

Rakouské Alpy
Snímek složený z 5 expozic s odstupňováním po 1EV, AEB s prioritou clony f8



KAPITOLA

1

ZAČÍNÁME S HDR

Fotografování

Samotný pojem fotografie je řeckého původu a dal by se přeložit jako psaní světlem nebo lépe řečeno malování světlem. Světlo se stane alfou a omegou i této publikace, kde se pokusíme ukázat, kam až se dá zajít při výrobě a zpracování záběrů.

Světlo se odráží od všeho, co vidíme, v různé intenzitě a v různém spektru. Některé části světelného spektra fotografované objekty pohltí a některé naopak odráží. Odražené světlo prochází přes objektiv našeho fotoaparátu a vytváří na digitálním snímači či filmovém políčku obraz dané scény. A zde je první háček. Ne vše, co se odráží od námi pozorované scény a jejích součástí, projde objektivem. A také ne vše, co projde objektivem v rozsahu spektra a intenzity světla, je snímač schopen zaznamenat.

Snímací senzor je schopen zaznamenat jen určitý rozsah spektra světla, které na něj dopadá, a to v určitém maximálním kontrastu a rozlišení.

Co to HDR vlastně je?

Představte si, že jste nadšeně absolvovali značnou pouť, abyste mohli vyfotografovat úchvatný východ Slunce nad vysokohorským masivem. Zařijete určitě jeden z neopakovatelných okamžiků, který vyfotografujete, zajisté s tichým nadšením nerušené jedinečnosti okamžiku.

Ale po návratu ke svému počítači zjistíte, že atmosféra, která je zachycena na snímcích ve vašem fotoaparátu, není ani zdaleka věrná té, kterou jste zažili a viděli na vlastní oči. Z oblohy zbyla jen bílá, „přepálená“ plocha, po jejím jemném zlatorůžovém nádechu není ani památka a bohaté bílé oblaky ztratily kresbu. Skály a stromy jsou naopak utopené ve stínu a fotografie celkově vyznívá značně ploše.

Každý, kdo podobné zklamání někdy zažil, určitě přemýšlel nad tím, jakým způsobem zachytit na fotografii scénu tak, jak ji vidí lidské oko – to znamená s plným rozsahem tonality a kontrastů.

Jak vidí fotografovanou scénu člověk?

Sítnice lidského oka je schopná v jediném okamžiku rozlišit na scéně kontrast v rozsahu 1:10 000 a zároveň vnímat až 10 000 barevných odstínů při dané hodnotě jasu. Jak oko postupně snímá okolní scénu, přizpůsobuje svoji citlivost vzhledem k jejímu osvětlení, mění se citlivost sítnice, a díky tomu

je oko schopné postupně zvládnout kontrast až 1:1 000 000 000. Tématu lidského vidění se budeme věnovat více na str. 26.

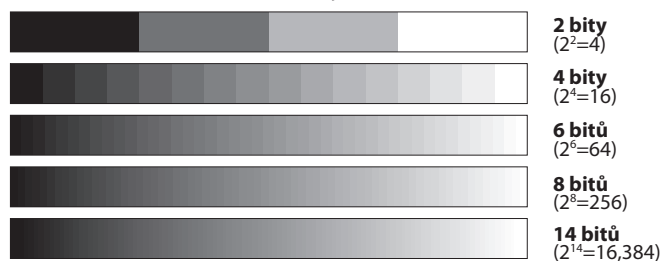
Jak „vidí“ digitální technologie?

Většina digitálních obrazových formátů je navržena pro zobrazování a zpracování 24bitového barevného obrazu (8 bitů na kanál). Jeden kanál přitom může zobrazit 2^8 (256) různých hodnot jasu.

To znamená, že 24bitový RGB obraz je schopen zobrazit paletu 16 miliónů barev (256^3). Dnešní běžné zobrazovací jednotky, jako jsou LCD a CRT monitory, zobrazují v lepším případě dynamický kontrast přibližně 1:500, tzn. dokážou zobrazit 500 hodnot základního jasu a dokáží vytvořit 500 různých stupňů přechodů. Přirozeně jen teoreticky, protože některé LCD panely používají jen 6bitový převodník, což znamená, že v jednom momentě zobrazí reálný kontrast s maximálně 64 stupni, s 8bitovým převodníkem je to 256 stupňů. Většina běžných CRT nebo LCD monitorů dokáže tedy zobrazit reálný kontrast asi 1:100.

Pokud je svítivost nejtmašího zobrazeného bodu $0,6 \text{ cd/m}^2$ a svítivost nejjasnějšího bodu 600 cd/m^2 , kontrast se uvádí jako poměr těchto dvou hodnot, což je 1:1 000. Kontrast však nevyovídá o množství skutečných přechodových stupňů, pouze o možnosti jejich zobrazení. Záleží ovšem i na dalších parametrech, jako je například intenzita osvětlení v místnosti apod.

Ilustrativní znázornění počtu jasových přechodů od černého k bílému bodu v závislosti na bitové hloubce v jednom barevném kanálu



Obrázek 1.1: Pro ilustraci vidíme jemnost přechodových stupňů při použití různých bitových hloubek na jeden obrazový kanál. Vidíme, že při 14bitovém souboru RAW je jemnost odstínů mnohem větší než u 8bitového JPEG. Proto je vhodné i úpravy obrazu provádět v 16bitovém režimu, čímž částečně zabráníme posterizaci obrazu. Jen v rychlosti si vyčísíme počet jemnějších přechodů: U 16bitového formátu je to 65 536 stupňů a u 32bitového režimu je teoretická jemnost přechodů rovna číslu jen o něco většímu než čtyři miliardy!

Posterizace je termín, který označuje chyby v obraze, artefakty, které vznikají nejčastěji extrémní editací hlavně 8bitového obrazu. Daný problém má příčinu v malém tonálním rozsahu tzn. nedostatečnou jemností přechodových kroků v daném obraze. Dojde k tzv. přeskočení v barevném přechodu a vzniknou jakoby obrazové vrstevnice – posterizace v daném snímku. Fotoграфování do formátu RAW a následná editace v 16bitovém formátu nám zajistí dostatečný rozsah barevného přechodu (jemnost tonality) i u náročnější úpravy obrazu.

Snímací čipy fotoaparátů, v závislosti na modelu, pracují uvnitř s 16bitovým převodníkem a následně soubory ukládají v 12 nebo 14bitovém souboru RAW, případně v 8bitovém formátu JPEG. Na obrázku 1.1 na straně 12 vidíte, jak stoupá jemnost přechodových stupňů v závislosti na počtu použitých bitů.

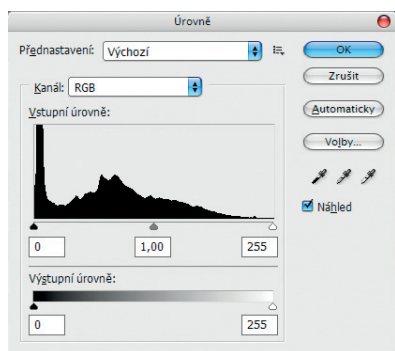
Jeden bit je základní jednotka informace, která obsahuje binární stav Ano/Ne reprezentovaný číselně jako 0 a 1.

Osmibitový režim znamená, že se skládá ze zápisu osmi nul a jedniček. Například číslo 232 bychom binárně vyjádřili jako 11101000.

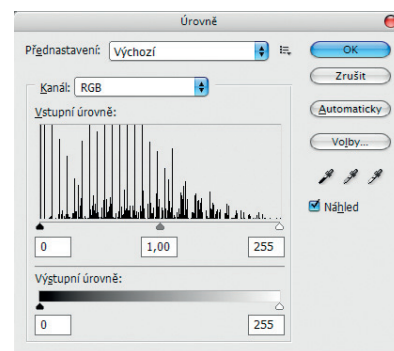
Největší číslo, které dokážeme v osmibitovém binárním režimu zapsat je hodnota 256, tj. 11111111. Zapisování čísel probíhá od první pozice, tedy 00000001 v desítkové soustavě představuje hodnotu 1. Další pozice směrem zprava doleva má stoupající hodnotu: 2, 4, 16, 32, 64, 128,...

Šestnáctibitový binární formát používá zápis 16 nul a jedniček. S jeho pomocí můžeme definovat maximálně 2^{16} tj. 65 536 jednotlivých úrovní.

Pokud bychom chtěli dosáhnout například 15 600 jednotlivých úrovní přechodu, použijeme následující výpočet: $15\,600 \log_2 = 13,9$, z čehož nám vyplývá, že na uložení potřebného počtu úrovní by nám stačil 14bitový formát.



Obrázek 1.2–1.5: Na ilustračních obrázcích vidíte efekt posterizace. Vlevo nám histogram ukazuje, že snímek má jemný přechod i po úpravě, kdežto vpravo nám vzniká doslova hřebenový efekt, protože snímek nemá dostatečný počet přechodových kroků. Posterizace je zapříčiněna právě mezerami v daném histogramu.



Tříkanálový RGB je nejčastějším modelem pro ukládání digitálních obrazových formátů. Zkratka R-G-B reprezentuje tři barvy: Red (červená), Green (zelená) a Blue (modrá). Běžně jsou tato data uložena ve 24bitovém režimu, což představuje po 8 bitech na jeden kanál.

Jeden kanál má rozsah úrovní od 0 do 255, tzn. 256 úrovní. Každý takový **obrazový bod (pixel)** může obsahovat informaci o barevném odstínu z palety 256^3 , tj. přibližně 16 miliard barev.

Existují však takové datové formáty, které mají 16, 32 nebo 48 bitů pro jeden kanál, což umožňuje zaznamenat data s větším rozsahem jednotlivých úrovní. 16bitovému režimu pro kanál odpovídá 48bitový (16x3) datový formát RGB, v němž každý pixel obsahuje informaci o své barvě z možné palety $2,8^{14}$ tj. 280 bilionů barevných odstínů. V 96bitovém (32 bitů pro kanál) formátu RGB máme možnost definovat jeden odstín z palety až $7,9^{28}$ úrovní (tj. 79 kvadriliard). Abychom však toto teoretizování o rozsahu a množství barev uvedli na správnou míru, ne všechny bity, například z 96 anebo z jiného bitového formátu, se používají jen na definování barevné informace. Soubor může obsahovat průvodní informace různého charakteru závislé na zvoleném obrazovém formátu–kontejneru uchovávaného dané data.

Gama představuje jeden z nejsložitějších fenoménů v oblasti problematiky samotné správy barev a věrnosti zobrazení obrazu na určitém zobrazovacím zařízení. Je to téma, které přesahuje tento krátký sloupec. S vědomím, že za to půjdu na trestnou lavici, pokusím se však zevšeobecnit vysvětlení této problematiky. Nejčastěji je gama chápána a používaná formou tzv. kompenzační korekční křivky. Počítačové gama je analogií charakteristické křivky fotografického materiálu, u kterého křivka udávala (její sklon a tvar; negativní materiál měl vůči digitálům příznivější tzv. „S“ tvar křivky) vztah mezi expozicí a tvrdostí exponování daného materiálu a jeho rozsah tonality. Sklon, anebo lépe řečeno tvar křivky, je označován řeckým písmenem γ gama, odtud je její název.

Vztah mezi vstupní hodnotou jasu a výstupní – zobrazenou hodnotou jasu není lineární. Digitální fotografie, tedy každý její pixel, má při 8bitovém obrazu nějakou hodnotu jasu od 0 (0 %) do 255 (100 %). Když si to zjednodušíme a převedeme si hodnoty jasu pixelu tak, že hodnota 255 se rovná jedné a nula zůstane nulou, tak pixel s hodnotou jasu 0,6 (60 %) bude na

LCD s gamou 2,2 zobrazený jako pixel s hodnotou jasu 0,32 (výpočet: $0,62,2=0,32$). Gama však nemění hodnotu hraničních bodů rozsahu, to znamená nejjasnějšího a nejtmačšího bodu, mění jen rozložení a rozsah tonality (tím i sytosti barev) mezi těmito body.

Logaritmický růst gamy není stanovený jednotně. Microsoft si určil hodnotu log. růstu 2,2 a Apple si vybral hodnotu 1,8. Kompenzační gama křivky získáme lepší překreslení a zvýšení detailů ve stínech. Lidské oko má takřkajíc také logaritmickou křivku citlivosti vnímání světla. Přizpůsobuje se změně ve tmavých tónech lépe a rychleji než ve světlejších odstínech. (Tohoto efektu využívají i hardwarové kalibrátory zobrazovacích jednotek, aby přizpůsobili obraz co nejvěrněji a s co nejmenším počtem zásahů do „lineárnosti“ zobrazeného obrazu.) Gama nám prakticky upravuje tonalitu obrazu. V praxi (profesionální foto, DTP, video, animace...) to znamená, že vstupní obraz se bude kompenzovat o logaritmický růst např. 2,2 a zobrazí se na vašem LCD tak, jak jste většinou zvyklí. Opak tohoto procesu nastává např. u výstupu na tiskárnu, kde se hodnota gamy 2,2 zase exponenciálně snižuje na původní lineární hodnotu s určitou korekcí vzhledem na kontrast a jas zobrazovací jednotky.

Gama s hodnotou 1 (tangens úhlu 45°) určuje, že obraz je bez korekce, a jeho křivka je lineární, tedy rovná čára. Pokud má vaše zobrazovací jednotka možnost nastavit gamu, nastavte ji na hodnotu 2,2, další potřebnou korekci si provedete v kalibračním softwaru. Ideální je, pokud váš LCD podporuje 10, 14, 16bitovou gama korekci. Přejížděcí gradient je kvalitnější a rovnoměrnější, což znamená i věrnější obraz.

Některé prohlížeče obrázků mají možnost nastavit gamu. Protože se vám o správu barev v PC stará už speciální program, hodnotu v prohlížeči nechejte na 1 tzn. bez gama úprav. Důležité je, abyste si neničili při editaci obraz zbytečnými korekcemi. Uvedu odstrašující příklad. Monitor má nastavenou gamu 2,2, v OS máte ve správě barev obraz definovaný jako tmavší, kalibrační program vám to kompenzuje zesvětlením obrazu, ale váš editor anebo prohlížeč má nastavenou znovu tu tmavší hodnotu jako ve správě barev, což upravíte snížením gama anebo přímou editací obrazu (např. ve Photoshopu na to slouží příkaz křivky Ctrl+M) ... a takto bychom mohli pokračovat v obrazovém hororu. Neukazujete mi prosím snímek, který prošel takovou cestou. Věřím, že žádný takto netrpěl...

Co s tím můžeme dělat?

Můžeme se pokusit fotograficky zachytit danou scénu pomocí technologie nazývané HDR. Zkratka HDR je z anglického výrazu *High dynamic range*, což přeloženo do češtiny znamená *Vysoký dynamický rozsah*. V podstatě jde o techniku, která nám pomůže vytvořit realistický obraz dané scény, nebo naopak její až nadrealistický vzhled, což může někdy vyprodukovat vizuálně zajímavý snímek, který nemáme šanci vidět v reálném světě.

Informace uložené v HDR formátu zaznamenávají a reprezentují skutečnost. Fyzicky totiž zachytí hodnotu jasu dané scény tak, jak je to ve skutečném světě. HDR snímky proto vyžadují hlubší (32bitový) rozsah na kanál než běžné fotografie (8 bitové). HDR obrazy jsou většinou zaznamenány v lineární, tzv. absolutní hodnotě jasu (gama křivka 1.0, a to i když HDR gamu nepotřebuje), běžné zobrazování například CRT a LCD je nelineární (gama křivka 2.2).

Zjednodušeně se dá říci, že HDR fotografie je možné dosáhnout spojováním několika různých expozic (multiexpozice). Pomůže nám v tom technika nazývaná bracketing (BKT, další informace viz str.30), která odstupňuje scénu do samostatných, světelně posunutých expozic od úplně podexponované až po úplně přexponovanou. Někdy je třeba použít např. 16 a více snímků s rozdílnou expozicí, abychom zvládli zaznamenat plný rozsah jasu dané scény. Fotografie vzniklé pomocí metody bracketingu obsahují odstupňované informace o rozložení světla a stínů na scéně a program ve vašem počítači šikovným způsobem (pomocí vhodného algoritmu) spojí tyto informace do jediného kompaktního celku a vytvoří HDR snímek (tedy snímek s vysokým dynamickým rozsahem).

Uff! Někteří z vás si určitě povzdechnou nad krkolomností takového „zjednodušení“, ale věřte, postupně se naučíte velmi jednoduše uplatňovat HDR principy ve své fotografické praxi.

Protože však momentálně není běžně dostupné výstupní zařízení pro plnohodnotné zobrazení HDR dat, má vytváření HDR smysl jen jako dokonalý archiv zmrazeného okamžiku v čase. To, co vidíme v této knize, případně na internetových stránkách jako tzv. HDR snímky, jsou ve skutečnosti *LDR (Low dynamic range)* snímky vyrobené kompresí HDR snímku, většinou pomocí tónového mappingu (podívejte se na obr. 3.3 na straně 39). Teprve poté, až budeme mít k dispozici plně HDR zobrazovací zařízení, ukáže HDR technologie svůj plný potenciál. Pro srovnání: rozdíl mezi tonemappingem a pravým HDR výstupem bude asi jako

rozdíl mezi vlnobitím na břehu Vltavy a vlnobitím na australských plážích. Případně fotografickým příkladem vyjádřeno: přirovnal bych to k rozdílu mezi černobílým snímkem překrásného podzimu v Kanadě a její dnešní barevnou tonemappingovou LDR verzí. Ne, že bych měl něco proti černobílým fotografiím, naopak mám je velmi rád, ale toto přirovnání mi připadá výstižné.

Bracketing (BKT) označuje techniku vícenásobné – sériové expozice stejného motivu s měnícím se nastavením různých hodnot fotoaparátu. Jinak řečeno, úlohou bracketingu je vytvořit několik záběrů, z kterých bude jeden obsahovat správnou, vámi požadovanou expozici dané scény.

V praxi se nejčastěji používá troj- nebo pětinasobný AEB (automatický expoziční bracketing), kde jsou hodnoty jednotlivých expozic posunuté například o $+/-0,7$ EV od hodnoty určené automatickým měřením. Pomocí *expozičního BKT* můžeme získat různé podání světelnosti scény a vyhnout se tak například přepáleným místům.

Dalšími variantami BKT je *bracketing vyvážení bílé*, *BKT hloubky ostrosti* nebo *BKT blesku*.

Bracketing pravděpodobně najdete v menu svého fotoaparátu. U kvalitnějších fotoaparátů najdete na jejich těle funkční tlačítko, pomocí něhož si zvolíte pracovní režim a nastavení BKT.

Samotný bracketing nebyl původně zamýšlen a určen pro tvorbu HDR snímků, ačkoliv při jejich tvorbě hraje rozhodující roli. Pokud to však myslíte s tvorbou HDR snímků vážně a chcete si usnadnit práci, je žádoucí, abyste si vybrali fotoaparát s co nejlepšími možnostmi v této oblasti.

Z mého vlastního průzkumu desítek zrcadlovek a pokročilých kompakťů, které byly na trhu ke koupi v době psaní této knihy, vyplývá, že nejběžnější možný počet snímků v režimu AEB jsou tři expozice, což ovšem ne vždy stačí na dostatečné pokrytí dynamického rozsahu fotografované scény. Značný počet fotoaparátů zvládá i pět a několik i sedm expozic. Z toho co jsem postřehl, zatím jen Nikon od modelu D200 (Fuji S5 Pro) a vyšších má možnost uskutečnit 9 expozic v režimu AEB s odstupňováním po 1/3 až 1 EV. Pentax u svých „nej“ přístrojů zvládá uskutečnit 5 snímků s krokem 2 EV. Vlajkové lodě Canonu 1D(s) Mark II a Mark III mají podle mého názoru nejširší pokrytí kompenzačního dynamického rozsahu (DR) na jednu sérii AEB – a to 7 expozic s odstupňováním až 3 EV, tj. celkem 18 EV. Kromě jiného Canon umožňuje u svého nejlepšího modelu ušít na míru za asistence PC i vlastní model AEB.

Krátce řečeno to, co vidíme na svých CRT či LCD monitorech a i na těchto stránkách, je jen simulace HDR obrazu. To samozřejmě neznamená, že mnohé z HDR → LDR obrazů nejsou pěkné nebo nemá smysl se jimi zabývat. Vždyť i například spousta běžných reklamních fotografií tím či oním způsobem techniku HDR využívá a my si ukážeme, jak na to.

V knize se budeme věnovat i termínu DRI – zvyšování dynamického rozsahu, kterého můžete dosáhnout na rozdíl od samotného HDR i jinými postupy. Mezi ně patří například použití doplňkových blesků, fotografických filtrů (ať už polarizačních, přechodových nebo jejich kombinace) i často používaná dvojexpozice.

Počátky HDR

Malířství

Historie zobrazování scén s velkým dynamickým rozsahem velkým kontrastem začíná někde v období prvních štětců, pláten a palet s barvami. Staří malířští mistři uměli velmi dobře



Obrázek 1.6: Obraz Zkouška od Edgara Germaina Hilairiho Degase je ukázkovým příkladem pro pochopení dané problematiky. Všimněte si měkkého světla, jemné tonality a širokého dynamického rozsahu tohoto díla. Nyní si představte, jak by vypadala tato scéna zachycená fotoaparátem klasickým způsobem.

Zdroj: www.wikipedia.org

vyjádřit myšlenku a pointu svého díla dramatickým podáním barev a kontrastním zobrazením scény s perfektně zvolenou tonalitou. Nejlepším příkladem na vytvoření si představy o malířské obdobě HDR je směr impresionismus.

Není třeba omezovat se jen na jedno období či katalogizovanými údaji. Navštivte galerii a vnímejte obrazy mistrů, jako byl například Monet, Pissarro, Goyen, Chittusi či Borget. Zkoumejte, proč zvolili danou kompozici, co jim pomohla vyjádřit, v jaké barevné škále vytvořili své obrazy, kde byl zdroj světla a všimněte si i dalších detailů, které vám určitě pomohou i jako inspirace pro vaši vlastní fotografickou tvorbu.

Z množství v současné době tvořících malířů bych zmínil jen jediného, pro tuto knihu asi nevhodnějšího umělce s mimořádným citem pro světlo a tonalitu obrazu, a to Thomase Kinkadeho. Můžete načerpat inspiraci pro svou vlastní tvorbu v jeho online galerii na www.thomaskinkade.com.

Film a fotografie

Začátky fotografie můžeme najít už v dílech Aristotela, který okolo roku 350 před n. l. popsal princip fungování *Camery Obscure*. Dalším mezníkem vývoje tohoto odvětví byly optické pokusy Leonarda da Vinciho v 15. století nebo vědecká práce Isaaca Newtona o optice, v 18. století objevy G.B. Beccaria



Obrázek 1.7: Fotografie moře, Gustav Le Gray, 50. léta 19. století. Zdroj: www.wikipedia.org



Obrázek 1.8: Obraz Vesnice na břehu řeky Sieny, namaloval Alfréd Sisley, je další ukázkou jednoduché scenerie, kterou vidáte třeba každý den na břehu řeky v blízkosti svého domova, ovšem přesto by nebylo možné zachytit ji běžnou fotografií. Malíř své vidění a útlenu přenesl malbou do obrazu, o to samé se snaží i fotograf. Tak, jako je neomezeným nástrojem malíře paleta barev, může být srovnatelným nástrojem k dosažení podobného vzhledu vašich snímků i HDR technologie.

Zdroj: www.wikipedia.org

v oblasti citlivosti chloridu stříbrného na světlo či první fotografie Nicéphora Niépceho v 19. století.

Asi první fotografický pokus spojit několik expozicí provedl Gustave Le Gray v roce 1850. Vyfotografoval scénu moře s výraznou oblohou.

Jednu expozici správně exponoval na oblohu a druhou s delším časem na moře, potom je spojil do jednoho snímku. Fotografie podobného charakteru v té době nebylo možné vytvořit klasickým způsobem vzhledem na velký rozdíl v jasů dané scény a možnostmi dobové fotografické techniky.

Devatenácté století bylo pro rozvoj fotografie velmi důležité. Dalším z otců fotografie byl Hippolyte Bayard, velký experimentátor v oblasti fotografických postupů, který již dva roky po Le Grayovi použil multinegativní postup při zachycení kompozice a kromě toho je autorem pravděpodobně první manipulované fotografie, na níž zachytil vlastní smrt jako protest proti nedostatečnému uznání své práce a zásluh o rozvoj fotografie v oficiálních kruzích. Fotografie, která však divákům vyrazila dech, přišla až roku 1858. Jejím autorem byl francouzský fotograf Camille Léon Louis Silvy. Pro svůj snímek s názvem Scéna s řekou použil obdobně jako Le Gray dvě expozice, ale zpracované zvláštním vyvolávacím postupem pro zvýraznění detailů.

V roce 1920 přispěl svým dílem k rozvoji technických postupů a fotografie i Ansel Adams s jeho vlastním zónovým systémem. Adamsovy fotografie a snímky jeho následovníků vynikaly vysokým kontrastem a množstvím dobře vykreslených detailů.



Obrázek 1.9: Pierre-Auguste Renoir je autorem díla nesoucího název Zahradní scéna v Británii. Tento třetí příklad malířského umění vyniká příjemným spektrem světla, které tvoří živé barvy, měkkou tonalitu, široký dynamický rozsah a mistrovskou kompozici. To vše zní velmi technicky, ale sami vidíte, že to vše umně skloubené do jednoho celku vytváří atmosféru klidného a bezpečného domova a bezprostředně vtahuje diváka do děje. Zdroj: www.wikipedia.org



Obrázek 1.10: Scéna s řekou, Camille Silvy, 1858. Zdroj: www.wikipedia.org

Moderní historie HDR ve fotografii sahá pravděpodobně do období třicátých a čtyřicátých let minulého století, kdy tuto techniku poprvé použil fotograf Charles Wyckoff. Jeho nevšední fotografie se objevily na titulu známého amerického magazínu Life.

Pravděpodobně první praktické využití HDR zobrazení bylo realizováno koncem 80. let minulého století filmovým průmyslem (a to hlavně v trikovém studiu George Lucase ILM) při použití speciálních efektů. Za zakladatele HDR zobrazování digitálních dat je možné považovat Gregory Ward Larsona, který působil jako výzkumný pracovník v Lawrence Berkeley National Laboratory, později i v Silicon Graphics, Inc. Roku 1985 představil G. W. Larson první datový formát pro archivování HDR dat – Radiance RGBE. Zpočátku je HDR ve filmovém průmyslu používán hlavně pro realističtější podání animovaných scén. Jedním z prvních filmů, kde byla technologie HDR použita v reálných scénách byl film Matrix (1999).

Proces použití tónového mappingu a bracketingu v digitální fotografii pak začal svou cestu v 90. letech 20. století. Výzkumník na poli zpracování počítačového obrazu Paul Debebec představil v roce 1997 počítačové komunitě na konferenci SIGGRAPH proces spojování několika rozdílných exponovaných snímků do jednoho HDR snímku. Spolu s Larsonem publikovali množství rozsáhlých prací o HDR processingu. Debebec pracoval i s photogrammetrií (získávání 3D modelu z několika 2D fotografií zachycujících model z různých záběrů) a vyvinul postupy a zařízení na zachycení komplexního

dynamického jasu celé scény. V této době vznikl dodnes používaný formát na archivaci HDR dat s označením Open-EXR.

Devebecův výzkum spolu s rostoucím výkonem osobních počítačů a dostupností digitálních přístrojů asi nejvíc přispěl k všeobecné popularitě procesu zpracování HDR obrazu.

Dalším mezníkem ve vývoji HDR fotografie byl rok 2002 kdy Raanan Fattal uvedl na svět stejnojmenný algoritmus tónového mapování *fattal* (využívá ho i software Photomatrix-Pro). Obrazy generované tímto algoritmem se staly velmi populárními a dnes tento algoritmus používá většina programů pro zpracování HDR obrazu. V roce 2005 přišel Erik Reinhard s algoritmem (*reinhard*), který odpovídá foto-fyziologickému vnímání scény lidským zrakem. Dnes už existuje několik algoritmů tónového mapování, které poskytují rozdílné zpracování scény, jako jsou například *reinhard*, *ward*, *cypher*, *drago*, *retinex*, *tumblin*, *durand* a další. Avšak podstatná většina snímků, které uvidíte na internetu, nebo v této knize knize je generovaná zmiňovaným algoritmem *fattal*.

Počítačová grafika

Poprvé jsem se setkal s HDR jako animátor ve videostudiu v průběhu devadesátých let, takže jinak řečeno, moje první kontakty s touto technologií sahají ještě do doby konce minulého tisíciletí (to zní lépe, dýchá to patinou věků...). Několikrát jsme řešili problém, kdy jsme do skutečné scény potřebovali vložit objekt tak, aby oko laického diváka nepoznalo, že je objekt pouze imaginární. V té době se to dalo udělat dost těžce a takovým nereálně působícím objektům jsme s kolegou říkali různě, nejčastěji však „bakelítáky“.

Postupně se však technologie zdokonalovala a o pár let později jsme už mohli použít HDR globální osvětlení. Postup byl takový, že se nafotilo kulové panorama (360° × 360°) dané scény, kde se zaznamenaly všechny odlesky reálných světél a odrazných ploch spolu s intenzitou jejich jasu. Automat na kulové panorama reálné scény tenkrát ovšem nebyl běžně dostupný, a tak jsme si pomohli malým trikem: Vzali jsme velkou zrcadlovou vánoční kouli, dali ji například do místnosti a vyfotografovali ji. Na vánoční kouli jsme měli zachycenou skoro celou místnost, hlavně rozložení světél a jejich jas.

Pomocí dostupných utilit jsme z fotografie vydolovali tzv. světelnou mapu, kterou jsme poté použili při tvorbě virtuálního globálního osvětlení. Tímto postupem a s použitím reálných textur daný imaginární objekt vypadal v reálném



Obrázek 1.11: Na snímku vidíte screenshot ze hry Need for Speed: Hot Pursuit! od společnosti Electronic Arts Inc. Hra se na evropský trh dostane pravděpodobně v listopadu 2010. Zdroj: www.needforspeed.sk

prostředí značně věrohodně. Pro lepší pochopení se můžete podívat na tuto stránku, která je sice ve španělštině, ale její doprovodné obrázky vám mnohé vysvětlí: http://www.eteraestudios.com/training_img/hdri_fake/hdri_fake_es_01.htm, anebo se podívejte na domovské stránce Paula Devebeca, jak vypadá dnešní (2008) situace v realistické počítačové animaci, možná vás to překvapí více než si myslíte <http://gl.ict.usc.edu/Research/DigitalEmily/>.

HDR zpracování obrazu se ujalo a hojně ho využívá kromě filmového i hráčský průmysl. Firma ATI a NVIDIA ji používají ve svých GPU akcelerátorech pro lepší podání počítačově vymodelovaných scén HDRR (druhé R znamená Rendingr neboli počítačové umělecké ztvárnění či vyobrazení). Minimál-

ním požadavkem je, aby grafická karta počítače podporovala architekturu Shader Model 2.0 a vyšší. Takové skoro realistické scény uvidíte například ve hrách FarCry či Half-Life 2.

Věda

Technologie zvětšení dynamického rozsahu se samozřejmě používá i ve světě vědy, ať už například v oblasti mikroskopie nebo makroskopie. Tě druhé se já věnuji profesionálně, a to v oblasti astronomie, kde se vedle HDR používá i obdobný postup na získání tzv. světla z oblohy – tzv. fotonásobení.

V této knize se ale především budu věnovat pouze úzkému pásmu ze značně široké oblasti HDR, a to zvyšování dynamického rozsahu běžné fotografie, a doufám, že tou nejsnadnější cestou.