

PRAKTIKUM Z ASTRONOMIE 1

Tomáš Plšek

Praktikum č. 3

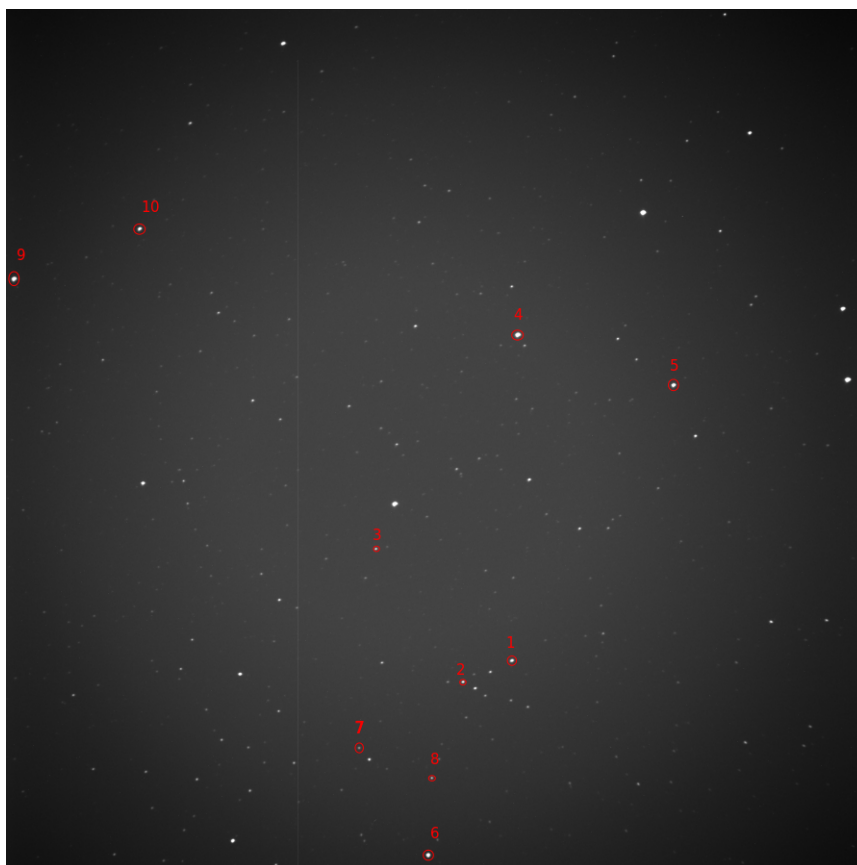
Úkoly:

1. Proveďte astrometrii pořízeného snímku a určete transformační koeficienty - polohu středu snímku (α_0 a δ_0) a úhel otočení φ .
2. Určete polohu (v rektascenzi a deklinaci) Barnardovy šipky s přesností na desetiny úhlové sekundy.
3. Stanovte další parametry - ohniskovou vzdálenost dalekohledu, měřítko a zorné pole snímku.

1. Astrometrie snímku pomocí kalibračních hvězd

Na snímku jsem vybral 10 kalibračních hvězd (obrázek 1). Zjistil jsem přesné polohy jejich středů na snímku (jak asi vidíte polohy středů jsou určeny pouze s přesností na celé pixely - když jsem to projel tím kódem, který má zpřesňovat polohu středů, u některých hvězd mě to hodilo na okraj kotoučku) a následně je identifikoval podle některého z katalogů viz tabulka 1 (použil jsem software Aladin - katalog Simbad).

barnard_2017-09-26_18-58-47_R_0005.fits



Obrázek 1: Snímek hvězdného pole určený k astromerii (exp: 20 sec, binning: 1 x 1, filter: R).

Tabulka 1: Polohy na snímku, rektascenze a deklinace kalibračních hvězd.

Hvězda	X [pix]	Y [pix]	α [°]	δ [°]
1	2404	1005	269.35174	4.60256
2	2173	904	269.39558	4.58621
3	1760	1534	269.46645	4.70563
4	2431	2546	269.33283	4.88746
5	3169	2308	269.19859	4.83664
6	2008	85	269.43304	4.43988
7	1681	591	269.48910	4.53365
8	2026	450	269.42671	4.50478
9	52	2812	269.76745	4.95471
10	644	3047	269.65835	4.99399

Tyto získané údaje jsme předhodili kouzelnému skriptu, který nám po deseti iteracích vyplivne údaje, jež právě potřebujeme pro splnění dalších úkolů. Ve zkratce - tento skript srovnává katalogové polohy hvězd a polohy hvězd na snímku a řešením soustavy matic je schopen určit parametry jako: měřítko snímku [arcsec/pix], úhel otočení (popřípadě hodnoty jeho sinu a cosinu) a také střed snímku v rektascenzi a deklinaci.

Získal jsem tedy následující parametry snímku:

Měřítko	0.661 ± 0.002 arcsec/pix
Střed snímku	$\alpha_0 = 269.408124$ $\delta_0 = 4.798031$
Otočení	$\cos \varphi = 0.9991$ $\sin \varphi = -0.0481$
Úhel otočení	$\varphi = -3^\circ 14' 33''$ $\varphi = 2^\circ 25' 52''$

2. Určení polohy Barnardovy šipky

Pro určení přesné polohy hvězdy na hvězdné obloze potřebujeme znát: její přesnou polohu na snímku, matici otočení ($\cos \varphi$ a $\sin \varphi$) a měřítko snímku. Pomocí následujících vztahů jsme následně schopni hledanou polohu určit:

$$u = \frac{x - x_0}{c} \quad (1)$$

$$v = \frac{y - y_0}{c}, \quad (2)$$

kde x_0 , y_0 je střed snímku v pixelech a c je měřítko $[c] = \text{pix}/^\circ$.

Na získané pozice ve stupních aplikujeme matici otočení:

$$u' = Au + Bv \quad (3)$$

$$v' = -Bu + Av, \quad (4)$$

kde $A = \cos \varphi$ a $B = \sin \varphi$.

Výslednou polohu v rektascenzi a deklinaci získáme pomocí aproximativních vztahů:

$$\alpha = \alpha_0 - \frac{u'}{\cos \delta_0} \quad (5)$$

$$\delta = \delta_0 + v'. \quad (6)$$

Pro Barnardovu šipku mi tedy vyšla následující poloha:

$$\alpha = 17^h 57^m 46.42^s$$

$$\delta = 4^\circ 44' 23.37''.$$

3. Určení parametrů optické soustavy

Z astrometrie snímku (a znalosti velikosti čipu) jsme obecně schopni určit i parametry naší optické soustavy, pomocí níž jsme náš snímek pořídili. Měřítka snímku v jednotkách pix/arcsec získáme jako pouhou převrácenou hodnotu měřítka získaného z kouzelného skriptu:

$$c [\text{pix}/\text{arcsec}] = \frac{1}{c [\text{arcsec}/\text{pix}]} \quad (7)$$

Zorné pole snímku určíme jako součin měřítka a počtu pixelů v řadě a sloupci:

$$\alpha [\text{arcsec}] = c [\text{arcsec}/\text{pix}] \cdot N [\text{pix}]. \quad (8)$$

Poslední z parametrů - ohniskovou vzdálenost určíme snadno:

$$f = \frac{d [\text{m}]}{\alpha [\text{rad}]}, \quad (9)$$

kde d je velikost čipu a α je zorné pole snímku.

Parametry optické soustavy:

Měřítka	$1.512 \pm 0.004 \text{ pix/''}$
Zorné pole	$45.12' \times 45.12'$
Ohn. vzdálenost	$(2808 \pm 9) \text{ mm}$

4. Závěr

Parametry snímku poměrně dobře odpovídají očekávaným hodnotám. Úhel otočení leží ve 4. kvadrantu a pravděpodobně leží v rozmezí $-3^\circ 14' 33''$ až $-2^\circ 25' 52''$.

Poloha Barnardovy šipky určená z astrometrie snímku (obrázek 1) docela dobře odpovídá očekávané poloze.