

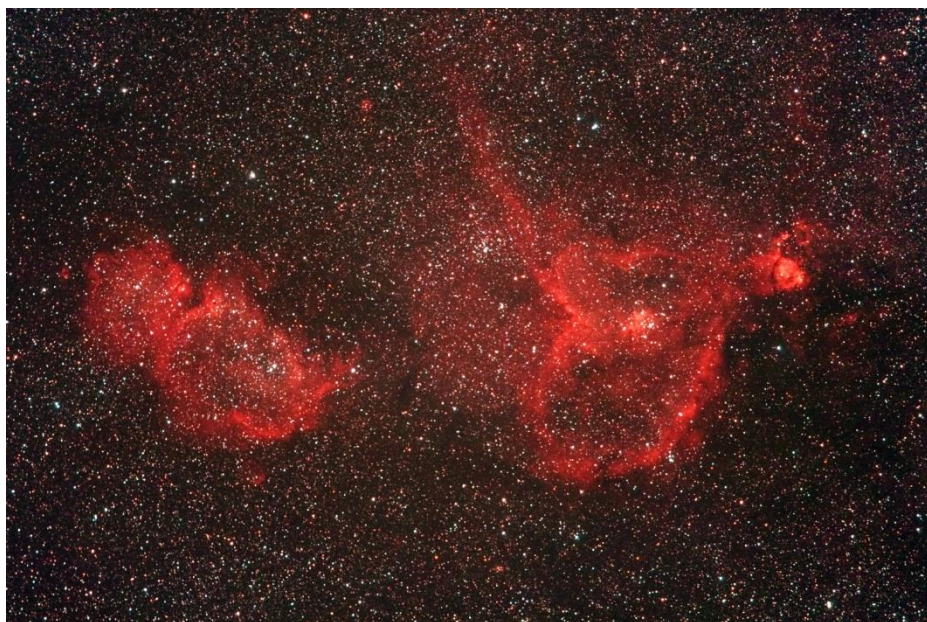
Kooperujúca sieť v oblasti astronomických odborných pozorovateľských programov



METODICKÝ A VZDELÁVACÍ MATERIÁL

Astronomická fotografia

Peter Delinčák



TENTO MIKROPROJEKT JE SPOLUFINANCOVANÝ EURÓPSKOU ÚNIOU,
Z PROSTRIEDKOV FONDU MIKROPROJEKTOV SPRAVOVANÉHO
TRENČIANSKYM SAMOSPRÁVNÝM KRAJOM



PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁCE
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANIČ



Astronomická fotografia

Od nepamäti človek dvíha hlavu k oblohe a pokúša sa pochopiť vesmír. Mnohé veci sme objavili, mnohé sa zamotalo a bude potrebné ešte veľa úsilia, aby sme pochopili všetky zákony a sily prírody. Objavom fotografie sa ľudstvu otvorili nové možnosti skúmania nepoznaného ako aj možnosti stvárnenia rôznych nálad a emócií. Samozrejme, že ani astronómia neostala bokom. Astronomická fotografia sa snaží zachytiť slabé svetlo vzdialených svetov pre vedecké bádanie, avšak vie priblížiť aj ich krásu. Mnohé z nich sú bežnej skúsenosti človeka úplne neznáme a mnohé dokonca voľným okom neviditeľné. Ich rozmanitosť a často prekvapivá farebnosť, v podtexte ich ohromných rozmerov, je pre človeka úžasná. Niektoré útvary vznikli v búrlivých procesoch, iné postupným vývojom, ale všetky majú svoju krásu. Niektoré sa na seba podobajú ako vajce vajcu, iné sú charakteristické svojou štruktúrou a svojim tvarom nám pripomínajú známe veci na zemi. No existujú aj také, kde ich vzhľad nadobúda úplne abstraktné tvary.

Ak rozvoj klasickej fotografie priniesol búrlivý rozvoj astronomického výskumu, jeho digitálny nástupca tento proces ešte prehĺbil a rozšíril. Táto publikácia sa snaží objasniť základné postupy používané pri vzniku astronomickej fotografie.

Metódy fotenia

Samotnému vzniku dobrej astronomickej fotografie predchádza nutná príprava. Je dôležité sa zorientovať v parametroch optických a fotografických prístrojov, ktoré máme k dispozícii; v ich používaní a možnostiach pripojenia k zvolenej fotografickej technike.

Ohnisková vzdialenosť objektívu

Veľkosti scény alebo fotografovaného objektu a veľkosť filmového políčka (veľkosť CCD snímača v digitálnom fotoaparáte) nám predurčuje použitie určitých druhov objektívov.

Fotografické objektívy a astronomické ďalekohľady

Na trhu existuje veľké množstvo výrobcov astronomickej a fotografickej techniky. Keďže každý výrobca môže používať koncovky na svojej technike podľa svojho uváženia, je nutné aby sme zosúlادili pripojenie optiky na snímacie zariadenie. Ak budeme používať fotografické objektívy, je nutné zvoliť fotoaparát príslušnej značky alebo (ak je to možné) použiť redukciu, ktorá umožní použitie objektívov a ďalekohľadov inej značky na tele zrkadlovky. Mnohé staršie objektívy je možné úspešne používať na moderných telách digitálnych zrkadloviek. Typ redukcie, ktorá umožní pripojenie objektívu inej značky sa rozdeľuje podľa nutnosti dodatočnej optiky. Existujú redukcie, ktoré iba prispôsobujú fotografické závitky alebo bajonety a sú vyrobené bez prídavnej optiky. V tomto prípade získame pri fotení rovnakú kvalitu ako keby sme fotili s originálnym fotoaparátom. Avšak niektoré kombinácie sa nedajú z konštrukčného hľadiska vyrobiť bez nutnosti doplnenia optiky, ktorá posúva polohu pôvodného ohniska tak, aby sa získavaný obraz dal vo fotoaparáte zaostriť. Tieto redukcie sú horšie, lebo táto dodatočná optika upravujúca vzdialenosť ohniskovej roviny zhoršuje optické vlastnosti pôvodného objektívu.

Rovnaká rôznorodá situácia existuje aj na poli astronomickej techniky. Existujú určité štandardizované ukončenia ďalekohľadov, ale taktiež existuje veľa výrobcov používajúcich vlastné konštrukčné návrhy. Avšak väčšinou je možné ďalekohľad doplniť redukciou priamo pripojiteľnou na telo digitálneho alebo analógového fotoaparátu.

V primárnom ohnisku

Fotenie v primárnom ohnisku je základnou metódou používanou v astronomickej fotografii. Princíp spočíva v jednoduchom spojení ďalekohľadu a fotoaparátu. Používa sa pri reflektoroch ako aj refraktoroch. Obraz vytváraný objektívom v ohniskovej rovine je pri správnom zaostrení premietaný priamo na snímač fotoaparátu.



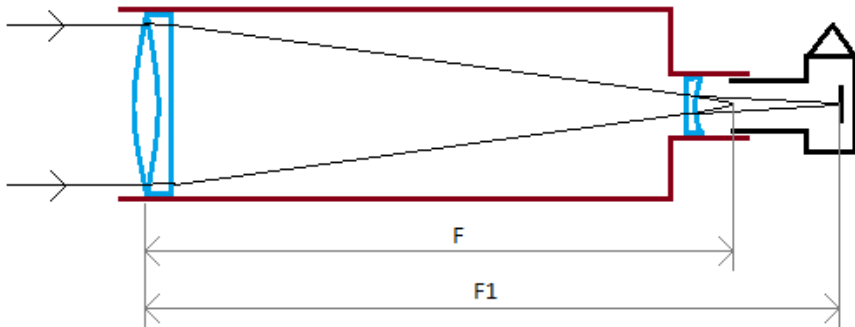
Afokálne

Afokálna metóda spočíva v pripojení fotoaparátu s nasadeným objektívom zaostreným na nekonečno k ďalekohľadu. Astronomický ďalekohľad musí byť doplnený okulárom a celá sústava musí byť zaostrená. Potom sa tieto samostatné optické systémy spoja tak, aby ich optická os bola totožná ako je znázornené na obrázku. Na prvý pohľad sa môže zdať, že toto je zbytočne komplikovaný spôsob fotenia cez astronomický ďalekohľad. Avšak v prípade použitia kompaktného fotoaparátu, kde nie je možnosť odpojiť objektív a samotné telo pripojiť k ďalekohľadu a využiť jeho primárne ohnisko, predstavuje afokálny spôsob fotenia jedinou možnosť ako využiť astronomický ďalekohľad na fotenie. Voľba vhodného okulára je podmienená priemerom objektívu fotoaparátu.



Negatívna projekcia

Táto metóda sa používa v prípade nutnosti predĺženia ohniskovej vzdialenosti ďalekohľadu. Namiesto okulára sa použije dodatočná rozptylná optická sústava, za ktorou sa pripojí telo fotoaparátu.



Pozitívna projekcia

Rovnako ako predchádzajúca metóda aj pozitívna projekcia sa využíva na predĺženie ohniskovej vzdialenosti ďalekohľadu. V tomto prípade používame astronomický okulár, za ktorý pripojíme fotoaparát.

Negatívna a pozitívna projekcia je prevažne využívaná pri snímaní povrchových útvarom na Mesiaci a na snímanie planét, pretože pri tomto druhu astronomickej fotografie potrebujeme veľmi dlhé ohniskové vzdialenosti. Na druhú stranu toto predĺženie rapidne znižuje svetelnosť optickej sústavy a jediné objekty, ktoré je možné takto nasnímať, sú len planéty a Mesiac.



Kompresia

Úplne opačnou metódou je kompresia. V prípade, že máme k dispozícii ďalekohľad s dlhou ohniskovou vzdialenosťou a potrebujeme snímať širšie zorné pole môžeme použiť optický kompresor. Tento dodatočný optický systém nám skráti pôvodnú ohniskovú vzdialenosť a zvýši sa svetelnosť sústavy. Toto je vhodné využiť pre snímacie zariadenia, ktoré majú malý snímač, lebo aj

pôvodná veľkosť zorného poľa sa zmenší a okraje budú poznačené rôznymi optickými chybami.

Metódy zaostrovania

Zaostrenie optickej sústavy pre účely astronomickej fotografie je kľúčové. Na prvý pohľad sa môže zdať, že ide o triviálny problém, avšak pri detailnejšom pohľade sa objavia skutočnosti, ktoré komplikujú život takmer každého astrofotografa.

Presnosť zaostrenia je závislá iba od svetelnosti použitej optickej sústavy - typ sústavy (zrkadlový, šošovkový alebo katadioptrický) nemá na

Svetelnosť	Presnosť zaostrenia
1: 2,8	0,05 mm
1: 4	0,1 mm
1: 5,6	0,2 mm
1:8	0,4 mm
1: 11	0,8 mm

to vplyv. Postupným zaostrovaním sa snímací člen vo fotoaparáte približuje k ohniskovej rovine objektívu. Spôsob zaostrovania sa samozrejme môže líšiť a je daný konštrukčným vyhotovením okulárového výťahu. Z uvedenej tabuľky vyplýva, že napríklad pri svetelnosti 1: 4 je nutné postupovať pri zaostrovaní s krokom veľkosti 0,1 mm. Vtedy je zaručené, že v niektorej polohe okulárového výťahu bude optický systém presne zaostrený. No problémom ostáva určiť, ktorá poloha je tá najlepšia.

Zaostrenie na matnici

Základnou metódou zaostrovania obrazu na zrkadlovkách, či už na klasický film alebo digitálnych, je využívanie matnice. Matnica je špeciálne vybrúsená sklenená doštička, na ktorej sa tvorí obraz. Po stlačení spúšte sa zrkadielko vo vnútri fotoaparátu vyklopí a obraz z objektívu sa dostáva na snímací člen. Matnica je presne umiestnená v rovnakej vzdialenosti od objektívu ako snímací člen, takže pokiaľ obraz zaostříme na matnici bude rovnako dobre zaostrený aj na snímacom člene.

Hľadáčik s klasickou matnicou

Zaostriť na matnici denné fotky, pri ktorých je dostatok svetla, nie je problém. Avšak zaostriť objekty nočnej oblohy spôsobuje problémy pretože nie je možné pohľadom na matnicu určiť, či je obraz zaostrený alebo nie. Táto metóda je najmenej presná a takmer vždy vedie k nesprávnemu zaostreniu. Pre astronomické fotografiu je nevhodná.

Hľadáčik s mikroprizmatickou matnicou

Aby sa zvýšila presnosť zaostrenia sú niektoré matnice špeciálne vybrúsené. Tento výbrus spôsobuje rôzny rozklad svetla a podľa toho je možné určiť presnosť. Pri fotení povrchu Mesiaca je možné s týmito matnicami dosiahnuť pomerne presné zaostrenie, ale na iné druhy astronomických objektov (planéty, hviezdy, ...) sa použiť vzhľadom na ich slabú jasnosť nedá.

Uhlový hľadáčik so zväčšením

Predchádzajúce metódy zaostrovanie na matnici, či už klasickej alebo s mikroprizmatickým výbrusom, je možné zlepšiť použitím uhlového hľadáčika. Tieto majú zabudovanú malú optickú sústavu, ktorá zväčšuje vytváraný obraz na matnici 2x-3x.



Automatické zaostrenie

Moderné objektívy majú zabudovanú funkciu automatického zaostrovania. Vyššia trieda objektívov umožňuje využiť túto funkciu na presné zaostrenie. To či daný objektív spĺňa nároky presného zaostrenia pre astronomické účely treba otestovať sériou fotografií s automatickým zaostrovaním.

- 1) namieriť jasnú hviezdu na zaostrovací bod
- 2) zapnúť automatické zaostrovanie

3) zaostriť

4) vypnúť automatické zaoistrovanie.

Pred fotením je potrebné vždy vypnúť automatické zaoistrovanie, lebo fotoaparát by pred samotným otvorením uzávierky opäť spustil proces zaoistrovania a ak by fotený objekt nebol dostatočne jasný, objektiv by sa rozostřil.



Zaostrenie podľa veľkosti a viditeľnosti nafotených hviezd

Táto metóda je založená na porovnávaní fotografií pri postupnom zaoistrovaní.

Séria snímok

Postup je jednoduchý. Urobí sa krátka expozícia a porovná



sa s predchádzajúcou. Potom sa fotograf na základe porovnania rozhoduje o nutnosti ďalšieho zaostrenia. Postupovať treba postupne s krokom, ktorý vyplýva zo svetelnosti optickej sústavy – vid' tabuľku vyššie. Obraz sa bude každým krokom zosťovať až sa dostaneme do bodu najlepšieho zaostrenia. Ďalším zaostrovaním sa bude obraz už len zhoršovať. V tomto momente je potrebné zosťovať v opačnom smere. Teraz už kontro-lujeme aktuálny obraz na najlepšie zaostrený snímok. Doostrujeme späťne až pokiaľ nedosiahneme rovnako dobre zaostrenie ako bolo to najlepšie z celej série pri prvej fáze.

Živý náhľad

Niektoré novšie digitálne zrkadlovky umožňujú zobrazit' živý náhľad na LCD monitore fotoaparátu. Tu dostávame priamo obraz a celý postup uvedený v predchádzajúcom bode sa dá preto uskutočniť rýchlejšie.

Využitie refrakčného kríža

Pri zrkadlových ďalekohľadoch je možnosť využit' reflexy vytvárané ramenami držiaka sekundárneho zrkadielka. Tieto reflexy sa v polohe zaostrenia stávajú tenšie, ostrejšie a prestávajú byť dvojité. Ich rozloženie a množstvo závisí od konštrukcie držiaka.



Hartmanova maska

Ďalšou metódou používanou na zaostrovanie je využitie špeciálnej masky s otvormi. Existujú rôzne prevedenia masky, ale všetky využívajú fakt, že bodový zdroj sa rozkladá na obrazec daný výrobou masky. Ak má maska tri otvory, obraz hviezdy sa bude rozkladať na tri slabšie hviezdčičky. Postupným zaostrovaním sa



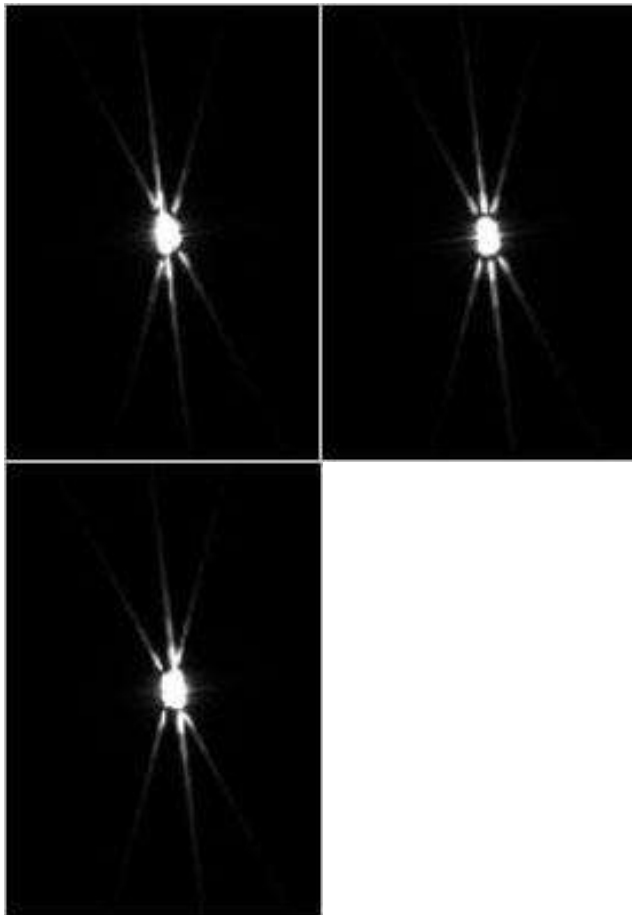
obe hviezdčičky k sebe približujú až nakoniec splynú do jednej. Toto je bod s presným zaostrením. Nevýhodou je problematické určenie polohy kedy sú ešte separované a kedy už definitívne splynuli.

Bahtinova maska

Nevýhody predchádzajúcej metódy odstraňuje iný druh masky. Táto je tiež založená sa rozklade svetla, ale iným spôsobom. V jednej polovici masky sú vodorovné pruhy a v druhej šikmo orientované pruhy. Postupným zaostrovaním sa reflex vytvorený



vodorovnými otvormi posúva z jednej strany na druhú Optická sústava je zaostrená ak je obrazec symetrický – vid' priložený obrázok. Táto metóda je veľmi presná a dá sa výhodne použiť aj na optike s dlhou ohniskovou vzdialenosťou, kde iné metódy skrz turbulenciu atmosféry nedosahujú požadovanú presnosť.



Programové vyhodnocovanie zaostrenia

Najpresnejšou (pre začínajúceho amatéra finančne náročnou) metódou je využiť špecializované zariadenie umožňujúce automatické zaostrovanie. Systém preostří d'alekohľad a každú

snímku vyhodnotí. Nakoniec vyberie pomocou určitého kritéria tú najlepšiu a nastaví zaostrovací systém do správnej polohy. Táto metóda sa využíva hlavne pri robotizovaných ďalekohľadoch, kde nie je prítomnosť človeka alebo v observatóriách, kde je potrebné maximálne využívať pozorovací čas a manuálne zaostrovanie by bolo zdĺhavé.

Pointácia

Každá montáž zabezpečujúca otáčanie astronomického ďalekohľadu je vyrobená s určitou presnosťou. Počas celej doby exponovania astronomického snímku musí byť chod montáže maximálne presný. Na zabezpečenie presného chodu sa ďalekohľad navádza za hviezdami pomocou rôznych metód, ktoré nazývame pointácia.

Pointačný ďalekohľad

V ohnisku hlavného ďalekohľadu sa nachádza snímacie zariadenie. Presnosť chodu montáže je nutné kontrolovať pomocou dodatočného ďalekohľadu – pomocou pointačného ďalekohľadu. Tento ďalekohľad väčšinou býva refraktor a je nevyhnutné zabezpečiť pevné spojenie s hlavným ďalekohľadom

Ručná pointácia

Pri ručnej pointácii si astrofotograf v pointačnom ďalekohľade nájde vhodnú hviezdu. Do okulárového výťahu pointačného ďalekohľadu vloží špeciálny okulár s osvetleným zámerným vláknovým krížom. Hviezdu sa vycentruje na okraj priesečníka oboch vlákien, aby sa ich obraz hviezdy jemne dotýkal. Počas fotenia pomocou jemných pohybov riadi chod montáže tak, aby hviezda ostávala na svojom pôvodnom mieste. Takto zvýši chod montáže na požadovanú presnosť.

Automatická pointácia

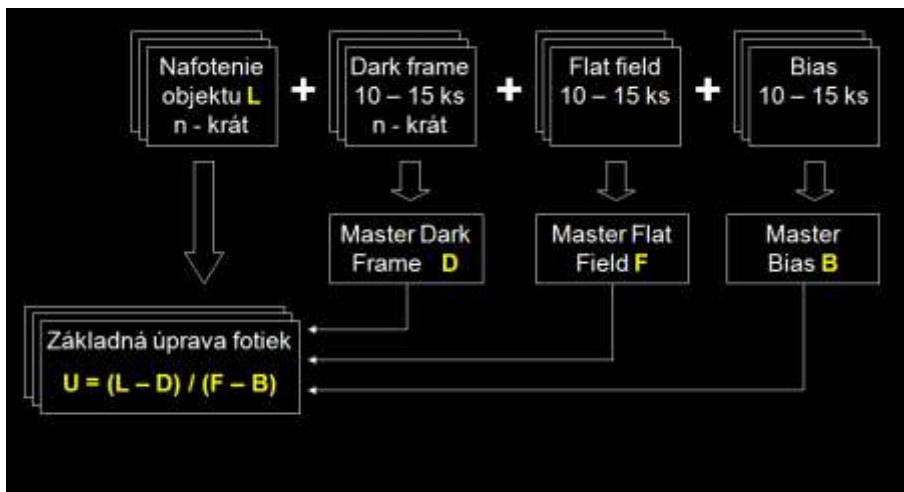
Systém pointovania opísaný v predchádzajúcom odstavci je náročný. Ak si predstavíte, že ďalekohľad môže byť v rôznych polohách a fotenie trvá niekoľko hodín, tak pointovať ručne by bolo veľmi namáhavé. Preto boli vyvinuté automatické systémy nahradzujúce túto úmornú prácu. Princíp je rovnaký, avšak namiesto ľudského oka sa použije malá CCD kamera a rozhodnutie o zvýšení alebo znížení rýchlosti chodu montáže vyhodnotí algoritmus na základe neustáleho porovnávania aktuálneho a počiatočného referenčného obrazu. Ak dôjde k odchýlke pomocou spätnej väzby sa koriguje chod montáže. To umožňuje nepretržite počas celej noci pointovať a robiť aj dlhšie expozície.

Nepriama pointácia

Existuje ešte špeciálny druh pointácie. Pre rýchlo pohybujúce sa telesá na oblohe (asteroidy, kométy) je možné tento pohyb zakomponovať do korekčných impulzov a vlastne ďalekohľad navádzať za pohybujúcim sa objektom. Vtedy bude pohybujúci sa objekt nerozmazaný, ale všetky hviezdy vytvoria na fotke stopy v podobe čiarok.

Kalibrácia snímok

Pri foteaní astronomických snímok pomocou digitálnej techniky vznikajú vo fotografii určité chyby. Tieto chyby vznikajú v samotnom snímacom čipe. Táto kapitola objasní jednotlivé neduhy a spôsoby ako s nimi bojovať. Celý proces znázorňuje nižšie uvedená schéma.

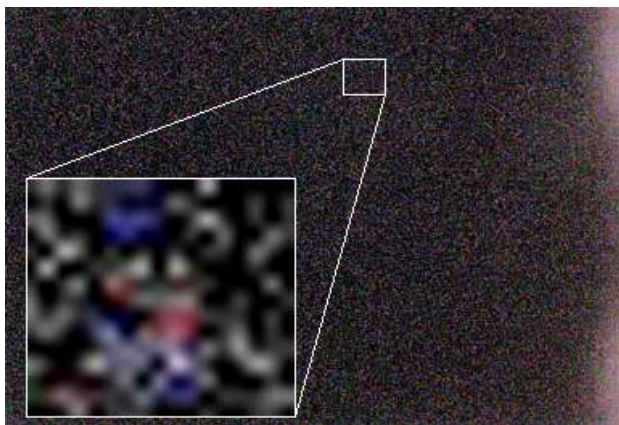


Light snímky

Snímky nami zvoleného objektu budeme označovať L. Pred samotným fotením je potrebné zvoliť optiku s vhodnou ohniskovou vzdialenosťou, ktoré je potrebné presne zaostriť. O týchto aspektoch pojednávajú vyššie uvedené kapitoly.

Dark snímky

Počas exponovania v čipe vzniká tepelný šum. Jeho úroveň je do určitej miery náhodná a je závislá od teploty. Čím je vyššia teplota, tým je vyšší šum a samozrejme jeho množstvo rastie s expozičným časom. To znamená, že v každej fotografii



sa tento šum nachádza. Šum sa dá znížiť ochladením čipu, preto sa

astronomické CCD kamery vyrábajú chladené. Aby sme odstránili z light snímku tento šum je potrebné nafotiť tzv. dark snímok. Je to obyčajný záber, ktorý nafotíme s rovnakými parametrami ako sme fotili light snímku, ale objektív prikryjeme – po skončení exponovania preto ostane v snímke iba informácia o tepelnom šume. Keďže je náhodný, je potrebné vyrobiť niekoľko kusov a tieto potom spriemerovať. Dostaneme tak Master Dark snímok (v schéme označený Master Dark Frame)

Flat snímky

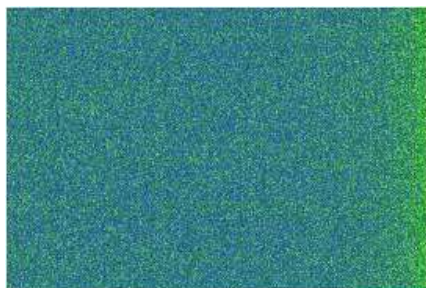
Nedostatky optiky, tubusu a rôznych redukcií vytvárajú nerovnomerne osvetlenú plochu snímacieho zariadenia. K týmto nedostatkom sa ešte pridáva stmavnutie lokálnych partií na čipe vplyvom prachových zrní, ktoré uviazli na povrchu čipu.



Všetky tieto faktory zapríčiňujú, že čip nie je rovnomerne osvetlený. Aby sme dokázali korigovať tieto chyby je potrebné vytvoriť tzv. flat snímok. Je to snímok homogénne osvetlenej plochy. Zástupcom vytvoreným spriemerovaním niekoľkých samostatných flat snímkov vydelíme light snímok ošetrový pomocou dark snímku. Jasnejšie a tmavšie partie sa vyrovnajú.

Bias snímky

Poslednou kalibračnou snímkom je Bias. Každý pixel má od výroby určitú citlivosť a hneď po začiatku exponovania obsahuje pixel určitú hodnotu, ktorá je daná nedokonalosťou výroby a nemá s akumuláciou svetla nič spoločné. Táto snímka



sa získa so zakrytým objektívom ako pri dark snímke, ale použijeme

najkratší expozičný čas, ktorý zariadenie umožňuje. Tak ako pri predchádzajúcich dvoch, aj pri bias snímku vytvoríme Master Bias priemerovaním niekoľkých sólo snímov.

Spôsob kalibrácie

Celkovú kalibráciu urobíme pomocou vzorca $U = (L - D) / (F - B)$, kde

U – upravené snímky

L – neupravené light snímky

D – Master Dark Frame

F – Master Flat Field

B – Master Bias Frame

Na túto činnosť existuje celá rada programov (ImagesPlus, MaxIm DL SubRaw, MRaw,...), ktoré tento proces automatizujú. Výsledkom sú vždy skalibrované snímky, ktoré sa ďalej spracujú podľa druhu použitia. Pre vedecké účely sa snímky podrobujú fotometrii alebo iným metódam skúmania. Pre účely estetickej astronomickej fotografie sa budeme snažiť snímky zložiť a upraviť tak, aby vynikol fotený objekt.

Spracovanie snímok

Spracovanie snímok je proces, v ktorom sa spájajú alebo priemerujú skalibrované light snímky. Účelom je vytvoriť lepšiu snímku, v ktorej bude fotený objekt lepšie zobrazený ako na jednotlivých záberoch.

Registrácia

Registrácia je proces pri ktorom dochádza k posunu a otočeniu light záberov tak, aby na seba presne pasovali. Vplyv rôznych faktorov (nepresná pointácia, nepresne ustavená montáž, rôzne deformácie montáže alebo tubusu ďalekohľadu, ...) spôsobuje, že ľubovoľné dve fotky na seba úplne presne nepasujú.

Registráciou upravené fotky pasujú na seba a je možné ďalej s nimi pracovať.

Spojenie

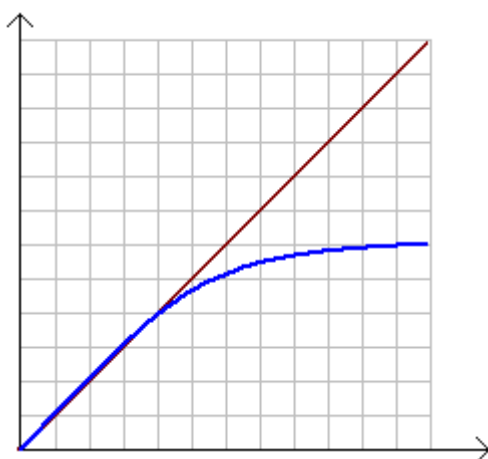
Zníženie šumu

Pri spriemerovaní dvoch a viac fotografií je možné redukovať šum. Miera poklesu šumu je daná funkciou odmocniny 2, teda ak spriemerujeme 2 zábery, klesne šum 1,4 krát, atď.



Zvýraznenie slabých častí obrazu

Pri foteaní objektu s veľkým dynamickým rozsahom a pri potrebe zvýšiť jas slabších partí by sa zdalo logické ich jednoducho spočítať. Zvýšili by sme jas celého obrazu. Avšak jasné partie by sa zmenili na oblasti bez akejkoľvek kresby a boli by to vlastne iba biele oblasti. Hviezdy by zväčšili svoje



priemery. Takáto úprava je nežiaduca. Pred samotným spočítaním upravíme gama funkciou jas oboch spočítavaných záberov ako ukazuje obrázok vpravo.

Jasné partie budú na oboch snímkoch tmavšie, ale slabšie ostanú bez zmeny jasnosti. Potom po spočítaní sa vo výslednej snímke jasnejšie partie dostanú späť na svoju hodnotu ako na pôvodných snímkach, avšak slabšie partie sa presvetlia.



Eliminácia preexponovaných častí

Niektoré objekty majú tak rozdielne jasné partie, že ich nie je možné mať správne naexponované na jednom zábere – typické sú jadrá galaxií alebo niektoré jasnejšie hmloviny. V tomto prípade postupujeme tak, že najskôr nafotíme svetlejšie časti kratšími expozíciami a potom dlhšou expozíciou nafotíme aj najslabšie partie. Systémom postupného nahradzovania preexponovaných častí časťou obrazu zo záberu s kratšou expozíciou dosiahneme stav, kedy je celý obraz správne nafotený. Druhou možnosťou je využiť techniky HDR.

Mozaika

Zvýšiť kvalitu fotografií môžeme aj tak, že nafotíme po častiach. Tieto potom spojíme do výsledného celku ako mozaiku. Takto môžeme fotiť aj rozsiahlejšie časti oblohy – napríklad súhvezdia alebo aj celú Mliečnu dráhu



Obsah

Astronomická fotografia	1
Metódy fotenia	1
Ohnisková vzdialenosť objektívu	1
Fotografické objektívy a astronomické ďalekohľady	2
V primárnom ohnisku	2
Afokálne	3
Negatívna projekcia	3
Pozitívna projekcia	4
Kompresia	4
Metódy zaostrovania	5
Zaostrenie na matnici	5
Hladáčik s klasickou matnicou	6
Hladáčik s mikroprizmatickou matnicou	6
Uhlový hladáčik so zväčšením	6
Automatické zaostrenie	6
Zaostrenie podľa veľkosti a viditeľnosti nafotených hviezd	7
Séria snímok	7
Živý náhľad	8
Využitie refrakčného kríža	8
Hartmanova maska	9
Bahtinova maska	9
Programové vyhodnocovanie zaostrenia	10
Pointácia	11
Pointačný ďalekohľad	11
Ručná pointácia	11
Automatická pointácia	12
Nepriama pointácia	12
Kalibrácia snímok	12
Light snímky	13
Dark snímky	13
Flat snímky	14
Bias snímky	14
Spôsob kalibrácie	15
Spracovanie snímok	15

Registrácia.....	15
Spojenie.....	16
Zníženie šumu.....	16
Zvýraznenie slabých častí obrazu	16
Eliminácia preexponovaných častí	17
Mozaika.....	18
Obsah	19



Úplné zatmenie Mesiaca
(foto Peter Delinčák)



Gulová hviezdokopa M13 v Herkulovi
(foto Peter Delinčák)



Veľká hmlovina v Orióne M42
(foto Ján Mäsiar, Marek Harman)



Hmlovina Severná Amerika NGC7000
(foto Ján Mäsiar, Marek Harman)



KYSUCKÁ
HVEZDÁREŇ



ŽILINSKÝ
samosprávny kraj



Ako vzdelávací a metodický materiál vydala Kysucká hviezdáreň v Kysuckom Novom Meste

© 2011 Kysucká hviezdáreň v Kysuckom Novom Meste, Dolinský potok 1278, 024 01 Kysucké Nové Mesto, www.astrokysuce.sk

Autor: Peter Delinčák

Grafika a sadzba: Marek Harman, Ján Mäsiar

Vytlačil:

Materiál bol vydaný v rámci projektu „Kooperujúca sieť v oblasti astronomických odborných - pozorovateľských programov“. Partnermi projektu sú Kysucká hviezdáreň v Kysuckom Novom Meste a Hviezdárna Valašské Meziříčí, p. o. Zlínskeho kraja.

Nepredajné!

TENTO MIKROPROJEKT JE SPOLUFINANCOVANÝ EURÓPSKOU ÚNIOU, Z PROSTRIEDKOV FONDU MIKROPROJEKTOV SPRAVOVANÉHO TRENČIANSKYM SAMOSPRÁVNÝM KRAJOM