

# Polární ustavovač PARot

*Motto: Když už musím na pozorování tahat počítač, tak ať počítá!*

## 1 K čemu to je?

K přesnému a rychlému polárnímu ustavení paralaktické montáže. PARot (Polar Align Rot) je inspirovaný oblíbeným programem na polární ustavení PAM (Polar Align Max). Klade si za cíl být rychlejší a pohodlnější k používání. PARot, na rozdíl od PAM, počítá korekci na precesi a atmosférickou refrakci (v budoucí verzi přibude korekce na méně podstatnou nutaci). PARot by měl fungovat i na jižní polokouli (nevyzkoušeno). S PARotem dokážu ustavit svoji EQ-6 s odchylkou pod 1 úhlovou minutu za 4 minuty času. Přitom mě limituje spíš nedostatečná jemnost ovládání posunů montáže v elevaci a azimutu. PARot spolupracuje s MaxIm DL v něm obsaženým PinPoint LE. PARot částečně funguje jako ovladač těchto programů – přistupuje k jejich funkcím simulovaným klikáním myši a vysíláním klávesových zkratk.

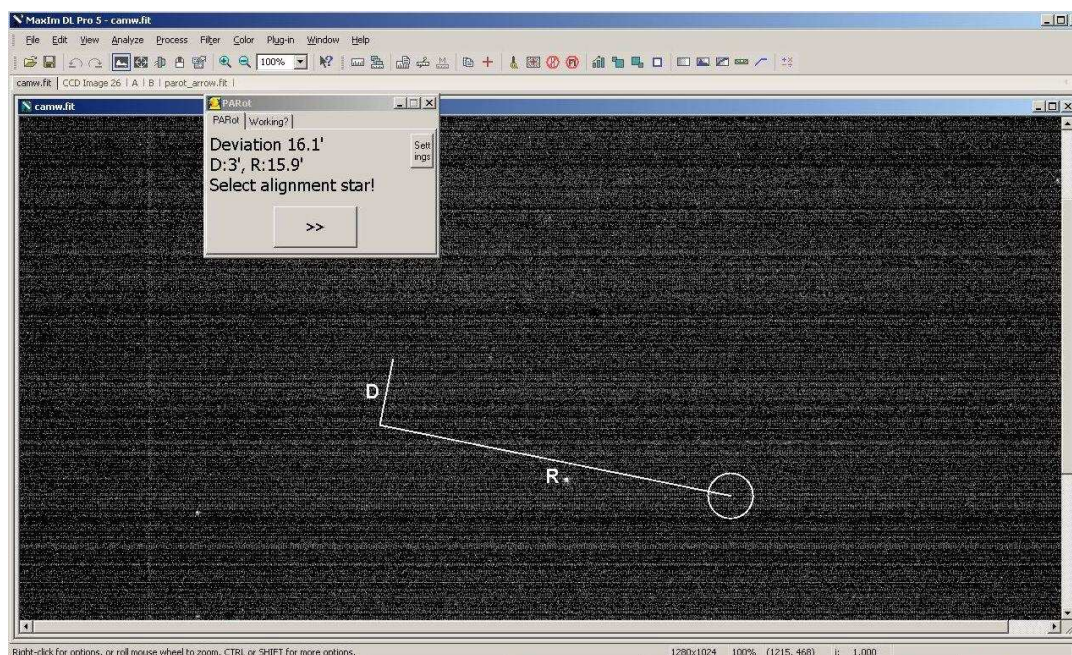
## 2 Co budete potřebovat?

- Maxim DL verze 5 (v budoucnu přibude možnost verze 6)
- Počítač s OS Windows (testováno s WinXP x64, Win7 x64, Win7 x86)
- Kameru/foťák ovladatelný z MaxImu.
- Dalekohled/objektiv na který kameru nasadíte. Kombinace kamery a objektivu musí být taková, aby kamera byla schopná „vidět“ hvězdu v libovolném poli při expozičním čase do cca několika sekund. Pokud kamera neprodukuje 16-bit čb nebo RGB snímky, PARot by mohl mít problémy - nemám vyzkoušeno.

## 3 Jaký je princip?

PARot automatizuje metodu rotované expozice popsané v tomto vlákně v trochu upravené formě:

0. Montáž ustavíme nahrubo.
1. Namíříme dalekohled na nebeský pól tak, aby aby jeden z okrajů zorného pole byl rovnoběžný s vertikálním směrem (dále označováno jako **alt-az poloha**). Exponujeme snímek A. Na tomto snímku program najde polohu nebeského pólu.
2. Montáž otočíme kolem polární osy. Pak exponujeme snímek B. Porovnáním snímků A a B program určí střed otáčení.
3. Pak si v zorném poli vybereme hvězdu a klikneme na ni. Program vyznačí, kam je třeba hvězdu přesunout pohybem montáže v azimutu a elevaci, abychom dosáhli ustavení.



Po přesunu proces můžeme zopakovat, abychom se ujistili, že je ustavení v pořádku a změřili přesnost ustavení. Možná, u některých kombinací dalekohledů a kamer, bude potřeba další iterace, protože PARot neumí provést korekci na optické geometrické zkreslení obrazu.

## 4 Stažení a „instalace“

Zabalený program si stáhnete tady. Vytvořte mu v počítači adresář v nějakém zapadlém koutě, kde si může v klidu žít (ukládat si svá nastavení a schovávat několik posledních snímků) a nebude vás při tom rušit a vy nebudete rušit něj. Archiv rozbalte, je v něm PARot, editor nastavení parotsettings.exe a tento návod. Od PARotu si vytvořte na Ploše, nebo jiném vhodném místě, zástupce. Návod si vytiskněte.

## 5 Před prvním spuštěním...

Je nutno PARot, MaxIm a PinPoint správně nastavit a trochu upravit montáž a dalekohled.

### Nastavení hardwaru

1. Odstraníme kuželovou chybu - Pokud dalekohled není možné namířit tak, aby měla kamera v zorném poli střed otáčení montáže, musíme dalekohled vypodložit. To zjistíme nejlépe ve dne na nějakém vzdáleném pozemním objektu, např. na špičce stožáru.
2. Pak si na rektascenzní ose montáže uděláme tenkou fixou značky tak, abychom podle nich mohli v noci rychle nastavit kameru do alt-az polohy. Na deklinační ose si také uděláme značky, které nám umožní nastavit střed rotace montáže kolem rektascenzní osy do zorného pole.

### Nastavení softwaru

1. Spustíme MaxIm, připojíme a spustíme kameru a nastavíme ji do alt-az polohy. Zjistíme, jaký je směr nahoru vzhledem k obrazovce počítače, tzn. u stromů od kořenů ke koruně, u domů od země ke střeše apod. V noci je to směr, kterým se pohybují hvězdy, když snižujeme elevaci montáže. Když směr zjistíte špatně, bude se vám špatně počítat korekce na atmosférickou refrakci a přesnost ustavení klesne až o 2'. Podobně je třeba zjistit, kde je při posunu v azimutu vpravo. Při ustavování vám bude program napovídat, jestli máte montáž posunout vpravo, vlevo, nahoru nebo dolů. Co znamená vpravo záleží v tomto případě na vašich osobních preferencích. Pro mě je vpravo směr, kterým se na obrazovce pohybují objekty, když utahuji pravý šroub při posouvání montáže v azimutu.
2. Je potřeba zprovoznit PinPoint (v MaxImu menu Analyze - PinPoint Astrometry). Provedeme nejlépe během testovací noci, kdy nehodláme nic vážného fotit. Úkolem je najít vhodný expoziční čas a nastavit PinPoint, aby fungoval v blízkosti nebeského pólu. Je možné si snímek(y) nebeského pólu v noci vyfotit a pak si PinPoint nastavit další den doma. Počáteční odhad středu zorného pole v PinPointu musí být RA = 0, Dec = 90. Po tom, co se vám povede PinPoint zprovoznit neměňte jeho nastavení, dokud neabsolvujete krok 5.
3. V MaxImu spusťte Stack dialogue (Process - Stack). V něm zvolte v prvním rozbalovacím tlačítku Add Files. Vyskočí nějaké okýnko, ale můžete ho hned zavřít. V záložce Align nastavte Mode na Auto - star matching. Nyní dbejte, aby se nápis tlačítka nezměnil z Add Files na něco jiného, dokud neabsolvujete krok 5, stejně tak i nastavení Mode.
4. V MaxImu nastavte dialog Camera Control tak, aby fungovala kamera, kterou hodláte pro ustavování používat. Raději nechte nastavené připojení jen jedné kamery. Nastavení neměňte, dokud nebudete hotoví s krokem 5.
5. Zavřít MaxIm, spustit úplně poprvé PARot. Jestli jste ho náhodou spustili už dříve, jděte nejprv do adresáře PARotu a odstraňte adresář `parotsettingsf` a soubor `parotsettings.ini`, jestliže existují.
6. PARot vás požádá o vyplnění nastavení. Význam většiny parametrů asi uhodnete podle názvu, jinak je najdete popsané níže v kap. 7. V tuto chvíli stačí vyplnit ty nejnnutnější: směr nahoru a vpravo podle kroku 1.; do pole **Exp time** expoziční čas pro astrometrické snímky zjištěný v kroku 2.; zaškrtnout příslušné políčko, pokud máte barevnou kameru; a nakonec cestu k adresáři s nastaveními MaxImu v poli **Path to MaxIm Settings folder**. To je obvykle adresář `...\\MaxImDLXXX\\Settings` ve vašich Dokumentech. Jsou v něm např. soubory `Curves.txt`, `Crop.txt` a `Calibration.txt`.

## 6 Použití

### Obecné poznámky

PARotu se dává povel k dalšímu kroku buď stiskem tlačítka >> (další) nebo zmáčknutím mezerníku na klávesnici. Krok zpět není. Aby se uživatel nenudil, PARot během ustavování hlásí, co právě dělá a co má dělat uživatel - zakončeno vykřičníkem. Je to vlastně jen mnemotechnická pomůcka, abyste nezapomněli na žádný z níže uvedených kroků. Informace se zobrazují anglicky, kdyby to někomu dělalo velký problém, můžu vyrobit i českou verzi. Při zavření PARotu se zavře i MaxIm. PARot vysílá simulovaná kliknutí myši, takže se s ním snažte moc neinterferovat tím, že byste také na něco klikali nebo ovládali jiné programy. Pokud úspěšně absolvujete ustavení s PARotem a ukončíte ho finálním stiskem >>, bude si PARot pamatovat právě použité nastavení MaxImu pro příští použití.

### Vlastní ustavení

0. Montáž ustavíme přibližně, třeba polárním hledáčkem. Potřebnou přesnost bude třeba vyzkoušet. Bude zřejmě záležet hlavně na velikosti zorného pole vaší kamery. Já mám zorné pole kolem 1/2 stupně. V tomto kroku namírím závažovou tyč aby spojovala Kochab ( $\beta$  UMi) s Polárkou a Polárku zhruba umístím do kroužku v polárním hledáčku. Spustíme hodinový stroj.
1. Uživatel spustí PARot, PARot spustí MaxIm, připojí kameru a začne snímat. MaxIm začne vytvářet živý náhled toho, co kamera právě vidí. Uživatel nastaví kameru do alt-az pozice podle značek na montáži a ujistí se, že je střed rotace kolem rektascenzní osy v zorném poli kamery nebo blízko něj. Pokud je v tuto chvíli nebeský pól daleko od zorného pole, bude Pinpoint běžet hodně dlouho, nebo dokonce nedoběhne nikdy.
2. Uživatel stiskne další, PARot exponuje snímek A. Pak PinPoint najde polohu pólu. Zatímco běží PinPoint, uživatel rotuje montáž kolem RA osy. Stačí cca 10 stupňů. S deklinací osou nehýbat. Otáčet můžeme buď ručkou montáže nebo rukou svojí. Kdo má málo citlivou kameru, rotuje dokud se mu nedostane do pole nějaká jasná hvězda. Někdy se stane, že PinPoint pracuje dlouho a marně, protože má špatně nastavenou detekci hvězd a identifikuje jich příliš málo (např. 8) nebo moc. V takovém případě můžete v PinPointu kliknout na Stop, on zastaví a vy můžete změnit jeho nastavení. Opětovný povel k práci mu dáme tlačítkem Process. Poté, co PinPoint uspěje, můžeme jeho okno zavřít a ustavovací procedura může pokračovat.
3. Když PinPoint doběhne a uživatel dorotuje, stiskne uživatel tlačítko další. PARot exponuje snímek B.
4. Když se doexponuje, spustí PARot Stack dialogue a najde střed rotace. Spočítá potřebný posuv nutný k sesouhlasení rotační osy montáže a nebeského pólu. Napíše velikost chyby ustavení a velikost potřebných korekcí ve směrech nahoru/Dolu a vpředu/vlevo. Do středu obrázku nakreslí, uživateli pro představu, šipku představující potřebný posun montáže. V tuto chvíli je možné posunout montáž v deklinaci, maximálně pár stupňů, abychom dostali ustavovací hvězdu (viz další krok) na výhodnější polohy na snímku.
5. Uživatel klikne na hvězdu, na kterou chce ustavovat. Šipka na snímku se posune tak, že začíná na hvězdě a končí v místě, kam je hvězdu nutno přesunout pohyby v azimutu a elevaci. Posun je znázorněn rozložený na dvě složky – v azimutu a výšce – takže se šipka skládá ze dvou kolmých úseček. Na konci šipky je kolečko o poloměru odpovídajícím požadované toleranci přesnosti ustavení. Podle zobrazených hodnot korekce v azimutu a elevaci se může uživatel naučit odhadnout, jak moc musí pootočit štelovacími kolečky na montáži.
6. Po přesunu je montáž ustavena. Můžeme proceduru zopakovat, abychom se ujistili, že je vše v pořádku a změřili přesnost ustavení.

## 7 Nastavení PARotu

Dialog vyvoláme klikem na tlačítko Settings. První 4 položky je možno měnit i za běhu PARotu. Ostatní podle fáze ustavovacího procesu, někdy nabydou efektu hned, nebo až po restartu PARotu, nebo se do restartu budou dívat divné věci. Nastavení je zmýšleno nastavit během prvních několika použití jednou pro vždy. Používejte desetinnou tečku, ne čárku. Zde je vysvětlení jednotlivých kolonek. **Loop time**: expoziční čas pro vytváření živého náhledu; **Exp Time**: expoziční čas pro astrometrické snímky A a B; **Stretch min** a **Stretch max**: ovládá Screen Stretch dialog v MaxImu; **Arrow brightness**: nastavení jasnosti šipky; **Up direction** a **Right direction**: směr nahoru a vpravo v alt-az pozici kamery vzhledem k obrazovce počítače;

**Alignment tolerance:** Požadovaná přesnost ustavení; **Axes adjustment order:** vyberte, jestli vám víc vyhovuje posouvat montáž nejprv v azimutu a pak v elevaci, nebo naopak; **Latitude:** zeměpisná šířka vašeho stanoviště. Odchylka několika stupňů nehraje roli. Pokud zadáte severní polokouli, bude PARot automaticky ustavovat na severní nebeský pól, analogicky pro jižní polokouli; **Path to MaxIm Settings folder:** viz výše; **Color camera:** Zaškrtněte, pokud nastavujete barevnou kamerou, pokud černobílou, pak nezaškrtněte; **Temperature** a **Pressure:** okamžitá teplota a tlak používaná pro výpočet atmosférické refrakce. Pokud nejsou opravdu extrémní, nebo pokud nechcete ustavovat s přesností pod několik vteřin, pak se o ně nemusíte starat. **Binning:** jasné.

## 8 Vzorečky

### Potřebná přesnost ustavení

Spočítáme podle vzorečku:

$$45000 \times x / (t \times F \times D), \quad (1)$$

kde  $x$  je tolerovaná velikost stáčení pole vyjádřená v mikrometrech,  $t$  zamýšlený expoziční čas jedné subexpozice v minutách,  $F$  ohnisková vzdálenost fotografického (ne pointačního) dalekohledu v milimetrech a  $D$  vzdálenost mezi pointační hvězdou a nejvzdálenějším místem fotografovaného pole ve stupních. Výsledek vyjde v úhlových minutách.

### Škála snímku

Možná se bude hodit vědět, jak spočítat, kolik úhlových vteřin připadá na jeden pixel kamery připojené na dalekohled ohniskové vzdálenosti  $F$ . Tolik:

$$206 \times d / F. \quad (2)$$

Symbol  $d$  značí velikost pixelu v mikrometrech.

## 9 Odměna

PARot je zdarma. Pokud vám připadá užitečný a chcete se autorovi odměnit, tak máte možnost. Kliknutím na tlačítko v druhé záložce PARotu se dostanete na internetové stránky PayPalu, kde můžete přispět buď přes váš PayPal účet nebo kreditní kartou. Žádnou materiální výhodu vám příspěvek nepřinese. Nikoho se nebudu ptát, kolik přispěl. Pokud nevíte, kolik přispět, vyjděte z 1% ceny ustavované sestavy.