



## Kapitola 6: Panoramatické HDR obrazy



Celá tato kapitola pojednává o HDR snímcích prostředí. Představuje určitou symbiózu, stejně jako špičku obou oblastí: oblasti fotografie s vysokým dynamickým rozsahem a oblasti panoramatické fotografie. Je asi tím nejtěžším, co vůbec můžete pomocí fotoaparátu vytvořit.

Panoramatická fotografie staví na tradici, která spadá do samých počátků oboru fotografie. Vlastně se datuje ještě dále, pokud vezmeme v potaz rozsáhlé malby starobylé Číny, Řecka a skvělých benátských mistrů. Lidé zkrátka panoramata a úchvatný efekt prostorového zobrazení milují a bylo tomu tak odpradáвна. V digitálním věku má pevné místo v posvátné oblasti technologie virtuální reality (VR). Výzkum se v této oblasti nikdy nezastavil a v kombinaci se zobrazováním s vysokým dynamickým rozsahem je aktivní jako nikdy předtím.

Kromě toho, že skvěle vypadají, jsou panoramatické obrázky mimořádně vhodné pro 3D renderování. Nicméně i z čistě fotografického hlediska je nesmírně těžké je exponovat. Jeli-kož okolní prostředí je zachyceno jako celek, s největší pravděpodobností někde v obrazu zachytíte vysoce jasné, světlé oblasti stejně jako extrémně tmavé stíny. Proto je pro fotogra-  
fy, kteří vytvářejí panoramatické fotografie, zvláště vhodné využití vysokého dynamického rozsahu (HDR) a tomu odpovídající pracovní postup.

Velkou část této kapitoly napsal Bernhard Vogl (<http://dativ.at>). Společně vám představíme různé způsoby fotografování, přičemž všechny mají různou míru ručně vynaloženého úsilí a hardwarových požadavků. Za předpokla-du, že máte dostatek prostředků na speciální vybavení, můžete rychle a snadno dosáhnout skvělých výsledků. Pokud jste ochotni vynalo-žit větší úsilí a čas, výsledek může být stejně dobrý nebo dokonce lepší, a to s ještě nižšími náklady.

### 6.1 Panoramatický žargon

Fotografování panoramat se od běžného fo-tografování poněkud odlišuje. Než se do něj pustíme, musíme se ujistit, že některé výrazy a definice jsou vám naprosto jasné.

#### 6.1.1 Zorné pole

Když běžný fotograf mluví o „ohniskové vzdá-lenosti“ svého objektivu, předpokládá, že part-ner, s nímž vede konverzaci, patří do stejné skupiny s ohledem na rozměr filmu nebo ve-likost senzoru. V typické konverzaci uslyšíte fráze jako „vyfotografováno pomocí 17mm“ a každý ví, o čem je řeč: jednalo se o velmi širo-kouhlý objektiv.

V případě digitálních fotoaparátů si dokon-ce i nadšenci pomalu uvědomují, že samotná *ohnisková vzdálenost* je výraz neurčitý. Většina z nich tento problém obchází vynásobením ohniskové vzdálenosti „faktorem ořezu“ (crop factor), který vychází z převodu na standardní objektiv pro 35mm kinofilm. V následujících částech se dozvíte, že to není dobrým nápa-dem.

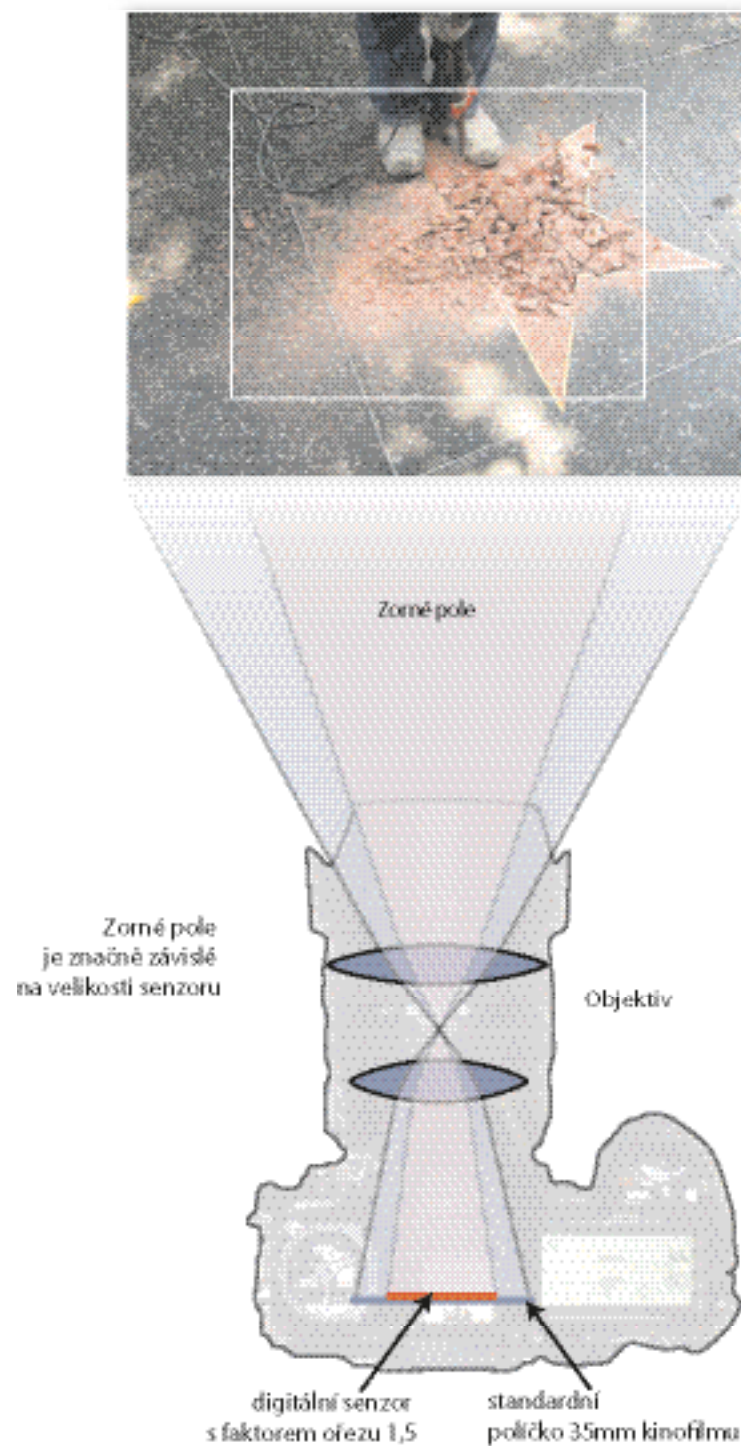
Fotografové panoramatických fotografií ten-to jednosměrný přístup opustili a nyní pracují s výrazem *zorné pole* (*zorný úhel*), z anglického *FOV*, *field of view*. Představte si vás samotné ve středu kruhové výseče; zorné pole bude defino-vat, co všechno uvidíte, aniž byste pohnuli hla-vou. Stále jde o nejednoznačnou definici, takže musíme přidat směr: vodorovné, svislé, a někdy diagonální zorné pole z rohu do rohu.

Zcela sférický obraz zobrazí vodorovné zor-né pole (hFOV) 360 stupňů a svislé zorné pole (vFOV) 180 stupňů. To je maximální zorné pole, které kdy budete potřebovat v reálných situacích, a pokrývá všechno, co můžete kolem sebe vidět.

Ale co znamená výraz *sférický*?

#### 6.1.2 Promítání obrazu

Základní problém prostorového zobrazení spočívá v tom, že z definice nemá žádné hra-nice. Připomíná spíše kouli, která vše obaluje kolem zorného bodu. Ovšem dvojrozměrný ob-raz hranice má a je vždy plošným obdélníkem.



Takže musíme obklopující kouli rozbalit, podobně jako pečlivě oloupaný pomeranč. Tomuto procesu se říká panoramatické promítnutí (projekce). Existují různé způsoby, jak to provést, a každý je svým způsobem určitým kompromisem. Musí být, neboť vyjadřujeme trojrozměrný prostor pomocí dvojrozměrného obrazu. Názvy typů projekcí jsou standardními výrazy fotografického slovníku, přesto však existují v různých dialektech, o kterých byste měli vědět.

**Sférické mapování / zeměpisná šířka-délka / ekvidistantní válcová projekce:** Jedná se o nejčastější způsob obalení imaginární obklopující koule. Všimněte si, že všechny tři názvy se týkají naprosto stejného formátu. Snadno jej lze rozpoznat podle typického poměru 2:1 a odpovídá transformaci glóbu na jednoduchou mapu světa. Geografické souřadnice zeměpisné šířky a délky jsou považovány přímo za souřadnice XY daného pixelu. Obzorová čára takového panoramatického snímku odpovídá rovníku. Prochází přesně středem obrazu a je mapována bez jakékoliv deformace.

Na druhou stranu póly odpovídají bodům zenitu (nadhlavníku) a nadiru (podnožníku). Při extrémní deformaci se rozmáznou přes celou šířku obrazu. Tyto speciální body tvoří první a poslední řadu pixelů. Na to je třeba při úpravě takového obrazu pamatovat. Zmatek v oblasti horní a dolní hranice vede k závažným chybám, neboť se sbíhají do jednoho bodu.

Architektonické linie, které prochází svisle, zůstanou rovné. Správnými orientačními body jsou rohy budov, sloupy a pouliční lampy. Ovšem vodorovné architektonické linie jsou vždy ohnuty, podobně jako při deformaci způsobené objektivem typu rybí oko. Je tomu tak proto, že projekční mřížka se sbíhá tím více, čím více se blíží k bodům zenitu a nadiru. Co na mapě



▲ Sférická mapa je obalena kolem zobrazení jako mapa světa



▲ Kubická mapa je svinuta dohromady podobně jako kartonová krabice.

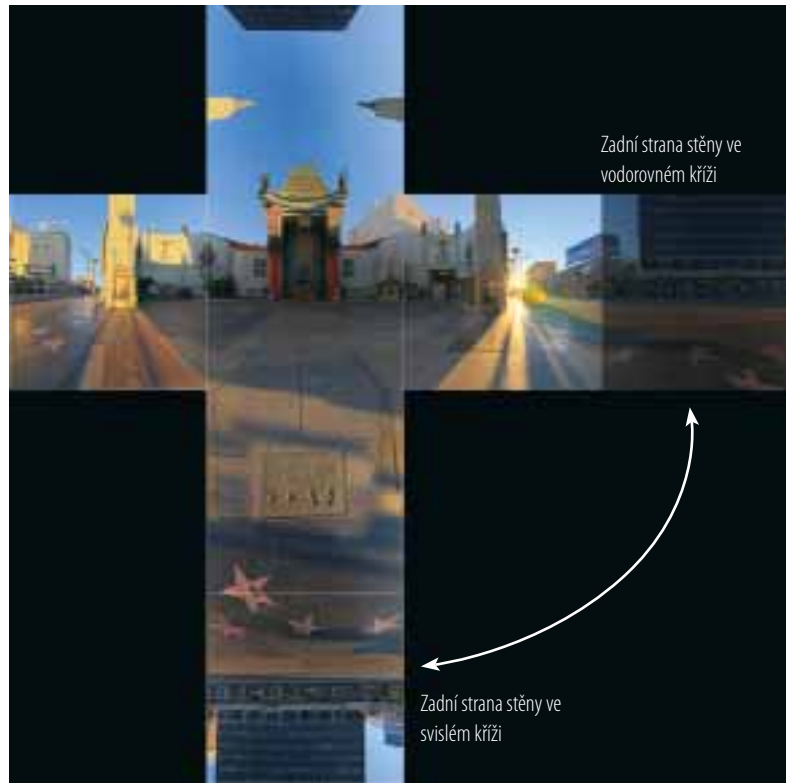
vypadá jako svislé ohnutí rovných čtverců, se na projekční kouli promění v kruhovou výseč.

Pokud manipulujete s obrázkem promítnutým pomocí ekvidistantní válcové projekce, musíte věnovat mimořádnou pozornost liniím ve švu. Levý a pravý okraj k sobě musí perfektně pasovat. Toho lze dosáhnout vodorovným rozvinutím obrazu, což odpovídá otočení glóbu podél svislé osy.

**Kubické mapování / vodorovný kříž / svislý kříž:** Místo obklopující koule můžeme po-

užít i krychli. Pokud se náš zorný bod nachází přesně uprostřed, není mezi koule a krychle prakticky žádný vizuální rozdíl. Jedinou věcí, s níž je nutno počítat, je, že každému pozorovacímu úhlu musí odpovídat správný obrázek.

Tato projekce je velmi efektivní pro účely zobrazení virtuální reality. Výpočty nejsou nijak složité, neboť vyžadují pouze šest převodních funkcí pro XYZ souřadnice ve virtuálním prostoru. Matematicky nelze virtuální objekt popsat jednodušším způsobem. Proto je kubická mapa nativním formátem, který používá



▲ Různé varianty podle umístění zadních stěn krychle.

QuickTime VR, stejně jako většina počítačových her. Moderní grafické karty dokonce disponují speciální hardwarovou akcelerací pro renderování libovolných pohledů z kubické mapy.

Existuje mnoho různých variant této projekce. Může existovat ve podobě šesti samostatných obrázků, všech obrázků v jednom dlouhém pruhu nebo obrázky mohou být uspořádány do vodorovného nebo svislého kříže. Konečný výstup záleží na tom, co prohlížeč software očekává. Je-li tato projekce použita jako výměnný formát pro úpravu a vylepšení, preferovaným formátem je vodorovný kříž. Je stejný jako svislý kříž s výjimkou umístění zadních stěn krychle. Kreslení do obrázku, který je vzhůru nohama, je poněkud nepohodlné,

v případě vodorovného kříže máme všechny čtyři pohledy umístěny pěkně vedle sebe.

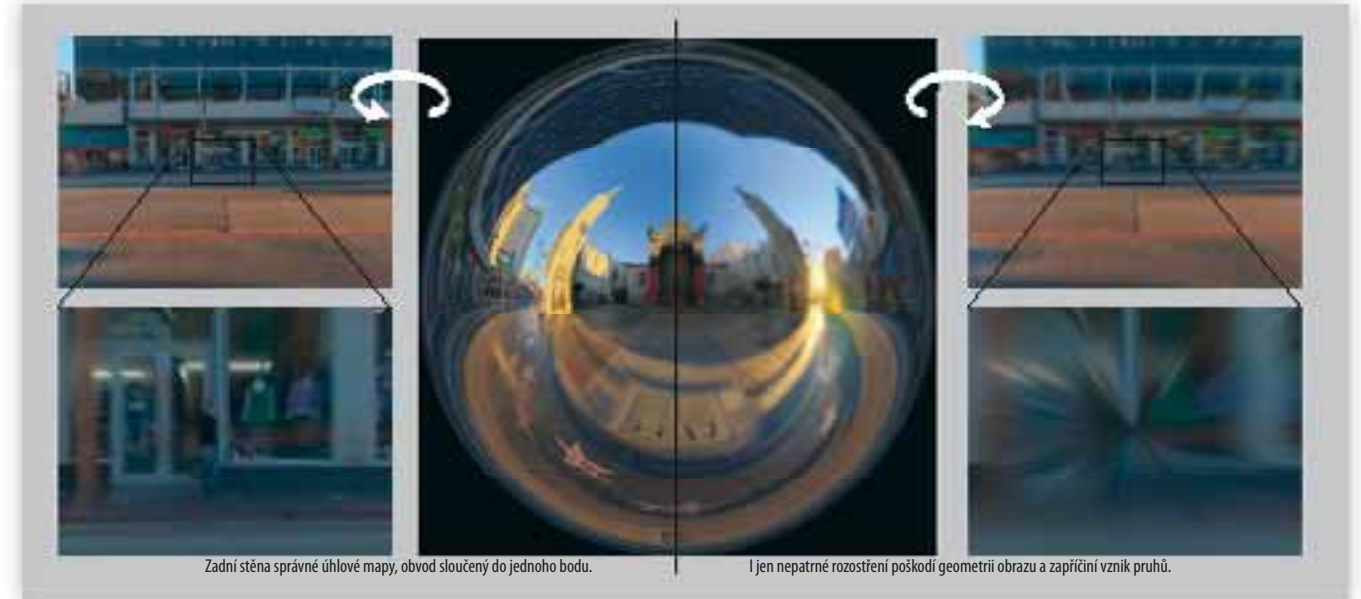
Velkou výhodou této projekce je, že nevytváří žádné přehnané deformace. Každá strana krychle je hezky plochá a odpovídá prostému zobrazení v daném směru. Vlastně přesně odpovídá čtvercovému oříznutí fotografie pořízené vysoce kvalitním 13,3mm objektivem s pevnou ohniskovou vzdáleností, který disponuje zorným polem 90 stupňů ve vodorovném a svislém směru. Rovné architektonické linie zůstanou rovné a hustota pixelů je na celém povrchu krychle neměnná. To z jednotlivých stěn krychle dělá impozantní plátno, které lze upravovat a vylepšovat. Ovšem musíte si uvědomit, že perspektiva se v hranách rapidně mění. Také mnoho čtverců je spojených, třebaže jsou v obraze vzájemně odděleny. Abyste zachovali spojitost ve švech, veškeré úpravy obrazu by měly být provedeny uvnitř každého čtverce. Zvláštní pozornost je třeba věnovat při použití globálních obrazových filtrů, jako jsou filtr rozostření nebo zostření.

Stinnou stránkou je, že kříž využívá pouze polovinu dostupného prostoru obrazu. I když na disku mohou být černé oblasti díky libovolnému druhu bezztrátové komprese zmenšeny na pouhých několik bajtů, stále zdvojnásobují množství paměti vyžadované k otevření obrázku. To může dělat značný rozdíl, protože panoramata jsou už sama o sobě notoricky obrovské obrázky.

Proto se objevily další varianty, kdy jsou všechny stěny krychle uloženy jako speciálně pojmenované samostatné soubory nebo jednoduše umístěny vedle sebe do dlouhého pásu. V tomto případě se pořadí a směr stěn v každém programu liší, takže jde skutečně o na míru ušitý způsob kubického mapování (též mapování na krychli), který vůbec není dobrým výměnným formátem.



▲ Úhlové mapy jsou nejprve prodlouženy do kužele a poté smršťeny do obklopující koule.



**Úhlové mapování / mapování světla na kouli (lightprobe):** Tato projekce byla navržena speciálně pro osvětlování 3D objektů s obrazy HDR. Poprvé se o ní zmínil Paul Debevec, průkopník, který v podstatě vynalezl obor „simulace osvětlení reálným prostředím, image-based lighting“ (viz např. <http://www.fa.vutbr.cz/stud/Apl/2006.pdf>, pozn. red.). Všimněte si, že téměř každý zcela panoramatický obraz

HDR je ve skutečnosti detekcí světla, bez ohledu na typ projekce. Ovšem legendární kurz pana Debevece „Renderování pomocí přirozeného světla“ z roku 1998 na veletrhu SIGGRAPH, přinesl tento typ projekce a od té doby je běžně označován jako lightprobe image, mapování odrazu světla na kouli.

Geometrie obrazu se podobá objektivu typu rybí oko, ovšem se zorným úhlem 360 stupňů

▲ Kvůli extrémní geometrické deformaci jsou manipulace téměř neproveditelné a vyloučeno je i použití jakýchkoliv obrazových filtrů.