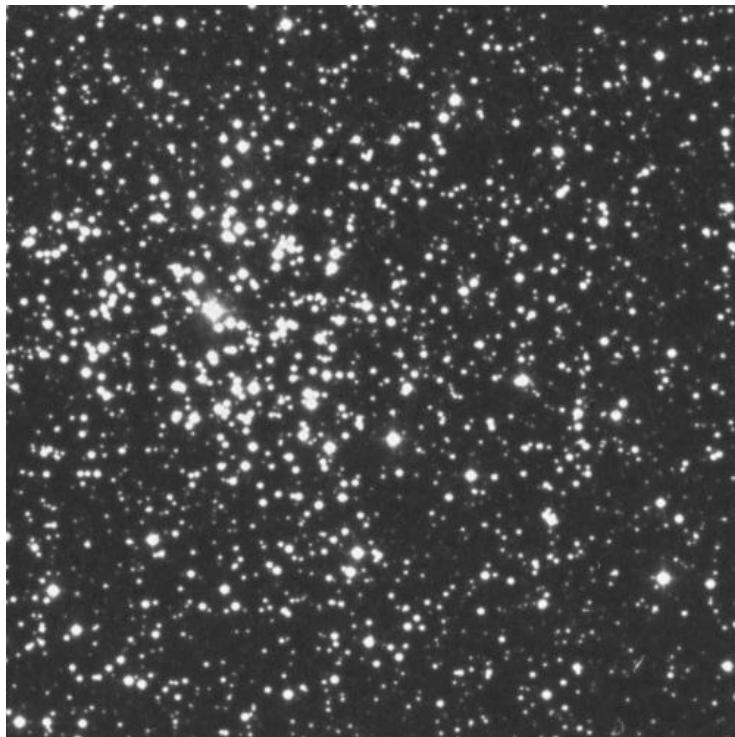


Astronomické praktikum Color-Magnitude diagram

Petr Šafařík *

Verze vytvořena 9. května 2007



Zadání

- Sestrojte barevný diagram hvězdokupy z pozorování.
- Podle modelů vykreslete teoretické isochrony.
- Odhadněte staří hvězdokupy.
- Odhadněte vzdálenost hvězdokupy.
- Odhadněte chemické složení hvězdokupy.

*Musím poděkovat Janis za radu ohledně "přeškálování teoretických grafů", bez níž bych to nejspíše nedodělal

Zpracování

Myslím, že zatím nejnáročnější úloha, kterou jsem mohl řešit. Z bashového scriptu, který jsem napsal a nyní jej uvádím na konci v přílohách na straně 4.

Script se pouští příkazem `$bash script.sh`. Výsledkem je soubor `vystup.dat`, který obsahuje instrumentální magnitudy ve V-R a V filtru. Pro správné fungování scriptu je třeba, aby byl spolu s ním v adresáři ještě jeden adresář `data`, který bude obsahovat FITS-snímky s M37. Tak, jak je napsaný, bude fungovat pro snímky, co nám posílal¹ Filip Hroch. Tento výstup byl následně zpracovávám programem Origin [3], ve kterém byly vykresleny i grafy.

Ze snímků musely být odstaněny nevhodné body. Následně podle srovnávací hvězdy instrumentální magnitudy převedeny na pozorované hodnoty hvězdných velikostí.

Srovnávací hvězda

Informace jsou převzaty z Simbadu [5] se srovnávacím katalogem USNO B1 [6]

Jméno: NGC 2099 161

RA: $5^{\text{h}}52^{\text{m}}4,21^{\text{s}}$

DE: $+32^{\circ}32'2,7''$

Magnituda v R-filtru: 13.81 mag

Magnituda v V-filtru: 14.23 mag

Ztotožněná hvězda na snímku `kombineV.fits`

Řádek: 934

$x = 524.337$

$y = 312.303$

Instrumentální magnituda v R-filtru: 13.773 mag

Instrumentální magnituda v V-filtru: 16.081 mag

Color-Magnitude diagram (CMD)

Po všech předešlých úpravách jsem získal závislost hvězdné velikosti ve V filtru na rozdíl V-R filtrů. Samozřejmě jsem to vykreslil do grafu, který má pořadové číslo (2) a nalézá se na straně 6.

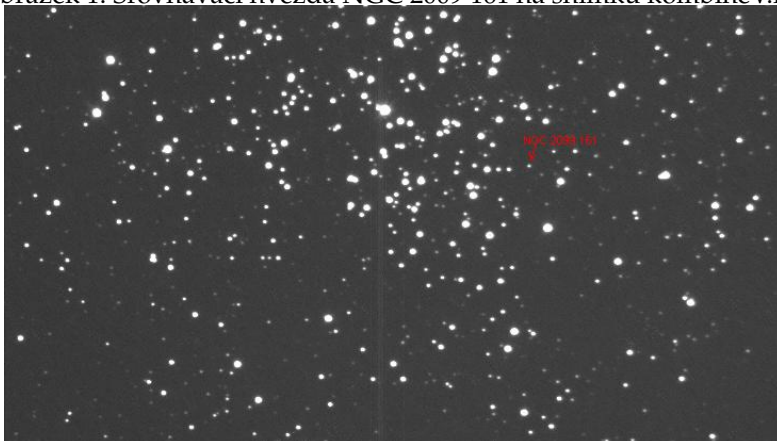
Odpovědi na otázky

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.

¹<ftp://monoceros.physics.muni.cz/users/hroch/>

Obrázek 1: Srovnávací hvězda NGC 2009 161 na snímku kombineV.fits



- Odhadněte vzdálenost hvězdokupy.
- Odhadněte chemické složení hvězdokupy.

Vlastní proložení měřeného barevného diagramu teoretickým barevným diagramem je vidět na obrázcích (3 a 4) na stránkách 6 a 7.

Srovnáme-li vertikální osu grafů (2) a (3) či (4) zjistíme, že hodnoty tam jsou 'vzdáleny' — je to způsobeno vzdáleností a zeslabením, protože teoretický graf má na ose 'y' absolutní magnitudy ve V filtru, zatímco měřený graf tam má magnitudy pozorovací. Bylo následně nutné přeškálovat a posunout osy pro teoretické modely tak, aby bylo možné hodnoty vzájemně srovnávat. Z podobnosti si křivek jsme se to odhadnout, že stáří hvězdy je asi $10^{8,4}$ let, což je asi 250 milionů let, a také její složení (vybíral jsem z tabulky 6 z teoretických modelů[7]). Hodnota je ovšem velice nepřesná, protože rozdíl v grafu mezi jednotlivými desetinnými v exponentu jsou malé. Hodnota 8,4 je:

1. střední hodnota mezi těmi, co se mi zdály vhodnými - rozsah hodnot, které se mi zdály vhodnými byl 8,2 – 8,7.
2. hezké číslo, stejně jako 250

Následným sjednocením grafů (přepočítání pozorované magnitudy na absolutní) jsem získal vzdálenost. Opět se jedná o velmi orientační hodnotu. Myslím, že uvádění jakýchkoli dalších čísel (mám na mysli 6423,4634 LY, co mi vyšel) je naprostý nesmysl a dvě platné cifry stačí.

Z hodnot nejlépe sedícího grafu se dá odhadnout:

- Stáří hvězdokupy na $10^{8,4}$ let
- Vzdálenost hvězdokupy na 6500 světelných let
- Následující chemické složení hvězdokupy: $H_2 = 76,9\%$; $He = 23\%$ a těžké kovy (neboli všechno s protonovým číslem větším než 2) $Z = 0,001\%$.

Přílohy

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] Origin 7.0 SR0 v7.0220(B220) — <http://www.OriginLab.com>
- [4] GNU Octave, version 2.1.69 (i386-pc-linux-gnu)
<http://www.octave.org>
- [5] <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
- [6] The USNO-B1.0 Catalog —1045913Krow
- [7] 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>

Script.sh

```
#!/bin/sh -x

#kopie všech fotek
cp ./data/*.fits .
cp ./data/dark/*.fits .
cp ./data/flat/*.fits .
cp ./data/hr/hr .

###KOREKCE
##Dakr frame
ls d30*.fits | mdark @ robust=y mask=d30.fits

##oprava o dark frame
ls m37*.fits | darkbat @ dark=d30.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

#uprava o flat
ls m37_*R.fits | flatbat @ flat=f_R.fits mask=.
```

```
ls m37*V.fits | flatbat @ flat=f_V.fits mask=.

###ZPRACOVANI
#Zhotoveni scriptu
qmphot.pl -i *
cp ./data/match/match.opt .

#fotometrie
ls m37*.fits | muniphot @ com=com

cp ./data/match/match.opt .

#ztotozneni dle prvniho snimkus
ls m37_*.SRT | munimatch -t @ ref=m37_01R.SRT

###KOMBINACE
ls m37*R.fits | kombine @ norm=mean mask=kombineR.fits
ls m37*V.fits | kombine @ norm=mean mask=kombineV.fits

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

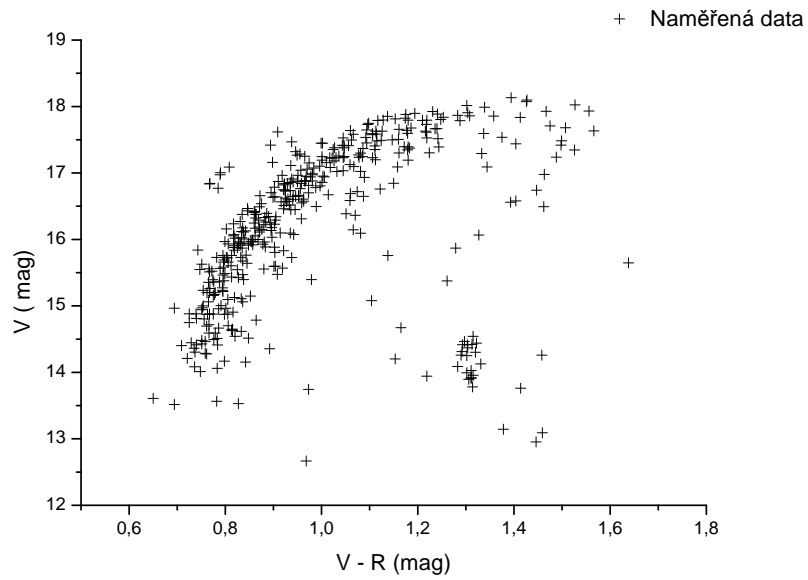
#ztotozneni dle R filtru
ls kombine?.SRT | munimatch @ ref=kombineR.SRT -t

#program hr
./hr kombineV.MAT kombineR.MAT > vystup.dat

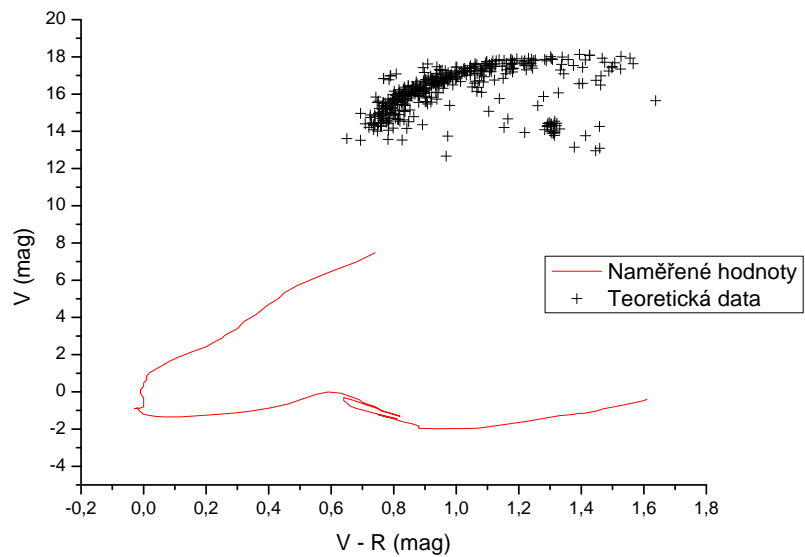
cat vystup.dat

#čištění adresáře
rm qmphot* -f
rm com -f
rm image* -f
rm *.opt -f
rm qmphot* -f
rm *.COO
rm *.AP
rm f*
rm d*.fits
rm kombine*.SRT
rm kombine*.fits
rm kombine*.MAT
rm kombine*.TRA
rm m*
rm hr
```

Obrázek 2: CM diagram pro M37



Obrázek 3: CM diagram pro M37 s teoretickým barevným diagramem



Obrázek 4: CM diagram pro M37 s teoretickým barevným diagramem

