

F3190 - Astronomické praktikum

Astrometrie

Petr Šafařík

Zkompilováno: 2. prosince 2006

Obsah

1	Pár slov úvodem	2
2	Jak jsem to teda dělal?	2
3	Jak to všechno dopadlo?	2
4	Ohnisková vzdálenost dalekohledu	3
5	Závěr	3
6	Přílohy	4
6.1	Vstupní data - soubor b.dat	4
6.2	Script 1	5
6.3	Script 2	7

Abstrakt

Druhé praktikum, k jehož zpracování jsme se po dlouhé, dlouhé době dostali, byla astrometrie. Nás všechny budoucí naděje vesmírné výzkumu, nadějně badatele, astronomy a pro pár nešťastníků, kteří propadli tomuto nádhernému koníčku, čeká (snad jedné krásné noci) objevení nějakého velkého... objevu. Tím může být kometa, event. planetka nebo taky cokoli jiného. Pro určení polohy hvězdy, ze které se následně dají získat další data, je třeba znát její přesnou polohu. My určovali polohu pomocí pořízeného FITS snímku z CCD kamery a následným srovnáním s polohou okolních hvězd.

1 Pár slov úvodem

Kdesi v Americe u jezera sedí mladý Frodo a kouká do dalekohledu. 'Heh, ta skvrna tam ještě před chvílí nebyla', pomyslí si a koukne do svého poznámkového bloku. Rychle načrtne pár čar a vyskočí celý vyplašený. Právě objevil veliký kámen, který se řítí přímo na Zemi. Zavolá prezidentovi *US and A* (viděli jste Borata?) a (skoro) zachrání Zemi.

Tak to by byla představa o průběhu vesmírných objektů podle filmařů ze Svatého Woo-Doo (Hollywood). Skutečnost je jiná... V dnešní době je objevení Země-ohrožujícího objektu malým dalekohledem skoro nemožná. Hvězdné přehlídky dělají většinu práce za nás, s minimálním úsilím a maximální přesností. Takže: *s dalekohledem už v podpaží nic převratného neobjevíš*.

Na druhou stranu, pokud již máme dalekohled lepší (nebo lepší než lepší) a něco objevíme (kometu, planetku...), bylo by dobré zaznamenat a určit její polohu, následně spočítat dráhu (což se jistě nedá na koleni na bloku dvě minuty poté, co byl onen objekt objeven) a mnohé další informace. Ovšem prvním krokem stále zůstává určení její polohy. Tímto úkolem jsme se zabývali i my.

Pokoušeli jsme se určit (a pokud možno přesně) polohu hvězdy s největším vlastním pohybem, $V^* V2500 Oph$, Barnardovy hvězdy.

2 Jak jsem to teda dělal?

Nebojte, bude to tak stručné, jak jen to zvládnou. Použitím dvou jednoduchých scriptů (viz. sekce 6.2 a 6.3), do kterých se dosadily informace se ztotožněnými hvězdami (6.1) Jednotlivé scripty jsou uvedeny v části 6.

Poté, co jsem identifikoval (sjednotil) jednotlivé hvězdy na snímku s hvězdami ze simbadu [2] a vytvořil soubor *b.dat* (6.1) jsem postupně spustil výše jmenované scripty a bylo to všechno. (více v části 6 přílohy).

Tím veškerá moje práce končila, neboť zbytek obstaraly skripty.

3 Jak to všechno dopadlo?

Pokud chcete vědět, jak scripty pracují, tak je pozorně prostudujte a až teprve poté se mě (event. Filipa Hrocha) ptejte. A pokud nevíte proč dělají to, co dělají, tak si prostudujte manuál [1].

Mé výsledky:

$$\delta = 269,45034947^\circ$$

$$\alpha = 4,71282459^\circ$$

4 Ohnisková vzdálenost dalekohledu

Tuto jsme již měli vymyslet sami, proto se trochu rozepíšu:

Použitím vzorce 1 jednoduše spočteme ohniskovou vzdálenost dalekohledu.

$$f = \frac{\kappa P}{2 \tan\left(\frac{P}{2c}\right)} \quad (1)$$

V rovnici 1 nám vystupuje několik neznámých. Tak tedy:

κ je velikost jednoho CCD prvku, neboli $\kappa = 18\mu m$

P je velikost delší strany snímku v pixelech

c je zvětšení, které nám vypočítal script 6.2.

Pro "můj" dalekohled vyšla ohnisková vzdálenost:

$$f = 2,734977929m$$

5 Závěr

V US a A je možné nejspíše doopravdy vše, neboli i po zběžném shlédnutí libovolného vesmírného objektu a pár čar v poznámkovém bloku, určit, že se na nás řítí zkáza a jediné vrtař z těžební plošiny s bandou přisprostlých a jednoduchých těžařů nás můžou zachránit.

Všichni nešťastníci žijící žijící mezi Zemi (Ne)Omezených (možností) to mají složitější a musí u toho i přemýšlet.

Můj osobní výtvar (souřadnice) Barnardovy hvězdy jsem ji našel tam, kde jsem ji očekával, neboli že výsledky vyšly podle očekávání.

Stejně tak i ohnisková vzdálenost dalekohledu se mi zdá rozumnou a snadno uvěřitelnou.

6 Přílohy

6.1 Vstupní data - soubor b.dat

Neboli to, co si potom překousají následující scripty...

```
1 269.45651 04.70685 361.4 266.2
2 269.46615 04.70537 335.1 263.3
3 269.47682 04.68052 306.6 197.6
4 269.51074 04.69920 218.2 248.6
5 269.50915 04.71994 222.5 303.5
6 269.36918 04.64852 588.8 106.5
7 269.36355 04.66279 604.5 144.1
8 269.34677 04.67467 649.0 174.8
9 269.37108 04.68202 586.2 195.6
10 269.42041 04.73166 458.5 329.7
11 269.40916 04.71088 486.9 274.0
```

6.2 Script vypracovaný Filipem Hrochem

```
#!/usr/bin/octave -qf

output_precision = 10

load "b.dat"
n = size(b(:,1),1)

a = b(:,2)'
d = b(:,3)'
xx = b(:,4)'
yy = b(:,5)'

# definice stredu snimku
a0 = sum(a)/n
d0 = sum(d)/n
x0 = 765/2
y0 = 510/2
rad = 180.0/pi

for j = 1:5

# prepocet na gnomonické souradnice
u = (a0 - a)*cos(d0/rad)
v = d - d0

# prepocet na střed snimku
x = xx - x0
y = yy - y0

# meritko
cc = zeros(1,n-1);
for i = 2:n
    d1 = sqrt((x(i) - x(i-1))**2 + \
              (y(i) - y(i-1))**2);
    d2 = sqrt((u(i) - u(i-1))**2 + \
              (v(i) - v(i-1))**2);
    cc(i-1) = d1/d2;
endfor
c = mean(cc)
ce = std(cc)/sqrt(n)

# prepocet u,v na stejné meritko
```

```

u = c*u
v = c*v

# vypocet offsetu, odhad posunu
xoff = sum(x-u)/n
yoff = sum(y-u)/n

# vypocty sum v matici nejmensich
# ctvercu
sx = sum(u)
sy = sum(v)
sx2 = sumsq(u) + sumsq(v)
sa = sum(x)
sb = sum(y)
sa2 = sum(u .* x + v .* y)
sab = sum(v .* x - u .* y)

mnc = [n,0,sx,sy; \
        0,n,sy,-sx; \
        sx,sy,sx2,0; \
        sy,-sx,0,sx2]
b = [sa,sb,sa2,sab]
[mnc1,rcond] = inv(mnc)
t = mnc1*b'

# residualni soucty
s = 0
for i = 1:n
    dx = t(1) + t(3)*u(i) + t(4)*v(i);
    dx = dx - x(i);
    dy = t(2) - t(4)*u(i) + t(3)*v(i);
    dy = dy - y(i);
    s = s + dx**2 + dy**2;
endfor
dt = sqrt(s*diag(mnc1)/(n-4)/n)

# korekce posunu stredu
a0 = a0 + t(1)/c/cos(d0/rad)
d0 = d0 - t(2)/c

endfor

```

6.3 Mnou udělaný dokončující script

Mnohem jednodušší "dokončovací" script, který jen dodělá to, co první script rozpracoval:

```
#zaokrouhleni
output_precision = 20

#vstupni hodnoty (moje)
a=9.995551236e-1
b=2.099976630e-2
c=1.031297441e-5
d=-6.221208341e-6
a0=269.4484354
d0=4.702829713
ME=2.651915037e3 #meritko

#souradnice hvezdy
x= 378.0 - 765/2
y= 281.6 - 510/2

#Prvky matic
A=a/(a^2+b^2)
B=b/(a^2+b^2)
X=x-c
Y=y-d

#Hodnoty u a v
u0=A*X-B*Y
v0=B*X+A*Y

u=u0/ME
v=v0/ME

#Alpha a Delta
alpha=a0-(u/cos(d0*pi/180))
delta = d0+v
```

Reference

- [1] F. Hroch: *ASTRONOMICKÉ PRAKTIKUM*, Př.F Masarykova Univerzita, Brno (PDF ze dne 24. října 2006)
- [2] <http://simbad.u-strasbg.fr/>
- [3] Program WinStar