

dené v tabulce. Důvod je ten (kromě výše zmíněných problémů se stanovením prahu pro detekci oblačnosti), že při „subjektivním“ vyhodnocení bylo přihlédnuto i k vysoké cirrovité oblačnosti, kterou „objektivní“ vyhodnocení VIS snímků zcela ignoruje. Otázkou je, nakolik byly uplynulé čtyři roky typickými a jak dalece „typickým“ bude rok 1999. Pověšněte si zejména rozdílu mezi roky 1996 a 1998. Zatímco rok 1996 byl z hlediska výskytu oblačnosti ve střední Evropě velmi špatný a situace např. v Turecku byla výrazně lepší, v roce 1998 již mezi těmito oblastmi nebyl žádný rozdíl. Jak na základě subjektivního, tak objektivního vyhodnocení výskytu oblačnosti za uplynulé čtyři roky se ukazují jako nejméně vhodné pro pozorování zatmění horské oblasti Rakouska a Rumunska, relativně nejvhodnější podmínky v rámci Evropy nabízí Maďarsko. Poněkud lepší podmínky než v Evropě panují ve středním Turecku, ještě lepší pak v okolí přehrad na Eufratu (mezi městy Divrigi a Elazığ) a naprostou jistotu (alespoň meteorologickou) lze nalézt v jihovýchodním Turecku. Oblasti dále na jihovýchod (severní Sýrie, Irák, Irán...) již nebyly vzhledem k politické situaci a značné vzdálenosti vyhodnocovány.

Informace, které jsou uvedeny v tomto článku, jsou pouze statistického charakteru (za vyhodnocené období)! Pokud se proto na jejich základě vydáte někam, kde by měla být relativně vyšší šance zatmění vidět a budete mít nakonec zataženo (zatímco jinde bude jasno), pak si nestěžujte, ani mi, prosím, nenadávejte! Statistická pravděpodobnost a skutečné počasí jsou záležitosti často hodně odlišné!

Hodnoty získané autorem je možné porovnat s průměrnými údaji (viz obrázek 5), získanými z družic za období 1983 až 1990 (převzato z internetové podoby materiálu Espenak, Anderson: NASA RP1398, Total Solar Eclipse of 1999 August 11). Tyto údaje však byly vyhodnocovány po pěti stupních geografické šířky/délky, tudíž značně „zhlazují“ místní extrém (např. v horských oblastech).

■ Se souhlasem autora upravila
Mgr. Lenka Soumarová.

CCD v kostce IV

Rudolf Novák

Pokud mě paměť neklame, došli jsme minule v našem povídání o technice zvané CCD do stavu, kdy máme pořízený snímek s odečteným tepelným šumem (dark-frame) a podělený homogenně osvětleným flat-fielem. Dnes tedy několik málo slov o tom, co s takovým snímkem můžeme dělat.

Popravdě řečeno – moc toho není. Asi každý, kdo někdy s kamerou pozoroval, se nejprve pokusil konkurovat klasické fotografii a pořídil snímek některého populárního deep-sky objektu. Aby věděl, jak je na tom jeho systém, jak slabé hvězdy přibližně na obrázku zachytil a jestli mu dobře funguje hodinový stroj. Abych řekl pravdu, dnes už si na to známé „tenkrát poprvé“ ani nevzpomenou. Zkoušeli jsme s kolegy CCD kameru ST-4 na 0,4m reflektoru a naším cílem se asi stala M 57 nebo M 13. Kdo ví.

Každopádně už tenkrát bylo jasné, že kdejaká fotografie nás mnohonásobně překoná. Během času jsem se sice naučil dělat i pohlednější portréty hlubokonebých objektů, ale fotografie se mi líbí stále víc.

Máte-li tedy na disku uložený jen jeden snímek, můžete si pro začátek alespoň zjistit, jak slabé hvězdy na snímku vidíte. Toho lze dosáhnout tak, že si otevřete stejné pole v nějakém hvězdném katalogu (Guide, Megastar, GSC, USNO, ...) a zidentifikujete hvězdy. To je dobré i pro zjištění, jak velký kus oblohy můžete najednou pozorovat a jak je vaše pole orientované. Dobrá znalost těchto parametrů vám ušetří spoustu času při pozdějších systematických pokusech najít nějaký objekt. Nepatříte-li ovšem mezi těch pár vyvolených, kterým najíždí na přesné souřadnice dalekohled sám. U nás v Brně stačí večer najít jednu jasnou hvězdu a pokud nejezdíte sem a tam (a nezvětšujete tak chybu pojezdu), najde náš reflektor jakýkoli objekt sám a docela rychle. Stačí mu zadat souřadnice.

Pokud jste spokojeni, můžete se pokusit provést první fotometrický krok. Najděte si libovolnou hvězdu na snímku a v katalogu.



Copyright M. Palomar

M33

Zjistíte jakou má hvězdnou velikost a tu jí přiřadíte. V obslužném programu ke kamerám SBIG se toho docílí tak, že při zobrazení snímku (volba Analysis) stisknete klávesu x. Na obrázku se objeví kurzor, kterým můžete pohybovat pomocí šipek. Najedte na nějaké místo na obloze a stiskněte b. Tak přiřadíte dané intenzitě hodnotu pozadí (99.99 mag), přejedte na hvězdu a najdete maximum. Pro orientaci vám slouží menu v levém horním rohu. Pokud se vám to podařilo, klávesou + a - nastavte její jasnost na hodnotu uvedenou v katalogu. No a nyní jste provedli první kalibraci CCD snímku.

Můžete přejít na nejslabší zobrazené hvězdy a zjistíte, jak jsou přibližně jasné. V tuto chvíli se u klávesnice škodolibě směji, vedu vás totiž k prvnímu velkému překvapení, které fotometrie ukrývá. Udělejte následující věc. V katalogu najdete jinou hvězdu se známou hvězdnou velikostí a podívejte se, jakou hodnotu vám ukáže program kamery. Že se liší? Že se liší víc než je zdrávo? Nevadí, zkuste to u jiné. Možná dostanete lepší výsledek, možná také horší. Nezbyvá než vysvětlit v čem je problém a varovat vás, že tato čísla určitě jako výsledky svých pozorování neuvádějte.

Začneme u vašeho snímku. První krok, který jsem vám radil byl, abyste v některém místě oblohy stiskli klávesu b a označili tak

intenzitu, která jí přísluší, jako hodnotu jasů oblohy. Pokud jste to skutečně provedli a patříte mezi experimentátory, bezesporu jste popojeli kurzorem o kousek vedle a zjistili, že obloha zde není rovna těm 99.99 magnitudám, ale například 18.55. Proč? Protože nemáte dobrý flat-field, protože jste najeli na horký pixel, protože svítí Měsíc, prostě důvodů je víc než dost.

Další zrada spočívá v tom, že jste snímali bez filtru. Údaje v katalogích jsou většinou udávány v některém fotometrickém filtru a u slabých hvězd také s velkou chybou, která může dosahovat půl magnitudy i víc. Čili hvězda od hvězdy se vám na snímku bude lišit.

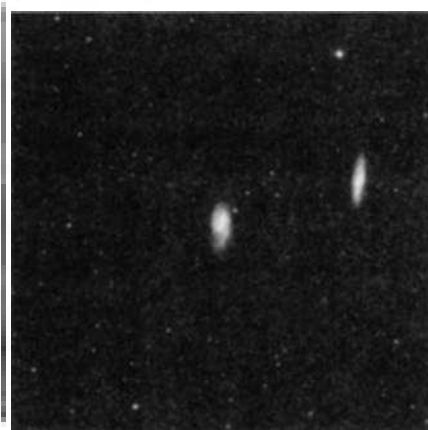
Další podstatný problém je barevný index hvězd. Pokud jste si kalibrační hvězdu vybrali tak, že její barevný index (tedy rozdíl jasností v různých fotometrických filtrech, například B-V, R-I, ...) je jiný než má další měřená hvězda, dostanete výsledek značně zkreslený. A platí to tak, že čím červenější hvězdy vůči sobě jsou, tím víc se nejistota zvětšuje. Proč? Protože CCD kamery jsou (až na výjimky) citlivé v červené a blízké infračervené části spektra. Takže modrá hvězda se vám bude jevit slabší než stejně jasná hvězda červená. Je to proto, že hvězdy vyzařují v různých vlnových délkách různě, v závislosti na jejich povrchové teplotě. Řídí se Planckovým zákonem záření absolutně černého tělesa a komplikují vám tím značně fotometrický život. (Jakýkoli jiný by ovlivňovat určitě neměl!)

Poslední problém v našem výčtu, ale určitě ne v pořadí důležitosti je atmosféra. Určitě víte, že zapadající hvězdy jsou odmodralé. Hezky je to vidět například na Slunku, ty ostatní jsou většinou slabé na to, abyste si toho všimli. Takže se jinak mění odmodrání a celkové zeslábnutí hvězd s různými povrchovými teplotami, nebo raději obecně s různými barevnými indexy. Nesmíme totiž zapomínat ani na mezihvězdné zčervenání. Tedy pardon, opět se jedná o odmodrání. Červenou barvu do světla hvězd nikdo nepřidává, jen ubývá té krátkovlnější složky.

K čemu je tedy číslo, které tímto způsobem získáte? Asi už tušíte, že moc platné vám není. Bez definovaných barevných filtrů, znalosti barevných indexů hvězd, srovnávacích měření fotometrických standardů v různých výškách nad obzorem a dobrého

flat-fieldu nejste schopni o pozorované hvězdě říct víc, než že je vidět. Jak je tedy možné, že i s chabým vybavením a zdaleka ne všemi splněnými podmínkami se dají pozorovat například proměnné hvězdy a to docela spolehlivě?

V některých případech totiž lze chyby způsobené výše uvedeným výčtem zanedbat, protože chyba vlastního měření je mnohem větší. A nebo vám jde jen o okamžik minima jasnosti (nebo i maxima), či o hodnotu periody světelných změn a tam nejistoty určení hvězdné velikosti tak velkou roli nehrají.



M56 se sousedci M67

Způsob, jak taková měření získat si nyní popíšeme.

Když jsem se kdysi ke kameře dostal, jediný program na práci se snímky jsem měl na PC 286 nainstalovaný od výrobce, tedy obslužný CCDOps. Přesto jsem již tenkrát zkoušel tvořit světelné křivky proměnných hvězd. **Že se to dá dělat? Ano, ale**

- 1) je to nepředstavitelná dřina a zpracování trvá mnohdy déle než samotné pozorování,
- 2) výsledek je méně přesný.

Princip je jednoduchý. Podobá se odhadování hvězdné velikosti pouhým okem. Vyberete si k proměnné hvězdě jednu srovnávací a jednu tzv. check, tedy kontrolní (to kdyby se vám změnila nejen proměnná) a napíšete si čas expozice. Někde na čípu nastavíte oblohu na 99.99 mag a najedete na srovnávací hvězdu. Buď si ji nastavíte na libovolnou hodnotu klávesami + a - a nebo si na papír (soubor) napíšete její instrumentální hvězdnou velikost. Pak se přemístíte k proměnné a zjistíte rozdíl mezi nimi. Pro kontrolu tak ještě provedete diferenci mezi srovnávací a check hvězdou. K času měření připočtete polovinu expoziční doby, přepočítá-

táte na Juliánské datum a máte první bodík. To ještě nesmím zapomenout na to, že musíte snímek podělit flat-fieldem a je-li to nutné, odečíst dark-frame.

Představte si, že máte 400 snímků a takto je zpracováváte. Dřina horší než orrocká, nezáživná a vyložené volající po algoritmizaci. Jednu výhodu to ale má. Vidíte všechny snímky, takže najdete nějakou tu družici, kosmiku (tedy stopu po elektricky nabitě částici) nebo jiný artefakt na snímku.

Nebudu vás trápit sáhodlouhým popisováním celé redukce, na jejímž konci je výsledek málo přesný a rozhodně nevyjadřující schopnosti celého zařízení. Proto jsme s kolegou Filipem Hrochem připravili program, který všechnu tuto otročinu provede za vás a víceméně automaticky provede celý proces za dobu danou čistě schopnostmi vašeho PC. Podrobný popis, jako i poslední verzi pro DOS i Unix/Linux najdete na URL <http://altamira.asu.cas.cz/~munidos>.

Tímto způsobem jste schopni provádět věc, které se říká diferenciální fotometrie a dosahovat docela slušných výsledků na tomto poli astronomického výzkumu. Případní zájemci o spolupráci nechtě se na mě obrátit, mohu přispět dobrou radou (z mého čistě subjektivního hlediska) co pozorovat a trochu objektivněji i posoudit, co třeba ne.

Na konec dnešního dílu bych vám rád poradil jeden trik, co se dá ještě s obrázkem pořízeným CCD kamerou provádět.

Jak jsem na začátku neustále zdůrazňoval to, že na disku máte jeden snímek pole, bylo to naprosto úmyslné, protože nyní vás navedu k tomu, abyste se nesydlili a snímků jednoho objektu udělali klidně deset. Jde o to, že CCD snímky umožňují jednu krásnou věc. Skládár obrázky na sebe. Takže pokud vaše montáž nevydrží hodinovou expozici jednoho objektu a vy nejste spokojeni s tím, že třeba kupa galaxií obsahuje jen málo členů, pomozte si trikem. Snímate nejdelší expozice, které vám zlý dalekohled dovolí a ukládejte je na disk. Takto si třeba během noci pořídíte deset až dvacet objektů.

Až se vyspíte a jste plni elánu a chuti do práce (existuje někdo takový?), sedněte si k počítači a postupně si snímky připravte. Odečtete temné snímky, podělte flat-fieldy a najdete si vždy u jednoho objektu jednu hvězdu, která je na všech snímcích. V analýse modu kamery opět stisknete klávesu x a podívejte se do levého menu. Najdete

Copyright Mt. Palomar

tam informaci o tom, na jaké souřadnici se zrovna nacházíte. Přejedte na hvězdu (tentokrát ani nemusíte nastavovat hodnotu pozadí, neboť ta vás nezajímá) a najdete maximální intenzitu.

Neodpustím si malou odbočku. Budete-li mačkat v tomto režimu klávesu t, bude se v dolní části menu objevovat informace o tom, jak velký je kurzor v pixelech. (3x3, 6x6, 9x9 pixelů). Vyzkoušejte si různé výsledky i při fotometrii při různých nastaveních.

Vraťme se ale ke skládání. Máte-li nalezeno maximum hvězdy, napište si, na jakých souřadnicích se nachází. Toto proveďte pro všechny snímky.

Pro skládání zvolte následující postup. Otevřete první snímek, který je opravený o korekční snímky (dark, flat) a přejedte v menu programu na volbu Utilities/Co-Add. Otevře se vám okno s obsahem aktuálního adresáře. Vyberte si druhý snímek. Program se vás optá na posuv v ose x a y. Zadejte mu rozdíly zjištěné měřením maxima zvolené hvězdy. Pokud snímáte jasný objekt, můžete zadat i konstantu, která

bude od snímku odečtena. (To abyste neměli velké bílé plochy na výsledném obrázku. Znáte je již jako přetečení.)

No a podívejte se na výsledek. Jste-li spokojeni (hvězdy nejsou protažené, partie na snímku nejsou přexponované), přidejte další a další obrázky.

Nakonec jen nastavte hodnoty pozadí a rozsahu (background a range) tak, jak vám nejlépe vyhovuje a máte snímek hotový.

Tímto postupem se mi podařilo dostat se téměř ke dvacáté magnitudě na snímku galaxie M 33 a hlavně pořádit (dle mého soudu) krásný snímek tohoto pohledného objektu.

Pro dnešek je tedy téma vyčerpáno. Neřkám ovšem, že by se nedalo psát dál a dál. Problém s fotometrií, který jsem zde v hrubých rysech nastílnil, je na samostatnou knihu. Nebojte, tu psát nebudu. Jednak proto, že nejsem žádný velký odborník a také proto, že jedna velmi dobrá už existuje. Napsal ji *Christian Sterken* (jeden z nejlepších současných fotometrů), jmenuje se *Astronomical*

Photometry – A Guide (ISBN 0-7923-1776-9) a stojí (asi) dva tisíce korun. Najdete v ní vše potřebné k tomu, abyste věděli, jakých chyb se při svých pozorováních dopouštíte a jak je napravovat.

Příště (?) si povíme o tom, jak se dá ještě se snímky zacházet a jaké programy dnes pro jejich zpracování existují. Předpokládám, že příští díl bude poslední - leda byste měli pocit, že jste zde nenašli odpovědi na všechny vaše otázky. Pak by jistě nebylo marné napsat email nebo dopis a můžeme se vrhnout na často pokládané otázky (FAQs), na které by asi odpovídali i další pozorovatelé.

Zbude-li mi chvíle času, umístím také někam stránky se všemi díly tohoto seriálu, doplněné ukázkami snímků a dalšími informacemi, které se sem nehodily, protože na papíře by rozdily v úpravách snímků nevynikly.

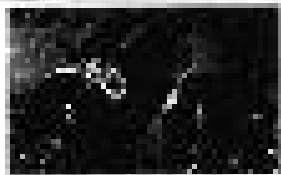
Přeji vám hodně zdraví a jasných chladných nocí, kdy větráček kamery spokojeně přede a teplota čipu nevyleze nad -20 stupňů.

Starlight Xpress CCD Kamery



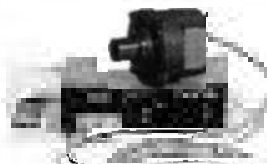
MX5, MX516 a MX5-C

Nizká cena, vysoký výkon, kompaktní CCD systémy včetně MX5-C 'Single Shot' barevné kamery.



HX516

Kompaktní CCD systém s vysokým rozlišením



SXL8-P

Kamera velkého formátu.



MX916

Super sensitivní kompaktní CCD systém speciálně sestrojený pro lovce supernov a asteroidů.

Kamerové systémy již od 39.820,- Kč (včetně DPH).

Astroczech je výhradním distributorem Starlight Xpress CCD kamer v České republice.

Další Produkty

True Technology Ltd - klopný zrcadlový filtrový hledáček, klopný zrcadlový hledáček a filtry.

Homeyer - klopný zrcadlový hledáček, motorový filtr rotátor.

Software - Maxim DL, Maxim DL/CCD a QuickMips32 snímkový zpracovací software.

SkyMap Pro - planetárium program s mnoha pokročilými vlastnostmi.

Knihy - řada oblíbených astronomických knih od vydavatele Springer -Verlag.



Informace, ceník a objednávky: Astroczech, Nádražní 1108, 511 01 Turnov. Tel./Fax: 0436 312230
e-mail: astroczech@telecom.cz <http://web.telecom.cz/astroczech>