Proč a jak snímkovat „RAW“

Jan Hollan, Hvězdárna a planetárium M. Koperníka v Brně

27. prosince 2005

1 Motto

Chceme-li uspět při nápravě nočního prostředí, musíme umět i měřit a předkládat hodnoty, které je popisují a které lze srovnávat s normami a praxí jinde. Musíme to, jako uživatelé, umět raději lépe než ti, co se osvětlováním živí. Jinak naše argumenty neuspějí. Moderní digitální fotoaparáty nám to umožňují, ač ne bez práce.

2 Pohledy, snímky, jasy

Každý, kdo není předpojatý a vyslechne přednášku o důsledcích nedbalého nočního svícení (venkovního), se pak v noci začne více rozhlížet kolem sebe a všímat si, jakou spoustu špatných příkladů, zejména mizerně sloužících lamp všude kolem sebe vidí. Najde-li i nějaké, které slouží v zásadě dobře, tj. v dáli se rychle ztrácejí a shora nejsou v noci viditelné, začne lépe chápat, o co jde, a může to i ostatním ukázat a vysvětlit.

To se ale daří jen tehdy, když jdou či jedou spolu, nebo když daná místa důvěrně znají a často navštěvují. Jindy nezbývá než si pomoci obrázkem, nočním snímkem, doplněným nejlépe i snímkem soumrakovým a denním. Takové snímky pomohou ve článcích a na přednáškách.

Snímky názorně ukazují plošky (kousky scény, vědecky vzato prostorové úhly), které mají jas mnohem vyšší než okolí, a vlastně spolu s ním nejdou dobře vyfotografovat. Kromě samotných lamp to bývají osvětlené reklamní plochy a fasády. Lidem, nezatíženým osvětlovací profesí, snímky stačí k pochopení, že takové oslnivé plochy nepřispívají ke kráse nočního prostředí a že by bylo lépe, aby oslňovaly méně, tedy aby měly menší jas.

Ale jak moc menší? Dvakrát, pětkrát, dvacetkrát? Je běžné, že správná je ta poslední možnost, ale že lidé, co se osvětlováním živí, by stěží připustili i tu první. Zde mohou pomoci kvantitativní argumenty, totiž zjištění, jak vysoké ty dnešní jasy jsou. Každý odborník na vidění (např. váš očař) vám pak poví, že není vhodné, aby nějaké plochy měly jas vyšší než desetinásobek jejich okolí, stejně jako to, že není vhodné, aby zrak byl přitahován zbytečně světly, která neposlouží pro orientaci. Z toho vyplyne, jak se světelné poměry mají upravit, aby světla a světlem zvýrazněné plochy lidem nevadily.

3 Surová digitální data

Kvantitativní údaje o jasech lze zjistit z každého snímku, který byl uložen v surovém, nepřepočítaném stavu, čili v tzv. raw formátu. Tehdy je hodnota každého pixelu lineárně závislá na množství světla, které na něj dopadlo, čili jasu daného bodu scény. Pořízením tří dalších pomocných snímků lze onen jas přesně zjistit.

Jeden pomocný snímek je vhodné pořídit hned, hlavně jde-li o expoziční dobu větší než jedna sekunda. Jde o snímek se stejným nastavením fotoaparátu, ale se zakrytým objektivem, aneb tzv. *temný snímek (dark frame)*. Ten se od toho předchozího odečítá, rozdíl je pak už přímo úměrný množství světla. U více než sekundových expozic jsou hodnoty temného snímku dost závislé na teplotě (proto se čipy vědeckých kamer chladí na desítky stupňů pod nulou), a je proto vhodné, když je skutečný snímek i jeho dark frame pořízen při téže teplotě (dokonale to nejde, neb se fotoaparát během používání

zahřívá; je proto možné pořídit darkframů i normálních snímků více a z takových sérií brát průměry).

Konstantu úměrnosti lze zjistit exponováním plochy známého jasu. Tomu se říká kalibrace. Taková úloha nespěchá, hlavní je mít ty zajímavé snímky zachované (spolu s nějakými temnými snímky) v původním surovém formátu. Teprve až jich bude dost, bude stát za to začít s kalibrací. Možná ani nebude potřeba, pokud ji už někdo pro daný typ kamery provedl – rozdíly mezi jednotlivými výrobky jsou nepochybně malé (zatím mám kalibrované kamery tři, Fuji S5000, Nikon 990 a Canon D60).

4 Co z nich lze zjistit

Než se pustíme do popisu kalibrace, ještě zmiňme, co se dá ze snímku zjistit. Tou základní informací je jas terénu, o který vlastně při jeho umělém osvětlování jde. I bez kalibrace lze říci, kolikrát je kde vyšší, tedy např. jaká je rovnoměrnost jasu vozovky či chodníku, kolikrát vyšší jas má věž kostela nebo reklamní tabule. S kalibrací pak lze říci, nakolik se jas cesty liší od hodnot doporučených normou – občas tak lze najít případy, kdy by bylo možné světla dvakrát i vícekrát ubrat. Jindy normy uvádějí ne jas, ale intenzitu osvětlení, tu lze z jasu (pro běžný starý asfaltový beton) zjistit zhruba vynásobením dvaceti (pro sníh pak vynásobením 3,5). Lze také zjistit jas nebe, bezoblačného či zataženého.

Série snímků, jejichž expoziční doby jsou v poměru zhruba třicet (např. 30 s, 1 s, 1/30 s, 1/1000 s) může zachytit celý rozsah jasů, od noční krajiny daleko od lamp až po lampy samotné. Z ní pak lze zjistit, kolik světla vlastně ze vzdálených lamp přichází, ba i to, kolik z které. Pokud by někdy někde takové oslnivé svícení do dáli podléhalo nějakým omezením, lze takto jejich splnění kontrolovat. Lze také říci, kolikrát je nějaký reflektor (který má osvětlovat např. věž, ale svítí i do očí) silnější než běžné, řekněme snesitelné lampy a kolikrát se tedy má jeho svícení nepatřičným směrem zeslabit, když by požadavek nezněl prostě, že má přestat být vidět.

Takové úlohy umí řešit můj program raw2lum, opírající se o základní program pro zpracování raw snímků, dcraw (přesněji o jeho úpravu, poskytující snímky v jednoduchém formátu pgm). Pro nevelké množství vašich snímků jej mohu aplikovat i já, při větším množství lze doufat, že se s ním naučí zacházet i další lidé – koneckonců o to právě jde.

5 Základní kalibrace

Konečně k té kalibraci, která nespěchá. Hlavním problémem je, kde vzít plochu známého jasu. Máte-li luxmetr, je to snadné: obrátíte jej k oné dostatečně rozlehlé ploše (např. rovné hladké fasádě osvětlené zataženou oblohou) a podržíte tak dva decimetry od ní. Údaj luxmetru dělený pí je pak jas fasády (z luxů, čili lumenů na metr čtvereční se dostane podělením 3,14 steradiánu jas v $lm/(m^2.sr)$, čili v cd/m^2). Fotoaparát je pak vhodné mít od fasády tak daleko, aby jeho hypotetický stín měl tutéž úhlovou velikost (je-li fotoaparát dvakrát větší, měl by být dvakrát dále).

Nemáte-li luxmetr, nezbývá než využít zdrojů známé jasnosti. Vhodný je jasný Měsíc vysoko na zimním nebi, použít lze i letní slunce, ale také novou žárovku či kompaktní zářivku, má-li na obalu udaný světelný tok. Ve všech případech se snímkuje osvětlený bílý papír z takového pohledu, aby se neleskl. Lze jej pak považovat za rozptylnou plochu s odrazivostí 0,87. U úplňku je úloha komplikována rozptylem jeho světla v ovzduší i rozptýleným umělým světlem. Znamená to mít na papíře i stín, kam Měsíc přímo nesvítí, a také pořídit další snímek, když Měsíc na nebi není (a vzduch je podobně průzračný,

jako minule). U Slunce umělé světlo nevadí, problém je jen v tom, umí-li fotoaparát naexponovat tak světlou plochu a přitom neudávat špatnou expoziční dobu (Nikon 990, se kterým jsem pracoval, měl místo tisíciny sekundy tak asi 1/600).

Žárovku nebo zářivku je nutné použít tak, aby papír byl osvětlen jej jejich přímým světlem (to lze dobře docílit venku nad travnatou plochou, jiná možnost je postavit žárovku do okna, aby polovina světla šla ven, a světlo jdoucí dovnitř omezit otvorem v černé cloně na svazek zabírající nevelké okolí snímaného papíru). U žárovky spočítáme její svítivost jako světelný tok dělený téměř 4 pí (steradiánů), tedy asi 12,5 sr, u kompaktní zářivky použijeme hodnotu asi 10,5 sr (musíme u ní počkat až deset minut, než svítí naplno; v mraze svítí méně, takže ji ven lze vynést či odkrýt jen na chviličku, aby nevystydla, udaný světelný tok platí tak pro teplotu okolí třicet stupňů). Takže, má-li zdroj světelný tok tisíc lumenů, má žárovka svítivost osmdesát kandel a zářivka (kolmo k sobě) devadesát pět kandel. Je-li taková zářivka 310 cm od papíru, který je k ní obrácen (používám aspoň tři vrstvy, aby byly neprůsvitné), pak je papír osvětlen deseti luxy a má jas 2,75 cd/m^2.

Posledním problémem je, že snímky neudávají přímo jas, ale jen hodnoty pro jednotlivé barvy (R, G, B nebo Y, C, G, M). Neexistuje žádná univerzální formule, jak je přepočítat na jas, jen lze říci, že ten se nejvíce blíží hodnotě pro barvu G či Y. Pro uvedené tři kamery používám koeficienty (bráno vůči nevynásobeným surovým RGB či YCGM hodnotám):

0.605 0.650 0.000 (S5000, snad i jiné Fuji s týmž čipem)

1.300 0.000 -0.372 0.000 (990, snad i jiné YCGM Coolpix kamery)

-- ty jsou stanoveny pomocí snímků slunečního spektra tak, aby výsledná křivka citlivosti byla co nejbližší fotopické spektrální citlivosti zraku. Bez snímků spektra lze postupovat tak, že se luxmetrem měří fasády různých barev a osvětlené různými typy zdrojů (šedé mraky, modré nebe, sodíková výbojka, zářivka, žárovka), přičemž jas dle snímku a luxmetru se musí vždy shodovat.

(Doopravdy je vhodné mít dvě sady koeficientů, první takovou, aby po vynásobení byly všechny složky pro bílý papír, mraky či sníh stejně velké – ty se hodí pro konstrukci ideálních barevných snímků ze surových dat – druhou pak pro přepočet na fotopický jas, případně i jinou pro skotopický nebo metabolicky relevantní jas).

6 Vinětace a geometrie snímku

Ve vědecké zobrazovací fotometrii, např. v astronomii, se používá též procedura, která vyrovná různé citlivosti pixelů a oblastí snímku. Opírá se o snímek plochy rovnoměrného jasu. Při použití dalekohledu to není nemožné, neb malý kousek nebe lze často za takovou plochu považovat. Snímáme-li ale úhly větší než třicet stupňů, natož pak větší než 180°, je těžké rovnoměrně světlou scénu najít. Přitom taková korekce je potřeba, protože všechny fotoaparáty mají na okrajích zorného pole menší citlivost, z geometrických důvodů. Pro bodovou (hvězdnou) fotometrii záleží i na různých citlivostech sousedních pixelů.

Jako vyhovující nouzové řešení se ukázalo také snímání fasády, přičemž s rybím okem se užívá vždy jen jeden segment zorného pole (od prostředku k okraji) a fotoaparátem se několikrát vhodně otočí, aby zachytil vždy tutéž oblast fasády různými a různě orientovanými částmi čipu. (Dokonalým řešením by bylo obdobné snímání vnitřku tzv. integrační koule, což je velmi bíle natřená dutina s průměrem přes půl metru. Do dutiny se jedním otvorem svítí, v jiném je objektiv.)

Zabývat se vinětací má význam jen když je potřeba přesná fotometrie i daleko od středu snímku.

Pokud má snímek říci také intenzitu osvětlení roviny objektivu, je potřeba znát přepočet vzdálenosti od středu snímku na úhlovou vzdálenost (hlavně u rybího oka). Zhruba vyplývá, uprostřed snímku, z poměru ohniskové vzdálenosti a velikosti čipu. Přesně ji lze zjistit snímkem hvězdného nebe. Výběrem vhodného zobrazení v mém programu `map_bsct` (nebo doplněním dalšího) lze docílit souhlasu vyfotografovaných a vypočtených pozic. Podle toho lze pak do programu raw2lum danou geometrii doplnit.

7 Praktická fotometrie

Plnou kalibraci (vč. vinětace a geometrie zobrazení) mám zatím jen ke starému fotoaparátu Nikon 990 s předsádkou poskytující plné rybí oko (zorné pole asi 185 stupňů). Pro běžné objektivy není ale moc potřeba se takovými detaily zabývat, výborné výsledky lze docílit i bez nich.

Máte-li jakýkoliv fotoaparát umožňující zachování surových dat (to jsou data, kde např. ještě nejsou pro každý pixel z těch sousedních dopočítané barvy, které ve skutečnosti v daném místě nebyly měřeny), zkuste začít fotografovat takto. Pak můžete buď začít sami své snímky vyhodnocovat mými (možná i jinými) programy, nebo je prostě dát k dispozici dalším. Nějaké sady bych snad mohl na ukázku vyhodnotit i já. Uložit je přitom potřeba všechno, co fotoaparát zaznamená – zpravidla jsou to kromě velkých souborů se surovými daty také nějaké menší s koncovkami jpg či thm, jako náhledy nebo i souhrn údajů o snímcích v textovém tvaru. Zásadními údaji jsou u snímků (kromě data a času) expoziční doba, clonové číslo a citlivost, nejlépe ISO 100 (při užití raw formátu nemá význam volit citlivost vyšší než základní – vynásobit surová data konstantou lze dodatečně, a volba nižší citlivosti umožňuje překlenout vyšší rozsah jasů), a pak ohnisková délka objektivu. Všechny jsou uvedeny v hlavičce originálních jpegů.

Pro většinu fotoaparátů lze raw snímky konvertovat do formátů ppm nebo psd programem dcraw, a pak lecčím do jpg, aby bylo také něco na běžné prohlížení. Načítat raw snímky umí dnes i gimp a photoshop, nehledě na software dodávaný k danému fotoaparátu.

Fotometricky vyhodnocené snímky ze tří typů fotoaparátů, které jsem zatím okalibroval, jsou porůznu v mých adresářích na serveru amper (nejspíš v `amper.ped.muni.cz/noc`, tedy výsledcích projektu v jehož rámci byla základní verze potřebného softwaru dokončena a publikována, a v `amper.ped.muni.cz/light/luminance`). Plně se o ně opírá zpráva `amper.ped.muni.cz/noc/krnap` a využívám je v řadě svých novějších přednášek. Bylo např. zajímavé zjistit, že Big Ben v Londýně je uměle osvětlen dosti decentně – má jas dvacetkrát menší než brněnský Špilberk (a odpovídá limitům v zákonech italských regionů). Londýn věru není disneyland, na rozdíl od mnohých míst Česka.

8 Jpeg fotometrie?

Okalibrovaný fotoaparát by bylo možné použít i pro fotometrii opírající se o ztrátově komprimované soubory ve tvaru jpeg, jde-li o dobře proexponované snímky. Program raw2lum umožňuje najít vztah mezi surovými údaji a hodnotami v jpegu (ten výrobci jinak tají). Byla by to ovšem fotometrie méně přesná. Kdybyste se chystali na dlouhou cestu a neměli dost gigabytů na ukládání snímků, snad by to mohlo mít smysl. Nedá se tak ale začít, je to jen další možná etapa po zvládnutí fotometrie z raw snímků. Etapa, která by sice umožnila zpětně vyhodnotit i staré snímky, ale na niž zatím chybí software.