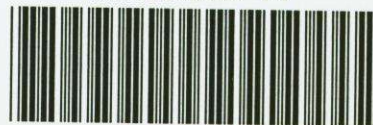


Digitální zpracování statického obrazu

Bakalářská práce

Knihovna JU - PF



3115172531

Martin Švarc

Jihočeská univerzita
Pedagogická fakulta
Katedra fyziky

Vedoucí práce: Mgr. Petr Bartoš

České Budějovice 2006

Obsah

1. Úvod	1
2. Úvodní slovo	2
3. Úvodní slovo	3
4. Úvodní slovo	4
5. Úvodní slovo	5
6. Úvodní slovo	6
7. Úvodní slovo	7
8. Úvodní slovo	8
9. Úvodní slovo	9
10. Úvodní slovo	10
11. Úvodní slovo	11
12. Úvodní slovo	12
13. Úvodní slovo	13
14. Úvodní slovo	14
15. Úvodní slovo	15
16. Úvodní slovo	16
17. Úvodní slovo	17
18. Úvodní slovo	18
19. Úvodní slovo	19
20. Úvodní slovo	20
21. Úvodní slovo	21
22. Úvodní slovo	22
23. Úvodní slovo	23
24. Úvodní slovo	24
25. Úvodní slovo	25
26. Úvodní slovo	26
27. Úvodní slovo	27
28. Úvodní slovo	28
29. Úvodní slovo	29
30. Úvodní slovo	30
31. Úvodní slovo	31
32. Úvodní slovo	32
33. Úvodní slovo	33
34. Úvodní slovo	34
35. Úvodní slovo	35
36. Úvodní slovo	36
37. Úvodní slovo	37
38. Úvodní slovo	38
39. Úvodní slovo	39
40. Úvodní slovo	40
41. Úvodní slovo	41
42. Úvodní slovo	42
43. Úvodní slovo	43
44. Úvodní slovo	44
45. Úvodní slovo	45
46. Úvodní slovo	46
47. Úvodní slovo	47
48. Úvodní slovo	48
49. Úvodní slovo	49
50. Úvodní slovo	50
51. Úvodní slovo	51
52. Úvodní slovo	52
53. Úvodní slovo	53
54. Úvodní slovo	54
55. Úvodní slovo	55
56. Úvodní slovo	56
57. Úvodní slovo	57
58. Úvodní slovo	58
59. Úvodní slovo	59
60. Úvodní slovo	60
61. Úvodní slovo	61
62. Úvodní slovo	62
63. Úvodní slovo	63
64. Úvodní slovo	64
65. Úvodní slovo	65
66. Úvodní slovo	66
67. Úvodní slovo	67
68. Úvodní slovo	68
69. Úvodní slovo	69
70. Úvodní slovo	70
71. Úvodní slovo	71
72. Úvodní slovo	72
73. Úvodní slovo	73
74. Úvodní slovo	74
75. Úvodní slovo	75
76. Úvodní slovo	76
77. Úvodní slovo	77
78. Úvodní slovo	78
79. Úvodní slovo	79
80. Úvodní slovo	80
81. Úvodní slovo	81
82. Úvodní slovo	82
83. Úvodní slovo	83
84. Úvodní slovo	84
85. Úvodní slovo	85
86. Úvodní slovo	86
87. Úvodní slovo	87
88. Úvodní slovo	88
89. Úvodní slovo	89
90. Úvodní slovo	90
91. Úvodní slovo	91
92. Úvodní slovo	92
93. Úvodní slovo	93
94. Úvodní slovo	94
95. Úvodní slovo	95
96. Úvodní slovo	96
97. Úvodní slovo	97
98. Úvodní slovo	98
99. Úvodní slovo	99
100. Úvodní slovo	100

Poděkování

Rád bych zde poděkoval Mgr. Petrovi Bartošovi za vedení a podporu při tvorbě této práce.

Obsah

ÚVOD	6
1. GRAFICKÝ HARDWARE	7
1.1 Typy monitorů.....	7
1.2 Současné a budoucí technologie.....	8
2. SPRÁVA BAREV VSTUPNÍCH A VÝSTUPNÍCH ZAŘÍZENÍ	10
2.1 Displeje	10
2.2 Skenery	13
2.3 Digitální fotoaparáty	14
2.4 Výstupní zařízení	15
3. DIGITALIZACE OBRAZOVÉ INFORMACE	17
3.1 Obrazová matice	17
3.2 Vzorkování obrazu - sampling	18
3.3 Moiré, aliasing	19
3.4 Zpětná rekonstrukce obrazu - ideální	21
4. INTERPOLACE	24
4.1 Metoda „nejbližší soused“.....	24
4.2 Bilineární interpolace.....	25
4.3 Bikubická interpolace.....	25
4.4 Schodovitá interpolace.....	25
4.5 Fraktální interpolace	26
4.6 Zhodnocení.....	26
5. JPEG.....	28
5.1 Historie.....	28
5.2 Charakteristika.....	28
5.3 Režimy kódování.....	29
5.4 Zhodnocení	33
5.5 JPEG 2000.....	34
6. TIFF.....	35
6.1 Charakteristika.....	35
6.2 Třídy.....	36
6.3 Zhodnocení	37
7. RAW.....	38
7.1 Charakteristika.....	38
7.2 Zpracování.....	39
7.3 Výhody.....	41
7.4 Nevýhody.....	42
7.5 RAW konvertory.....	45
7.6 Zhodnocení	46

8. OSTATNÍ OBRAZOVÉ FORMÁTY	47
9. COLORIMETRIE	53
9.1 Světlo a barva	53
9.2 Color management	54
9.3 PCS	55
9.4 ICC profily.....	55
9.5 Barevné prostory.....	56
10. VNÍMÁNÍ OBRAZU	62
10.1 Barvy.....	62
10.2 Oko... ..	63
10.3 Mozek a fotografie.....	65
11. ADOBE PHOTOSHOP	67
11.1 Retuš	67
11.2 Rámečky	68
11.3 Kolorování, změna sytosti.....	70
11.4 Redukce šumu.....	71
ZÁVĚR	73
LITERATURA - POUŽITÁ	74
LITERATURA - DOPORUČENÁ	75

Úvod

Impulzem pro zaměření této bakalářské práce se stal můj zájem o digitální fotografii. Po zakoupení kvalitní digitální zrcadlovky jsem se začal více věnovat problematice zpracování obrazu. Následující text proto převážně směřuje k problematice zpracování obrazu, který je výstupem z digitálního fotoaparátu.

Důvodem preferování grafické podoby prezentace je, že lidské smysly jsou přednostně orientovány na vnímání okolního světa pomocí obrazu. To, že lidské oko nerozliší mezní podrobnosti, vedlo ke vzniku zobrazování pomocí vymezených elementárních plošek, ze kterých se obraz skládal.⁵ Pokud se tedy ohlédneme zpět do minulosti, můžeme spatřit první „digitální“ zobrazení – mozaiky. Vývoj techniky mozaik je možno sledovat již od sumerské doby, kdy se objevily první skládané ornamente. Jedinečným příkladem této techniky u nás je dílo mozaiky na chrámu sv. Víta, její digitální objem je 1,14 miliónů obrazových plošek (tedy ekvivalent formátu SXGA).¹

Díky výkonné výpočetní technice jsme v současnosti schopni vysoce efektivního zpracování informací. Zpracování obrazu je jedním z fenoménů dnešní doby, už jen díky výraznému poklesu cen výpočetní techniky, nástupem digitálních fotoaparátů a tiskáren. Počítačově zpracované fotografie a grafika nás obklopuje doslova na každém kroku.

1. Grafický hardware

1.1 Typy displejů

K tomu, abychom dostali grafický výstup ze vstupního zařízení, měření, simulací či výpočtů, potřebujeme výkonný počítač vybavený příslušným výstupním grafickým rozhraním. V současné době existuje takovýchto zařízení poměrně velké množství, proto si je rozdělíme na dvě základní skupiny a to z hlediska formy získávaných výstupů:

1. zařízení poskytující obrazovou informaci v trvalé formě
2. zařízení poskytující výstup na obrazovce

Do první skupiny můžeme zařadit různé typy zapisovačů (digitální souřadnicové zapisovače, analogové zapisovače a fotozapisovače) a tiskárny (mozaikové, inkoustové, termosublumační, laserové, voskové, atd.).

Druhou skupinu výstupních zařízení tvoří grafické displeje, poskytující výstup na obrazovce. Konstrukčně existují tři typy displejů (alfanumerické, umožňující výstup pouze textové informace a proto pro počítačovou grafiku nevhodné, rastrové a vektorové). Nejběžnějším typem jsou rastrové displeje, s kterými se setkáme u mikropočítačů. U těchto displejů jsou pixely rozloženy v pravidelné síti a o výsledném rozlišení rozhoduje počet pixelů v horizontálním a vertikálním směru. V tabulce 1.1 je uveden přehled nejčastěji používaných rozlišení.

Formát	Rozměr v pixelech	Celkový počet pixelů	Poměr stran
QVGA	320 × 240	76 800	4 : 3
VGA	640 × 480	307 200	4 : 3
SVGA	800 × 600	480 000	4 : 3
Mac	832 × 624	519 168	4 : 3
XGA	1024 × 768	786 432	4 : 3
SXGA	1280 × 1024	1 310 720	5 : 4
UXGA	1600 × 1200	1 920 000	4 : 3
QXGA	2048 × 1536	3 145 728	4 : 3

Tab. 1.1: Obrazové rozlišení

Vedle rastrových displejů existují i vektorové displeje. Při práci s nimi zadáváme počáteční a koncový bod úsečky, kterou je třeba vykreslit a elektronový paprsek tyto dva body propojí spojitou čarou. S vektorovými displeji se příliš často

nesetkáme, jsou spíše doménou profesionální oblasti. Vhodné jsou např. pro programy typu CAD.

V terminologii rastrových a vektorových zařízení můžeme popsat i grafická zařízení z první skupiny. Podle tohoto rozdělení tiskárny a souřadnicové zapisovače jsou zařízeními rastrovými, zatímco starší analogové zapisovače a fofozapisovače patří mezi zařízení analogová.

Při programování grafických výstupů je třeba pečlivě rozlišovat, do které skupiny dané zařízení patří, protože použité algoritmy se též budou dělit na rastrové a vektorové. Při běžné práci však budeme používat rastrová zařízení, ať již displeje nebo tiskárny, a proto i software bude odpovídat tomuto typu zařízení.⁵

Displej, který používáme pro úpravu grafiky by měl mít zcela plochou obrazovku, abychom se vyhnuli případným optickým zkreslením. Rozlišení obrazovky by mělo být minimálně 1024 × 768 bodů při nejméně 24 bitové hloubce barev. Hodnota obnovovací frekvence by rozhodně neměla klesnout pod 85 Hz, blikání obrazu je únavné a může způsobit bolesti hlavy nebo pálení očí. Monitor nám z hlediska hardwaru nestárne příliš rychle, proto bychom měli investovat do skutečně kvalitního typu.

1.2 Současné a budoucí technologie

V současnosti výrobci pomalu upouštějí od výroby CRT monitorů a jejich produkce se soustřeďuje na LCD displeje. V profesionální sféře se setkáme se skutečně vynikajícími a kvalitními LCD displeji, které splňují veškeré předpoklady pro práci s grafickými operacemi. Bohužel levnější a tím i dostupnější typy jsou pro grafiku naprosto nevhodné i když se stále více prosazují na úkor kvalitnějších a levnějších CRT monitorů. K výhodám patří především menší rozměry i hmotnost, spotřeba a jsou vždy ploché. K nedostatkům LCD displejů můžeme zařadit malý dynamický rozsah, kolísání barev v závislosti na zorném úhlu, nízké rozlišení a malý počet zobrazovaných barev. Klasické CRT monitory mají mnohem širší možnosti, dokonce byl firmou NEC Mitschubishi uveden na trh monitor, schopný pokrýt barevný prostor AdobeRGB. Vysokých kvalit dosahuje u CRT monitorů technologie Sony Trinitron - již se ale přestaly vyrábět. Příkladem špičkových LCD displejů určených převážně pro grafické operace jsou například produkty firmy EIZO.

Mezi „technologie zítřka“ můžeme směle zařadit uhlíkové NED displeje, FED displeje (Field Emission Display), organické OLED displeje, 3D displeje, polymerové displeje, stereoskopické brýle, holografická zařízení, či elektronický papír – tzv. e-paper.

3D displeje

Technologii 3D displejů představila světu v roce 2002 firma Sharp. Tento LCD panel by měl pracovat bez nutnosti použití dodatečného zařízení, jako jsou například polarizační brýle. Funkce pracuje na základě sady vertikálních černých bodů umístěných před samotným displejem. Ty sice snižují rozlišení monitoru v trojrozměrném módu na polovinu, ale na druhou stranu umožňují bez dalších pomůcek sledovat trojrozměrný obraz. Kromě 3D obrazu by měl monitor poskytovat také klasický dvourozměrný obraz - stejně jako dnešní LCD panely. Přepínání mezi oběma režimy by se mělo provádět stisknutím tlačítka. Monitor poskytuje jiný obraz pro levé a pravé oko, výsledek pak působí prostorově. Omezením je, že 3D efekt se projeví pouze pokud uživatel sedí v omezeném prostoru přímo před monitorem. Při příliš velkém odklonu od kolmého zobrazovacího úhlu se 3D obraz vytrácí. Z počátku by v první fázi měly být určeny především pro oblast multimédií, počítačové zábavy a her.⁹

OLED displeje

Zatím poměrně nejistě se v oblasti grafiky vyvíjí technologie OLED (Organic Light Emitting Diode), za kterou stojí výzkumné úsilí společnosti Eastman Kodak. Výrobci obrazovek založených na této technologii uvádějí, že její obraz je jasnější, kontrastnější, nabízí větší pozorovací úhly a rychlejší dobu odezvy než konkurenční LCD (Liquid Crystal Display). Organické luminiscenční displeje spotřebovávají méně energie a mohou být až o třetinu tenčí než technologicky blízké LCD. Bohužel stále přetrvávajícím problémem je krátký životní cyklus a chemická nestabilita použitých komponent. Proto se tato technologie zatím uplatňuje především ve spotřební a ICT elektronice, kde se neklade důraz na velkou životnost. Analytici společnosti Display Search očekávají, že komerčního nasazení velkoformátových obrazovek bude tato technologie schopná nejdříve za 5 let. Otázkou ale zůstává, zda výrobci konkurenčních technologií budou tak dlouho čekat. Navíc výrobci investovali poměrně velké množství finančních prostředků do LCD technologie a čekají, až se zaplatí.

NED displeje

Velice slibně vypadá technologie NED (Nano-Emissive Display), kterou vyvíjí společnost Motorola Labs. Dle vyjádření společnosti nabídne podle předběžných odhadů v průběhu roku 2006 displej o úhlopříčce 40" (cca 1,01 m) s tloušťkou pár milimetrů a parametry nejlepších monitorů v ceně okolo 400 dolarů (okolo 10 tisíc Kč).

2. Správa barev vstupních a výstupních zařízení

Různé typy zařízení jsou různě stabilní, tj. chování jednoho a téhož kusu zařízení při tom samém nastavení je do menší či větší míry závislé na nejrůznějších faktorech, jako je stáří a opotřebenost zařízení, teplota, vlhkost okolního vzduchu apod. V závislosti na tom je potřeba zařízení různě často kalibrovat a profilovat. Navíc je každé takové zařízení značně variabilní, neboli rozdíly mezi jednotlivými kusy jsou menší či větší. V závislosti na tom může nebo nemusí jít použít profil vytvořený pro jiný kus zařízení nebo generický profil popisující průměrné zařízení daného typu.

2.1 Displeje

Je paradoxem současné doby, že ačkoliv valná většina společnosti pracuje s výpočetní technikou, tak málokdo se dívá na ty „správné“ barvy. Kalibrace displeje je přitom základním požadavkem pro korektní zobrazení toho, jaké tonální a barevné informace obrazový soubor skutečně obsahuje a je i tím základním krokem ke zobrazení reálné obrazové informace.

Monitory jsou silně variabilní a nepřilíš stabilní zařízení. Nejen že se jejich vlastnosti značně liší kus od kusu a že navíc mají ještě i celou řadu ovládacích prvků, které jdou nastavit ale i chování téhož monitoru se všemi nastaveními zafixovanými se časem poměrně rychle mění. Už po dvou letech pravidelného užívání se monitor zákonitě chová úplně jinak, než když byl nový. Fosfory CRT monitorů stárnou poměrně rychle, zejména modrý, a tak kromě úbytku jasu dochází též k posunu do žluta. Životnost CRT monitoru pro výhradní práci s barvami je běžně uváděna jako zhruba tři roky. LCD vydrží o něco déle, ale pro přesnou práci s barvou bývají považovány za méně vhodné. Barevné filtry LCD se mění s časem mnohem pomaleji než fosfory CRT monitoru, dalo by se říct že prakticky nezatelně. Postupem času ale pomalu ale jistě klesá intenzita světla, které je prosvěcuje.

Důležitou roli v podání barev a jasu hraje i samotná poloha počítače v místnosti. Ne nadarmo má většina grafických studií počítače umístěné buď v místnostech bez oken, nebo jsou okna kryta alespoň žaluziemi. Základní osvětlení na pracovišti by mělo být stabilní a současně splňovat požadavky na barevnou charakteristiku světelného zdroje. V domácích podmínkách je obvykle dosažení takového požadavku obtížné. Rozhodně bychom se měli vyvarovat použití úsporných žárovek a zářivek. Vyhovujícím a levným řešením je použití xenonové žárovky. Pokud jsme schopni dosáhnout doporučeného osvětlení pracoviště, můžeme přistoupit k samotné kalibraci celého systému, tedy k řízení správě barev – CMS (Color Management System).

Nastavení pomoci samostatného programu

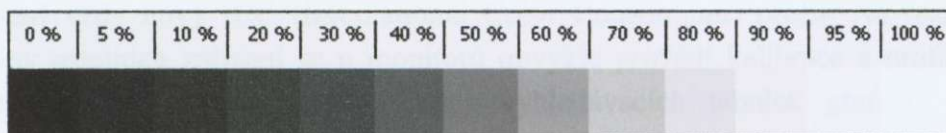
Jednoduché nastavení monitoru lze provést pomocí specializovaného programu např. Adobe Gamma či nově i od firmy Eizo apod.

Každá vizuální kalibrace začíná s nějakým existujícím profilem. Ideálně bychom měli začínat s profilem, který používá stejné fosfory jako náš monitor. Pokud takový profil nemáme k dispozici, měli bychom při volbě generického profilu alespoň respektovat typ monitoru (Trinitron, ...). Pokud utilita dovoluje nastavení gama pro každou barvu zvlášť, nastavujeme ho zvlášť. Téměř vždy se to dělá posouváním šoupátka do té doby, než plocha jednolité barvy s texturou vzájemně souhlasí. Většinou není problém provést toto nastavení u červené a zelené barvy, ale u modré je to téměř nemožné. Při nastavování gama modré je proto lepší nepozorovat vzorec, ale neutrálně šedé pozadí, jestli je vskutku neutrální.

Utility pro vizuální kalibraci jsou designované pro CRT monitory. Používáme-li LCD, je jejich použití pouze na vlastní nebezpečí.

Nastavení jasu

Pokud takový program nemáme k dispozici, můžeme uplatnit alespoň následující postup pro nastavení jasu: kontrast monitoru nastavíme na 100% a jas zregulujeme tak, aby následující stupnice jasů od černé po bílou měla jednotlivá políčka viditelně odlišena (viz obr. 2.1). Zvláštní pozornost bychom měli věnovat začátku a konci, kde je dělení záměrně zjemněno na 5%.



Tabulka 2.1: Stupnice šedi

Nastavení barevnou tabulkou

Další, také spíše nouzové, řešení spočívá v použití speciálních tabulek či fotografie, které vizuálně porovnáváme s jejich elektronickou verzí a následně podle toho měníme barvy a jas na monitoru. Tento způsob řešení je samozřejmě velice nepřesný, kvůli přizpůsobivosti a i toleranci lidského oka, a je tedy spíše orientačního charakteru.

Nastavení kalibrační sondou

Pro serióznější práci s barvou je zapotřebí kalibrace a výroba profilů přímo na základě objektivních měření. V zásadě zde existují tři možnosti:

- a) samokalibrovací monitory, u nichž je měřicí zařízení součástí (Barco Calibrator, Mitsubishi SpectraView, Sony Artisan Color Reference System aj.)
- b) balíky obsahující současně kalibrovací/profilovací software a hardware (např. ColorVision Monitor Spyder, OptiCAL či PhotoCAL, Gretag Macbeth EyeOne)
- c) měřicí instrument a software zvlášť

Nejrozšířenější je prostřední z těchto tří voleb. Balíky obsahující vedle softwaru i měřicí sondu, která se softwarem bezproblémově spolupracuje, jsou velmi pohodlné a přitom pro většinu profesionálů i vážných amatérů v dnešní době už cenově přijatelné. Vzhledem k tomu, že tyto programy jsou konstruované tak, aby jejich použití bylo co možná nejméně náročné, tj. aby pracovaly pokud možno automaticky a od uživatele vyžadovaly jen minimální vstup, a sondy neposkytují výsledky měření v nějaké čitelné formě, tak se většinou nehodí pro experimenty s tvorbou barevných profilů a výzkum.

Při samotné kalibraci nainstalujeme příslušný software, propojíme colorimetr s počítačem a postupujeme dle pokynů. Při každé kalibraci se vytváří pro dané zařízení vždy nový ICC (International Color Consortium) profil. Na rozdíl od většiny ostatních zařízení se u monitorů obvykle provádí kalibrace a profilování současně. Součástí procesu je změna vyhledávacích tabulek grafické karty. Kalibrace monitoru zpravidla začíná nastavením kontrastu na maximum (což zajistí maximální možný dynamický rozsah) a nastavením jasu tak, aby černá byla skutečně černá a ne šedá, ale aby zase nebyla příliš černá a nedocházelo ke ztrátě detailů ve stínech. Dále zahrnuje volbu chromatičnosti bílého bodu a gama. Většinou bývá doporučováno volit bílý bod 6500 K a gama 2,2. Ačkoli standardní světelný zdroj pro posuzování barev reflexních grafických předloh je D_{50} , o barevné teplotě 5000 K, monitor s bílým bodem nastaveným na 5000 K bývá ale nepříjemně nažloutlý a tmavý, jelikož je potřeba poměrně silně potlačit modrý kanál, což zbytečně sníží celkový jas a dynamický rozsah. I v případě, že skutečně posuzujeme barvy svých výtisků pod D_{50} , barevná adaptace mezi 5000 K zdroje D_{50} a 6500 K monitoru nečiní oku problémy. Co se gama týká, hodnota 2,2 dává hladké přechody bez zbytečné pasterizace a skoků. U Macintoshů se tradičně doporučovala hodnota 1,8. Údajně to bylo proto, že to nejlépe odpovídalo výstupu na Apple LaserWriteru – obraz, který vypadal dobře na obrazovce vypadal pak dobře i vytištěný. To však platilo v „dávných“ časech před vznikem systematické správy barev. Zajištění konsistence barev mezi obrazem na monitoru a výstupem z

tiskárny, bez ohledu na nastaveném gama monitoru, je jedním z úkolů color managementu. Gamut CRT monitoru s bílým bodem nastaveným na 6500 K a gama 2,2 je velmi blízký gamutu barevného prostoru sRGB.

V důsledku stárnutí monitoru, změně napětí v síti bychom měli kalibrovat alespoň jednou za měsíc. Ve špičkových grafických studiích se kalibrace provádí denně, v běžných provozech jednou týdně. Program kalibrační sondy je zpravidla univerzální a tak můžeme provést kalibraci i na jiných grafických zařízení - např. skenery, tiskárny, projektory.⁸ Díky kalibraci pak mají obrázky na kterémkoliv zařízení stejné barevné podání. Ceny kalibračních sond začínají na částkách v řádech tisíců Kč.

2.2 Skenery

Barevný profil skeneru může pomoci při skenování reflexních předloh (jako jsou papírové fotografie) nebo diapozitivů. Pokud skenujeme negativy, máme smůlu. Pro skenování negativů se klasické barevné profily nedělají. Důvodem je to, že negativ není konečným obrazem a nejenže jsou na něm barvy převrácené, ale vůbec neexistuje jednoznačný vztah mezi barvami na negativu a na výsledném obraze. Počítá se s tím, že barvy mohou být při převodu na pozitivní obraz různě upravovány. Negativy mají velkou expoziční pružnost a v závislosti na tom, jaká byla expozice, mohou být různě tmavé. Kromě toho jsou také vybaveny oranžovou maskou, která je u různých filmů různě barevná.

Pokud hodláme při skenování používat barevný profil, musíme zajistit, aby skener viděl barvy stále stejně, tj. musíme používat vždy stejné nastavení a vypnout všechny funkce, které provádějí automatické korekce na základě toho, jak vypadá předloha, jako jsou automatické nastavování expozice, černého a bílého bodu, vyvážení bílé, ROC (inteligentní úprava barev), ale třeba i doostřování. Funkce GEM (redukce zrna) a ICE a jeho varianty (odstraňování prachu a škrábanců) při správě barev nepřekáží a je možno je mít zapnuté. Skeny ze zprofilovaného skeneru budou mít barvy (v rámci možnosti) stejné jako skenovaná předloha. Je jen na nás, abychom zvážili, je-li to opravdu naším cílem. Skeny z příliš tmavých diapozitivů budou tmavé, z namodralých namodralé, atd.

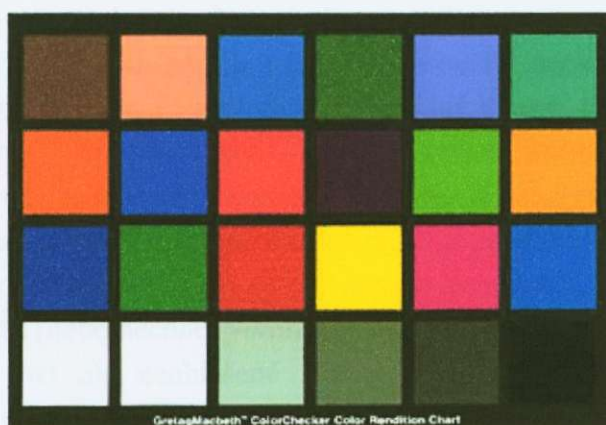
Skenery jsou poměrně stálá zařízení. Zdaleka největší proměnnou u skenerů jsou softwarová nastavení. Kromě snad těch úplně nejlevnějších modelů se téměř vždy zdroj světla interně kalibruje před každým skenem. Barva filtrů se sice časem postupně mění, ale tak pomalu, že může trvat i řadu let, než je potřeba vytvořit nový profil.

2.3 Digitální fotoaparáty

Na rozdíl od skeneru, který pracuje s jedním daným typem předloh s velmi omezenou škálou spektrálních charakteristik a se stálým zdrojem světla, digitální fotoaparát se musí vypořádávat s rozmanitostí přirozených scén a rozličnými světelnými podmínkami. Je u něj proto krajně žádoucí, aby v závislosti na okolnostech „viděl“ týž podnět různě. Při fotografování chceme mít možnost korigovat expozici, regulovat kontrast, vyvážení bílé apod. v závislosti na tom, jak je nasvícená scéna, o jaký typ snímku se pokoušíme aj. Z tohoto důvodu je profilování digitálních fotoaparátů většinou nepraktické a provádí se jen zřídka, a to zpravidla pouze pro fotografování v kontrolovaných podmínkách ve studiu. Vytvořit obecný profil, který by dostatečně dobře fungoval u všech možných scén a za všech možných podmínek, je nemožné a tvorba speciálního profilu pro aktuální podmínky v terénu obvykle není praktická.

Jedním z velkých problémů při reprodukci barev, který žádný barevný profil nedokáže vyřešit, je u digitálních fotoaparátů barevný metamerismus. Zatímco u skenerů jsou spektrální charakteristiky barviv, které tvoří barevný obraz na skenovaných předlohách (diapozitivech, papírových fotografiích, ...) stále víceméně podobného typu, spektrální charakteristiky objektů v reálné scéně mohou být velmi rozmanité. Na rozdíl od skeneru, u kterého spektrální odezva buněk snímače může být silně uzpůsobená spektrálním charakteristikám skenovaných předloh, u fotoaparátu je zapotřebí, aby spektrální odezva snímače byla pokud možno co nejbližší odezvě lidského oka, což vůbec není jednoduché zařídit. A tak nezřídka digitální fotoaparáty „vidí“ trochu jinou barvu než naše oči a mohou zobrazit objekty, které se našemu zraku jeví být téže barvy (nebo přesněji, u kterých, změříme-li je kolorimetrem, dostaneme stejné hodnoty) jako různě barevné. Jinými slovy, pro dvě předlohy se shodnými hodnotami XYZ či Lab fotoaparát vyprodukuje různé hodnoty RGB. Profil ale může udávat jen jednu.

K porovnávání věrnosti reprodukce barev a vytváření barevných profilů se u digitálních fotoaparátů nejčastěji používá barevná tabulka Gretag Macbeth Color Checker se 24 barevnými poli (viz obr. 2.2), která je uznávaným mezinárodním standardem či podobné alternativy. Podomácku je vyrobení takové tabulky prakticky nemožné. Originální tabulky jsou vyrobené pomocí speciálních barev se spektrální charakteristikou, která se snaží být blízka průměrným spektrálním charakteristikám objektů v reálných scénách. Použijeme-li svoji podomácku vyrobenou tabulku, zjistíme, jak dobře je náš digitální fotoaparát schopný reprodukovat barvy běžných tištěných předloh, ne reálných scén.



Obr. 2.2: Gretag Macbeth Color Checker

2.4 Výstupní zařízení

Existuje široká škála nejrůznějších výstupních zařízení, od domácích inkjetových tiskáren, přes termosublumační a laserové tiskárny, osvitové jednotky pracující s klasickými fotografickými materiály, až po velké tiskařské stroje. K vytvoření profilu tiskárny jsou zapotřebí tři věci: soubor obsahující barevný terč, který je zapotřebí vytisknout (a to tak, že bez zapnuté správy barev – data musí jít na tiskárnu tak, jak jsou, bez jakékoli konverze), měřící zařízení, kterým se změří hodnoty výsledných barev na vytisknutém terči, a konečně software, který naměřené hodnoty zpracuje a vytvoří podle nich profil.

Různé programy podporují různá měřící zařízení a různé barevné terče. Levnější programy dovolují používat pouze některý z předdefinovaných terčů, složitější dražší programy umožňují nadefinování vlastních terčů uživatelem. Vzhledem k tomu, že subtraktivní CMY(K) systémy reprodukce barev (barevný tisk, film, fotopapíry atd.) naráží v praxi na mnohem více problémů než aditivní RGB systémy (monitory, datové projektory atd.) a jejich chování je daleko složitější, tak i vytváření jejich profilů je mnohem komplikovanější (i když ne nutně pro konečného uživatele profilovacího softwaru). Terče obsahují několik set až několik tisíc barevných polí, která je nutno změřit. Měřicím zařízením může být manuálně ovládaný kolorimetr nebo spektrofotometr, kterým je nutno změřit každé pole ručně zvlášť, existují ale také zařízení, která dovolují automatizované měření barevných terčů. Lze zakoupit i programy, které k změření barev vytisknutého terče dovolují použít stolní skener. Těm je ale lepší se vyhnout. Po finanční stránce nás budou patrně nejvíce zajímat stolní inkjetové tiskárny. Tyto tiskárny obvykle neumožňují kalibraci uživatelem. Jsou to ovšem dosti stabilní zařízení, která stačí zprofilovat jednou – tj. není nutno si hned kupovat vybavení na tvorbu profilů, ale klidně si jde nechat profil jednorázově od někoho vyrobit. Lze to snadno provést i na dálku – vytisknutý terč pošleme dotyčným poštou a on nám zpátky profil elektronicky. Kromě toho

i generické profily od výrobců mohou poskytnout dost dobrou službu, hlavně pokud zůstanete u originálních papírů a inkoustů. Použitý papír, typ inkoustu i nastavení ovladače tiskárny mají velký vliv na výsledný výstup, takže pro každou kombinaci je zapotřebí speciální profil. Výrobci ovšem samozřejmě obvykle poskytují profily pouze pro svoje materiály. Chceme-li používat jiné, můžeme buď metodou pokusů a omylů najít generický profil a nastavení ovladače, které budou dostatečně dobře fungovat pro vaši zvolenou kombinaci, nebo se můžete rozhodnout si vytvořit (nebo nechat vytvořit) profil vlastní. I u originálních papírů a inkoustů mohou být ale neohlášené změny receptur při výrobě zdrojem nepříjemných překvapení a problémů.

Při profilování inkoustové tiskárny je zapotřebí mít na paměti, že spěchat se má pomalu a že i na omak suchý obrázek, který z tiskárny vyjede, ještě poměrně dlouhou dobu vysychá a mění barvy a nějakou chvíli to trvá, než se barvy ustálí v konečné podobě. Doba vysychání závisí na papíru, inkoustech i okolním prostředí a je potřeba si ji každý sám pro svoje podmínky odzkoušet. Není dobré při tom spoléhat pouze na vizuální porovnání barev, bezpečnější je použít exaktní měření.

Pokud hodláme používat správu barev u sublimační tiskárny, laserové tiskárny či jiného zařízení pracujícího na elektrofotostatickém principu (např. barevné kopírky) a nebo u osvitové tiskárny poskytující výstup na klasické fotomateriály jako LightJet, Lambda apod., je situace poněkud složitější. Tyto typy výstupních zařízení se nechovají zdaleka tak slušně jako inkjety. Laserové tiskárny jsou například barevně silně nestabilní. Vyprodukovaná barva závisí na tom, jak čerstvý je který toner, ale také na okolní vlhkosti vzduchu. Vyžadují proto časté překalibrovávání. V závislosti na situaci jsou možné dvě různé strategie při tvorbě profilu. Buď se vezme za základ barevný terč vytisknutý okamžitě po zkalibrování tiskárny, nebo se v intervalu mezi pravidelnými kalibracemi vytiskne terč několikrát a měření se zprůměrují. U sublimačních a osvitových tiskáren působí problémy především jejich anisotropie. To, jakou barvu pro danou číselnou hodnotu přesně vyprodukují, závisí na tom, jakou barvu tiskly těsně před tím. Díky tomu např. tentýž obrázek vytisknutý na šířku má poněkud jiné barvy, než když se vytiskne na výšku, o 90 stupňů pootočený. Při tvorbě profilu se proto doporučuje buď vytisknout barevný terč ve všech čtyřech možných orientacích a měření zprůměrovat, nebo k tvorbě profilu použít speciální terč, na kterém nejsou barevné plošky nějakým způsobem systematicky seříděné podle barev, ale jsou náhodně přeházené.

Pokud si nejsme jisti v případě použití labu, jakou správu barev daný stroj používá, je nejjistějším řešením veškerá zadávaná data předem zkonvertovat do sRGB (pakliže je v tomto prostoru už dávno sama nejsou). Tento prostor je stále více rozšířeným standardem a v dnešní době už prakticky nehrozí, že by lab implicitně předpokládal něco jiného.¹⁰

3. Digitalizace obrazové informace

3.1 Obrazová matice

Pojmem digitalizace obrazu rozumíme převod analyzovaného obrazu do počítače, tedy převod spojité dvojrozměrné obrazové informace do dvojrozměrné obrazové matice. Samotný průběh konkrétního obrazu závisí na analyzovaném obrazu a použité technice. V minulosti se k těmto úkonům používala televizní technika, která snímala fotografie na papírovém médiu, takže získaná digitální verze fotografie byla zatížena chybami použité optiky a nízkým rozlišením informace. V současné době se při digitalizaci obrazu používají především skenery, které těmito problémy netrpí. Pokud se však zpracovávají obrazy on-line, často se opět používá optická cesta přenosu (digitální fotoaparáty, speciální kamery) a problém s chybami optického zobrazení musíme opět brát v úvahu.⁵ Na výsledné zobrazení má vliv mimo vlastnosti fotocitlivé vrstvy i vlnová povaha světla, tu však zpravidla ovlivnit nelze

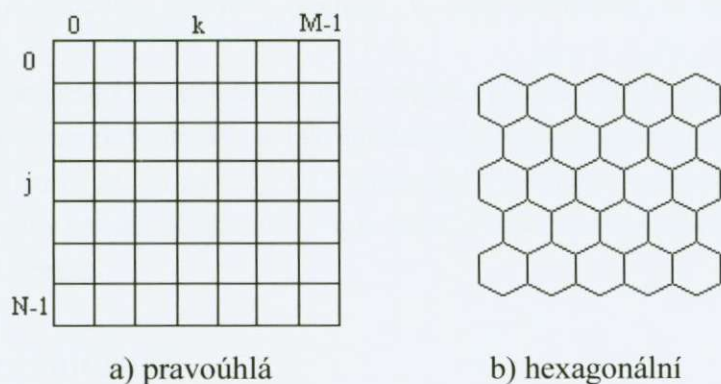
Samotná digitalizace se skládá ze vzorkování (diskretizace v ploše) a následné kvantizace (diskretizace v úrovních).

Proces digitalizace můžeme jednoduše popsat jako zobrazení

$$f(x, y) \xrightarrow{D} g(j, k) \quad (3.1)$$
$$x, y \in R \quad j, k \in N$$

kde $f(x, y)$ je spojitá dvojrozměrná obrazová funkce, která představuje rozložení určité fotometrické veličiny (např. jasu) po ploše a u které jak funkční hodnoty f , tak souřadnice x, y mohou nabývat libovolných hodnot z oboru reálných čísel a $g(j, k)$ je obrazová matice, u které jak funkční hodnoty, tak i indexy mohou nabývat pouze diskretních hodnot. Obrazová funkce tří proměnných se použije, když se obrazy mění v čase t nebo v případě objemových obrazů, např. tomografu.

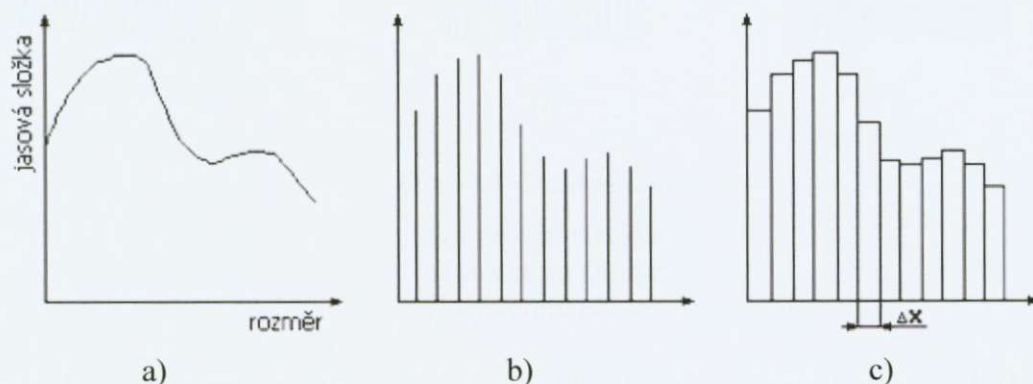
Obrazová matice může mít obecně libovolnou geometrii. V praxi se však používá téměř výhradně pravouhlá matice, pro kterou jsou také definovány základní operace, které budeme při zpracování obrazu (viz obr. 3.1). Jeden prvek obrazové matice se nazývá obrazový bod, častěji se ale setkáváme s výrazem pixel či dokonce pel, což jsou umělá slova vytvořená z anglického výrazu picture element. Poloha pixelu je určena řádkovým indexem j a sloupcovým indexem k .



Obr. 3.1: Obrazová matice

3.2 Vzorkování obrazu - sampling

Při digitálním zpracování obrazu je často cílem zpracovávat obrazy, které vznikají spojitě. Spojitá reprezentace snímku může požadována také pro výstupy zpracování – zvláště pokud je výsledek určen pro obdiv lidské společnosti. Prvním článkem celého řetězce při digitalizaci je určité množství čidel, která jsou zdrojem spojitého signálu, abychom ale obrazovou funkci mohli zpracovat v počítači, musíme jí digitalizovat. Z původně spojitě funkce rozdělení jasu pro jednotlivé barevné kanály, budou po pravidelných krocích vzaty vzorky a ty budou přiděleny vždy celé plošce o velikosti těchto kroků (viz obr. 3.2).



Obr. 3.2: Vzorkování – rasterizace

- a) spojité rozdělení jasu v analogovém obraze
- b) vzorkování jasových hodnot
- c) přiřazení vzorku plošce o velikosti Δx

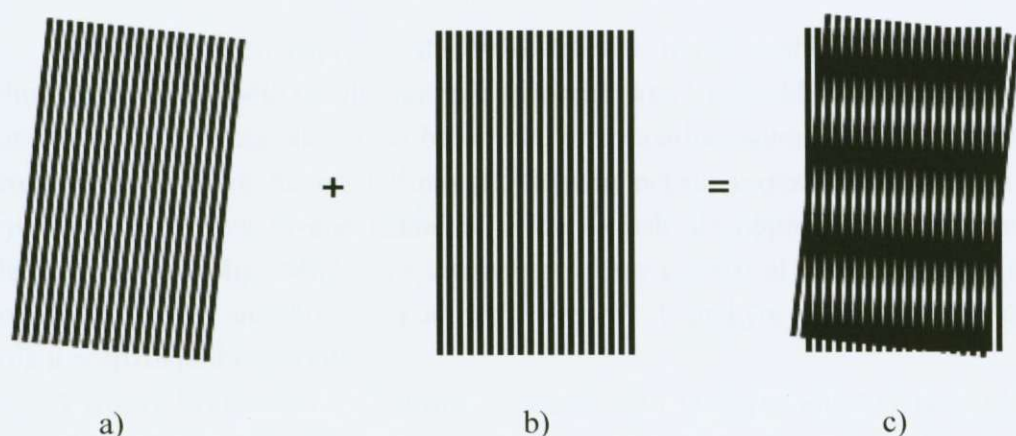
Vzorkování probíhá za určité frekvence vzorkování f_v (perioda vzorkování je tedy pak T_v). Pro vzorkování platí pravidlo (Nyquistovo kritérium, Shannonův vzorkovací teorém), že data musí být vzorkována frekvencí f_v , která je alespoň 2 krát větší než nejvyšší frekvence obsažená v datech. Pokud není vzorkovací

frekvence dostatečně vysoká, dochází k podvzorkování a vznikají artefakty (aliasy).

Díky konečným rozměrům obrazových plošek každá z nich svým jasnem ovlivňuje i sousední plošky a tak dochází k jisté degeneraci obrazu – snížení kontrastu. Tento jev je závislý na prostorové frekvenci snímané struktury. Čím vyšší je zobrazovaná frekvence, tím více bude docházet k většímu poklesu kontrastu v obraze.

3.3 Moiré, aliasing

Vzorkujeme-li analogový obraz, který je tvořen mírně šikmo orientovanými pravidelnými pruhy, periodickou vzorkovací strukturou o podobném kmitočtu, vytvoří se ve výsledném obrazu nová periodická struktura s výraznou periodou ve vertikálním směru (viz obr. 3.3). Tento efekt nazýváme v obrazové terminologii jako moiré efekt, obecně pak jako aliasing.

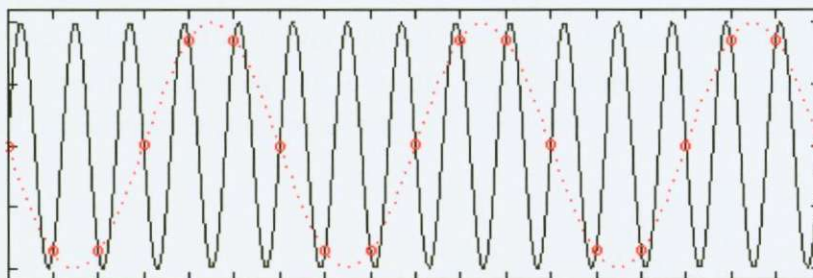


Obr. 3.3: Moiré efekt

- a) snímaná struktura
- b) struktura snímače
- c) výsledný obraz

Obecně moiré vzniká, pokud funkci kmitající s jistou frekvencí budeme vzorkovat v příliš malém počtu míst. Výsledek se nám pak jeví jako vzorky funkce kmitající s nižší frekvencí. Dochází tak ke vzniku falešných frekvencí a my pak vidíme moiré, neboli různé pravidelné vzorečky, které do obrázku nepatří. Moiré se nám může objevit i při zmenšování (převzorkování) obrazu. Jeho vzniku lze zabránit tím, že se příliš vysoké frekvence před snížením počtu vzorků odstraní, čili obrázek se před zmenšením patřičně rozmáže. Rozmazávací filtry obvykle implementované v programech pro editaci obrázků (jako např. Gaussův filtr) ovšem bohužel pro tento účel nejsou ideální.

Pro vzorkování platí pravidlo (Nyquistovo kritérium, Shannonův vzorkovací teorém), že data musí být vzorkována frekvencí f_v , která je alespoň 2 krát větší než nejvyšší frekvence v datech. Pokud není vzorkovací frekvence dostatečně vysoká dochází k podvzorkování (viz obr. 3.4) a vznikají artefakty (aliasy).



Obr. 3.4: Aliasing při nedostatečně hustém vzorkování periodické funkce ¹⁰

černá čára- původní funkce
červená kolečka- zvolené vzorky
červeně čárkovaná čára – nově vzniklá falešná frekvence

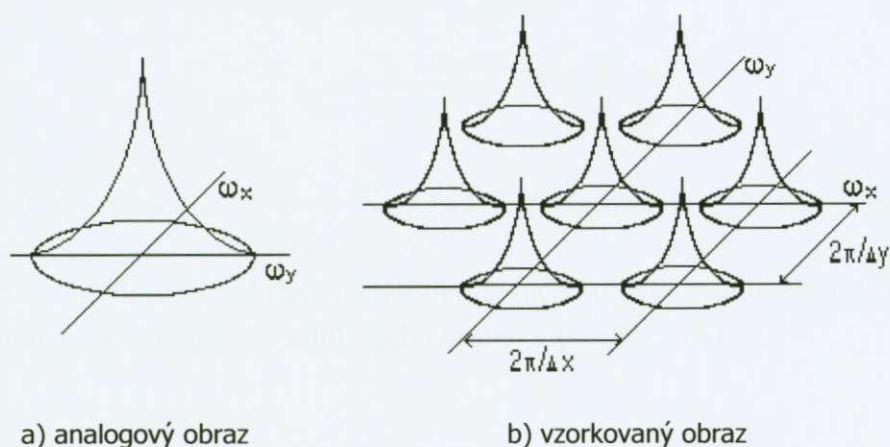
Důsledkem toho např. při sledování televize téměř neobjevíme moderátora, jehož oblečení by mělo natolik jemnou strukturu, která by se blížila k té ve snímáči kamery. Pokud se ale taková osoba objeví, je zpravidla osobou kameramana silně proklínána. Filmový materiál tímto problémem netrpí, protože struktura zrn a i jejich velikost je vysloveně náhodná, může se pak ale objevit při skenování do elektronické podoby. Možný je i aliasing v čase (temporal aliasing), a to díky konečnému počtu snímků za sekundu (frekvenci). Typickým příkladem jsou třeba kola u rozjíždějícího vozidla.

Výrobci kvalitnějších přístrojů se snaží tento problém eliminovat použitím různých „anti-aliasing“ filtrů, které pak ale snižují věrné podání detailů, protože fungují jako filtry typu dolní propust'. Mezi antialiasingové techniky patří např: pre-filtering, post-filtering, uniformní post-filtering či stochastický postfiltering.

V posledních několika letech je možné se stále častěji setkat s grafickým hardwarem který aliasing potlačuje. Nejčastěji se s aliasingem grafický hardware vyrovnává při renderování textur a polygonů. Pro renderování textur se v grafickém hardwaru používá MIP-MAPPING s bilineráním a trilineárním filtrováním. V poslední době se též objevuje takzvané anisotropické filtrování. Obyčejný bilinerání a trilineární filtr je isotropický, tedy v horizontálním i vertikálním směru (na obrazovce) jsou vzorky pro výpočet pixelu v mipmapě stejně vzdálené. Anisotropický filtr používá různou vertikální a horizontální vzdálenost, dle úhlu pohledu.¹¹

3.4 Zpětná rekonstrukce obrazu - ideální

Cílem rekonstrukce obrazu je získání rekonstruovaného obrazu ze vzorků informací tak, aby se shodoval s původním vstupním analogovým obrazem. Základním předpokladem pro takovouto operaci je, že lze rekonstrukci obrazu provést pomocí nějakého filtru, který proto nazýváme filtr rekonstrukční. Musíme tedy získat spektrum původního obrazu, které potom zpětnou Fourierovou transformací převedeme zpět do předmětové roviny.



Obr. 3.5: Typické spektrum analogovaného a vzorkovaného obrazu ⁶

Spektrum původního analogového obrazu získáme prostorovým odfiltrováním všech nadbytečných složek ve spektrální oblasti (viz obr. 3.5). Přenosová charakteristika rekonstrukčního filtru je označena jako $F_R(\omega_x, \omega_y)$, výsledné spektrum rekonstruovaného obrazu pak určíme ze vztahu

$$F_R(\omega_x, \omega_y) = F_P(\omega_x, \omega_y)R(\omega_x, \omega_y) \quad (3.2)$$

v prostorové rovině tak získáme rekonstruovaný obraz na výstupu z rekonstrukčního filtru pomocí konvoluce navzorkovaného obrazu a odezvy filtru na Diracův impuls. Vztah pro rekonstruovaný obraz je tedy

$$f_R(x, y) = f_P(x, y) \times r(x, y) \quad (3.3)$$

Z uvedených vztahů vyplývá, že pokud chceme, aby byl rekonstruovaný obraz identický s originálem, musíme splnit tyto podmínky:

- 1) nesmí dojít k vzájemnému překrytí spektra původního obrazu a spektrálních složek vzniklých vzorkováním,

2) rekonstrukční filtr musí dokonale odfiltrvat všechny spektrální složky vzniklé vzorkováním.

První podmínka je splněna pro obrazy, u kterých je spektrum omezené za předpokladu, že vzorkovací prostorový kmitočet je více než dvakrát vyšší než nejvyšší spektrální složka obrazu ω_c , tedy

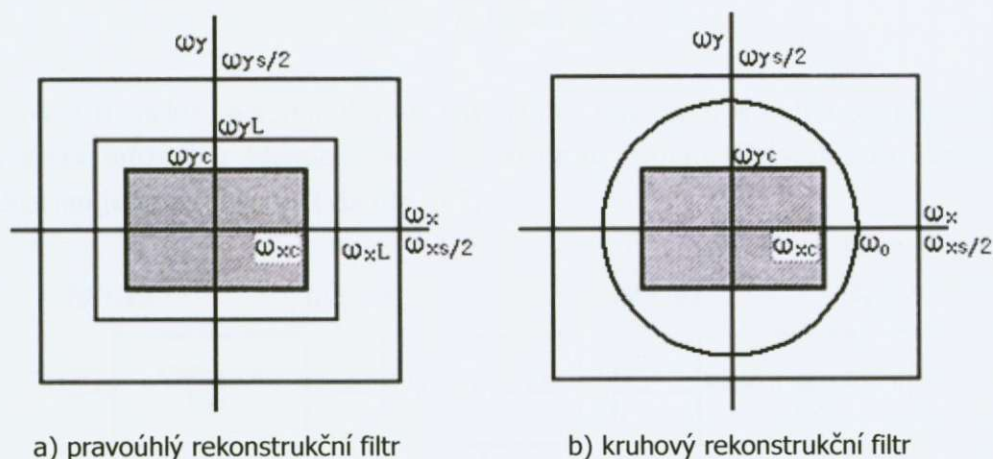
$$\omega_{xs} > 2\omega_{xc}, \quad \omega_{ys} > 2\omega_{yc}, \quad (3.4)$$

nebo-li

$$\Delta x < \frac{\pi}{\omega_{xc}}, \quad \Delta y < \frac{\pi}{\omega_{yc}}, \quad (3.5)$$

Tuto podmínku nazýváme Nyquistova podmínka a hraniční vzorkovací frekvence se nazývá Nyquistova frekvence.

Druhou podmínku splníme použitím vhodného prostorového rekonstrukčního filtru, ten může být např. pravoúhlý nebo kruhový (viz obr. 3.6).



Obr. 3.6: Přenosové charakteristiky rekonstrukčních filtrů⁶

Pravoúhlý filtr má přenosovou funkci definovanou vztahem

$$R(\omega_x, \omega_y) = K \quad \text{pro} \quad |\omega_x| < \omega_{xL} \quad \text{a} \quad |\omega_y| < \omega_{yL} \quad (3.6)$$

$$R(\omega_x, \omega_y) = 0 \quad \text{jinde} \quad (3.7)$$

kde K je konstanta definující měřítko a ω_L je mezní prostorová frekvence filtru, splňující podmínku přesné rekonstrukce $\omega_c < \omega_L < \omega_{s/2}$.

Impulsní odezva uvedeného typu filtru je pak dána tímto vztahem

$$r(x, y) = \frac{\omega_{xl} \omega_{yl}}{\pi^2} \frac{\sin(\omega_{xl} x)}{x \omega_{xl}} \frac{\sin(\omega_{yl} y)}{y \omega_{yl}} \quad (3.8)$$

Kruhový filtr má přenosovou funkci definovanou vztahem

$$R(\omega_x, \omega_y) = K \quad \text{pro} \quad \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2} \leq \omega_0, \quad (3.9)$$

$$R(\omega_x, \omega_y) = 0 \quad \text{jinde}, \quad (3.10)$$

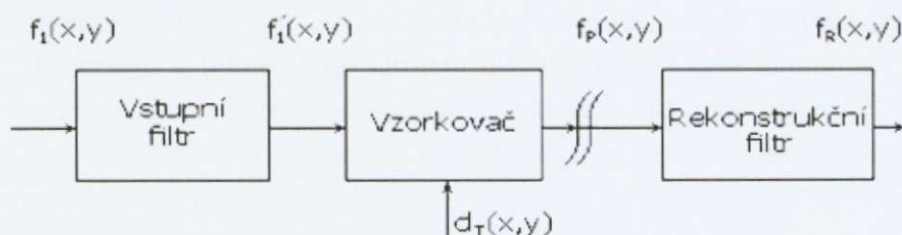
$$\text{za předpokladu} \quad \omega_0^2 = \omega_{xc}^2 + \omega_{yc}^2.$$

Impulsní odezvu tohoto typu filtru je pak možné zapsat ve tvaru

$$r(x, y) = 2\pi\omega_0 K \frac{J_1\left\{\omega_0 \sqrt{x^2 + y^2}\right\}}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \quad (3.11)$$

kde J_1 je Besselova funkce.

Není-li spektrum vstupního obrazu vhodně omezeno, je nutné použít vstupní filtr, který může být identický s rekonstrukčním filtrem. Celý postup ideálního vzorkování je znázorněn na (viz obr. 3.7).⁶



Obr. 3.7: Vzorkování a rekonstrukce signálu⁶

4. Interpolace

Při úpravě obrázků, především pak fotografií, jsme často nuceni provádět změnu velikosti obrázku. Obrázky určené k tisku potřebujeme často trochu zvětšit a pro použití na internetu většinou zmenšit. Především pro zvětšování platí, že výsledná grafická podoba bude tím více kvalitnější, čím bude mít původní předloha větší rozměry a rozlišení. Horní hranice těchto parametrů je pak určena fyziologickými možnostmi oka. Pokud je obrázek určen k tisku, máme na výběr dvě možnosti jak změnit velikost obrázku.

1) DPI

Tou první je změna uvažovaného dpi pro tisk. Výhodou je, že nemá vliv na kvalitu obrázku jako takového v digitální podobě. Měníme pouze počet pixelů na lineární palec. U fotografií, kde záleží na detailech (např. makro a mikrofotografie), se doporučuje hodnota 600 dpi, u běžně pozorované fotografie 300 dpi a u zvětšenin, kde se předpokládá větší pozorovací vzdálenost, můžeme jít až na hodnotu 150 dpi. Změna dpi je pouze formální změnou, mění se pouze záznam o zvoleném dpi v hlavičce datového souboru.

2) Interpolace

Druhou možností je interpolace obrazu. Ta již přináší skutečnou změnu velikosti obrazu, která je nevratná.

Nejčastější metodou interpolace, která je i součástí editorů, je tzv. resampling neboli převzorkování obrazu. Do této skupiny můžeme zařadit metodu „nejbližší soused“, bilineární a bikubickou. Druhou nejčastější metodou interpolace je pak převod na rozlišení nezávislého formátu, z kterého se pak generuje obrázek s požadovaným rozlišením. Na tomto principu funguje fraktální komprese a např. nástroje pro formát VFZ.

4.1 Metoda „nejbližší soused“

(Nearest). Tato triviální metoda (viz obr. 4.1) jednoduchým způsobem přiřazuje hledané hodnotě obrazového prvku hodnotu jeho nejbližšího souseda, tj. že nový bod získá stejnou hodnotu jako nejbližší existující bod. Vzdálenost nejbližšího sousedního prvku můžeme definovat různými způsoby a tím metodu modifikovat. Nejčastěji se používá standardní euklidovská vzdálenost.⁶

Interpolace „nejbližším sousedem“ je výpočetně nenáročná, ale hodí se v podstatě pouze pro speciální případy, kdy chceme zvýraznit obrázek s viditelnou strukturou čtverečků. Pro běžné použití se nehodí, vytváří až příliš „zubaté“ linie, především u objektů s přímočarými obrysy natočenými šikmo vůči rastru.

4.2 Bilineární interpolace

(Linear). Tato lineární transformace (viz obr. 4.1) je jednou z nejčastěji používaných metod. Základní algoritmus vychází z výpočtu hodnoty mezilehlého obrazového bodu na základě váženého průměru jeho čtyř nejbližších sousedních bodů (bodů původního rastru), dochází tak ale k mírnému rozmazání obrazu, protože hodnoty jsou vyhlazovány lineárním filtrem. Hodnota v mezilehlém bodě $a(x,y)$ je pak dána tzv. bilineární rovnicí:

$$a = (1 - \Delta x)[(1 - \Delta y)a(i, j) + \Delta y a(i, j + 1)] + \Delta x[(1 - \Delta y)a(i + 1, j) + \Delta y a(i + 1, j + 1)] \quad (4.1)$$

Bilineární transformace je úspornější oproti bikubické, ale trochu více shlazuje obraz, proto musíme při zmenšování výsledek více doostřit.

4.3 Bikubická interpolace

(Cubic). Bikubická interpolace (viz obr. 4.1) funguje stejně jako bilineární s tím rozdílem, že místo lineární aproximace používá aproximaci bikubickým polynomem a využívá tedy 16 okolních bodů namísto 4. Interpolační funkce je pak dána vztahem:

$$a = \sum_{k=-1}^2 \sum_{l=-1}^2 a(i+k, j+l) C[(k - \Delta x)C(l - \Delta y)] \quad (4.2)$$

kde C je kubická křivka příslušného argumentu

Bikubická interpolace dává obvykle nejlepší výsledky ze všech tří již zmíněných metod, protože nejlépe zachovává detaily, a proto bývá defaultní volbou u většiny obrazových editorů. Daní za kvalitu jsou náročnější výpočty a tím i větší výpočetní nároky.

4.4 Schodová interpolace

(Stair Interpolation). Někteří uživatelé doporučují tzv. schodovou interpolaci (viz obr. 4.1), tj. že změna velikosti obrázku se neprovádí najednou, ale postupně malými opakovanými změnami rozměrů.

Výsledný obraz vykazuje zvýšený kontrast podél hran a jsou potlačeny ostré přechody, obraz je jakoby „vyhlazený“. Navíc se mohou objevit rušivé artefakty nebo z rovných linií se stanou vlnovky. V některých případech ale mohou být výsledky lepší než při klasickém užití bikubické či fraktální interpolace.

Mnohonásobné opakování příkazů je časově náročné a nepříliš kreativní. K ulehčení situace lze použít automatizační software, např. různé utility či akce. Tato metoda není moc častá, výsledky jsou občas diskutabilní, nicméně celá řada uživatelů na ní nedá dopustit.

4.5 Fraktální interpolace

Tato metoda (viz obr. 4.1) je známá především díky programům Genuine Fractals. Jsou to pluginy pro Photoshop, nejsou zrovna levné, ale k dispozici je i demoverze s limitem 20 použití.

Fraktálová interpolace je kombinací fraktálů a waveletů. Zpočátku byly její podstatou pouze fraktály, nakonec se kombinace s wavelety ukázala jako výhodnější.

Snímky zvětšené touto metodou působí méně rozmazaně oproti jiným metodám a mají ostřejší hrany. To je občas i nevýhodou, protože ostřejší jsou všechny hrany, často i na místech, kde to není vhodné, a také má tendenci vytvářet ohraničené ploché oblasti bez textury. Hodně záleží především na zdrojovém snímku, v řadě případů je vhodnější spíše bikubická interpolace. Hlavní výhodou zůstává, že na hranách nedochází ke ztrátě barevné informace, což bývá naopak produktem ostatních metod.

V současnosti editory fraktální interpolaci jako standardní funkci nenabízejí, i díky tomu je méně používaná než bikubická transformace.

4.6 Zhodnocení

U barevných obrázků, které se skládají ze tří barevných kanálů, je nutné provést interpolaci u každého z kanálů, tj. jde o interpolaci ne jen jedné, ale hned tří funkcí. Výsledná interpolovaná data se navzájem liší v závislosti na použitém modelu. Volba modelu je vždy věcí kompromisu. Pro obrázky neexistuje žádný optimální model, který by se úplně shodoval s realitou. Navíc obvykle, čím lépe model vystihuje realitu, tím je komplikovanější, což znamená, že výpočty jsou náročnější a použití tohoto modelu může být z tohoto důvodu nepraktické. Zatím zkrátka neexistuje žádný způsob interpolace, který by byl vhodný pro všechny předlohy. Zvětšovat bychom měli z celé plochy, nikdy ne pouze z výřezu. Výsledek zvětšování je vždy kompromisem ve ztrátě kvality předlohy.

Při zmenšování snímku bychom si měli dát pozor na alias. Tomuto problému lze zabránit, pokud snímek před zmenšením mírně rozostříme. Pokud nám na snímku záleží, doporučuje se postup zmenšování ve dvou krocích. Oba by měly být celočíselnými násobky, ještě lepe mocniny čísla 2 a kombinujeme s průběžným doostřením.



Původní obrázek

Metoda nejbližší sused

Bilineární interpolace



Bikubická interpolace

Schodovitá (bikubic. 25 kroků)
interpolace

Fraktální interpolace

Obr. 4.1: Ukázka použití různých metod zvětšení

5. JPEG

5.1 Historie

Zkratka JPEG vyjadřuje Joint Photographic Experts Group, což je komise pro standardy pod International Standard Organization (ISO).

V roce 1982 vytvořila ISO skupinu PEG (Photographic Experts Group), která měla zkoumat metody pro přenos videa, nehybných předloh a textu přes ISDN (International Services Digital Network). Cílem PEG bylo vytvořit sadu průmyslových standardů pro přenos grafických dat a dat předloh přes digitální komunikační síť.

V roce 1986 začala podskupina CCITT (International Telegraph and Telephone Consultative Committee) zkoumat metody komprese barevných a šedě odstupňovaných dat pro přenos faksimilií. Kompresní metody potřebné pro faksimilní systém byly velmi podobné těm, které byly zkoumány skupinou PEG. Proto bylo učiněno rozhodnutí, že obě skupiny začnou pracovat dohromady a budou se snažit vyvinout společný standard.

V roce 1987 byly skupiny ISO a CCITT spojeny do společné komise pod názvem JPEG.¹³

V roce 1992 byl výsledek této práce přijat jako standard pro kompresi nepohyblivých obrazů.

V roce 1997 získala práva na kompresní technologii JPEG společnost Forgent Networks, když koupila společnost Compression Labs.

V současné době společnost Forgent Networks žaluje kvůli neplacení licenčních poplatků takové společnosti jako Adobe, Microsoft, Apple, Sun, RIM a Google. Dosud vybrala společnost Forgent Networks od výrobců elektroniky a softwaru na licenčních poplatcích kolem 105 milionů dolarů.

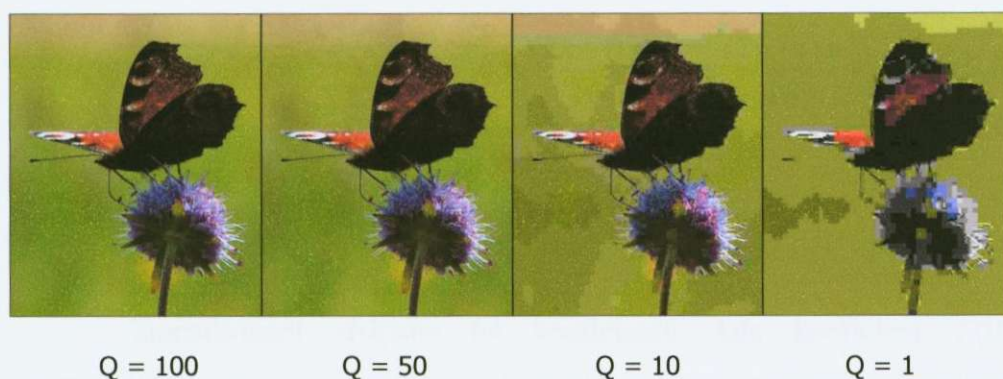
5.2 Charakteristika

JPEG je dnes asi nejběžněji používaným formátem pro ukládání plnobarevných i černobílých fotografií a maleb, zároveň je hlavním formátem pro prezentaci fotografií na internetu. Není ale vhodný na kresby.

V jistém smyslu je totožný s formátem JFIF (JPEG File Interchange Format). JFIF je tedy soubor obsahující obrazovou informaci komprimovanou metodou JPEG. Můžeme se však setkat i s obrázkem s extenzí JIF místo JPG.

Je to ztrátový formát založený na diskrétní kosinové transformaci. Vzhledem k tomu, že aplikovat transformaci globálně na celý obrázek by bylo po stránce výpočtů příliš náročné, obrázek se rozdělí na malé čtverečky o rozměrech 8×8 pixelů a každý čtvereček se pak transformuje zvlášť. Dochází tak k vypuštění složek, na které není lidské oko citlivé.

Pokud je komprese příliš velká začnou se v obrázku objevovat viditelné artefakty, které mají tvar těchto čtverečků. Typickými projevy příliš velké JPEG komprese jsou kontury místo plynulých přechodů barev, vzorečky v oblastech s drobnou texturou a duchové kolem hran (ostrých přechodů na obrázku).¹⁰ Typicky se používají komprese kolem 1:2 (studiová kvalita, nedochází ke ztratě informace), při kompresi 1:10 až 1:20 není většinou ztráta kvality okem znatelná. Komprese 1:30 až 1:50 je možná, připustíme-li menší defekty obrazu. Pro archivaci je možno použít kompresi až 1:100. Extrémní podoba těchto artefaktů je vidět na obr. 5.1.



Obr. 5.1: Ukázka degradace obrazu při ztrátové kompresi

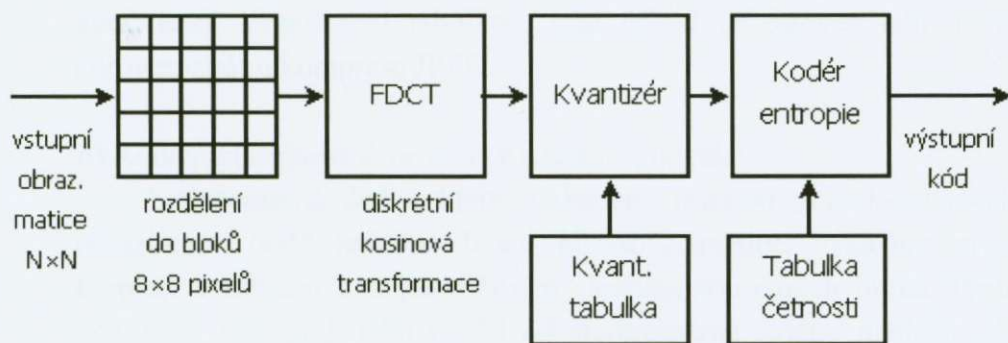
Q – kvalita komprese [%]

5.3 Režimy kódování

Standard JPEG existuje ve čtyřech modifikacích kódování: sekvenční, progresivní, hierarchické a bezeztrátový mód kódování.

Sekvenční kódování

Je základním typem kódování, postup je znázorněn na obr. 5.2.



Obr. 5.2: Blokové schéma sekvenčního kodéru JPEG⁶

a) Rozdělení obrazu na bloky – grouping

Obraz je rozdělen na bloky 8×8 obrazových bodů. Vstupní hodnota každého obrazového bodu v rozsahu $[0 \dots 2^n - 1]$ je transportována do rozsahu $[-2^{n-1} \dots 2^{n-1} - 1]$, přičemž sekvenční kódování předpokládá hodnotu rovnou $n = 8$ bitům.

b) Diskrétní kosinová transformace - DCT

Na každý blok 8×8 obrazových bodů je aplikována diskrétní kosinová transformace podle vztahů

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u) C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \cos \frac{(2x+1)\pi}{16} u \cos \frac{(2y+1)\pi}{16} v, \quad (5.1)$$

$$\text{kde } C(w) = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ pro } w = 0 \text{ a } C(w) = 1 \text{ pro } w \neq 0$$

Transformací získáme 64 koeficientů, kde koeficient $F(0,0)$ představuje stejnosměrnou (DC) složku obrazu a ostatní koeficienty představují jednotlivé prostorové harmonické kmitočtové (AC) složky vstupního obrazu.

c) Kvantování

Každý koeficient je nyní kvantován podle vztahu

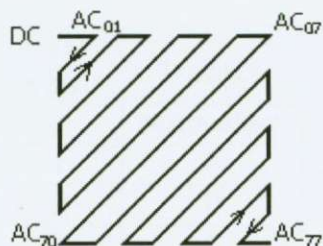
$$F^Q = \text{Int} \frac{F(u, v)}{Q(u, v)}, \quad (5.2)$$

kde $Q(u, v)$ je definováno volitelnými kvantizačními tabulkami.

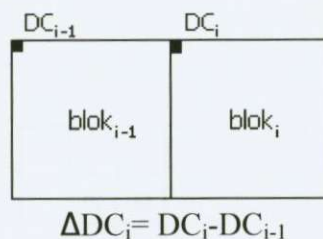
V podstatě se jedná o dělení jedenáctibitových frekvenčních koeficientů kvantizační tabulkou, toto dělení je zároveň také hlavním zdrojem ztrát u komprese JPEG.

d) Kódování stejnosměrné složky a čtení „Cik-cak“

Stejnosemřná složka, která představuje průměrnou hodnotu všech 64 obrazových bodů jednoho bloku obrazové matice, vykazuje vysokou korelaci vzhledem k stejnosměrným složkám sousedních bloků. Proto je kódována separátně jako rozdíl od stejnosměrné složky předcházejícího bloku. Poté jsou všechny kvantované koeficienty čteny postupem, znázorněným na obr. 5.3.



Obr. 5.3: Postup čtení koeficientu DCT²



Obr. 5.4: Kódování DC složky⁷

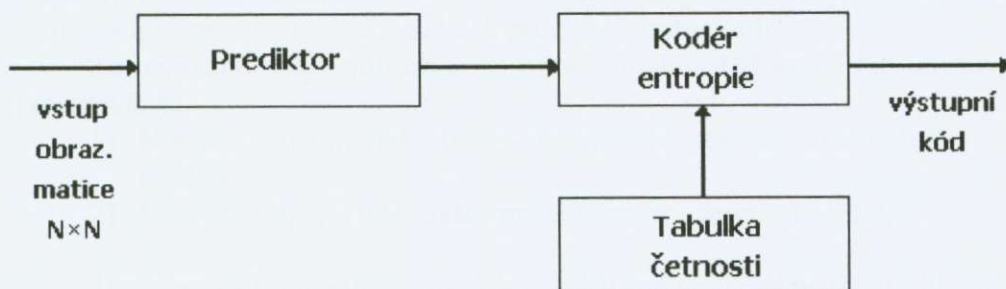
d) Entropické kódování

Posledním krokem je kódování entropie, které může být realizováno Huffmanovým nebo aritmetickým kóděrem.

Sekvenční kódování podle normy JPEG umožňuje vstupní barevný obraz s rozlišením 3×8 bitů na pixel redukovat na hodnoty 0,25 až 2 bity na pixel, přičemž hodnoty kolem 2 bitů na pixel již obvykle poskytují obraz těžko rozlišitelný od originálu.

Bezeztrátové kódování

Přesnou rekonstrukci vstupní obrazové matice umožňuje bezeztrátový režim, jehož schéma je na obr. 5.5.



Obr. 5.5 Bezeztrátové kódování

Bezeztrátové kódování se skládá ze dvou kroků:

a) Prediktivní kódování

Predikce následujícího obrazového bodu je definována výběrovou hodnotou, definovanou v tabulce na obr. 5.6.

Hodnota výběru	Predikce
0	bez predikce
1	A
2	B
3	C
4	A+B-C
5	$A+(B-C)/2$
6	$B+(A-C)/2$
7	$(A+B)/2$

	C	B
	A	X

Obr. 5.6 Predikce bezeztrátového kódování ⁶

b) Kódování entropie

Kódování entropie může být realizováno Huffmanovým nebo aritmetickým kóděrem.

Bezeztrátové kódování poskytuje kompresní poměr při komprimaci barevného obrazu přibližně 2 : 1.

Progresivní kódování

Progresivní kódování předpokládá sekvenční zakódování obrazu v několika průchodech tak, že se nejprve zakódují nejvýznamnější informace obrázku, které se v dalších průchodech doplňují.

Za nejvýznamnější informace o obrazu mohou být podle této normy považovány:

- 1) Nejnižší prostorové kmitočty kódovaného obrazu – spektrální selekce.
- 2) Nejvýznamnější bity kódovaného obrazu – úrovněvá selekce.

Tento způsob umožňuje při dekódování zobrazit velmi rychle hlavní rysy obrazu, s tím, že postupné doplňování podrobnostmi je možné kdykoliv přerušit a přejít na další obraz.

Jeho využití je významné např. při častém vyhledávání obrazu z kartotéky, protože není nutné relativně dlouhé čekání na dekódování celého obrazu, když již z jeho hlavních rysů může být zřejmé, že není tím hledaným. Zároveň je toto kódování velmi vhodné pro publikování JPEGu na internetu z výše uvedených důvodů.

Hiearchické

Hiearchické kódování provádí postupné zakódování obrazu tak, že se nejprve zakóduje jeho varianta s nízkým rozlišením, která se postupně doplňuje. Celý proces je možné stručně vyjádřit následujícím postupem:

- 1) Filtrace obrazu a jeho převzorkování s rozlišením $X_i = \frac{X}{2^n}$, kde

X je počet vzorků původního obrazu a n přirozené číslo.

- 2) Zakódování převzorkovaného obrazu.
- 3) Dekódování obrazu, jeho využití jako predikce.
- 4) Využití dekodovaného obrazu jako predikce a zakódování odchylky mezi ním a obrazem s rozlišením $X_{i+1} = \frac{X}{2^{n-1}}$.
- 5) Opakování těchto kroků až do zakódování plného rozlišení obrazu.

Způsob kódování může být buď sekvenční nebo bezeztrátový. Hierarchické kódování umožňuje korektní dekodování obrazu pro displeje s různou rozlišovací schopností (např. tiskárnu s vysokým rozlišením a zároveň monitor s malou rozlišovací schopností).⁶

5.4 Zhodnocení

Celkově vzato je JPEG nejčastěji používaným obrazovým formátem. Představuje totiž výborný poměr mezi kvalitou obrazu a jeho velikostí, zároveň má široké zázemí v podpoře grafickými editory a prohlížeči.

Kompresi se týká především změn v barevném podání, na tuto oblast ale není lidské oko příliš citlivé. Oko je citlivé především na změny jasu, ta proto zůstává maximálně zachována. Nelepších poměrů se dosahuje v případě jasového/chromatického barevného prostředí, jako je YUV a YCbCr.

Soustavu JPEG je možno použít i pro pohyblivé obrazy s malým stupněm komprese bez jakýchkoliv doplňujících obvodů. Nebyl však vypracován jednotný standard pro tento způsob záznamu, proto se od něj upustilo a přešlo se na normalizovaný formát MPEG.

Výhody

- Velice malá velikost souboru vzhledem ke kvalitě obrazu.
- Životnost. Patří k nejběžnějším formátům vůbec a je univerzálně podporován nejen v rámci softwaru, ale i hardwaru. Rozhodně tedy nehrozí, že by byl v nejbližší nahrazen.
- Pokud digitálně fotografujeme, použitím JPEGu s vysokou kompresí dosahujeme nejvyšších rychlostí při sekvenčním snímání.

Výhody

- Jak už bylo uvedeno, JPEG nespĺňuje úplně všechny nároky kladené na kompresi dat. Předlohy obsahující rozsáhlé oblasti jediné barvy nejsou komprimovány velmi dobře. Do takových předloh zavádí JPEG artefakty, které jsou viditelné proti jasnému pozadí. Takto zakódované předlohy potom vypadají mnohem hůře, než předlohy zakódované některou z klasických metod. Předlohy, které mají rušnější kompozici obsahují ještě horší artefakty, ale ty jsou mnohem méně zřetelné na složitějším pozadí předlohy.
- Metoda JPEG je docela pomalá, pokud je pouze softwarově implementována. Pokud požadujeme rychlejší dekompresi, je nejlepším řešením hardwarová implementace JPEG. Je možno samozřejmě také počkat na rychlejší softwarovou verzi, anebo si pořídit výkonnější výpočetní techniku.

- Na rozdíl od TIFFu nepodporuje 16 bitové RGB obrazové soubory. Nehodí se proto jako výhradní formát pro obzvláště ceněné snímky a grafiku.
- Nainstalovat JPEG do vlastního programu není až tak jednoduché. Výhodnější je opatřit si JPEG knihovnu, než tvořit vlastní.

5.5 JPEG 2000

JPEG 2000, neboli J2K, místo dosavadní komprese DCT (Discreet Cosine Transformation), která redukuje zobrazovací body do čtvercových bloků o hraně 8 pixelů, používá kompresi Wavelet. Nový způsob komprese odstraňuje ony nepříjemné bloky a dosahuje o 20% větší komprese při menší ztrátě kvality.

Další výhoda spočívá v tom, že kompresní poměr si můžeme nastavit při otvírání souboru. Při otvírání se obrázek objeví nejprve jako „hrubozrný“ a postupně se „zjemňuje“.

Na rozdíl od klasického JPEGu nedochází při editaci ke ztrátě dat v exifu. To je důležité především v oblasti digitální fotografie.

I přes další výhody není zatím výrobci softwaru tak podporován, jako klasický JPEG. Soubory tohoto formátu mají koncovku jp2.

6. TIFF

6.1 Charakteristika

Formát TIFF (Tag Image File Format) definovala firma Aldus Corporation pro program PageMaker a dopracovala jej ve spolupráci s firmou Microsoft. Primárně byl určen pro práci se skenery, stahovači obrazu a pro editaci obrazu. Dnes je hojně používán především v DTP pracovištích, často se používá právě i pro výstup ze skenerů.

V nekomprimované podobě je lepší než BMP a je velmi výhodný pro uchování obrazově nekomprimované informace před dalším zpracováním. Jeho definice je poměrně rozsáhlá, zahrnuje téměř všechny myslitelné varianty pomocné obrazové informace a připouští celou řadu různých metod komprese.

Soubor má v podstatě tři části: malý údajový blok – hlavičku, blok informací určujících interpretaci obrazových údajů a vlastní obrazové údaje.

Hlavička

Celý soubor TIFF je uveden krátkou hlavičkou (viz tab. 6.1). První dva bajty rozlišují konvenci pořadí dílčích bajtů v reprezentaci čísla. Podle této konvence se určuje pořadí bajtů pro daný typ procesoru. Další dvoubajtová položka obsahuje identifikační číslo (2Ah) a za ní následuje čtyřbajtový ukazatel na začátek adresáře prvního bloku dat.

Pouze v hlavičce je pozice bajtů přesně definována, jinde mohou být skupiny dat umístěné v libovolném pořadí.

Offset [B]	Délka [B]	Název položky	Význam položky
0h	2	konvence	konvence pořadí bajtů
2h	2	identifikace	identifikace TIFFu
4h	4	Pointer to IFD	ukazatel na adresář prvního bloku

Tab. 6.1: Hlavička souboru ve formátu TIFF⁶

Adresář

V něm je popsána struktura a obsah bloku. každá datová položka v bloku má v adresáři svou popisku (tag). V ní je vždy uvedeno číslo kategorie položky (2 bajty), kód datového typu (2 bajty), počet údajů daného typu v položce (4 bajty) a nakonec ukazatel na začátek položky uvnitř bloku (4 bajty). Velikost každé popisky je 12 bajtů. Pokud to datová šířka dovolí, je namísto ukazatele přímo uvedena konkrétní hodnota. Strukturu adresáře uvádí tabulka 6.2.

Offset bajtu	Délka [B]	Název položky	Význam položky
0	4	počet popisek	počet položek v tomto adresáři
2	2	první popiska	číslo kategorie
4	2		typ dat
6	4		počet položek
A	4		offset skutečné pozice dat v souboru / hodnota
E	2	druhá popiska	číslo kategorie
počet popisek*12+1	8	další IFD	ukazatel na následující adresář

Tab. 6.2: Formát adresáře ⁶

Obrazový blok – Image File

V souboru dat může být více těchto bloků, v každém třeba i jiný obrázek, tentýž v jiném rozlišení atd. Blok může být chápán jako balík datových složek různého významu. Norma TIFF definuje více než 40 kategorií datových složek bloku. Každá z těchto kategorií má vlastní identifikační číslo, přípustný datový typ a eventuálně i implicitní hodnotu. Kromě zcela zásadních údajů, jako je rozměr obrázku (kategorie 101h, 102h), způsob reprezentace (106h), je zde i spousta pomocných kategorií. Těmi může být např. jméno autora souboru (13Bh) či datum vzniku (132h). Vedle položek pomocné obrazové informace obsahuje blok i vlastní data, organizovaná do tzv. pruhů, jejichž vlastnosti jsou popsány pomocí datových položek jistých kategorií (111h, 115h, 117h) a na jejich polohu uvnitř bloku odkazuje tabulka ukazatelů (111h).

6.2 Třídy

Formát TIFF byl navržen pro uchování všech běžných reprezentací digitalizovaného obrazu. Podle druhu této reprezentace jej lze rozdělit do tříd. Jejich přehled je uveden v tabulce 6.3.

Třída TIFFu (položka 106h)	Druh grafiky	Povinné kategorie (hexagonální kód)
TIFF B (0/1) 1 bit / vzorek	binární	100, 101, 102, 103, 106, 111, 115, 116, 117, 11A, 11B, 128
TIFF G (0/1) > 1 bit / vzorek	šedotónová	100, 101, 102, 103, 106, 111, 115, 116, 117, 11A, 11B, 128
TIFF P (3)	paletovaná	100, 101, 102, 103, 106, 111, 115, 116, 117, 11A, 11B, 128, 140
TIFF R (2) 3 vzorky / vzorek	True color	100, 101, 102, 103, 106, 111, 115, 116, 117, 11A, 11B, 11C, 128

Tab. 6.3: Přehled tříd souborů ve formátu TIFF ⁶

Základním údajem pro odlišení tříd je hodnota v povinné položce Photometric Interpretation (kategorie 106h) ve spojení s položkou BitsPerSample (kategorie 102h) a SamplesPerPixel (kategorie 115h). Položka Fotometrická interpretace popisuje způsob reprezentace fotometrických vlastností jednotlivých bodů obrázku.

Definice TIFFu stanovuje seznam datových položek, které jsou povinné pro všechny třídy. Ke každé třídě je pak určeno několik dalších kategorií, jejichž přítomnost je dána charakterem fotometrické reprezentace (viz. tab. 6.3).⁶ Každý kodér i dekodér by měl být schopen splnit všechny tyto kategorie.

6.3 Zhodnocení

Formát TIFF umožňuje práci nejen v 8, ale i 16 bitové barevné hloubce na jeden barevný kanál. Umožňuje konverzi v různých barevných prostorech a soubory v těchto prostorech mohou být ukládány, což je důležité při využití ICC profilů a práci založené na Color Managementu. Soubory ve formátu TIFF mohou být neomezeně otevírány a ukládány aniž by došlo k jakékoliv destrukci obrazu. Umožňuje práci s vrstvami, což usnadňuje práci i přenos souborů.

Nevýhodou je jeho reálná velikost vůči obrazu, zejména při práci s vrstvami. Už při snímání fotoaparátem je jeho velikost přibližně trojnásobná oproti RAWu. Měli bychom brát na zřetel, že některé starší programy nepodporují novější metody komprese TIFFu. Výrobci digitálních fotoaparátů ve větší míře upřednostňují raději variabilnější a menší RAW, vyjímkou je ale např. Pentax, u kterého je TIFF k dispozici.

Při ukládání máme zpravidla na výběr tyto komprese: žádnou, LZW (Lempel Ziv, Welch), ZIP a JPEG. Volba bez komprese či LZW by měla správně fungovat pod každým editorem. ZIP a JPEG fungují pod novějšími editory a přinášejí výraznější úsporu z hlediska velikosti souboru.

7. RAW

7.1 Charakteristika

Ačkoliv se často mluví o formátu RAW, tak se vůbec nejedná o žádný konkrétní formát. Navíc by se vlastně RAW ani neměl psát velkými písmeny, jak tomu bývá zvykem, protože se nejedná o iniciálovou zkratku, ale prostě pouze o jednoduché anglické slovo „raw“ (v překladu „syrový, nezpracovaný“).

V souvislosti s digitálními fotoaparáty se pod pojmem RAW obecně míní jakýkoli soubor obsahující surová data obdržená ze snímače digitálního fotoaparátu, než dojde k jejich softwarovému zpracování ve fotoaparátu nebo dodatečně na počítači, jehož výsledkem je „normálně vypadající“ finální obrázek. Tato data mohou mít různý charakter a mohou být zaznamenána různými způsoby. V současné době neexistuje žádný jednotný, všeobecně akceptovaný standard, protože jednotliví výrobci používají k zaznamenání surových dat každý svůj vlastní soukromý formát, případně dokonce i různé verze u různých modelů fotoaparátů. Každý z RAW formátů má svoji vlastní příponu v názvu souborů, podle které je lze identifikovat. Canon označuje svoje RAW soubory příponami CRW a CR2, Nikon NEF, Olympus ORF, bývalá Konica Minolta MRW, Pentax PEF atd.¹⁰

Firma Adobe navrhla otevřený standard Digital Negative (DNG). Zatím se ale tento pokus neseťkal s úspěchem. Výrobci digitálních přístrojů jej nepřijali, stále prosazují své zavedené formáty a navíc ani veřejně nepublikovali jejich popisy. Skupina OpenRAW se snaží výrobce přimět, aby specifikace svých minulých, stávajících i budoucích RAW formátů alespoň veřejně publikovali a dovolili ostatním tyto formáty volně používat, ale ani tyto pokusy se zatím neseťkali s úspěchem.

Soubor RAW zachovává maximum informace získané ze snímacího prvku. Není ale vždy pravda, že se jedná skutečně o „surová“ a nezpracovaná data a nebyly tak už částečně zpracovány obrazovým procesorem. V některých případech data procházejí jistým předběžným zpracováním, jako je třeba odstranění šumu nebo dokonce i doostření. Stejně tak neplatí bez výjimky ani to, že RAW data jsou vždy buď zcela nekomprimovaná, nebo komprimovaná bezeztrátově (např. komprimovaný NEF je údajně kvantizovaný do nižšího počtu úrovní. Pokud jsou ale už před výstupem do RAWu nějaké takové úpravy aplikovány, můžeme si být jisti, že tyto změny jsou vesměs umírněné, smysluplné a obecně žádoucí.

RAW bývá často srovnáván s negativem. Podobně jako negativ není RAW sám o sobě konečným produktem, ale jen polotovarem. Sám o sobě přímo nepředstavuje obraz a je tedy zapotřebí jeho další zpracování. Existence takového polotovaru činí celý proces flexibilnějším. Umožňuje neprovádět všechna rozhodnutí ovlivňující podobu výsledné fotografie už při expozici, ale namísto toho odložit mnohá z nich až na později a s obrazem si dodatečně pohrát, případně i

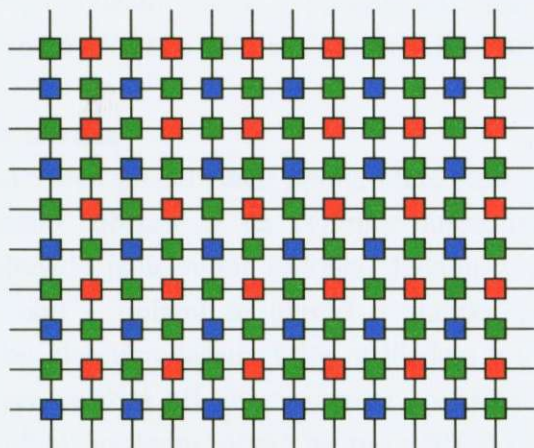
vytvořit různé verze apod. Do jisté míry tak lze dodatečně korigovat expozici a zachránit tak detaily ve světlech či stínech a ovlivnit celkovou tonalitu a barvy výsledné fotografie. Možnosti výsledného zpracování jsou tak velmi flexibilní a mohou radikálně změnit celkové pojetí snímku. Oproti JPEGu jsou úpravy mnohem méně destruktivní a lze je provádět v mnohem větší míře.

7.2 Zpracování

Obecně vzato, aby se z RAWu stal „normální“ obraz je zapotřebí provést následující operace:

Demosaicing

Lidské vidění je trichromatické a pro zachycení barvy v digitální podobě jsou nezbytné minimálně tři barevné kanály. Tedy pro každý pixel jsou zapotřebí alespoň tři číselné hodnoty. S výjimkou revolučního senzoru Foveon, který začala v praxi používat Sigma ve svých digitálních zrcadlovkách (např. SD9, SD10), ovšem stávající senzory vyprodukují z každé své buňky pouze jednu jedinou hodnotu. Před každou z buněk čipu je zařazen barevný filtr, který má na svědomí to, že buňka zachycuje pouze světlo té které barvy. Filtry tvoří pravidelnou barevnou mozaiku, a proto tento typ senzoru bývá nazýván mozaikový. Nejčastěji se u digitálních fotoaparátů používá systém RGB a tzv. Bayerovo uspořádání (viz obr. 7.1). Existují ale také třeba i systémy se čtyřmi různými barvami (např. u digitálních fotoaparátů Sony). Takováto mozaika ale, ať už je jakéhokoli typu, ovšem nepředstavuje pro naše oči „normální“ obraz. Aby se z mozaiky dostal klasický barevný obraz, je potřeba v každém bodě hodnoty pro ostatní barevné kanály dointerpolovat, tedy dopočítat z hodnot v těch okolních bodech, kde je informace pro tuto barvu dostupná.



Obr. 7.1: Pozice buněk senzoru ¹⁰

Vyvážení bílé

Při výrobě fotografií klasickou cestou z barevného negativu či diapozitivu se sice používají barevné filtrace, které dovolují ovlivnit barevný tón výsledné fotografie, ale digitální snímání umožňuje simulovat mnohem dokonaleji adaptaci našeho zraku barvě osvětlení. Lze úspěšně kompenzovat nejen různou barevnou teplotu denního světla za různých podmínek, ale i barvu umělého osvětlení (žluté světlo žárovky, zelené zářivky atd.). Lze tak ale snadno dosáhnout i různých „kreativních“ barevných efektů. Čip digitálního fotoaparátu se ale sám o sobě, podobně jako film, barvě světla přizpůsobit nedokáže. Vyvážení bílé se provádí softwarově, až při zpracování RAW dat.

Aplikace tonálních křivek

Podobně jako u zvětšování z negativu na klasický fotografický papír, kde vzhled výsledné fotografie závisí na charakteristických křivkách použitého filmu a papíru, i při digitálním snímání je výsledná tonalita snímku ovlivněná převodními křivkami, jež jsou použity k převodu čísel reprezentujících naměřených množství světla (neboli RAW data) na výsledná čísla, reprezentující finální obraz. Především, jelikož odezva digitálního snímače je na rozdíl od lidského oka lineární, je nutné provést příslušnou gama korekci. Gama RAW, alespoň pokud je zcela neupravovaný, je 1,0, zatímco u výsledného obrazu je to typicky 2,2 nebo 1,8, v závislosti na tom, do kterého standardního barevného prostoru se provede výstup. Kromě nezbytné gama korekce je ale žádoucí i jinak dál měnit tonalitu, například regulovat kontrast apod.

Kolorimetrická interpretace

Přestože většina digitálních fotoaparátů používá Bayerovo uspořádání s červenými, modrými a zelenými filtry, stejně se musí vždy data v závislosti na konkrétních vlastnostech snímače u daného modelu (případně i kusu) patričně transformovat, aby konečný obraz vypadal tak, jak má vypadat v daném standardním barevném prostoru (sRGB, Adobe RGB, Pro Photo RGB apod.)

Vylepšení kvality obrazu

Na rozdíl od všech předchozích úprav, které jsou při konverzi RAW dat do formy „kukatelného“ obrazu až na výjimky nutné, tyto další úpravy jsou již nepovinné, ale obvykle jsou velmi žádoucí. Jednou z velmi často prováděných úprav je odšumování – uplatní se hlavně u snímků pořízených s nastaveným vysokým ISO nebo dlouhým časem. Dále, vzhledem k tomu, že anti-aliasing filtr na čipu, interpolace použitá při demosaicingu i většina odšumovacích algoritmů mají vyhlazující efekt, výsledný obraz by byl většinou příliš měkký bez alespoň mírného doostření. Setkáme se běžně ale i s dalšími možnými úpravami, jako je třeba potlačení barevných kontur kolem hran objektů, které má na svědomí chromatická vada objektivu a demosaicing, nebo s odstraňováním vinětače.

Řada algoritmů navíc v sobě zahrnuje volně nastavitelné parametry, některé operace se provést musí, zatímco jiné jsou volitelné. Konverze RAW dat do podoby „normálního“ obrázku tudíž není jednoznačný proces. Je to do značné míry jen volná interpretace dat a navíc ani neexistuje nějaká jednoznačná míra pro kvalitu výsledků. Jak autoři softwaru, tak i jeho uživatel musí provést celou řadu rozhodnutí, jež jsou do značné míry subjektivní. Názory na to, co je optimální, se často dost liší. Různé RAW konvertory se chovají různě a různí lidé doporučují používat různá nastavení. Záleží hlavně na subjektivním dojmu v danou chvíli.

7.3 Výhody

Možnost změny nastavení bílé

Automatické vyvážení nefunguje vždy zcela optimálně, většinou je nastaveno na průměrné situace daného typu a neodpovídá tak vždy našim představám a potřebám. Navíc automatický režim vyvážení bílé nám většinou neudrží stejnou barevnost v sérii snímků. Při snímání do RAW máme možnost toto nastavení odložit do okamžiku následného zpracování v počítači. Změna vyvážení bílé je operací, která je snadno proveditelná na RAW datech při gama 1,0, ale je poměrně obtížná a jen v limitovaném rozsahu proveditelná později v obrazovém editoru, poté co už data nějakým nastavením vyvážení bílé, gama korekcí a aplikací tonálních křivek prošla.

Při konverzi RAW souboru na počítači máme možnost nastavit bílou naprosto stejně jako v terénu před expozicí. Někdy ale dokonce i lépe, protože máme k dispozici velký náhled a i další nastavení a nástroje, které nemáme v terénu k dispozici. Navíc se tak dá radikálně změnit celková atmosféra fotografie.

V případě, že snímáme do JPEGu či TIFu o tuto možnost přicházíme. Navíc už jsou zde barevné kanály nenávratně zredukované na menší počet kvantizačních úrovní a nějakým způsobem „ořezané“ a změnit vyvážení bílé požadovaným způsobem vůbec nemusí být možné nebo bude přinejmenším pro obrázek mnohem víc destruktivní, s mnohem větším rizikem vzniku pasterizace a ztráty detailů.

Maximální bitová hloubka

Díky diskrétnímu rozdělení má každý barevný kanál digitálního obrázku konečný počet úrovní. Každý pixel tedy může mít pouze omezené množství barev. Například obrázky uložené do JPEGu jsou osmibitové – černobílý obrázek má k dispozici $2^8 = 256$ úrovní šedé, barevný, který má tři barevné kanály, má v každém ze tří barevných kanálů 256 úrovní intenzity, což je celkem 16 777 216 různých barev. Tento počet je sice dostatečný k tomu, aby se (při gama kolem 2,2, kdy kvantizační úrovně jsou z rovnoměrně rozložené) barevné přechody lidskému oku jevily spojitě, ale problém je v tom, že všechny úpravy aplikované na obrázek

mají tendenci počet barev v obrázku doopravdy zastoupených snižovat, takže pokud je třeba obrázek dál nějak upravovat, může být tento počet nedostatečný.

Jsou-li úpravy příliš velké, pak slévání barev může způsobit viditelnou ztrátu detailů a absence příliš velkého počtu barev pasterizaci (viditelné kontury v barevných přechodech, které by jinak měly být plynulé). Jediným způsobem, jak tomu lze zabránit, je použít co nejjemnější diskretizaci neboli co největší bitovou hloubku. RAW je u většiny současných digitálních fotoaparátů dvanáctibitový, u některých čtrnáctibitový. Necháme-li fotoaparát uložit snímek rovnou jako osmibitový JPEG nebo TIFF, počet úrovní v každém kanálu se zmenší ze $2^{12}=4096$ (nebo dokonce $2^{14}=16384$) na 256 a výrazně tím omezíme možnost dalších úprav obrázků bez viditelné ztráty kvality.⁷ Budeme-li fotit do RAW, můžeme buď RAW zkonvertovat na šestnáctibitový TIFF a další úpravy dělat v šestnácti bitech, nebo alespoň řadu potřebných úprav (nastavení černého a bílého bodu, zesvětlení, ztmavení, nastavení kontrastu, úpravu barev atd.) provést při konverzi z RAW, před tím než dojde k transformaci do osmi bitů. I tak získáme kvalitnější, robustnější soubor, se zachovanými detaily a plynulejšími barevnými přechody, u kterého je navíc vznik viditelné ztráty detailů nebo pasterizace při pozdějších úpravách méně pravděpodobný. Navíc je JPEG více zatížen artefakty při jeho ztrátové kompresi.

Větší využití expoziční pružnosti snímače

Při použití RAWu máme možnost nejen obrázek dodatečně více zesvětlit nebo ztmavit díky větší bitové hloubce, ale také máme možnost lépe využít dynamický rozsah snímače, jenž je poněkud větší než naznačují JPEGy produkované fotoaparátem. Můžeme zachránit detaily, které snímač ještě akceptoval, ale k jejichž ořezání by došlo při aplikování standardních tonálních křivek při produkci JPEGu ve fotoaparátu.

Možnost využití účinnějších algoritmů počítače oproti fotoaparátu

Software, který provádí zpracování RAW dat ve fotoaparátu, naráží na řadu omezení – procesor má omezený výkon, zpracování musí být dostatečně rychlé, omezený počet nastavovaných parametrů a voleb atd. Konvertor RAWu, který běží na počítači, není zdaleka vystaven takovým požadavkům a může tak klidně používat složitější algoritmy, funkce a nastavení, jaké na fotoaparátu vůbec nejsou dostupné.

7.4 Nevýhody

Větší soubory

Určitou daní za kvalitu RAWu je jeho velikost. Přestože RAW obsahuje data před demosaicingem (čili jen jednu hodnotu pro každý pixel namísto tří), díky větší

bitové hloubce RAW a vysoké efektivnosti ztrátové JPEG komprese jsou RAW soubory o poznání větší než JPEGy, které fotoaparát produkuje, a to i při nastavené nejvyšší kvalitě JPEGu. Velikost RAW souborů je u různých modelů fotoaparátů různá. Závisí jednak na rozlišení snímáče a jednak na výrobci, jaký konkrétní RAW formát používá. Pokud je RAW komprimovaný, tak velikost obvykle závisí i na vlastním snímku (jak velké množství detailů obsahuje), podobně jako u JPEGu. Např. u 6 Mpix Canonu EOS 10D JPEGy v nejvyšší kvalitě mají ke 3 MB, zatímco RAW (CRW) mají kolem 6 MB, ačkoli používají poměrně efektivní bezztrátovou kompresi. U Nikonu má RAW (NEF) o stejném rozlišení v nekomprimované podobě kolem 10 MB nebo případně okolo 4,5 MB, je-li komprimovaný. Větší soubory nezaberou pouze více místa na kartě a posléze na disku či jiných médiích, ale také musíme počítat s tím, že při kontinuálním snímání se nám jich tolik nevejde do bufferu a jejich zapsání na kartu trvá déle.

Při klesajících cenách médií není jeho velikost až tak citelnou nevýhodou, bohužel ale právě při sériovém snímání je už zpomalení citelné i u velmi rychlých přístrojů, zvláště při fotografování sportu, reportáže či zvěře.

Časová náročnost

Pokud fotografujeme do JPEGu, máme hned k dispozici finální obrázky. Pokud použijeme RAW, nevyhneme se dodatečné konverzi na počítači do obrazového souboru. Na čas strávený nad konverzí může mít vliv nejen výkonnost výpočetní techniky, ale i samotný použitý RAW konvertor. Řešením pak může být dávkové zpracování, to se ale nehodí pro všechny případy. Nejvíce času většinou ale asi ztratíme při individuálním nastavení pro jednotlivé snímky. Rozdíly mohou být značně velké, záleží jen na individuálním přístupu.

Částečným řešením na úkor kapacity použitého média může být kontinuální fotografování do RAW + JPEG. Více ceněné snímky zpracujeme z RAWu, ty horší necháme v JPEGu rovnou. V případě, že nás čas ani kapacita média netíží, lze použít tuto možnost použít také pro rychlejší náhledy na počítači a následnou selekci snímků. Kvůli méně výkonnému počítači tento postup používám neustále.

Ztížená manipulace a prohlížení

Poměrně velkou nevýhodou je, že RAW vyžaduje speciální software. Díky celkem vysoké poptávce ze strany uživatelů počet takových programů úspěšně roste. Manipulaci s RAW ale ztěžuje větší velikost souborů a to, že vygenerování náhledů je mnohem komplikovanější a déle trvá. Náhledy také často nereflektují finální podobu obrázku, protože kromě toho, že používají jiné algoritmy, tak prohlížeče při generování také nezřídka berou v úvahu pouze parametry nastavené při expozici (a někdy ani ne všechny) a ignorují dodatečné změny (které mohou být vedle původního souboru také zaznamenány buď v centrální databázi nebo v k obrázkům přidružených souborech) a nebo používají nějaká implicitní nastavení parametrů. Organizaci dat a manipulaci s nimi nám bude ztěžovat i to, že nejspíš

nebudeme uchovávat pouze originální RAW soubory, ale také zkonvertované JPEGy či TIFFy, případně přidružené soubory obsahující metadata (XMP), ve kterých si můžeme uchovat nastavení parametrů pro konverzi z RAWu a další informace pro každý jednotlivý snímek. Budeme tudíž mít více práce při organizaci archívu a budeme muset být obezřetnější, když budeme soubory přejmenovávat, stěhovat apod.

Finanční náklady

S většími soubory rostou i nároky na kapacitu či množství použitých paměťových karet, řešením pak může být i paměťová banka.

Budeme také ale potřebovat více místa na disku, a to nejen abychom měli kam dát větší RAW soubory, ale také z nich obdržené JPEGy či TIFFy. Budeme-li vyžadovat nekompromisně nejvyšší kvalitu, budeme RAW konvertovat zásadně na šestnáctibitové TIFFy, pak také ale budeme potřebovat místa opravdu hodně.

Všechno navíc budeme chtít samozřejmě také nějak zálohovat a archivovat, takže spotřebujeme i více záložních médií. Zpravidla použijeme optická média. Bohužel jejich spolehlivost ani životnost navzdory reklamě není vždy opravdu tak vysoká, proto ukládáme více kopií.

Dále budeme potřebovat software – RAW konvertor a případně i nějaký prohlížeč obrázků či archivační program, který vám dovolí vytvářet náhledy RAW souborů a umožní vám efektivně zacházet s RAW soubory, organizovat je, vyhledávat mezi nimi, atd. Samozřejmě můžeme i ušetřit a používat programy poskytované zdarma, ty ale zpravidla neoslní svým výkonem a možnostmi.

No a konečně, pokud má náš počítač již svá nejlepší léta za sebou a je už hodně pomalý, budeme možná potřebovat i poněkud výkonnější hardware. Programy pro zpracování RAWu a zvláště pak pro práci s grafikou mívají velice vysoké nároky na použitou výpočetní techniku.

Životnost

Díky již zmíněným problémům s různými RAWy různých výrobců je i neodmyslitelně spojena i neurčitá budoucnost. Zatímco JPEG a TIFF jsou univerzální obrazové formáty, masově rozšířené, pro které existují publikované normy, tak jak už bylo uvedeno na začátku, jednotlivé RAW formáty si výrobci digitálních fotoaparátů nezávisle a zcela volně vytvářejí každý po svém, jejich specifikace nepublikují a dle libosti je mění. RAW (nebo spíše vlastnosti nezpracovaných dat v RAW souboru zaznamenaných) navíc závisí i na konkrétním modelu fotoaparátu. To silně limituje životnost RAW souborů. Zatímco JPEG a TIFF tu evidentně ještě dost dlouho budou a až budou překonané jiným formátem, nebude problém z nich obrázky bez problému zkonvertovat do nové formy, RAW stárne spolu s fotoaparátem – čili v dnešní době dost rychle. Kdo a jak dlouho bude podporovat RAW pro ten který model fotoaparátu je otázkou.

Můžeme si samozřejmě archivovat konečné JPEGy nebo TIFFy vyprodukované z našich RAW souborů. Ty pak ale už neposkytují výhody, které nabízí RAW (nehledě na to, že zabírají místo navíc). Doufejme, že se v dohledné době masově rozšíří DNG nebo jiný univerzální formát, který dovolí ukládání nezpracovaných RAW dat. V oblasti snů zatím zůstává i případná dohoda leaderů fototechniky na přesných specifikacích RAWu.

7.5 RAW konvertory

Jak už bylo psáno, konverze RAW dat do podoby „normálně“ vypadajícího obrázku, na který se lze již dívat, není ani zdaleka jednoznačný proces. RAW konvertorů je mnoho a existují mezi nimi velké rozdíly. Kromě toho, že některé úpravy jsou volitelné a že pro jednotlivé úpravy lze použít různé algoritmy poskytující různé výsledky, tak se také samozřejmě liší i různé implementace.

Rozdíly jsou také i v celkové filozofii ovládání (u některých konvertorů je například ovládání motivované postupy v klasické temné komoře) a různá je i míra automatizace, kterou programy nabízejí (vedle možnosti dávkového zpracování to může být také automatizace jednotlivých úprav jako odstranění chromatické aberace apod.). Další oblast, ve které existují nemalé rozdíly je správa barev (paleta nabízených barevných prostorů, možnost používat vlastní ICC profily apod.). No a v neposlední řadě je jistě nezanedbatelným faktorem cena takového programu. Některé programy dostaneme zdarma, můžeme si pořídit i trial verzi jinak placeného programu anebo pořídit až za několik tisíc Kč jeho plnou verzi.¹⁰

Zde je přehled neznámějších RAW konvertorů:

Adobe Camera Raw (Adobe).

V současné době je standardní součástí Adobe Photoshopu.

Breeze Browser (Breze Systems)

Bibble (Bibble Labs)

Capture One (Phase One)

C1Pro bývá považován celou řadou uživatelů za nejlepší, plná verze je poměrně dost drahá (okolo 20 tis. Kč), lze zakoupit i omezenější a výrazně levnější verzi.

File Viewer Utility

Konverzní program firmy Canon. Nepatří zrovna k nejpovedenějším.

Nikon Capture

Konverzní program firmy Nikon. Tento program je velmi vydařený, oplývá velkým množstvím funkcí a nastavení. Ovládání je intuitivní a uživatelsky příjemné. Stojí zhruba 3500 Kč. Existuje i trial verze. Nevýhodou jsou velké nároky na výpočetní techniku, zejména na operační paměť díky značně spleť psanému zdrojovému kódu.

Pentax Photolaboratory

Konverzní program firmy Pentax. Není příliš všestranný, slouží spíše pro orientační konverzi. Navíc používá velmi malé okno s náhledem snímku.

Sigma Photo Pro

Konverzní program firmy Sigma. Je uživatelsky velice příjemný a funkčně velmi propracovaný. Bohužel nevýhodou je, že ho lze použít pouze pro DSLR Sigma s revolučním čipem Foveon.

RAW Shooter (Pixmantec)

DCRAW

Veřejně přístupný program, který za svojí existenci vděčí Davu Coffinovi, který se již řadu let vytrvale zabývá reverse-engineeringem RAW formátů jednotlivých výrobců a produkuje základní RAW konvertor dcrw, umožňující konverzi RAW souborů z příkazové řádky, svůj kód psaný v jazyce C veřejně šíří.

7.6 Zhodnocení

Možnosti RAWu jsou často zdrojem různých fám. Faktem ale je, že „kde nic není, ani smrt nebere“ a stejně tak je nutno přistupovat k RAWu. Zkrátka pokud bude snímek přexponovaný, tak ani díky RAWu se kresba samovolně neukáže.

Dalším zádrhelem bývá samotný fotoaparát, tedy jeho A/D převodník. Zatímco profesionální fotoaparáty obsahují skutečně originální neupravená data, poloprofesionální a amatérské přístroje často produkuje soubory omezené z hlediska rozsahu zaznamenaných úrovní signálu. U profesionálních zařízeních lze tak najít kresbu i v problematických místech tam, kde u ostatních se už nic neobjeví. Dalším faktorem může být ale i použitý low-pas filtr.

RAW oproti JPEGu a TIFu nepřináší žádné dramatické zlepšení obrazu. Pokud budeme snímat kvalitně a s rozmyslem, rozdíly ani nebudou vidět. Řada amatérů i profesionálních fotografů RAW nevyužívají.

Faktem ale zůstává, že díky RAWu získáváme ze snímače maximum. A proto bychom ho měli používat alespoň pro ty cennější snímky.

Sám většinou používám kombinaci RAW + JPEG v barevném prostoru AdobeRGB. Zásadní je pro mě pocit, že pro snímek dělám maximum a i lenivost neustálého nastavování bílé a ostatních parametrů.

8. Ostatní obrazové formáty

BMP (Bit Mapped Picture). Jednoduchá bitmapa, kterou používají Microsoft Windows jak pro indexované, tak pro RGB obrázky. V podstatě tedy popisuje bitmapovou mapu, jinak každý bod matice obrazových bodů. Obrázek může mít 1, 4, 8 nebo 24 bitů na pixel, obsahuje i informaci o rozměru obrázku, počtu barev a podobně. Data jsou ukládána buď nekomprimovaná nebo bezztrátově komprimovaná pomocí run-length kódu. Obsahuje „podformát“ DIB, který umožňuje operačnímu systému Windows zobrazit obrázek na jakémkoliv zobrazovacím zařízení.

CDR (Corel DDraw file). Tento formát vyvinula firma Corel. Je určen pro uložení obrazu ve vektorovém formátu.

CLP (Computer Graphics Metafile format). Jde o formát odpovídající normě ODA (Office Document Architecture), tj. formát pro potřeby kancelářských dokumentů.

CLP (CLiPboard). Jedná se opět o windowsovský formát. Přípona znamená schránku a používá se pro přenášení nejen obrazových dat ale i zvukových, textových, animací, ikon, apod. Z grafických programů jej používá PaintShop Pro.

DIB (Device Independent Bitmap). Opět se jedná o formát používaný ve Windows. Známější je jeho verze BMP.

DjVu Je formátem, který zakoupila firma LizardTech (původně byl vyvíjený firmou AT&T od roku 1998). Původně měl být náhradou JPEGu, především na internetu. Oproti JPEGu má DjVu až desetkrát úspornější kompresní algoritmus při stejné kvalitě obrazu.

Obrázek je rozdělen do dvou vrstev, každá je komprimována odlišným algoritmem. Popředí (písmo, vektorová grafika, objekty s vysokým kontrastem, ...) se komprimuje bezztrátově technologií JB2, zatímco pozadí, tvořené čtyřmi vrstvami, je komprimováno technologií Wavelet. DjVu je vhodný pro především pro grafické předlohy s textovým obsahem.

DWG (DraWinG). Je vektorový formát používaný firmou Autodesk v programech AutoCAD.

DXB Je binární verze formátu DXF.

DXF Je jeden z nejpoužívanějších vektorových formátů firmy Autodesk pro programy AutoCAD, slouží k uložení a přenosu technických výkresů

EPS (Encapsulated PostScript). Také formát vyvinutý firmou Adobe. Je to textový soubor, určený pro postskriptové tisky. Pomocí popisného jazyka dokáže popsat i obrazový dokument. Používá se především pro přidávání obrázku do nejrůznějších dokumentů. Primárně jde o vektorovou grafiku, ale zvládá i rastrové obrázky.

FIF Je formát na ukládání grafických informací komprimovaných fraktální kompresí

FLI Tento formát používá program Autodesk 3D Studio pro obrazové rozlišení pouze do 320×200 bodů a barevnou hloubku pouze 256 barev. Jeho vylepšená verze je FLC pro rozlišení až 340×480 bodů při 256 barvách.

FPX (Flashpix). Pokus firem Kodak, Hewlet Packard, Microsoft a Live Picture vytvořit formát, který umožňuje např. prohlížení velkých obrázků webovým browserem. V současné době tento formát vlastní nezávislé konsorcium Digital Imaging Group. Obrázek je v souboru uložený jako pyramida různých rozlišení, což umožňuje v něm zoomovat dovnitř a ven. Editace probíhá na obrazu s nízkým rozlišením, ovšem informace o změnách se promítá do všech úrovní rozlišení. Navíc je možno vygenerovat různé soubory s různými editacemi a ty pak následně aplikovat na velký obrázek – šetří to čas a prostor na disku. Kompresce je ztrátová, podobná JPEGu. Existují pluginy pro grafické editory a browsery, ale zdá se, že se tento formát příliš neujal.

GIF (Graphics Interchange Format). Vděčíme za něj firmě Compuserve a je vedle JPEGu dalším nejrozšířenějším obrazovým formátem na internetu. Je bezztrátový, založený na LZW kódování. Používá se spíše pro jednoduchou grafiku či kresby s omezeným výběrem barev, pro fotografii je nevhodný. Dovoluje totiž maximálně 8 bitů na pixel, t.j. pouhých 256 barev, což je pro barevné fotografie nedostatečné. Barvy jsou uspořádány v tzv. paletě, kde je eventuálně lze dále editovat. GIF je tedy výhodnější než JPEG pro obrázky s malým počtem barev a výraznými hranami (barevně jednoduchá grafika kombinovaná s textem a pod.), díky omezené paletě má poměrně malý datový objem, a proto vhodný na web.

Existují dvě varianty GIFu – starší 87a a novější 89a. Obě verze existují jako prokládané i neprokládané. Novější verze podporuje průhlednost (jednu barvu lze vybrat jako průhlednou), animace, interlacing (něco podobného jako progressive JPEG) apod. V případě prokládaného GIFu se obrázek zobrazí nejdříve v nízké kvalitě a až napočtvrté se zobrazí úplně. Ve speciálních editorech lze GIFy ukládat „na sebe“ a definovat pořadí a dobu jejich zjevování, čímž se získá efekt animace (prakticky veškeré reklamní webové animace jsou animované GIFy a používá se v nich i fotografie).

Patent na použití LZW algoritmu vlastní Unisys a od r. 95 začal vyžadovat, aby každý, kdo produkuje komerční software aplikující tento algoritmus (tzn. mimo jiné každý, kdo produkuje nějaký program, který umí psát a číst obrázky ve formátu GIF), zakoupil licenci. Pro koncového uživatele je ale použití zdarma.

HPG Tento formát je prakticky shodný s PLT.

ICO Je formát, který se používá pro bitmapové ukládání malých obrázků a ikon pro prostředí MS Windows. Dá se použít např. i v oblasti internetu pro některé prohlížeče (např. MSIE, Opera) jako symbol pro zobrazení daných stránek, tento soubor pak musí mít název favicon.

IFF Je formátem používaným v počítačích Commodore Amiga. Mohou se v něm ukládat i zvukové či textové údaje. Při použití na PC pro ukládání obrazové informace se často používá přípona LBM.

IMG Je formát, který spolupracuje s většinou grafických, textových nebo DTP programů.

JFIF (JPEG File Interchange Format). Je formát vyvinutý firmou C-Cube Microsystems, pro který se vžil název JPEG.

JFT Tento formát je v podstatě průnikem dvou typů. Jedná se v principu o obrázek formátu TIFF, u kterého je použita kompresní metoda JPEG.

MPG Je pohybovou větví formátu JPEG, známou pod zkratkou MPEG. Používá se pro ukládání videosekvencí včetně zvuku. V současnosti existuje i tvar MJPEG (Motion JPEG), který ukládá obrázky jeden za druhým ve standardu JPEG, což přináší snížení ceny, možnost komprese v reálném čase a nepotřebuje interpolaci mezi jednotlivými obrázky, kvalita je ale pak horší než u MPEGu.

Rozlišuje se více verzí. Formát zvládne obrazové rozlišení až 4096×4096 pixelů při barevné hloubce TrueColor, což umožňuje ukládat informaci pro HDTV.

PCD (PhotoCD). Formát vyvinutý a vlastněný firmou Kodak. Většina grafických editorů umí tento formát číst, ale prakticky žádný v něm neumí obrázky ukládat. Komprese je bezztrátová a obrázek je uložený ve formě pyramidy, což umožňuje přečíst ze souboru obrázků podle potřeby v různých rozlišeních, od 128×192 až po 2048×3072 (u Pro PhotoCD také 4096×6144) pixelů. Díky

tomu, že se data obrázku nemusejí přepočítávat pro dané rozlišení monitoru, probíhá načítání velice rychle. Často se s tímto formátem setkáme, necháme-li si fotografie profesionálně naskenovat z kinofilmu.

PCX (PiCture eXchange). Je formátem, který se používá pro program Paintbrush. Dokáže ukládat obrázky s vysokým rozlišením v 24 bitové hloubce. Je zde použita RLE komprese

PDF (Portable Document Format, resp. Page Definiton Format). Formát firmy Adobe používaný pro elektronické publikace. Je obdobou formátu PostScript, obsahuje v sobě data o písmu, vektorových i bitmapových objektech. Umožňuje jak ztrátovou, tak bezztrátovou LZW kompresi. Prohlížeč si lze stáhnout zdarma.

PICT Formát vyvinutý firmou MacDraw, který používá Macintosh. Bez komprese nebo run-length encoding.

PLT Tento formát je podporován většinou kreslicích a CAD programů. Jedná se o vektorový formát, převážně je určený pro kreslení na souřadnicových zapisovačích.

PNG (Portable Network Graphics). Novější formát podporovaný na internetu, který vzniknul jako reakce na problémy s patentem Unisysu u GIFu. Je pokládán za nástupce GIFu pro použití na internetu, prozatím se ale moc neujal. Je rovněž bezztrátový, ale používá starší LZ kompresi, na kterou se patent nevztahuje. Dovoluje 1-48 bitů na pixel, podporuje nastavení průhlednosti (alfa kanál) obrázku. Oproti GIFu nabízí 254 úrovní transparence, zatímco GIF pouze jednu průhlednou barvu. Data jsou kódována progresivně a každý blok obrazových dat je chráněn CRC součtem. Ve svých nových verzích jej podporují např. MSIE a Netscape Navigator. To, že zatím není tak příliš rozšířený je zapříčiněno i tím, že ve starších verzích prohlížečů se nezobrazuje.

PSD Tento formát vyvinula firma Adobe pro program Adobe Photoshop, který je doposud nejkvalitnějším obrazovým editorem. Jeho výhodou je, že mimo obrazové informace zachovává i řadu dalších údajů o nastavení tiskových rastrů, ukládání vrstev, alfa kanály, cesty, nastavení tiskárny apod. Logickou nevýhodou je pak enormní nárůst dat při práci s rozměrným obrazem spolu s velkým množstvím vrstev.

RIF (Resource Interchange File Format). Je všeobecným formátem firmy Microsoft pro ukládání multimediálních informací

RLE Je podobný formát jako BMP. Ukládají se v něm obrázky v bitové mapě, ale s kompresí RLE.

SCT Tento formát se používá v DTP systémech.

SDW Je vektorovým formátem používaným firmou Lotus pro grafický program Amidraw.

SLD (Slided Show). Tento formát je určený především pro prezentace. Ukládá obrázky, ale i informace o časech, po které se mají zobrazit, případně i údaje o zobrazovacích efektech.

STL (od slova Still). Tento formát se používá pro ukládání animačních sekvencí v programu Autodesk 3D Studio.

TGA (Truevision/Targa) Jeden z nejpoužívanějších formátů v oblasti počítačové grafiky (hry a pod.). Má dobrý kompresní poměr a byl jedním z prvních formátů, který dokázal pracovat s barevnou hloubkou TrueColor. Někdy se formát Targa používá s příponami ICB, VDA nebo VST.

VFZ VFZ je souborový formát japonské společnosti Celartem Technology, určený k reprezentaci počítačové grafiky. Obrazové informace jsou zde ukládány v celkem šesti vrstvách v různé kvalitě, od proof-level až po 100% bezztrátovou úroveň. Informace z RGB kanálů o změnách barev jsou převedeny do 3D vektorového formátu. To umožňuje kompresi obrázků až na takřka jednu třetinu původního objemu bez ztráty informace.

Podle výsledků testů zveřejněných na serveru výrobce je možno v případě náročného barevného tisku garantovat věrnost reprodukce až při čtyřnásobném zvětšení, u komerčního tisku pak až šestinásobném. Jinak lze nicméně měnit velikost obrázku od 5 až do 1200 procent původní velikosti.¹⁸

WMF (Windows MetaFile). Je formát, který obsahuje popis posloupností operací, aby se dosáhlo konečného obrazového efektu

WPG (WordPerfect Graphics). Je jak rastrovým tak i vektorovým formátem, může obsahovat informace obou typů.

XBM (X BitMap). Domácí bitmapa v X Windows (Unix).

V praxi se kromě formátů, zde uvedených, pochopitelně existuje ještě obrovské množství dalších, méně rozšířených. Jak těch, které se z nějakého důvodu neujaly, jsou teprve ve vývoji nebo naopak už zastaraly, tak i těch, které jsou určeny pro různé speciální aplikace (kompresce satelitních obrázků, digitalizovaných otisků prstů a jiné). Bývá však pravidlem, že u kvalitních produktů je možná konverze do standardně užívaných formátů.

Právě výběru formátu obrazu bychom měli bychom věnovat velkou pozornost. Nežrídka se stává, že díky špatné volbě formátu se některé důležité informace vypustí a výsledný soubor je pro dané účely zcela nepoužitelný (např. při konverzi TIFu s vrstvami do JPEGu či samotná ztrátová komprimace JPEGu).

9. Colorimetrie

Kolorimetrie je fyzikálně část optiky, která se týká barev. Konkrétně se jedná především o samotný popis barev a jejich měření.

9.1 Světlo a barva

Viditelné záření, které při dopadu na sítnici oka vyvolá zrakový vjem, nazýváme světlo. V případě člověka uvažujeme rozsah viditelné části elektromagnetického spektra, který se používá při colorimetrických měřeních a výpočtech, od 360 do 830 nm.¹⁰ Běžně ale považujeme za viditelnou část spektra rozsah od 380 do 780 nm, protože citlivost oka při uvedených mezních hodnotách rapidně klesá (viz tab. 9.1).

Barva	Vlnová délka [nm]
fialová	380 až 440
modrá	440 až 490
zelená	490 až 565
žlutá	565 až 595
oranžová	595 až 620
červená	620 až 780

Tab. 9.1: Základní barvy viditelného spektra

Při odrazu světla nebo jeho rozptýlení v atmosféře či na částech prachu dopadne do lidského oka vždy určitá část vlnění, v němž jsou jednotlivé složky spektra zastoupeny různou intenzitou.

Díky existenci tří různých druhů čípků v sítnici oka, citlivých na různé oblasti viditelného spektra, je lidské vidění v principu pouze trojbarevné. Každou okem vnímanou barvu pak lze vyjádřit jako směs tří navzájem nezávislých (žádná z nich není kombinací dvou ostatních) primárních barev. V dopadajícím spektru je většinou jedna z frekvencí dominantní, ta je pak rozhodující pro to, co člověk vnímá jako barvu světla. Čím více převládá tato frekvence nad ostatními, tím má větší intenzitu (value) a čím užší je toto frekvenční pásmo, tím má barva větší sytost (saturaci).

Světlo bývá klasifikováno do dvou tříd, na světlo achromatické (nebarevné) a chromatické, nesoucí barevnou informaci. V achromatickém světle jsou všechny intenzity zastoupeny rovnoměrně, výsledná barva je pak vnímána jako různé stupně šedi až po bílou barvu.

Pro zajímavost, pouze 2,6 % mužů a 0,05 % žen má vidění dvojbarevné a zhruba 0,003 % postrádá barevné vidění úplně (vnímají pouze jas). I mezi lidmi, kteří vidí trojbarevně, je 5,5 % mužů a 0,4 % žen, u kterých je barevné vidění klasifikováno jako abnormální. V konečném důsledku lze 95 % lidí klasifikovat jako osoby s víceméně normálním viděním.

9.2 Color management

V minulosti při práci s digitálními obrázky se problém kompatibility dvou zařízení řešil zvlášť pro každý případ. Parametry těchto zařízení se nastavovaly tak, aby se obrázky co nejvíc podobaly. Dodnes se tento postup používá, hlavně v domácích podmínkách nastavováním monitoru podle výstupu z tiskárny. Ještě ale ke konci minulého století velké firmy jako Scitex nebo Heidelberg dodávaly vyspělá, propracovaná, kompletní ale uzavřená řešení, která si mohly dovolit jen firmy s odpovídajícím obratem.¹⁴ Toto řešení je ale zdlouhavé, značně subjektivní a neřeší problém kompatibility velkého počtu navzájem různých technologií.

Později dospěl vývoj do takové fáze, že uvedené řešení bylo z globálního hlediska nepoužitelné. Zejména pak díky zrychlujícímu se tempu vývoje výpočetní techniky a později i nástupu inkoustových tiskáren a digitálních fotoaparátů vznikla potřeba vytvoření systematické správy barev – color managementu.

V roce 1993 se po velice dlouhých diskusích ujala řešení problému mezinárodní organizace International Color Consortium, založená firmami Adobe Systems Inc., Agfa-Gevaert N.V., APPLE Computers Inc., FOGRA, Microsoft Corporation, Eastman Kodak Company, Sun Microsystems, Silicon Graphics a Taligent Inc.. V současné době toto průmyslové konsorcium sdružuje okolo 70 zemí.

Systém správy barev (neboli Color Management) se snaží vyřešit problém zachování uspokojivé konzistence barev u digitálně reprezentovaného obrazu. Základem je metoda umožňující dostatečně přesný a na zařízeních nezávislý popis barvy. K tomu je zapotřebí udat kolorimetrické hodnoty vyjádřené v jasné definovaných jednotkách a i řadu dalších údajů, týkajících se především uvažovaných pozorovacích podmínek a předpokládaného stavu adaptace zraku. Stejně kolorimetrické hodnoty nejsou sami o sobě zárukou, že barvy budou vypadat naprosto stejně.

Ke správnému provedení transformace při vstupu a výstupu je zapotřebí znát parametry vstupního nebo výstupního zařízení daného typu nebo ještě lépe konkrétního kusu, ale také obrazového média a podmínek, za kterých je toto médium snímáno či pozorováno. Kromě profilu zařízení a média závisí příslušná transformace i na tom, jaký je její cíl. Ne vždy je žádoucí, aby byla reprodukce barev naprosto stejná. Pozorovatel často preferuje poněkud jiný, idealizovaný vzhled (tmavší pojetí, sytější barvy, teplejší tón, ...), navíc absolutní zachování barev je nemožné. Kromě toho již na předloze mohou být barvy nějakým způsobem zkreslené a je pak žádoucí provést jejich korekci.

Požadavky kladené na color management v podstatě splňují ICC profily a transformace je pak prováděn programem Color Engine neboli CMM (Color Management Module či Color Management Method).¹⁰

9.3 PCS

Vzhledem k množství barevných prostorů, které se navíc v průběhu času mohou měnit, není reálné mít modul, který by pro každou dvojici prostorů dokázal transformovat obrazová data přímo mezi oběma prostory. Mnohem jednodušší je mít jakýsi pomocný nezávislý normalizovaný prostor, který slouží jako „mezistupeň“ při transformaci mezi oběma prostory. Obrazová data se pak konvertují ve dvou krocích. Nejprve se data převedou do pomocného prostoru označovaného jako PCS (Profile Connection Space) a kterým je buď CIE XYZ nebo CIELAB, nakonec se provede převod do cílového prostoru. Stačí tedy, aby každý barevný prostor uměl data převést do i z CIE XYZ nebo CIELABu.

Už ze samotného principu PCM je jasné, že převedené barvy nebudou nikdy absolutně „do puntíku“ stejné. Naše oči ale také nejsou zrovna dokonalé, takže většinou rozdíly téměř nepoznáme. Co se barev týká, oko vyhodnocuje malé změny dost nepřesně, navíc je vůči malým změnám barev dost adaptivní, takže v tomto směru rozhodně nejsou problémy. Lepších výsledků dosáhneme tím, že se zafixují některé základní faktory, které vnímání barev ovlivňují, jako je chromatičnost bílé, na kterou je zrak adaptovaný. úroveň osvětlení apod.

ICC standard pro CIE XYZ a CIELAB předpokládá, že hodnoty odpovídají barvám, jak bychom je viděli na předloze odrážející světlo (na papírovém obrázku), nasvícené pod úhlem 45° a pozorované v kolmém směru k předloze při osvětlení 500 luxů standardním iluminantem D_{50} (modeluje denní světlo o barevné teplotě 5000 K).¹⁰ Jiné barevné prostory mohou mít i jiné pozorovací podmínky, některé předpokládají třeba iluminant D_{65} , ten je vhodný pro některé RGB monitory, protože monitor s bílým bodem nastaveným na 6500 K je jasnější a bývá uživateli i výrobci často preferován, iluminantu D_{50} se užívá v tiskařské praxi.

9.4 ICC profily

International Color Consortium (ICC) je mezinárodní sdružení založené skupinou předních výrobců, které vytvořilo jednotný standard pro barevné profily, nezbytný k tomu, aby profily byly univerzálně použitelné pro všechny platformy a zařízení a srozumitelné pro všechny CMM.

ICC profily jsou pasivní komponentou systému správy barev. Nevykazují tedy žádnou činnost, jsou pouze popisem daných barevných prostorů, případně obsahují přídatné informace týkající se vzájemného konvertování mezi samotnými prostory, kalibrace apod.

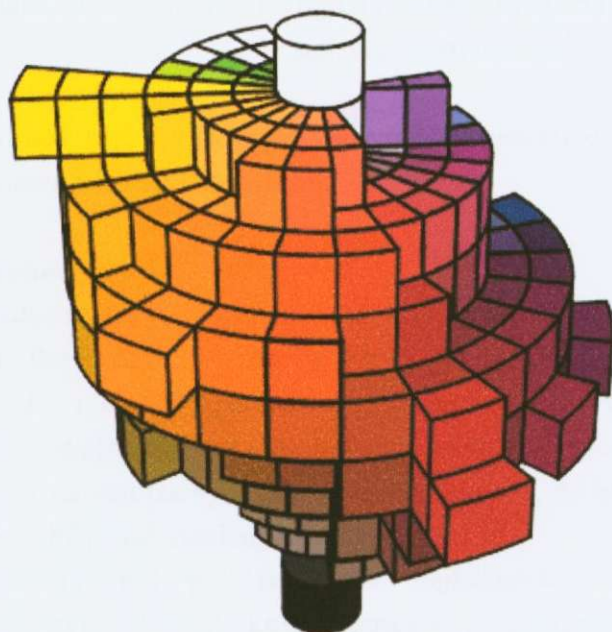
Profil je soubor, ve kterém prvních 128 bytů tvoří hlavičku, následující 4 byty obsahují zaznamenaný počet tzv. tagů (položky profilu obsahující různé informace), pak následuje tabulka s obsahem adres jednotlivých tagů (12 bytů pro každý tag) a zbytek jsou samotné tagy. V závislosti na tom, o jaký typ profilu se jedná, některé tagy jsou volitelné. Nejdůležitější jsou „AToB“ a „BToA“ tagy, což

jsou vlastní „slovníky“ pro vzájemnou konverzi s nezávislým normalizovaným prostorem PCS.

Aby byla obrazová data správně interpretována a bylo specifikováno, v jakém barevném prostoru jsou data kódována, obsahují tzv. profil dat. Ten se může implicitně předpokládat nebo může být explicitně přiřazen. Správná interpretace obrazových dat a popis chování při práci s barvami daného zařízení je obsažen v tzv. profilu zařízení. Struktura těchto profilů je pak různá pro různá zařízení.¹⁰

9.5 Barevné prostory

Prapůvod barevných prostorů bychom mohli datovat na rok 1905. V této době americký malíř Albert H. Munsell vytvořil systém třídění barev, zohledňující lidské vnímání. Šlo o nadčasový systém, protože i dnešní systémy popisu barev vycházejí z podobné koncepce. Přímou na Munsellových návrhů jsou ale založeny i produkty, které se stále používají. Na obr. 9.2 je jeden z návrhů Munsellových barevných prostorů. Nepravidelný tvar je dán tím, že množství stupňů sytosti pro jednotlivé barvy není v praxi stejné. Na Munsellových notaci a barevném modelu je založena řada produktů pro barevnou komunikaci nejen v průmyslu, ale třeba i v medicíně nebo na psychologické testy. K dispozici je řada barevných knih, obsahujících barevné vzorky, sloužící k vizuální identifikaci a volbě barev, nebo např. produkty pro testování poruch ve vnímání barev.



Obr. 9.2: Jedna z podob Munsellových barevných prostorů¹⁴

V roce 1931 došlo k založení CIE (Commission Internationale de l'Eclairage), komise, která je zodpovědná za stanovení a udržování mezinárodních standardů, které splňovaly požadavky moderních systémů pro standardizaci modelů barev. Výstupy práce CIE jsou, kromě jiného, definice barevných prostorů, normy, definující metodologii měření, vlastnosti pozorovatele a vlastnosti osvětlení.¹⁵

Barevný prostor můžeme definovat jako určitou množinou barev, se systémem souřadnic, který každé z barev přiřazuje určitou, číselně vyjádřenou pozici, přičemž tuto množinu nazýváme gamut (rozsah barevné reprodukce daného systému). Obrázek v digitální podobě je dvojrozměrné pole pixelů, přičemž každý z pixelů má svojí barvu. Ta je vyjádřena číselnou podobou pomocí hodnot souřadnic barvy v závislosti na použitém barevném prostoru. Ke správnému zobrazení obrázku je pak nutné vědět, jaká číselná kombinace odpovídá každé barvě, čili jaký barevný prostor byl použit.

Ten samý obraz je v jiném prostoru vyjádřen jinými čísly. Pokud tedy budeme chtít změnit barevný prostor, musíme data převést nejdříve do pomocného prostoru PCS a teprve pak do výsledného prostoru. Tento postup zabezpečí, že výsledný obrázek bude vůbec dávat smysl, odchylky barev jsou zpravidla minimální.

Barevné prostory se navzájem odlišují především:

- a) primárními barvami – jejich počtem, jasem a chromatičností
- b) černým a bílým bodem – jejich jasem a chromatičností
- c) tonální charakteristikou – jejich rozložením mezi nejtmaším a nejsvětlejším tónem.¹⁰

Při transformaci barev z jednoho barevného prostoru do druhého můžeme zvolit jeden z následujících čtyř algoritmů:

1) Relativní kolorimetrický

(Relative Colorimetric). Je nazýván též Proof nebo Preserve Identical Color and White Point. Reprodukují ty barvy, které jde reprodukovat přesně. Barvy, které nespádají do cílového gamutu se vypustí a nahradí co nejbližším reprodukovatelným odstínem. Bere v úvahu, že oko se adaptuje na bílý bod média, čili zajistí, aby bílá na vstupu byla bílá i na výstupu tak, že bílý bod zdrojového profilu namapuje na bílý bod uvedený v cílovém profilu.

Ačkoliv tradičně byl pro fotografie nejběžnější volbou perceptuální algoritmus, může být relativní kolorimetrický s vybranou volbou "Použití kompenzaci černého bodu" lepší volbou pro zachování vztahů mezi barvami bez obětování přesnosti barev. Zpětný převod není možný.

2) Absolutní kolorimetrický

(Absolute Colorimetric). Je nazýván též Math nebo Preserve Identical Colors. Funguje podobně jako relativní kolorimetrický, ale neprovádí se transformace bílé, tj. např. namodralá na monitoru je pak na nažloutlém papíru simulovaná pomocí modré barvy.

Absolutní kolorimetrický algoritmus může být přesnější, pokud ICC profil obrazu obsahuje správné informace o bílém bodu (extrémních světlech). Zpětný převod není možný. Je nevhodný pro fotografie.

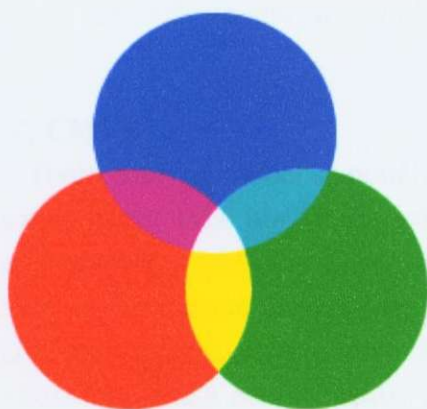
4) Saturace

(Saturation). Je nazýván též Graphic nebo Preserve Saturation. Snaží se vytvořit živé barvy na úkor přesnosti barev (věrnosti barevného tónu). Zdrojový gamut se přizpůsobí do cílového gamutu, ale místo odstínu se zachová relativní sytost, takže při převodu do menšího gamutu se mohou odstíny posunout. Je vhodný pro obchodní grafiky, kde přesné vztahy mezi barvami nejsou tak důležité, jako dosažení jasných, sytých barev. Je vhodný pro fotografie.^{10, 16}

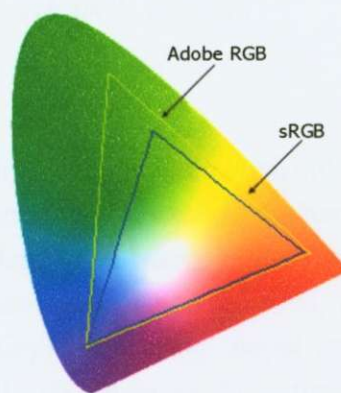
Příklady některých barevných prostorů:

RGB

Tento barevný prostor je založen na aditivním (součtovém) míchání (viz obr. 9.3) červené, zelené a modré barvy (Red, Green, Blue). Vychází se z předpokladu fyziologie vnímání barev lidského oka. Tyto barvy leží ve vrcholech trojúhelníku, který vyjadřuje gamut RGB modelu (viz obr. 9.4), součtem vzniká bílá barva, rozdílem černá. Každá z barev je pak tvořena 8 bity, tedy rozsahem 0–255. Rozložení barev lze také zobrazit na tzv. RGB krychli.



Obr. 9.3: Aditivní model



Obr. 9.4: Gamut RGB modelu

RGB prostor se používá prakticky pro všechna vstupní zařízení (digitální fotoaparáty, skenery a monitory). Moderní tiskárny sice pracují v CMYKu, ale

předpokladem je, že data budeme dodávat v RGB. Vzhledem k tomu, že mateřský prostor celé řady zařízení je typu RGB a některé abstraktní RGB prostory jako třeba sRGB se snaží modelovat jakési průměrné zařízení, tak tyto prostory bývají někdy klasifikovány jako na zařízení závislé, ale s tím, že náleží virtuálnímu zařízení, které je na rozdíl od těch reálných dokonale stabilní.

V případě klasických monitorů se většinou používá sRGB, protože jeho gamut lépe modeluje možnosti použitých luminoforů v monitoru. Řada uživatelů preferuje jiné prostory, např. Adobe RGB (1998), protože jeho gamut je o něco větší a více se shoduje s gamutem injektových tiskáren, nebo uživatelé platformy Macintosh používají Apple RGB. Většina digitálních fotoaparátů používá klasický RGB, u těch lepších máme na výběr, např. již zmíněné Adobe RGB či sRGB. Přehled základních RGB modelů je uveden v tabulce 9.5.

Prostor	Adobe RGB (1998)	Apple RGB	CIE RGB	ColorMath RGB	Pro Photo RGB	sRGB	Celý gamut RGB	
Gama	2,2	1,8	2,2	1,8	1,8	≈ 2,2	2,2	
Bílý bod	D65	D65	E	D50	D50	D65	D50	
Červená	x	0,6400	0,6250	0,7350	0,6300	0,7347	0,6400	0,7350
	y	0,3300	0,3400	0,2650	0,3400	0,2653	0,3300	0,2650
	Y	0,297361	0,244634	0,176204	0,274884	0,288040	0,212656	0,258187
Zelená	x	0,2100	0,2800	0,2740	0,2950	0,1596	0,3000	0,1150
	y	0,7100	0,5950	0,7170	0,6050	0,8404	0,6000	0,8260
	Y	0,627355	0,672034	0,812985	0,658132	0,711874	0,715158	0,724938
Modrá	x	0,1500	0,1550	0,1670	0,1500	0,0366	0,1500	0,1570
	y	0,0600	0,700	0,0090	0,0750	0,0001	0,0600	0,0180
	Y	0,075285	0,83332	0,010811	0,066985	0,000086	0,072186	0,016875

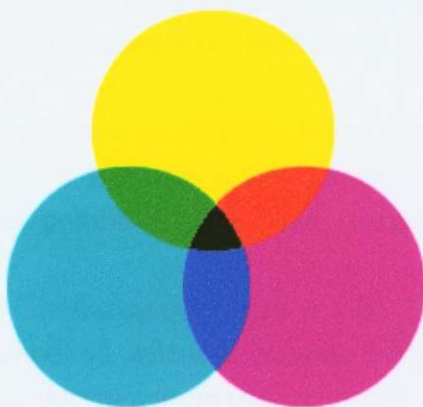
Tab. 9.5: Vlastnosti nejběžněji používaných RGB prostorů¹⁰

CMY, CMYK

Tento barevný model se používá především v polygrafii. Používá subtraktivní rozložení barev (viz obr. 9.6), tedy v ideálním případě vzniká součtem CMY (Cyan, Magenta, Yellow) černá barva, rozdílem pak barva bílá. V praxi ale součtem nikdy černou nezískáme, vždy to bude špinavě hnědá barva, proto se používá navíc ještě černá barva K (black, Key). Navíc by stejně docházelo k nesoutisku - tenká černá čára by se vždy jevila jako duhová. Použitím černé K pak i rychleji schne inkoust, zvyšuje se denzita obrazu a ušetříme za dražší barevné náplně.

Různé CMYK modely vykazují daleko větší odchylky než různé RGB modely. To je dáno tím, že pro zvýšení barevné kvality obrazu se přidávají další barvy a dochází k většímu barevnému posunu. Nejjednodušší barevné tiskárny

využívají pouze 4 základní barvy, ty nejlepší pak až 9 inkoustů. Samozřejmě by měly být ve většině případů oddělené náplně.



Obr. 9.6: Subtraktivní model

HSB, HSV

V modelu HSB (HSV) je barva určena tónem (Hue), sytostí (Saturation) a jasnem (Brightness, Value). Barevný tón určuje převládající spektrální barvu, sytost určuje příměs jiných barev a jas určuje množství bílého světla.

Pro zobrazení HSB modelu se používá šestiboký jehlan, v jehož vrcholu je černá barva, v průniku osy jehlanu, která znázorňuje změnu jasu, a podstavy je bílá barva. Tento model má řadu nedostatků. Například sytost je dána vzdáleností od osy jehlanu a je tedy různá pro různé tóny barvy, pohyb je pro konstantní hodnotu jasu po šestiúhelníku a nikoliv po kružnici, jak by to mělo být. Nedostatky odstraňuje model HLS.

Systém HSV se používá při jedné z metod stínování reliéfu. Vlastní stínování se nejčastěji provádí pomocí vhodného osvětlení digitálního modelu reliéfu. Při výsledném zpracování např. stínované tematické mapy je důležité, aby nedošlo ke změně barevného tónu, protože právě barevný tón bývá nejčastěji nositelem informace. Proto pro stínování není vhodný standardní barevný model RGB, ale používá se právě HSV (HSB), kde lze velice snadno pohybovat pouze hodnotami jasu a sytosti.¹⁷

HLS

Model HLS zavedla firma Tektronix, řeší nedostatky HSB. Sledovanými parametry jsou zde barevný tón (Hue), světlost (Lightness) a sytost (Saturation). Nevyhovující jehlan byl nahrazen dvojicí protilehlých kuželů. Sytost leží na vodorovné ose, světlost na svislé ose a barevný tón představuje úhlová hodnota. Tento model se nápadně podobá modelu CIE LAB.

Modely HSB a HLS umožňují postupně měnit barevné charakteristiky při zachování ostatních vlastností barvy, tato vlastnost je důležitá pro použití v polygrafii, počítačové grafice a kartografii. Oba bývají někdy nazývány modely psychofyzikálními a psychologickými.

CIE LAB a CIE LUV

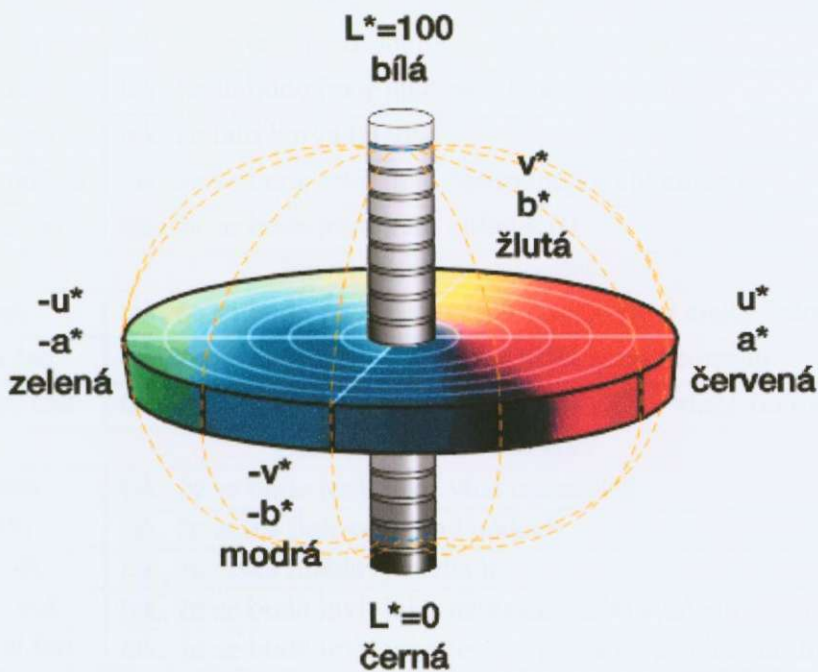
Oba dva modely byly navrženy pro názorné a matematicky snadné určování barev, zejména LAB si získal výsadní postavení při popisu barev nezávislém na zařízení. Oba byly definovány v roce 1976 komisí CIE. Někdy bývají označovány jako $L^*a^*b^*$ a $L^*u^*v^*$.

Jejich konstrukce je založena na faktu, že barva nemůže být zároveň zelená a červená, stejně jako modrá a žlutá (jsou si totiž navzájem inverzní). Proto lze zavést hodnoty, popisující polohu odstínu mezi zelenou a červenou, respektive mezi modrou a žlutou.¹⁴

Pokud máme tedy definovanou barvu v CIE LAB, pak souřadnice a^* představuje barevný přechod od zelené k červené barvě, b^* přechod od modré k žluté. Tyto barvy jsou objektivní a nezávislé na pozorovateli.

Ve středu prostorového tvaru je neutrální oblast, popisující prostor LAB, procházejí neutrální barvy (černá, stupně šedé a bílá). Zcela analogicky je definován prostor LUV.¹

LAB (viz obr. 9.7), pochází z roku 1931, LUV vychází z již upraveného standardu z roku 1976. Mezi oběma modely existují převodní vztahy. Oba pracují s jistým počtem barev, které vidí lidské oko, zároveň jsou nejúplnější a mají největší gamut. Na obou modelech jsou konstruovány kolorimetrické měřicí přístroje.



Obr. 9.7: Prostorový model CIE LAB¹⁵

10. Vnímání obrazu

10.1 Barvy

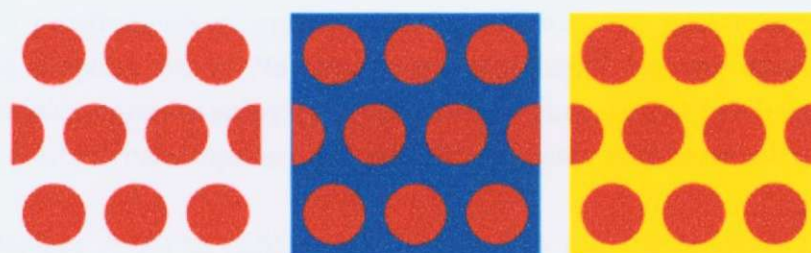
Vnímání barev závisí na mnoha okolnostech a podmínkách. Mezi ty hlavní patří spektrální složení dopadajícího světla a směr jeho dopadu, směr pohledu pozorovatele, vlastnosti povrchu a vlastnosti pozorovatele (například kvalita zraku, přizpůsobení okolnímu světlu nebo věk).

Barvy působí na podvědomí člověka, ovlivňují jeho chování, city i nálady. Člověk upřednostňuje barvy v závislosti na kulturním prostředí, národnosti, náboženství, věku, politické nebo sociální příslušnosti. Obecně lze říci, že o tom jak vnímáme barvu nerozhoduje barva samotná, ale nejruznější fyzikální, fyziologické a psychologické aspekty.

Vnímání barev je také závislé na kultuře a životních podmínkách - například Inuité (Eskymáci) dokáží rozeznat větší množství odstínů bílé a šedé, obyvatelé pouští zase více odstínů okrové a žluté než běžný Středoevropan. Příslušníci kmene Berinno (Papua - Nová Guinea) rozeznávají až pět odstínů mezi modrou a zelenou barvou, což většina západní populace nedokáže.¹⁷ Barvy vnímáme i podle jejich barevného okolí, některé příklady jsou uvedeny v tabulce 10.1 a na obrázku 10.2.

Červená působí na sousední	
zelenou	tak, že se jeví jako intenzivnější a zářivější.
žlutou	tak, že se bude jevit jako nazelenalá.
oranžovou	tak, že tato barva hnědne.
teple žlutou šed'	tak, že se bude jevit jako neutrálnější, chladnější.
modrou šed'	tak, že se bude jevit jako chladnější.
Zelená působí na sousední	
žlutou	tak, že se bude jevit jako méně intenzivní a získá fialový nádech.
teplou šed'	tak, že se bude jevit jako chladnější nebo neutrální.
studenou šed'	tak, že se bude jevit jako ještě studenější a získá fialový nádech.
Fialová působí na sousední	
zelenou	tak, že se bude jevit jako více intenzivní
žlutou	tak, že získá fialovozelený nádech
červenou	tak, že získá hnědavý nádech
teplou šed'	tak, že se bude jevit jako neutrální nebo studená
studenou šed'	tak, že se bude jevit jako ještě studenější a získá modravý nádech.

Tab. 10.1: Vliv některých barev na své barevné okolí ¹

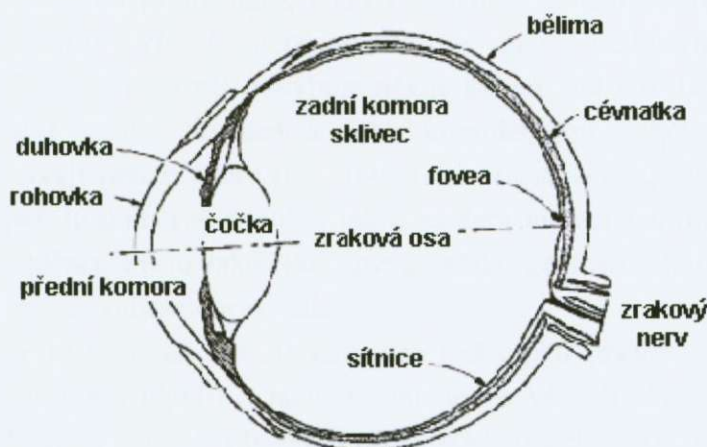


Obr. 10.2: Závislost barevného vjemu na okolí pozorované barvy ¹⁴

10.2 Oko

Oko je vstupním článkem pro vnímání okolního světa. Tento okolní svět spatřujeme jako světlo, které se odráží od okolních předmětů, barva světla je pak dána schopností těchto předmětů odrážet a pohlcovat světlo a jas jeho intenzitou.

Světlo vstupuje do oka rohovkou, pak přední oční komorou, vyplněnou průhledným mokem, poté skrz čočku vstupuje do zadní oční komory, vyplněné průhledným, rosolovitým sklivcem a nakonec dopadá na její zadní část, která je pokrytá sítnicí (viz obr. 10.3).



Obr. 10.3: Průřez lidským okem ¹⁰

Sítnice lidského oka je citlivá na elektromagnetické vlny o vlnové délce 360 až 830 nm (více na str. 53). Oblast sítnice je tvořena světlocitlivými buňkami – tyčinkami (rods) a čípkami (cones). Jejich klíčovou částí je pigment, který se při dopadu světla vybělí, to vyvolá elektrický impuls, který je pak předán a zpracován nervovou sítí. Součástí tohoto procesu je i vitamín A. Citlivost buněk je úměrná tomu, kolik nevyběleného pigmentu v daném okamžiku obsahují, a to záleží na tom, kolik světla na ně zrovna dopadá. Této autoregulaci vděčíme do značné části nejen za schopnost zraku přizpůsobit se obrovskému rozsahu různých úrovní osvětlení (která daleko přesahuje jen prostou regulaci množství světla dopadajícího

na sítnici prostřednictvím změny velikosti zornice), ale také i za automatickou barevnou adaptaci zraku. Na této úrovni probíhající barevná adaptace je zcela nezávislá jak na obsahu scény (tj. rozpoznání objektů, jejichž barvu za normálního, denního světla si pamatujeme - což při vnímání barev také hraje roli), tak i na naší vůli.

Adaptace zraku na náhlou změnu podmínek probíhá zpočátku velmi rychle, ale postupně výrazně zpomaluje a k maximální možné adaptaci dojde až po poměrně dlouhé době. Úplné adaptace na tmou dosáhne oko asi až po 40 minutách.

Barevné vidění je především záležitostí čípků, i když podle některých důkazů se na něm mohou podílet za určitých okolností i tyčinky. To, že vidíme barevně, je způsobeno fotoaktivními pigmenty obsaženými v čípcích. Tyto pigmenty jsou spektrálně selektivní a každý druh je citlivý na poněkud jiný rozsah vlnových délek. Maximum citlivosti „modrých“ čípků se pohybuje někde kolem vlnové délky 440 nm, zatímco u „zelených“ čípků je to asi 540 nm a u „červených“ asi 570 nm. Červené i zelené čípky jsou si hodně podobné, většina savců je vůbec nemá a místo nich má jeden typ „žlutých“ čípků. Podobně dvojbarevně vidí někteří barvoslepi lidé. Červené čípky tvoří 64 % z celkového počtu, zelené čípky 32 % a modré čípky pouze 4 %.

Tyčinky se od čípků liší vedle rozdílné fyzické stavby a systému nervových propojení především pigmentem, který obsahují. Pigment obsažený v tyčinkách, rhodopsin, je citlivý více či méně na všechny vlnové délky viditelného spektra. Maximum citlivosti se u něj pohybuje někde kolem 500 nm. Dopadá-li na sítnici větší množství světla, dochází k jeho kompletnímu vybělení a vidění pak zprostředkovávají pouze čípky (tzv. fotopická oblast vidění). Naopak, dolní práh citlivosti čípků je poměrně vysoký, takže za šera vidíme jen díky tyčinkám (tzv. skotopické vidění). Proto také, jak ubývá světla, začínáme hůře vidět barvy, až nakonec za šera nevidíme barvy vůbec.

Tyčinek je v sítnici asi 20 krát více než čípků (uvádí se asi 120 miliónů tyčinek a 6 miliónů čípků) a jsou propojené ve větších skupinách. To zvyšuje citlivost zrakového vnímání při velmi nízkých hladinách světla, nicméně dochází k tomu na úkor prostorového rozlišení. Za tmy vidíme daleko méně ostře, a proto také třeba nejsme při nedostatku světla schopni číst. Při vyšších hladinách osvětlení, kdy vidění zprostředkovávají hlavně čípky, jsme schopni rozlišit změny i 10 krát rychlejší, než je-li náš zrak adaptovaný na tmou.¹⁰

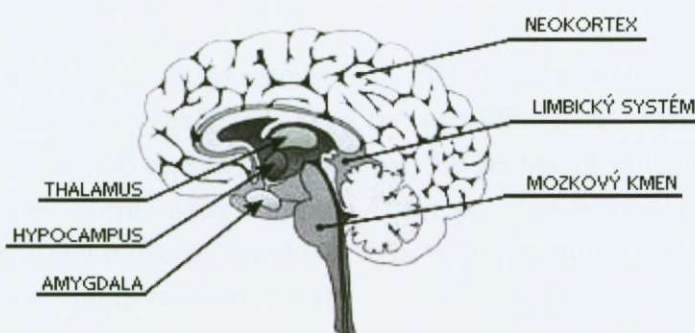
Místem nejostřejšího vidění na sítnici je žlutá skvrna (fovea). Nachází se na ose oka, měří zhruba 0,2 až 0,5 mm. Na 1 mm² zde připadá asi 150 000 čípků (to odpovídá rozlišení zhruba 10 000 dpi), tyčinky zde skoro nejsou. Každý čípek ve žluté skvrně má svůj vlastní optický nerv. Na druhou stranu existuje i oblast, kde nejsou žádné fotoreceptory. Je to tzv. slepá skvrna, tj. místo kde vystupuje z oka zrakový nerv.

Ačkoliv si to neuvědomujeme, barvy okolo nás jsou pouze výplodem našeho mozku. Jejich interpretace je značně subjektivní, i proto je jejich naprosto přesná

reprodukce nedosažitelná. Barva objektu je dána nejen vlastnostmi objektu, ale závisí i na spoustě jiných faktorů, např. na našem zdravotním stavu, našich okamžitých pocitech, jakým světlem je nasvícený atd.. Ačkoli věda dospěla daleko, tak jako i v jiných disciplínách ani o oku toho zatím moc nevíme a neexistuje zatím ani uspokojivý model jeho činnosti.

10.3 Mozek a fotografie

Mozek je konečným článkem při zpracování obrazu jakoukoliv cestou. Obrazové informace jsou do něj přivedeny nervovými vlákny v podobě elektrických impulsů. Pokud si mozek z našeho hlediska hodně zjednodušíme, zůstane nám to, co vidíme na obrázku 10.4.



Obr. 10.4: Zjednocené schéma mozku¹⁶

Zjednodušeně řečeno, mozek má dvě paměťová centra. Jsou to amygdala, která uchovává pocity a hypocampus, který je zodpovědný za uchování údajů a faktů. Hypocampus i amygdala jsou zodpovědní za většinu schopností se učit a pamatovat si. K logické analýze a samotnému uvažování slouží neokortex. Je to vývojově nejmladší část mozku, která zvířatům většinou chybí a zároveň nás odlišuje od zbytku přírody.

Malé dítě se cca do 3 let řídí pouze amygdalou (příjemné/nepříjemné). Kolem 3 roku se začíná vyvíjet neokortex a děti s učí zvládat a tlumit své emoce z amygdaly pomocí logických komentářů. Vývoj je dokončen kolem 16 roku. To je i příčinou dětské přirozenosti, která je v dospělosti utlumena a řídíme se většinou pak na základě logických faktů.

Logický komentář z neokortexu však nemá úplnou nadvládu nad amygdalou. Pokud je emoce uložena v amygdale příliš silná, nebo opakovaná, nastane tzv. emoční zkrat a amygdala se ujímá vlády nad naším tělem. V takovém případě se projevují naše emoce bez jakékoliv kontroly neokortexu. Lidé křičí, jsou často hrubí a vůbec dělají věci, které by normálně nikdy nedělali a které je potom často i mrzí. V danou chvíli se prostě neovládáme.¹⁶ Emoční zkrat má ale i pozitivní smysl, chrání nás, tento stav pak také označujeme jako pud sebezáchovy. Projevuje se zejména v situacích ohrožujících lidský život. Pokud by měl v tuto chvíli vládu

nad tělem neokortex, který je doslova nabitý informacemi, tak než by vyhodnotil všechna dostupná fakta, došel by po dlouhé chvíli ke stejnému závěru jako amygdala, která ale jedná téměř okamžitě. Navíc se v těchto situacích v těle prudce zvedá hladina adrenalinu a tělo se připravuje na nebezpečí. Nevnímáme bolest, máme doslova nadlidskou sílu a jednáme neuvěřitelně rychle, hlavně ale na základě emocí.

Pokud se podíváme na fotografii, každý ji vnímáme zcela jinak. Záleží hodně na naší povaze, vzdělání, dané situaci atd. Pokud se jedná např. o technickou fotografii, zpracováváme informace na základě logických faktů. Pokud se bude jednat o umělecký snímek vyjadřující určitou atmosféru, většina z nás si začne představovat atmosféru daného místa a začnou převažovat emoce. Pokud si ale bude takový snímek prohlížet třeba fotograf či grafik, emoce jsou silně utlumeny logickým uvažováním o tom, jak snímek vznikl, jaká technika byla při něm použita, atd.

Efektivní fotografie často splňují řadu základních parametrů, které jsou lidmi pozitivně vnímány. Tím základním bývá tzv. pravidlo zlatého řezu, formulovali jej italští malíři už za dob renesance. Podle něj by se hlavní objekt měl nacházet v průsečíku třetin horní části formátu, nejlépe diagonálně (viz obr. 10.5). Prostorovost snímků můžeme simulovat výrazným popředím, výraznou diagonálou či rozostřeným pozadím (viz obr. 10.6).



Obr. 10.5: Zlatý řez



Obr. 10.6: Prostorovost

Cílem fotografie, u které se snažíme navodit alespoň trochu umělecký dojem, je především oslovení pozorovatele, vyvolání emocí, popřípadě vyjádření faktu. V ideálním případě skutečně podařené fotografie může u člověka dojít i k emočnímu zkratu. Schopnost vnímat a posuzovat fotografie úzce souvisí s úrovní emoční (EQ) i rozumové inteligence (IQ). Každá dobrá fotografie by měla splňovat podstatu starého čínského přísloví: „Jednou vidět je lepší než stokrát vyprávět“.

11. Adobe Photoshop

Adobe Photoshop je asi tím nejpoužívanějším editorem pro úpravu fotografií, který je vysoce oceňován profesionály i příležitostnými uživateli. Je uživatelsky velice příjemný, zahrnuje v sobě nepřeberné množství nástrojů a postupů, které na sebe navazují a doplňují se, zároveň lze postupně přidávat nově vzniklé filtry. Měřítkem jeho kvality je i poněkud vyšší cena, za kterou ale dostaneme opravdu mocný nástroj a kvalitní produkt pro úpravu obrazu. K dispozici je i „lehčí“ verze - Photoshop Elements, která sice postrádá některé pokročilejší nástroje, je ale také výrazně levnější.

Možností úprav obrazu těmito programy je opravdu nepřeberné množství, proto uvedu pro ilustraci jen několik základních, které působí poměrně efektivně.

11.1 Retuš

Při retuši se snažíme změnit, vymazat či nahradit část fotografie. Typicky se jedná o případy, kdy ve snímku něco překáží (např. dráty el. vedení), potřebujeme skrýt nedostatky (např. korekce pleti i portrétů) nebo je snímek postižen celoplošně (např. plísňe, houby, skvrny, prach).⁴ Nejčastější retuší je právě odstraňování prachu, který je všudypřítomný a je vidět hlavně při vyšších clonách proti jednolitým plochám, např. proti obloze.

Vhodnými nástroji jsou klonovací razítko a retušovací štětec.

Klonovací razítko

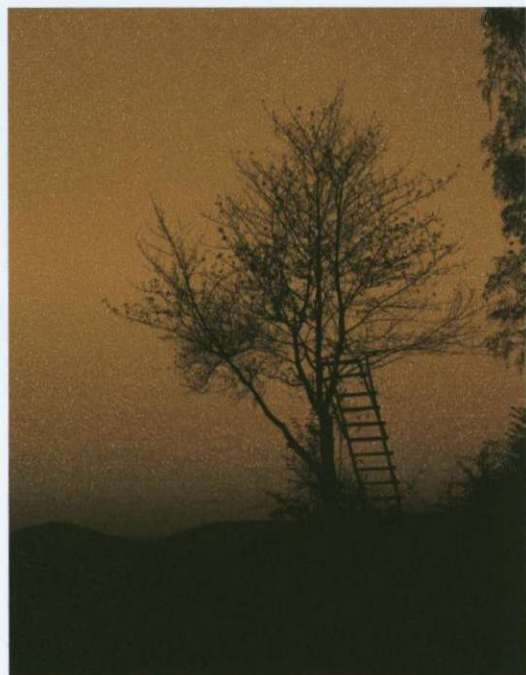
(Clone Stamp - S) Tento nástroj kopíruje plochu z definované oblasti (vzorku). Dá se použít v několika základních tvarech, můžeme měnit jeho velikost, krytí, hustotu a volbu režimu nástroje. Při jeho použití si musíme uvědomit, že skutečně pouze kopíruje ze vzorku, a dát si tak pozor na možné ostré přechody. Obecně se doporučuje retušování s nastavením nižšího krytí či odebírat z více vzorků. Jeho použití je univerzální, často se kombinuje s retušovacím štětcem.

Retušovací štětec

(Healing Brush - J) Tento nástroj funguje podobně jako klonovací razítko, navíc ale porovnává texturu, světla a stíny vzorku i zdroje. Výsledkem jsou pak plynulé přechody. Dá se použít v několika základních tvarech, můžeme měnit jeho velikost, tvrdost, mezery, natočení nástroje a volbu režimu nástroje. Při použití tabletu můžeme měnit i přítlak a plynule měnit velikost nástroje. Většinou se nehodí pro retuš velkých oblastí s jemnější strukturou právě kvůli plynulým přechodům. Jeho použití je vysoce efektivní např. při retušování portrétů. Na rozdíl od klonovacího razítka se nedoporučuje měnit často vzorek. Podobný efekt má nástroj záplata, která se ale používá pro práci s výběry.

Při použití obou retušovacích nástrojů postupujeme tak, že nejprve určíme vzorek (klávesou Alt) a poté už jen nanášíme na cílovou oblast.

Na obrázku 11.1 je demonstrována retuš části stromu v pravé části snímku. Použil jsem klonovací razítko s různým nastavením krytí, poté jsem aplikoval pro plynulost přechodů retušovací štětec. Originální snímek má velikost 3000×2000 pixelů, retuš není poznat ani při plné velikosti.



Původní tónovaný snímek



Retuš v pravé části snímku

Obr. 11.1: Ukázka retušování

11.2 Rámečky

Rámečky dodávají fotografiím určitou exkluzivitu, hodí se ale spíše pro snímky v provedení většího formátu určené především pro zarámování s paspartou. Zde se uplatňuje právě výhoda digitální zpracování, díky kterému můžeme takřka libovolně upravovat orámování fotografie. Rámečky bychom měli používat pouze pro skutečně kvalitní snímky, jinak bude výsledek působit příliš kýčovitě.

U černobílých snímků typu High-key se doporučuje světlé orámování oddělené černou linkou a u snímků typu Low-key tmavé orámování oddělené bílou linkou, zvýrazní se tak barvy na fotografii. U barevných snímků můžeme použít i barevný rámeček (viz obr. 11.2 a 11.3).

Při tvorbě je vhodné vytvořit novou vrstvu použitím nástroje Ořez (M), u kterého si můžeme nastavit přesnou velikost nebo i poměr stran, a Vodička. Na tuto vrstvu aplikujeme Styl vrstvy (v panelu Vrstvy – F7) a zvolíme Volby prolnutí, pak již jen nastavujeme požadované parametry.³



Obr. 11.2: Ukázka tmavého rámečku

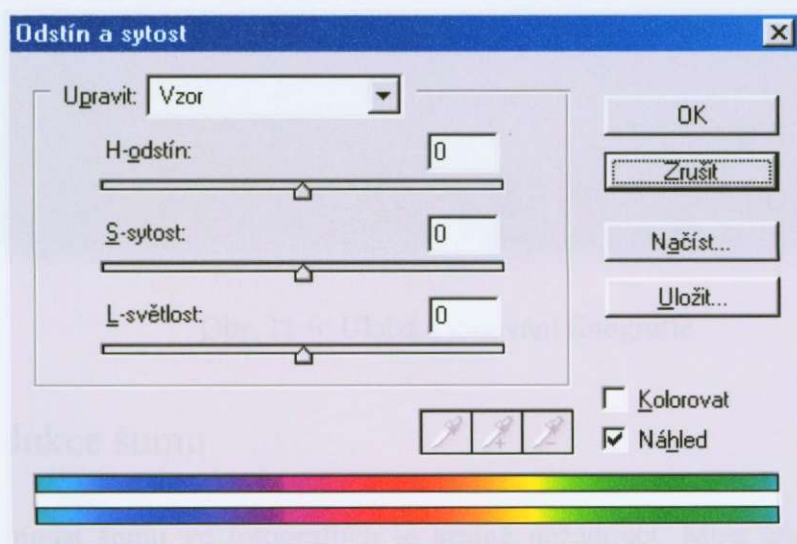


Obr. 11.3: Ukázka světlého rámečku

11.3 Kolorování, změna sytosti

Barevné fotografie obsahují někdy až příliš informací a celkově pak vypadají nepřehledně, navíc i sépiové či jinak laděné snímky mají jistě své kouzlo. Řešením této situace je zmenšení sytosti (viz obr. 11.5), či kolorování (viz obr. 11.6).

Nejdříve si vytvoříme kopii vrstvy původní nebo výběrem novou vrstvu, s kterou budeme pracovat. Poté přejdeme do okna *Obraz/ Přizpůsobit/ Odstín a sytost* (Ctrl + U). Zde pak již jen měníme sytost snímku, nebo zvolíme volbu *Kolorovat* a zvolíme požadovaný *Odstín* a *Sytost* (viz obr. 11.4). Při kolorování nemůžeme pracovat s jednotlivými kanály, pouze se *Vzorem*.



Obr. 11.4: Okno pro změnu sytosti a kolorování

Na obrázku 11.5 je ukázka potlačení sytosti pozadí, díky které pak více vynikl hlavní prvek.



Obr. 11.5: Ukázka potlačení pozadí zmenšením sytosti

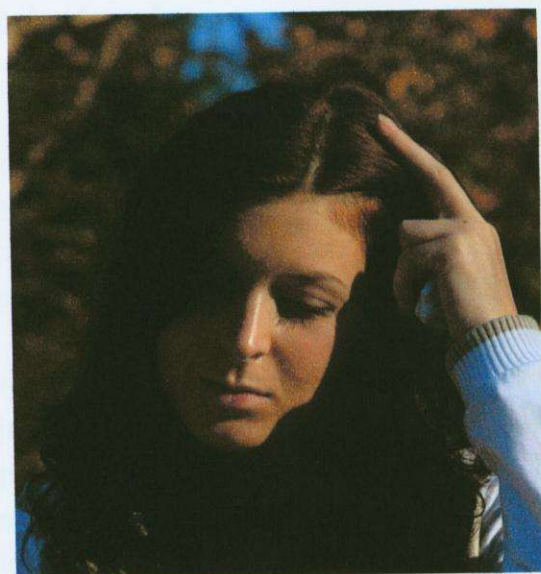


Obr. 11.6: Ukázka tónování fotografie

11.4 Redukce šumu

Přítomnost šumu ve fotografiích je krajně nežádoucí. Míru jeho potlačení bychom měli volit podle způsobu výstupu, protože jakékoliv potlačování šumu vede i ke ztrátě detailů. Obecně při tisku mírný šum nevadí, protože splyne s okolím, zatímco v případě zobrazení na displeji je vidět každý detail.

Mezi nejjednodušší způsoby redukce šumu patří filtr medián. Ten podle zvoleného průměru šum redukuje, jeho nevýhodou je ale rozmazávání hran. Výhodnější je použití speciálního programu, který tímto nedostatkem netrpí, tím je např. program Neat Image (viz obr. 11.7). Ve vybrané oblasti detekuje šum a podle toho nastaví filtr, podle kterého se fotografie upraví. Pro nekomerční účely lze používat jeho demoverzi bezplatně, nevýhodou je možnost ukládání pouze do JPEGu s vyšším stupněm komprese. Plná verze nabízí při ukládání mnohem větší výběr, např. ukládání do TIFFu.



Před redukcí šumu



Po redukcí šumu

Obr. 11.7: Ukázka redukce šumu programem Neat Image

12. Závěr

Cílem této práce rozhodně není podrobné teoretické zmapování problematiky zpracování obrazu digitální cestou. Celý tento obor je natolik rozsáhlý, že by to ani nebylo možné. Zaměřil jsem se především na praktické a objektivní uplatnění nejen již známých, ale i nových postupů a nástrojů při úpravě obrazu. Po přečtení této práce by měl každý zvládnout základní postupy a být si vědom možných úskalí.

V praxi bývá asi největším problémem nekalibrovaný displej. Kalibrační sondy si většina běžných uživatelů nekupuje a ani o nich nemá ponětí. I to je pak jednou z příčin neshod a nesprávné interpretace barev ve fotografiích produkovaných některými fotolaby. Kinofilmové materiály, pokud nejsou naskenované, tímto problémem netrpí. Sám kalibrační sondu nevlastním, proto jsem se snažil monitor nastavit již zmíněnými alternativními postupy, přesto v budoucnu o ní uvažuji.

K dispozici je i elektronická verze této práce na přiloženém CD.

Literatura - použitá

- [1] Jan Ponec, Milič Jiráček: Digitální fotografie, Olomouc 2002, ISBN 80-244 0533-4
- [2] Eduard Sojka: Digitální zpracování a analýza obrazů, Ostrava, ISBN 80-7078-746-5
- [3] Pavel Kristián: Adobe Photoshop – výběry, kanály, vrstvy a masky, UNIS Publishing, s.r.o., ISBN 80-86097-60-9
- [4] Adobe Photoshop 6.0 CE - Příručka uživatele, Part Number: 90024592 (09/00)
- [4] Katrin Eismannová, PHOTOSHOP retušování a korekce digitální FOTOGRAFIE, ZONERPRESS, ISBN 80-86815-07-2
- [5] Rudolf Hrach, Počítačová fyzika II., PF UJEP Ústí nad Labem 2003
- [6] Miloš Klíma, Martin Bernas, Jiří Hozman, Pavel Dvořák, Zpracování obrazové informace, ČVUT - 1996, ISBN 80-01- 01436-3
- [7] Stanislav Horný, Digitální fotografie a její zpracování, ČVUT - 1996, ISBN 80-01- 01436-3
- [8] časopis Photo Life, <http://www.photorevue.cz>
- [9] <http://www.scienceworld.cz>
- [10] <http://www.paladix.cz>
- [11] http://www.herakles.zcu.cz/education/apg_2002_2003/hradek/html/Aliasing.html
- [12] <http://sun3.ms.mff.cuni.cz/~pepca>
- [13] Materiály pro výuku AVT poskytnuté ing. Pavlem Čudkou
- [14] <http://www.printing.cz>
- [15] <http://www.svettisku.cz>
- [16] <http://www.fotoroman.cz>
- [17] <http://gis.zcu.cz/studium/pok/Materialy/book.html#d0e243>
- [18] <http://www.grafika.cz>

Literatura – doporučená

- ▶ Andreas Feininger, Vysoká škola fotografie, ORBIS 1962
- ▶ Stanislav Horný, Počítačová grafika – teorie a praxe, 1. vydání Praha, VŠE, 1999, ISBN 80-7079-863-7
- ▶ Ondřej Neff, Jan Březina, Herwing Bohumil, Gabrhelík Jiří a Petr Podhajský, Zpracování digitální fotografie, IDIF 2002
- ▶ Prof. Ján Šmok, Umělé světlo ve fotografii – Druhé, upravené vydání, PRAHA 1978, SNTL
- ▶ Prof. Ján Šmok, Skladba fotografického obrazu, AMU - PRAHA, Fakulta filmová a televizní, SPN

<http://www.astronomy.cz>

<http://www.budu.cz>

<http://www.digimanie.cz>

<http://www.digi-foto.sk>

<http://www.digi.zive.cz>

<http://www.e-learning.vslib.cz>

<http://www.foto.astronomy.cz>

<http://www.fotoaparar.cz>

<http://www.fotoavideo.cz>

<http://www.fotografovani.cz>

<http://www.fotohans.aktualne.cz>

<http://www.fotoprostor.hyperlink.cz>

<http://www.fotopruvodce.cz>

<http://www.fotosite.cz>

<http://www.grafika.cz>

<http://www.ifotovideo.cz>

<http://www.makofoto.cz>

<http://www.photopost.cz>

<http://www.skyfly.cz>