$
- napětí se převede v A/D převodníku na číslo
- 16-bitový převodník - vstupní rozsah  $15\text{ V}$   
( $15\text{V}$  se rozdělí na  $2^{16}$  ADU)

$$\left( \frac{22,9\mu\text{V}}{\text{ADU}} \right) \div \left( \frac{10\mu\text{V}}{e^-} \right) = \frac{2,3e^-}{\text{ADU}}$$

Výsledek: v průměru 2,3 elektronů způsobí vytvoření jednotky čísla výsledného obrazu (převodní poměr).

## ■ Šum

### 1. Temný proud

- tepelný šum
- uvolnění elektronů v čipu vlivem tepla
- hodnoty kolem  $1e^-/s$
- za dané teploty konstantní, lze eliminovat

### 2. Čtecí šum

- způsoben přesunem elektronů
- nezávisí na teplotě
- jednotkou je  $1e^-$
- např. KAF-0400 má  $15e^-$

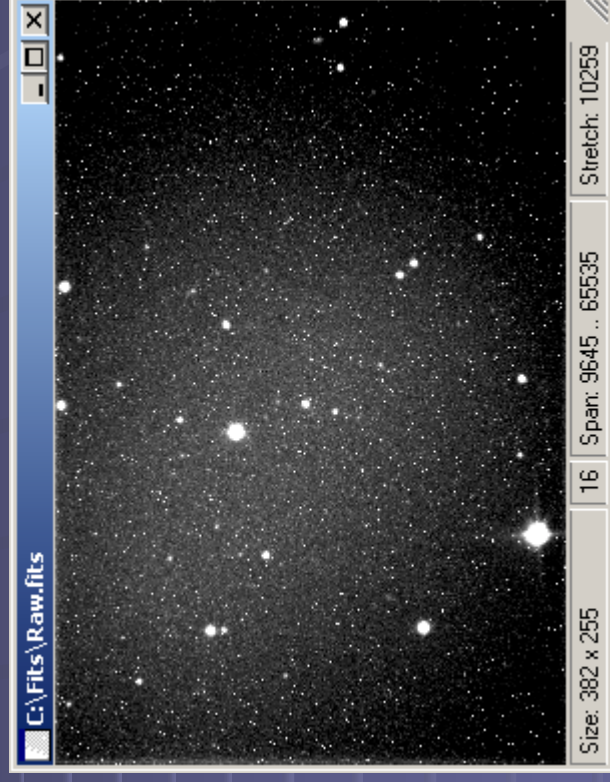
### 3. Fotonový šum (poissonovský)

- způsoben nepravidelným dopadem fotonů  
na čip

měření	jednotlivé fotony za čas t	počet
1	* * * * *	7
2	* * * * *	6
3	* * * * * * * * *	9

# 3. Kalibrace snímků

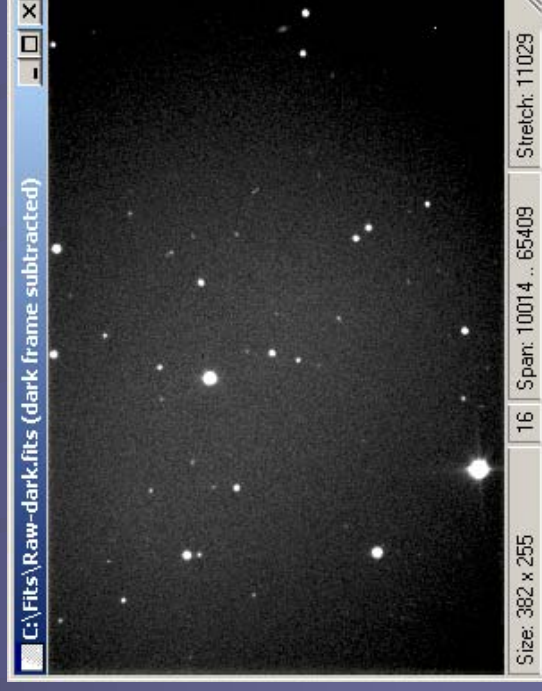
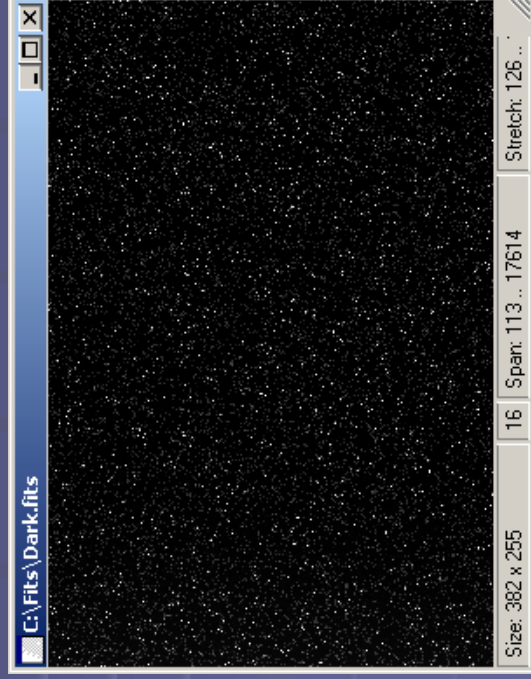
- proces odstranění nežádoucích vlivů
- vyfocení snímek ve formátu *raw*



- 2 základní kroky
  - odečtení dark frame
  - aplikování flat field

## ■ Odečtení dark frame

- pro eliminaci temného proudu
- **dark frame** = snímek vyfoceny s uzavřenou závěrkou
- získáme snímek s tepelným šumem
- důležitá je stejná teplota a expozice jako raw



- Aplikace flat field
  - pro eliminaci nerovnoměrnosti jasu
  - **flat field** = obraz rovnoměrně osvětleného pozadí
  - každý pixel raw se vydělí pixelem flat fieldu a vynásobí střední hodnotou jasu flat fieldu



# 4. Parametry při fotografování

- ISO
  - citlivost čipu, hodnota zesilování napětí na výstupním zesilovači
  - čím vyšší ISO, tím vyšší šum
  - hodnoty 100, 200, 400, 800, 1600
- Expozice
  - otevřená závěrka, délka záleží na objektu
  - při delší expozici nutno poíntovat
- Clonové číslo
  - míra zaclonění objektivu

# 5. Zpracování snímků

1. Odečíst dark frame pro každý snímek
2. Aplikovat flat field na každý snímek
3. Registrovat snímky
  - „srovnání“ snímků podle polohy hvězd
4. Složit snímky
  - sečíst mnoho expozic na sebe
5. Finální úpravy
  - ořezání, doostření, vyvážení barev
  - Photoshop



# 6. Vlastní fotografování

- Třebíč, Terůvky
  - Canon Powershot A560, Canon EOS450D
  - dalekohledy C170/3060 a N210/1400



# 7. Závěr

- Výhody a využití digitální astronomické fotografie
  - vědecký potenciál (i amatérská fotografie)
  - popularizace astronomie
- Nejlepší amatérské fotografie – soutěž ČAM

## 8. Příloha

- vlastní astronomické fotografie
- vznikly postupem uvedeným v práci
- publikace v časopisu *Astropis* (4/2008)
- možnost shlédnout snímky na <http://www.expedice.astronomie.cz/expa08/>  
<http://blog.astronomie.cz/expa09/author/prokes/>



raw snímek galaxie M31, Canon EOS 450D, montáž VixenGP2, ISO 1600, expozice 4

min.



výsledný snímek, úprava v Irsu a Photoshopu, složení 15 expozic.

Děkuji za pozornost