

Astronomické praktikum CMDII

Petr Šafařík

Verze vytvořena 31. března 2008



Zadání

- Sestrojte barevný diagram hvězdokupy z pozorování
- Podle modelů vykreslete teoretické izochrony
- Odhadněte stáří hvězdokupy
- Odhadněte vzdálenost hvězdokupy
- Odhadněte chemické složení hvězdokupy

Zpracování

Udělal jsem script pro zpracování naměřených dat a uvádím jej na konci. Nejpodstatnější část scriptu (a to program hr.f90) je výsledkem z minulého roku, kdy jsem se díky Filipovu kurzu naučil fortran. Naštěstí prográmek stále mám, neboť nevím nevím, ale asi bych se musel s fortranem učit od začátku. První potřebnou věcí je nakalibrovat snímky z instrumentální na pozorované magnitudy.

Kalibrace

Srovnávací hvězda

Informace jsou převzaty z Simbadu [4] se srovnávacím katalogem USNO B1 [5]

Jméno: Cl* NGC 2682 SAND 1022

RA: $8^{\text{h}}51^{\text{m}}08,91^{\text{s}}$

DE: $+11^{\circ}48'37,8''$

Spektrální typ: G6V

Magnituda v R-filtru: 13,800 mag

Magnituda v V-filtru: 13,983 mag

Magnituda v B-filtru: 14,900 mag

Ztotožněná hvězda na snímku kombineR.fits

Řádek: 298

x = 276.721

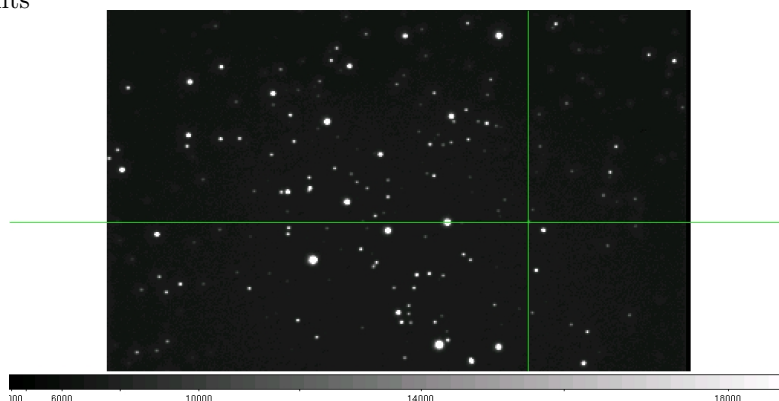
y = 108.184

Instrumentální magnituda v R-filtru: 13.953 mag

Instrumentální magnituda v V-filtru: 14.778 mag

Instrumentální magnituda v B-filtru: 16.612 mag

Obrázek 1: Srovnávací hvězda Cl* NGC 2682 SAND 1022 na snímku kombineR.fits



Rozdíly v magnitudách

R-filtru: 0,153 mag

V-filtru: 0,795 mag

B-filtru: 1,712 mag

Bohužel ačkoli jsme fotili ve 3 filtrech, tak výsledek v B filtru je špatný. Stačí se podívat na obrázek kombineB.fits.

Color-Magnitude diagram (CMD)

Po všech předešlých úpravách jsem získal závislost hvězdné velikosti ve V filtru na rozdílu V-R filtrů. Samozřejmě jsem to vykreslil do grafu.

Odpovědi na otázky

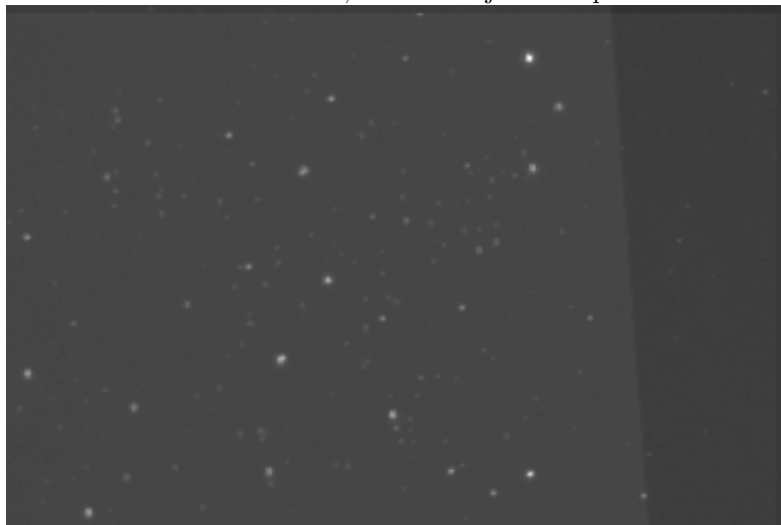
Poté, co jsem hodnoty z mnou určeného CM diagramu proložil různými křivkami s různými hodnotami složení, teploty, vzdálenosti atd. jsem byl s to odpovědět na otázky, které jsou v úvodu.

- Podle modelů vykreslete teoretické isochrony.
- Odhadněte staří hvězdokupy.
- Odhadněte vzdálenost hvězdokupy.
- Odhadněte chemické složení hvězdokupy.

Vlastní proložení měřeného barevného diagramu teoretickým barevným diagramem je vidět na obrázku

Srovnáme-li vertikální osu grafů (3) a (4) zjistíme, že hodnoty tam jsou 'vzdáleny' — je to způsobeno vzdáleností a zeslabením, protože teoretický graf

Obrázek 2: Snímek kombineB.fits, na kterém je vidět špatné složení snímku



má na ose 'y' absolutní magnitudy ve V filtru, zatímco měřený graf tam má magnitudy pozorovací. Bylo následně nutné přeskálovat a posunout osy pro teoretické modely tak, aby bylo možné hodnoty vzájemně srovnávat. Z podobnosti si křivek jsme s to odhadnout, že stáří hvězdy je asi $10^{9,5}$ let, což je asi 300 miliard let, a také její složení (vybíral jsem z tabulky 5 z teoretických modelů[6]). Hodnota je ovšem velice nepřesná, protože rozdíl v grafu mezi jednotlivými desetinnými v exponentu jsou malé. Hodnota 9,5 je:

1. střední hodnota mezi těmi, co se mi zdály vhodnými - rozsah hodnot, které se mi zdály vhodnými byl 9,2 – 9,8.
2. hezké číslo, stejně jako 300

Následným sjednocením grafů (přepočítání pozorované magnitudy na absolutní) jsem získal vzdálenost. Opět se jedná o velmi orientační hodnotu. Myslím, že uvádění jakýchkoli dalších cifer je naprostý nesmysl a jedna platná cifra stačí.

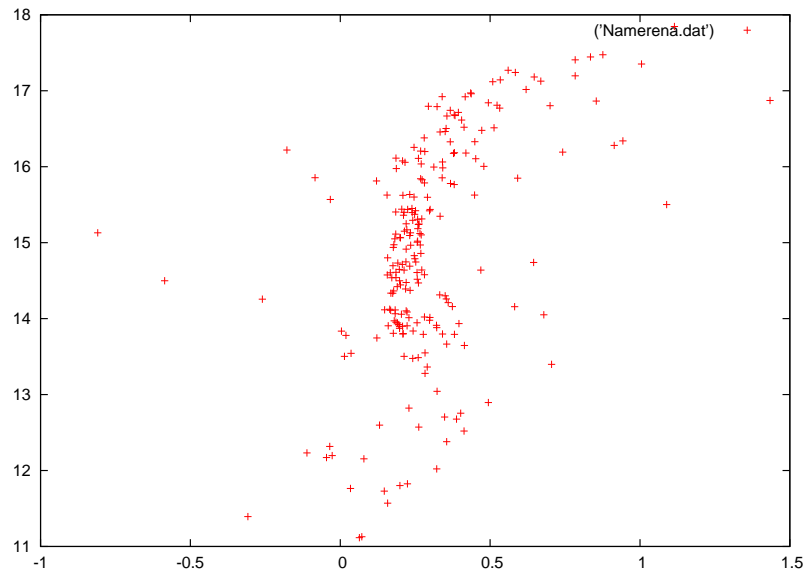
Z hodnot nejlépe sedícího grafu se dá odhadnout:

- Stáří hvězdokupy na $10^{9,5}$ let
- Vzdálenost hvězdokupy na 6500 světelných let
- Následující chemické složení hvězdokupy: $H_2 = 70,0\%$; $He = 28\%$ a těžké kovy (neboli všechno s protonovým číslem větším než 2) $Z = 2\%$.

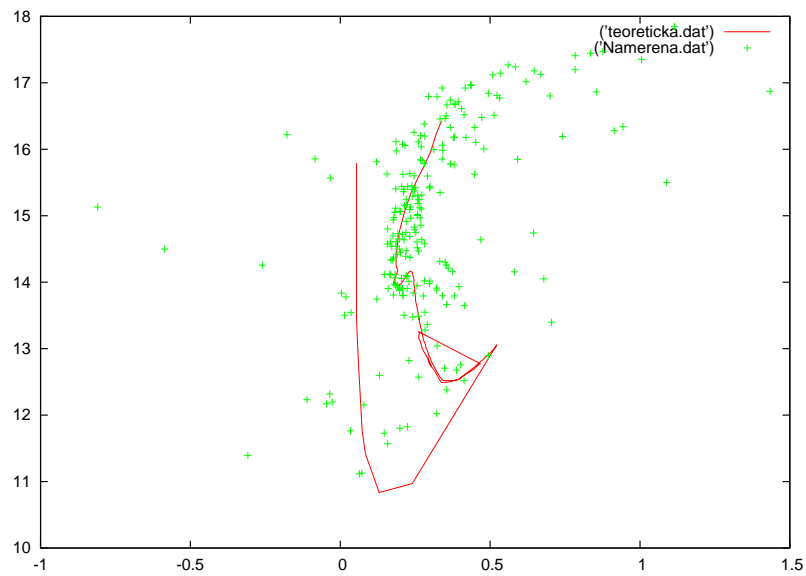
Reference

- [1] F. Hroch: Astronomické praktikum, Př.F Masarykova Univerzita, Brno
- [2] Munipack 0.3.1
- [2a] <ftp://integral.sci.muni.cz/pub/munipack.new>
- [2b] <http://munipack.astronomy.cz>
- [2c] <http://physics.muni.cz/~petos/F3190/munipack.pdf>
- [3] GNU Octave, version 2.1.69 (i386-pc-linux-gnu)
<http://www.octave.org>
- [4] <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
- [5] The USNO-B1.0 Catalog —1045913Krow
- [6] Theoretical isochrones from models with new radiative opacities
Bertelli G., Bressan A., Chiosi C., Fagotto F., Nasi E, Astron.
Astrophys. Suppl. Ser. 106, 275 (1994)
<ftp://cdsarc.u-strasbg.fr/pub/cats/J/A+AS/106/275>

Obrázek 3: CM diagram pro M67



Obrázek 4: CM diagram pro M67 s teoretickým barevným diagramem. Vím, že teoretická data by měla být nepřerušovanou čarou, ale gnuplot při výstupu na postscript kreslí přerušovanou a nechtěl jsem pořád otravovat Filipa. Možná to chce jiný figl než with lines



Scity

```
#!/bin/sh -x

#kopie vsech snimku
cp ./data/*.fits .
cp ./data/dark/*.fits .
#cp ./data/flat/*.fits .
cp ./data/hr/hr.f90 .

###KOREKCE
##Dakr frame
ls d60*.fits | mdark @ robust=y mask=d60.fits

##oprava o dark frame
ls m67*.fits | darkbat @ dark=d60.fits mask=.

# ##Flat field
# ls d7*.fits | mdark @ mask=d7.fits
# ls f7*.fits | darkbat @ dark=d7.fits mask=.
#
# #vytvoreni vlastniho flatu
# ls f7_*R.fits | aflat @ mask=f_R.fits
# ls f7_*V.fits | aflat @ mask=f_V.fits
#
# #oprava o flat
# ls m67*R.fits | flatbat @ flat=f_R.fits mask=.
# ls m67*V.fits | flatbat @ flat=f_V.fits mask=.

###ZPRACOVANI
#Zhotoveni scriptu
qmphot.pl -i *

#fotometrie
ls m67*.fits | muniphot @ com=com

cp ./data/match/match.opt .

#ztotozneni dle prvnio snimkus
ls m67_*.SRT | munimatch -t @ ref=m67_1R.SRT

###KOMBINACE
ls m67*R.fits | kombine @ norm=mean mask=kombineR.fits
ls m67*V.fits | kombine @ norm=mean mask=kombineV.fits
ls m67*B.fits | kombine @ norm=mean mask=kombineB.fits

#fotometrie kombineVR
ls kombine?.fits | muniphot @ com=com

#ztotozneni dle R filtru
ls kombine?.SRT | munimatch @ ref=kombineR.SRT -t

#program hr
```

```
f95 hr.f90
./a.out kombineV.MAT kombineR.MAT > vystupV-R.dat
./a.out kombineV.MAT kombineB.MAT > vystupV-B.dat
./a.out kombineR.MAT kombineB.MAT > vystupR-B.dat
```

```
cat vystupV-R.dat
cat vystupV-B.dat
cat vystupR-B.dat
```

```
#cistka
rm qmphot* -f
rm com -f
rm image* -f
rm *.opt -f
rm qmphot* -f
rm *.COO -f
rm *.AP -f
rm f* -f
rm d*.fits -f
rm kombine*.SRT -f
rm kombine*.fits -f
rm kombine*.MAT -f
rm kombine*.TRA -f
rm m* -f
rm hr.f90 -f
rm a.out -f
```