

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO
KATEDRA INFORMATIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Úprava fotografií



2014

Zlatuše Hájková

Anotace

Úprava fotografií tvoří velkou část počítačové grafiky. Tato práce se zabývá tématikou týkající se digitální fotografie. Týká se zpracování, ukládání fotografie a také vzniku chyb a jejich následného odstranění nebo potlačení. Dále se zabývá filtry upravující fotografií. Na základě této problematiky byl sestaven jednoduchý grafický editor, umožňující práci s digitální fotografií ve formátu JPEG a TGA.

Děkuji RNDr. Eduardu Bartlovi, Ph.D. za odborné vedení a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce poskytl. Dále děkuji svému příteli za podporu v těžkých chvílích.

Obsah

1. Úvod	6
2. Fotografie	7
2.1. Vektorová grafika	7
2.2. Rastrová grafika	7
2.3. Barevné modely	7
2.3.1. RGB	8
2.3.2. CMY	9
2.3.3. HSV (HSB), HSL	10
2.3.4. YCbCr	10
3. Ukládání fotografií	11
3.1. Komprese	11
3.1.1. Run length encoding (RLE)	11
3.1.2. Huffmanovo kódování	11
3.1.3. Slovníkové kódování (LZW)	11
3.1.4. Diskrétní kosinova transformace	12
3.2. Ukládání barev	13
3.2.1. Paleta	13
3.3. Formáty fotografií	14
3.3.1. JPEG	14
3.3.2. Targa (TGA)	14
3.3.3. Portable Graphics Network (PNG)	15
3.3.4. Graphics Interchange Format (GIF)	15
3.3.5. TIFF	15
3.3.6. Windows Bitmap (BMP)	15
4. Úprava fotografie	16
4.1. Základní pojmy	16
4.1.1. Fourierova transformace (FT)	16
4.1.2. Kovoluce	16
4.1.3. Histogram	16
4.2. Šum	17
4.2.1. Filtrace založená na konvoluci	18
4.2.2. Metody pracující na bázi lokální statistiky okolí pixelu	18
4.3. Ostření obrazu	19
4.3.1. Robertsův operátor	19
4.3.2. Sobelův operátor	19
4.3.3. Laplaceův operátor	20
4.4. Filtry	21
4.4.1. Převod na šedotónovou fotografii	21

4.4.2.	Náhodné rozptýlení	22
4.4.3.	Desaturace	23
4.4.4.	Negativ	24
4.4.5.	Sépie	25
4.4.6.	Kontrast a jas	26
4.4.7.	Emboss	27
4.4.8.	Reliéf	28
4.4.9.	Výměna barevných složek	29
4.4.10.	Pixelizace	30
4.4.11.	Políčkování	31
4.4.12.	Efekt sněhu	32
4.4.13.	Barevný filtr	33
4.4.14.	Zvýraznění barevného kanálu	34
5.	Popis programu	35
5.1.	Vývojové prostředky	35
5.2.	Uživatelská příručka	35
5.2.1.	Panel Základní	36
5.2.2.	Panel Úprava obrazu	36
5.2.3.	Panel Kontrast a jas	36
5.2.4.	Panel Efekty	37
5.2.5.	Panel Kouzelná hůlka	38
5.2.6.	Panel Klonování	39
5.2.7.	Mód výběru	39
5.2.8.	Ovládání nastavení jednotlivých filtrů	40
5.3.	Programátorská příručka	45
	Závěr	46
	Reference	47
	A. Obsah přiloženého CD/DVD	48

Seznam obrázků

1.	RGB krychle [5]	8
2.	CMYK krychle [5]	9
3.	Metoda zig-zag	13
4.	Histogram [5]	17
5.	Šedotónová fotografie	21
6.	Náhodné rozptýlení	22
7.	Desaturace	23
8.	Negativ	24
9.	Sépie	25
10.	Změna jasu a kontrastu	26
11.	Emboss	27
12.	Reliéf	28
13.	Výměna barevných složek	29
14.	Pixelizace	30
15.	Políčkování	31
16.	Efekt sněhu	32
17.	Barevný filtr	33
18.	Zvýraznění barvy	34
19.	Vzhled aplikace	35
20.	Panel Základní	36
21.	Panel Úprava obrazu	36
22.	Panel Kontrast a jas	36
23.	Panel Efekty	37
24.	Umělecké efekty	37
25.	Práce s barvami	38
26.	Práce s hranami	38
27.	Panel Kouzelná hůlka	38
28.	Panel Klonování	39
29.	Výběr	39
30.	Nastavení kontrastu a jasu	40
31.	Nastavení odbarvení	41
32.	Nastavení ztmavení	41
33.	Nastavení pixelizace	42
34.	Nastavení efektu sněhu	42
35.	Nastavení emboss	43
36.	Nastavení barevného filtru	43
37.	Nastavení zvýraznění barevného kanálu	44
38.	Nastavení změny barevných kanálů	44
39.	Nastavení zaostření	45

1. Úvod

Použití fotografie je v dnešní době skoro každodenní záležitost. Využití fotografie se používá nejen k zachycení nějaké vzpomínky, osob, krajin, ale také se používá ve zdravotnictví jako rentgenový snímek nebo jako kopie dokumentů a také k uchování inženýrských plánů a projektů. Úprava fotografie se tedy stává nedílnou součástí práce s fotografií. Mezi základní úpravy patří úprava jasu a kontrastu, otočení obrazu nebo také odstranění šumu. Vytvořený grafický editor obsahuje nejčastěji využívané úpravy a také obsahuje umělecké filtry. Umožňuje zvýraznit hrany, pracovat s celkovou barvou obrazu, umožňuje zaostřit popřípadě rozmazat fotografii. Text je rozdělen do 4 hlavních částí.

První část popisuje základní pojmy, vznik fotografie, interpretaci samotné fotografie a jeho barev.

Druhá část se zabývá způsobem uložení barev a následně samotné fotografie, kompresí výsledného souboru. Popisuje také formáty ukládání fotografie. Hluběji se zabývá diskrétní kosinovou transformací, která se používá ke kompresi formátu JPEG.

Třetí část se zaměřuje na chyby, které mohou vzniknout při práci s fotografií. Nejdříve jsou vysvětleny základní pojmy: konvoluce, fourierova transformace a histogram. Dále uvádí řešení, jak je možné tyto chyby řešit nebo je částečně potlačit (pokud je není možné vyřešit). A také se zaměřuje již na konkrétní způsoby úpravy fotografie. Tato část se zaměřuje i na filtry měnící fotografii.

V poslední části je popsán vytvořený grafický editor, práce s ním a jaký je význam jednotlivých nastavení filtrů. Obsahuje popis technik, které byly při vývoji použity a také popis jednotlivých tříd.

2. Fotografie

Pojem fotografie se volně překládá jako kresba světlem. Fotografie vzniká tak, že snímaný obraz je nejprve zachycen objektivem a následně obraz dopadá na záznamové médium. Zde nastává rozdělení fotografie na klasickou, kde záznamové médium je fotografický film, a fotografii digitální, kde záznamové médium je světlocitlivý snímač tzv. čip. Poté je obraz automaticky ukládán na paměťovou kartu. Z důvodu, že fotografický film nelze upravovat, se tedy zajímáme pouze o digitální fotografii. V dnešní době se již fotografický film příliš nepoužívá z důvodu vysokých nákladů na fotografii.

V počítačové grafice rozlišujeme dva základní typy reprezentace obrazu. Jedním z nich je vektorová grafika a druhá se nazývá grafika rastrová.

2.1. Vektorová grafika

Obraz je popsán základními, přesně definovanými útvary jako je bod, přímka, křivka a n-úhelník. Tato reprezentace má výhodu, že výsledný obraz může změnit velikost a jeho kvalita se nemění. Další výhodou je paměťová nenáročnost. U jednotlivých obrázků je menší než při použití rastrové grafiky. Ukládáme pouze informace jako jsou barva, útvar a případně rozměry útvaru. Nevýhodou je složitější pořízení obrazu. Pokud je výsledný objekt příliš složitý, stává se vektorová grafika náročnější na operační paměť a procesor. Z nevýhod vyplývá, že tato grafika není vhodná pro digitální fotografie.

2.2. Rastrová grafika

Obraz je tvořen barevnými body, které nazýváme pixely. Tyto body jsou uspořádány do mřížky. Každý bod je reprezentován svou přesnou polohou a barvou, která je určena v některém z barevných modelů (popsáno níže). Nevýhodou je vysoká paměťová náročnost a fakt, že zvětšení velikosti obrazu má jako důsledek snížení kvality. Tato reprezentace se používá pro digitální fotografie.

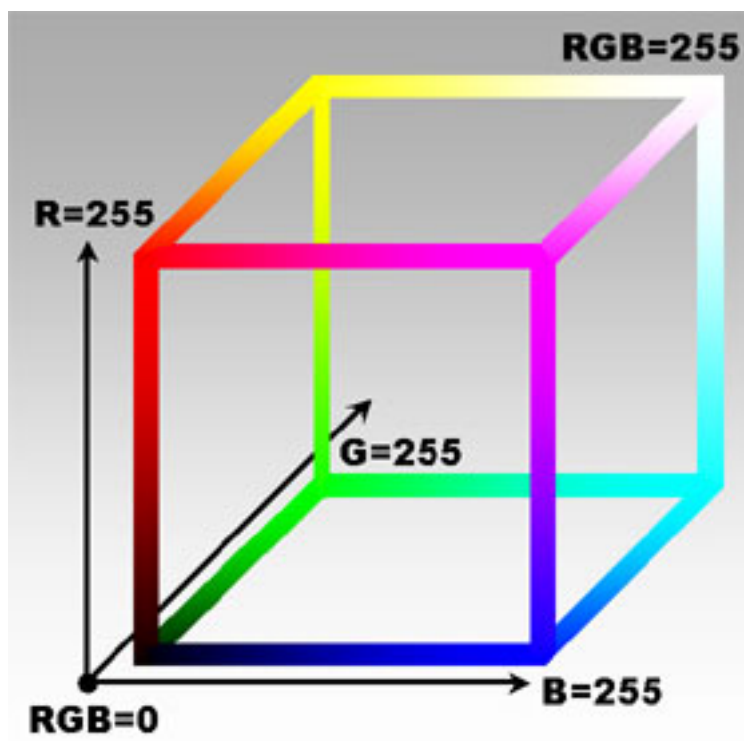
2.3. Barevné modely

Barevné modely nám slouží k vytvoření libovolných barevných odstínů pomocí základních barev. Ve vytvořeném grafickém editoru využívám pouze formát RGB. Existují vzorce na převod modelu RGB na různé barevné modely. Některé budou popsány níže.

2.3.1. RGB

Je to aditivní způsob míchaní barev, tzn. čím více je barevná složka zastoupena, tím je výsledná barva světlejší. Tento barevný model se skládá ze základních tří barev (červená, zelená, modrá). R zastupuje hodnotu červené (překlad z anglického red), G zastupuje hodnotu zelené (z anglického green) a B zastupuje hodnotu modré barvy (z anglického blue). Barvy lze vyjádřit vektorem, jehož složky nabývají hodnot $\langle 0,1 \rangle$. Obvykle se však používá rozsah hodnot 0-255 tzn., že každý barevná složka lze vyjádřit jedním bytem. Hodnota 0 znamená, že složka není zastoupena, a nejvyšší hodnota znamená nejvyšší intenzitu barvy. Pomocí tří bytů jsme tedy schopni reprezentovat 256^3 hodnot, což je 16 777 216 barevných odstínů. Pokud se všechny složky rovnají, jedná se o šedotónový obraz. Jedná se o uhlopříčku mezi počátkem (černá) a maximálními hodnotami (tzn. bílou barvou). RGB model se využívá v monitorech a projektorech.

Model lze znázornit jednotkovou krychlí.



Obrázek 1.: RGB krychle [5]

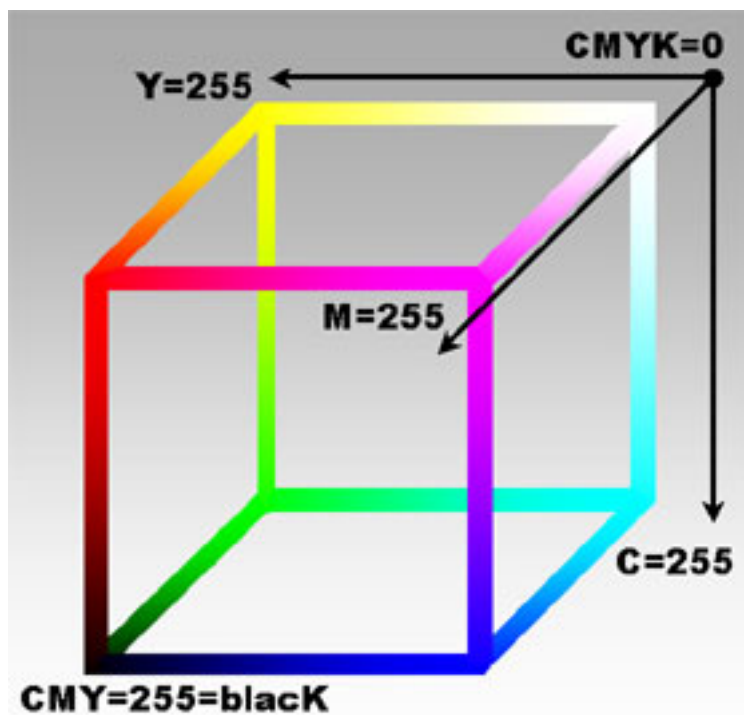
RGBA

Barevný model využívající model RGB obsahující navíc složku zvanou alfa. Alfa je složka umožňující pixelu mít průhlednost.

2.3.2. CMY

Je to substraktivní způsob míchaní barev, tzn. čím více je barevná složka zastoupena, tím je výsledná barva tmavší. Vychází z lidského vnímání míchaní barev, čím více barvy mícháme, tím získáváme tmavší barvu. Tento barevný model se skládá ze základních tří barev (azurová, purpurová, žlutá). C zastupuje hodnotu azurové (překlad z anglického cyan), M zastupuje hodnotu purpurové (z anglického magenta) a Y zastupuje hodnotu žluté barvy (z anglického yellow). Barvy lze vyjádřit stejně jako u modelu RGB s tím rozdílem, že hodnota odpovídající 0 u RGB odpovídá hodnotě 255 u CMY. Z důvodů, že u tiskáren jsou barvy nekryjící, vzniká problém, že nelze namíchat černou barvu. Lze získat pouze tmavě hnědou. Tento problém řeší barevný model CMYK.

CMYK krychle je inverzní k RGB krychli.



Obrázek 2.: CMYK krychle [5]

Efekty používané v RGB lze použít i na CMY, stačí jen použít invertované barvy tzn.:

$$C = 255 - R$$

$$M = 255 - G$$

$$Y = 255 - B$$

CMYK

Barevný model založený na CMY. Je zde však přidána barva černá (black). Používá se pro tisk.

2.3.3. HSV (HSB), HSL

Barevný model, který nejvíce odpovídá lidskému vnímání barev. Od předchozích modelů se liší tím, že jeho základní složky nejsou barvy. Základní složka H je barevný tón, odstín (z anglického hue). S je sytost barvy (z anglického saturation) a V je hodnota jasu (z anglického value, popř. brightness).

Sytost nám ukazuje, jak moc je barva čistá, to znamená její intenzitu. Barvy s větší sytostí jsou vnímány jako živější a naopak, čím méně je barva sytá, tím více se nám zdá tlumená a zašedlá. Jasem se rozumí množství bílého světla. Tento model se používá v grafických aplikacích.

HSL je obdoba HSV, základní složky jsou odstín, saturace a světlost, kde světlost je vlastnost barevného tónu.

2.3.4. YCbCr

Barevný model založený na jasu Y. Složky Cb a Cr nesou informace o velikosti barevných složek fotografie (chrominance). Tento model se využívá při ukládání fotografií ve formátu JPEG. Z prostoru RGB získáme hodnoty YcbCr jednoduchým maticovým násobením:

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cr \\ Cb \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ -0,1687 & -0,3313 & 0,5 \\ 0,5 & -0,4187 & -0,0813 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Zjednodušeně lze definovat Cb a Cr pomocí Y:

$$Cb = 0,5643 * (B - Y) \quad a \quad Cr = 0,7133 * (R - Y),$$

kde $Y = 0,299 * R + 0,587 * G + 0,114 * B$ dle předchozí matice.

3. Ukládání fotografií

V dnešní době existuje několik formátů pro uložení fotografie. Liší se uložením barev, zda používají alfu a zda používají kompresní algoritmy či jiné.

3.1. Komprese

Kompresa je zpracování dat za cílem zmenšení jejich paměťové náročnosti. Kompresi rozdělujeme na ztrátovou a bezztrátovou. Mezi používané kompresní algoritmy patří run length encoding (RLE), huffmanovo kódování, slovníkové kódování a také diskrétní kosinova transformace.

3.1.1. Run length encoding (RLE)

RLE je bezztrátová komprese, která spoléhá na opakující se hodnoty sousedních pixelů. Do souboru je zapsán počet opakujících se hodnot a poté hodnota samotná. RLE využívá formát PCX (navržen k ukládání obrázků v aplikaci PC Paintbrush, později se jeho podpora rozšířila i na jiné aplikace, dnes již příliš nepoužívaný).

3.1.2. Huffmanovo kódování

Huffmanovo kódování je bezztrátová komprese. Myšlenka kódování je založena na použití různě dlouhých bitových kódů. Znaky, které se vyskytují nejčastěji, jsou změněny na bitové řetězce s nejkratší délkou a naopak znaky vyskytující se velmi zřídka, jsou změněny na delší řetězce. Huffmanovo kódování využívá formát TIFF.

3.1.3. Slovníkové kódování (LZW)

Slovníkové kódování zvané dictionary based encoding je bezztrátová komprese, využívaná nejen k ukládání fotografií, ale lze se s ní setkat i u kompresních programů jako je ZIP či RAR. Vzorčky vstupní fotografie jsou překládány pomocí slovníku, který je reprezentován tabulkou nejvíce se opakujících částí ve fotografii. Jednotlivé části jsou nahrazeny odkazem do slovníku. LZW používají formáty gif a png popsané v 3.3.4. a 3.3.3..

3.1.4. Diskrétní kosinova transformace

Pro fotografie jsou výše zmíněné kompresní algoritmy neefektivní. Fotografie se vyznačují tím, že většina sousedních pixelů má rozdílné barvy. Z tohoto důvodu se zavedla diskrétní kosinova transformace, která je ztrátová, což je nevýhoda oproti ostatním algoritmům. Je formou diskrétní furierovy transformace popsané níže. Tuto metodu využívá formát jpeg a skládá se z následujících 5 kroků.

První krok je transformace barev. Z původního barevného modelu (RGB, CMY nebo CMYK) je třeba fotografii převést do barevného modelu YCbCr.

Druhým krokem je redukce barev. Z důvodů, že lidské oko je mnohem citlivější na změnu jasu než na změnu barev, se v tomto kroku pracuje pouze s barevnými složkami a jasová složka zůstává nezměněna. Využívá se zde průměrování barevných složek sousedních pixelů a nahrazení jedinou hodnotou. Existují dva způsoby průměrování: průměrování dvojic a průměrování čtveřic. Tento krok nezpůsobí zásadní zhoršení kvality fotografie.

V třetím kroku se obraz rozdělí na čtverce 8x8 pixelů. V této fázi je použita kosinova transformace, která se aplikuje na každý čtverec. Z výpočtu hodnot pixelů $f(x,y)$ je výsledný čtverec 8x8 koeficientů $F(u,v)$ určen dle vzorce:

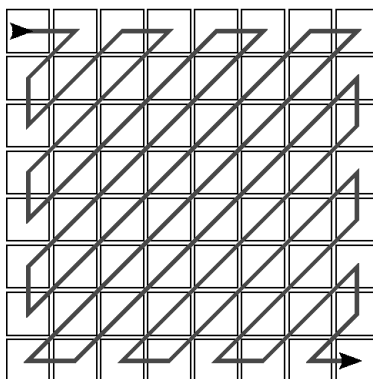
$$F(u, v) = \frac{1}{4}C(u)C(v) \left[\sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 \cos \frac{(2x+1)u\Pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\Pi}{16} \right],$$

kde $C(u), C(v) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ pro $u, v = 0$, a rovno 1 jinak.

Čtvrtou fází je kvantování koeficientů. Výsledek předchozího kroku nejsou celočíselné koeficienty, proto je nejdříve musíme zaokrouhlit. V této fázi již dochází ke ztrátě informace, avšak uživatel má možnost nastavit k jak velké ztrátě dojde. Koeficient $F(0,0)$, reprezentující levý horní roh, je nazýván DC člen a reprezentuje stejnosměrnou složku harmonického rozkladu. Tento člen má největší celkový vliv na všechna data ve čtverci. Jeho velikost odpovídá osminásobku průměru všech hodnot ze vstupního čtverce. Ostatní koeficienty nazýváme AC člen. AC členy ovlivňují vyšší frekvence, tj. změny mezi jednotlivými pixely. Čím více jsou vzdálené od DC členu, tzn. mají větší index ve čtverci, tím menší mají vliv. Ve čtverci má každý koeficient přidělen odpovídající hodnotu z kvantizační tabulky. Velikost hodnoty se zvyšuje v závislosti na vzdálenosti od levého horního rohu. Jak bylo výše zmíněno, uživatel má možnost nastavit kvalitu fotografie, tzn. k jak velké ztrátě může dojít. Uživatel má možnost zvolit koeficient q , který nabývá hodnot 0 až 100. Každému koeficientu je definována kvantizační matice pro každý kanál. Touto kvantizační maticí jsou děleny zpracovaná data. Výsledný soubor tuto kvantizační matici obsahuje kvůli rekonstrukci obrazu.

Poslední fází je kódování. DC členy se zapisují samostatně. Data v bloku se vyčítají metodou zig-zag. Z metody zig-zag vznikne posloupnost čísel s vedle

se vyskytujícími členy podobných hodnot. Na výsledná data je možno použít bezztrátového algoritmu například Huffmanovo kódování nebo RLE.



Obrázek 3.: Metoda zig-zag

3.2. Ukládání barev

Nejčastěji se využívá barevného modelu RGB. Dále uvedený text jej proto bude používat jako barevný model, na kterém budou ukázány rozdíly mezi základními možnostmi ukládání barev. To však nemění nic na faktu, že se jako barevný model může použít i CMY a jiné barevné modely. Při ukládání barev máme dvě možnosti: využít barevný model nebo použít tzv. paletu. Rozdíly mezi obrazem uloženým v RGB modelu a v barevné paletě jsou ve velikost souboru a pokrytí barevné hloubky.

Barevná hloubka, označovaná jako bpp (bit per pixel), vyjadřuje kolik bitů je použito k popisu barvy jednoho pixelu. Pokud by byla barevná hloubka jedna (1bpp) znamená to, že máme pouze hodnoty 0 a 1, tedy dvě barvy (černá a bílá barva). Nejčastěji se používá 24 bpp zvané true colors, typicky tři barevné kanály s rozložením osmi bitů pro každý kanál.

3.2.1. Paleta

Je způsob ukládání barev tak, že fotografie má svoji vlastní paletu, běžně uloženou u dat fotografie. Data jsou pak ukládány jako pole, kde jednotlivé prvky pole jsou ukazatele do palety. Paleta je reprezentovaná jako tabulka a podle zadaného indexu nalezneme hodnotu konkrétního pixelu. Výhodou této reprezentace je změna palety, která snadno dokáže změnit celkový obraz. Způsoby, jak vytvořit paletu jsou: pevně zadaná paleta nebo paleta přizpůsobící se fotografii.

Paleta 3-3-2

Tato paleta je pevně zadaná. Z tohoto důvodu se paleta snaží být univerzálně použitelná pro fotografie s různým barevným složením. Jak lze z názvu vidět 3-3-2, má tedy pouze 8 bitů na zakódování barevných zástupců. Tato paleta pracuje s RGB krychlí (obrázek 1.) tak, že ji rozdělí na jednotlivé řezy. Krychle se rozdělí na $8(2^3)$ řezů v ose R, na $8(2^3)$ řezů v ose G(2^2) a na 4 řezy v ose B. Počet bitů pro zakódování modré je zvoleno z důvodu, že oko je méně citlivé na odstíny modré než na ostatní barvy. Vrcholy sítě, která vznikla z řezů, jsou zástupci do barevné palety, celkem 256 barev.

Paleta přizpůsobená fotografii

Pevně daná paleta typu 3-3-2 lze použít, aniž by byla známa barevnost fotografie. Pokud chceme co nejvyšší kvalitu fotografie tato paleta není výhodná, protože často obsahuje i odstíny nevyskytující se v obraze, případně odstíny vyskytující se velice málo. Z tohoto důvodu je vhodné vytvořit paletu odpovídající konkrétní fotografii. V první fázi zjistíme četnosti jednotlivých barev. Pro výpočty je nejen důležité, že se odstín vyskytuje, ale také jeho četnost. V další části se na základě informací z první fáze snažíme nalézt tolik oblastí, kolik má mít paleta barev (typicky 256). Jako u 3-3-2 využíváme RGB krychli, ve které použité barvy znázorníme tečkami. Tečka zároveň udává kolik pixelů má danou barvu. Úkolem tedy zůstává vytvoření oblastí, které obklopují skupiny blízkých barev. Zde se využívá techniky zvané zmenši a rozděl, která postupně rozděluje prostor barev na menší oblasti. Výsledná paleta se po té uloží k datům.

3.3. Formáty fotografií

V této kapitole jsou popsány formáty používané pro ukládání fotografií. Vypracovaný program používá formát JPEG a TGA.

3.3.1. JPEG

Nejčastěji používaný formát pro ukládání fotografií. Označuje se příponami .jpeg a .jpg. Barvy jsou reprezentovány v RGB modelu a nepoužívají paletu. JPEG využívá ztrátovou kompresi popsanou výše jako diskretní kosinova transformace. Tento formát umožňuje takzvaný rychlý náhled (preview) na zakódovaný obrázek. Jelikož DC složka je ukládána samostatně, lze využít pouze tyto složky na zobrazení, avšak tento náhled bude mít osmkrát menší rozměry oproti původní fotografii.

3.3.2. Targa (TGA)

Označuje se příponou .tga. Může využívat RLE komprese, avšak většinou

použitá není. Tento formát může využívat barevné palety. Targa umožňuje uložit obrázky ve více barevných hloubkách. Nejčastěji používané typy, nevyužívající kompresi jsou: 1 bpp (černobílý obrázek), 8 bpp + 24 bitová paleta, 8 bpp (256 odstínů šedi), 24 bpp (RGB) a 32 bpp (RGBA).

3.3.3. Portable Graphics Network (PNG)

Označuje se příponou .png. Využívá LZW komprese. Tento formát je speciální tím, že každý pixel je předzpracováván a má definováno pět způsobů, jak s tímto pixelem zacházet. Jednou z možností je úplně vynechat zpracování, ostatní možnosti se zabývají z kolika, popř. ze kterých sousedů se má průměr spočítat. Na předzpracované data se použije LZW. Nedochází zde ke ztrátě informace. Tento formát umožňuje i alfa kanál.

3.3.4. Graphics Interchange Format (GIF)

Označuje se příponou .gif. Jeden z nejstarších formátů. Využívá palety a LZW kompresi. Základní charakteristikou tohoto formátu je ukládání více fotografií s jejich příslušnými paletami, do jednoho souboru. Umožňuje průhlednost. Nevýhodou je omezení na maximální počet 256 barev v jednom obrázku. Dříve byl využíván pro přenos na telefonních linkách a donedávna se široce využíval u webových stránek.

3.3.5. TIFF

Tento formát je spolu s formáty JPEG a PNG mezinárodním standardem. Označuje se příponou .tiff a .tif. Podobně jako GIF umožňuje ukládat více obrázků do jednoho souboru. TIFF je využíván při přípravě profesionálních barevných tisků.

3.3.6. Windows Bitmap (BMP)

Označuje se příponou .bmp. Je to velice jednoduchý rozšířený formát. Existuje verze s RLE kompresí i varianty jako je PBMP (Portable Bitmap format), ukládající fotografii v podobě čitelné i pro člověka.

4. Úprava fotografie

4.1. Základní pojmy

V následujících odstavcích bude uvedeno, jaké chyby lze u fotografie nalézt, jak vznikají a jak je řešit. Nejdříve budou uvedeny tři velice významné pojmy jako je Fourierova transformace, konvoluce a histogram. Základní fourierova transformace je na výpočet velice složitá, avšak existuje algoritmus na rychlou fourierovu transformaci. Tuto transformaci však v programu nepoužívám.

4.1.1. Fourierova transformace (FT)

FT transformace slouží k převodu do prostoru, ve kterém jsou operace s fotografií jednodušší a také usnadňuje pochopení některých jevů a vlastností obrazu. Fourierův obraz je reprezentací fotografie pomocí složení nekonečně mnoha sinusových signálů. Tyto signály mají různou amplitudu a jsou různě fázově posunuté.

4.1.2. Kovoluce

Základní vzorec pro výpočet konvoluce dvou funkcí $I(x)$ a $h(x)$:

$$I(x) \star h(x) = \int_{-\infty}^{\infty} I(x - \alpha)h(\alpha)d\alpha$$

Funkci $h(x)$ se říká konvoluční jádro nebo také i windowed function. Konvoluční jádro si tedy můžeme představit jako okno, které se posouvá po obraze. Výsledná hodnota pixelu záleží na konvoluční matici, na hodnotách bodu a jeho okolí. Pro fotografie se využívá diskrétní konvoluce. Tedy hodnotu výsledného pixelu lze vypočítat dle vzorce:

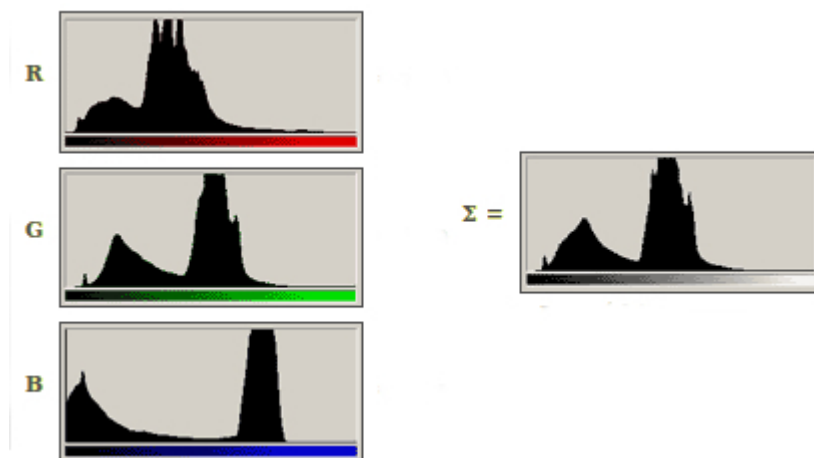
$$I_{i,j}(x) \star h_{i,j}(x) = \sum_{x=-k}^{-k} \sum_{y=-k}^{-k} I_{i-x,j-y}h_{i,j},$$

kde vstupní obraz je $I_{i,j}$ a konvoluční jádro $h_{i,j}$. Konvoluční jádro lze popsat čtvercovou maticí o velikosti $2k$. Využití konvoluce je základem operací jako je odstraňování šumu či detekce hran.

4.1.3. Histogram

Histogram reprezentuje barvu a její výskyt ve fotografii. Součet všech četností v histogramu je rovno výšce fotografie krát šířka fotografie. Pokud se jedná o fotografii v barevném modelu RGB, je potřeba udělat histogram pro každou složku. Histogram je statistický údaj. To znamená, že dvě fotografie se stejným

histogramem nemusí být stejné. Z histogramu lze získat mnoho užitečných informací například zjistit, zda je obrázek světlý či tmavý. Pomocí histogramu lze například upravovat kontrast a jas. Na následujícím obrázku jsou histogramy R,G,B složek a jim odpovídající jasové složce vypočítané dle převodní matice (viz. 2.3.4.).



Obrázek 4.: Histogram [5]

4.2. Šum

Šum neboli znečištění, je pojem využíván v širokém spektru. Můžeme se s ním setkat v digitální fotografii, v elektrotechnice, ve zpracování signálu i v informačních technologiích.

Šum ve fotografii jsou tedy náhodné a nepředvídatelné změny barev pixelů, které nás odstiňují od původní informace. Nejvíce se šum projevuje na snímcích pořízených za špatných světelných podmínek. Při pořizování snímků je další nepříjemná vlastnost, že pokud je výsledný obraz uložen ve formátu JPEG, je zde přímá úměra mezi velikostí souboru a počtem šumu v obraze.

Šum je vysokofrekvenční informace stejně jako ostré hrany, textury s velkou frekvencí změn mezi sousedními pixely a jiné. Druh šumu lze tedy rozdělit pomocí Fourierovy transformace na bílý šum a impulsní šum.

Bílý šum má frekvenční spektrum dokonale vyrovnané, tzn. všechny frekvence jsou zastoupeny stejnou pravděpodobností. Další typ šumu může být např. Gaussův šum, jedná se o závislý šum, který každý pixel obrazu mírně pozmění. Gaussův šum má pravděpodobnost frekvence ve frekvenčním spektru dānu vztahem:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\Pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}},$$

kde μ je střední hodnota a σ^2 je rozptyl. Někdy se Gaussův šum zaměňuje za bílý šum a označuje se jako bílý Gaussův šum.

Impulsní šum má vysokou energii a krátké trvání. Setkáváme se zejména s jeho variantou zvanou sůl a pepř, kde některé pixely mají náhodně zvolenou bílou nebo černou barvu.

Odstranění šumu v obraze se také nazývá filtrace šumu. Z toho důvodu, že nevíme jak šum vznikl, tzn. nemáme funkci zobrazující vznik šumu, nemůžeme o jednotlivém pixelu říci, zda se jedná šum nebo zda je pixel z původního obrazu. Filtrace šumu je tedy založena na způsobu, který vyhodnocuje hodnoty okolí určovaného pixelu a z něj usuzují, zda je pixel šum či nikoliv. Filtry pracují na principu konvoluce nebo lokální statistiky okolí.

4.2.1. Filtrace založená na konvoluci

Nejjednodušší filtrovací metoda je založená na průměru okolí. Tato metoda však odstraní i ostré změny v obraze jako jsou například hrany. Opakováním této metody rozmazává obraz čím dál více a v limitě tato metoda vede k obrazu, který má jedinou barvu, která je průměrem všech hodnot. Tato metoda se nazývá obyčejné průměrování. Konvoluční matice (jádro) pro obyčejné průměrování:

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \end{bmatrix}$$

Filtr, který odstraňuje Gaussův šum má konvoluční jádro:

$$\frac{1}{16} * \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Při konstrukci konvolučního jádra odstraňující šum musíme dbát na to, aby byl součet hodnot v konvolučním jádru roven jedné. Pokud by součet hodnot byl vyšší, výsledný obraz by byl světlejší a naopak pokud by byl součet hodnot nižší, výsledný obraz by byl tmavší.

4.2.2. Metody pracující na bázi lokální statistiky okolí pixelu

Nejčastěji používanou metodou je filtrace pomocí mediánu. Pixel se vypočítá pomocí mediánu okolních bodů vstupního obrazu. Tato filtrace avšak nevyužívá konvoluci. Pozn.: mediánem rozumíme hodnotu dělící vzestupně seřazené hodnoty pixelů na dvě stejné početné poloviny.

4.3. Ostření obrazu

Lidské oko dobře rozpoznává hrany. Podle obrysu člověk dokáže určit, zda se jedná o konkrétní věc (např. ze siluety člověka dokážeme rozeznat konkrétní osobu). Proto přirozeným krokem, jak zvýraznit nějaký obraz neboli jej zostřit, je zvýraznit hrany, které jsou v něm obsaženy.

Pojem hrana je v obraze vnímán jako velká změna sousedních pixelů. Je to také vysokofrekvenční informace jako je výše uvedený šum. Při postupu, jak zvýraznit hrany postupuje přesně naopak než u šumu. Hranu lze vyjádřit pomocí gradientu, tj. velikostí a směrem. Ostření fotografie lze vyjádřit jednoduchým vztahem

$$g(i, j) = f(i, j) + c * s(i, j),$$

kde $f(i, j)$ je původní hodnota pixelu na indexu i a j , $s(i, j)$ odpovídá gradientu ve fotografii na indexu i a j . K výpočtu gradientu se používá konvoluce či jiné analýzy okolí pixelu.

Všechny operátory zvýrazňující hrany zvýrazňují všechny vysokofrekvenční informace tedy i šum. Částečně potlačit šum při zvýrazňování hran by šlo využitím většího konvolučního jádra či výpočtem s větším počtem sousedních pixelů.

4.3.1. Robertsův operátor

Pro výpočet gradientu nevyužívá konvoluce, ale pouze pixel (na indexu i a j) a také tři sousední pixely. Robertsův operátor má tvar:

$$s(i, j) = |f(i, j) - f(i + 1, j + 1)| + |f(i, j + 1) - f(i + 1, j)|$$

Tento operátor detekuje hlavně hrany se sklonem 45 stupňů.

4.3.2. Sobelův operátor

Výpočet gradientu využívá konvoluce. Odpovídá první derivaci. Je složen ze dvou konvolučních jader:

$$h = \begin{bmatrix} -2 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}, \bar{h} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \\ -2 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Absolutní velikost gradientu poté odpovídá:

$$|G| = \sqrt{h^2 + \bar{h}^2}$$

V praxi se však používá:

$$|G| = |h| + |\bar{h}|$$

4.3.3. Laplaceův operátor

Je založen na konvoluci a odpovídá druhé derivaci. Laplaceův operátor reaguje na různé typy hran. Výsledkem operátoru může být i záporná hodnota, která se v praxi ořízne nebo se celý rozsah převede do kladných hodnot. Lze také použít absolutní hodnotu. Konvoluční jádra Laplaceova operátoru se rozdělují na výpočet z okolních 8 nebo 4 pixelů.

$$h_8 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad h_4 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

4.4. Filtry

4.4.1. Převod na šedotónovou fotografii

Základním vzorcem přechodu z barevné fotografie na šedotónovou je:

$$\text{Nová hodnota barevných složek} = 0,229 * R + 0,857 * G + 0,111 * B$$

V některých literaturách se tento vzorec liší. Já jsem zmínila ten, který je využit v aplikaci.



Obrázek 5.: Šedotónová fotografie

4.4.2. Náhodné rozptýlení

Použitelné pouze na šedotónovou fotografii. Jak z názvu vyplývá, využíváme náhodné hodnoty. Výsledný pixel je bílý nebo černý. Výsledná barva je závislá na náhodné hodnotě z rozsahu 0 až 255, pokud využíváme model RGB. V ostatních případech se jedná o maximální hodnotu, kterou může barva nabývat. Pokud je aktuální hodnota větší než náhodná hodnota, nastavíme pixelu bílou barvu, jinak černou.



Obrázek 6.: Náhodné rozptýlení

4.4.3. Desaturace

Desaturace neboli odbarvení je přechod mezi původní fotografií a šedotónovou fotografií podle zvolené konstanty. Pro výpočet je potřeba vypočítat šedotónovou fotografii. Konstanta může nabývat hodnot 0 až 1, kde 0 je původní fotografie a 1 odpovídá šedotónové fotografii. Nová hodnota se počítá pro každý barevný kanál zvlášť, dle vzorce:

$$\text{nova hodnota} = (1 - \text{konstanta}) * \text{puvodni hodnota} + \text{konstanta} * \text{sedotonova fotografie}$$



Obrázek 7.: Desaturace

4.4.4. Negativ

Je to efekt fotografického filmu. Negativní obraz je převrácený oproti obrazu, který je pro nás normální. Negativ u černobílého obrazu je tedy černý tam, kde byla barva bílá a bílý tam, kde byla barva černá. U barevného obrazu tedy odpovídá modrá žluté, červená azurové, zelená purpurové. Lze jednoduše vidět na jednotkové krychli RGB(viz. obrázek 1.). Z výše uvedeného již tedy vyplývá vzorec:

$$\text{Výsledná hodnota složky} = 255 - \text{aktuální hodnota}$$



Obrázek 8.: Negativ

4.4.5. Sépie

Je to efekt vytvořený pro převod do červeno-hnědé barvy, tzv. hnědý pigment. Tento efekt pojmenován dle dravého mořského bezobratlého živočicha sépie. Z výměšků se získává malířské barvivo. Toto malířské barvivo je hnědý pigment zvané sepie. Tento filtr se podobá efektu stárnutí. Výpočet jednotlivých složek je podle vzorce [6]:

$$R_n = R * 0,399 + G * 0,769 + B * 0,189$$

$$B_n = R * 0,349 + G * 0,686 + B * 0,168$$

$$G_n = R * 0,272 + G * 0,534 + B * 0,131,$$

kde R_n , B_n , G_n jsou nové hodnoty složek a R , G , B jsou hodnoty původního obrazu.



Obrázek 9.: Sépie

4.4.6. Kontrast a jas

Patří mezi základní úpravy fotografie. Jas nám slouží k úpravě právě tehdy, když je fotografie příliš tmavá nebo příliš světlá. Kontrast využíváme, když chceme zvýšit rozdílnost objektů ve fotografii. Intenzitu jednotlivých barevných kanálů lze získat pomocí vzorce [8]:

$$I' = j + k * (I - i),$$

kde I je hodnota pixelu na intervalu $[0, 1]$, j odpovídá jasové složce (implicitně j je rovno 0,5), k zastupuje kontrast (implicitně k je rovno 1) a hodnota i představuje konstantu 0,5. I' je také na intervalu $[0, 1]$ a odpovídá výsledné hodnotě barevného kanálu.



(a) Zvýšený jas

(b) Snížený jas



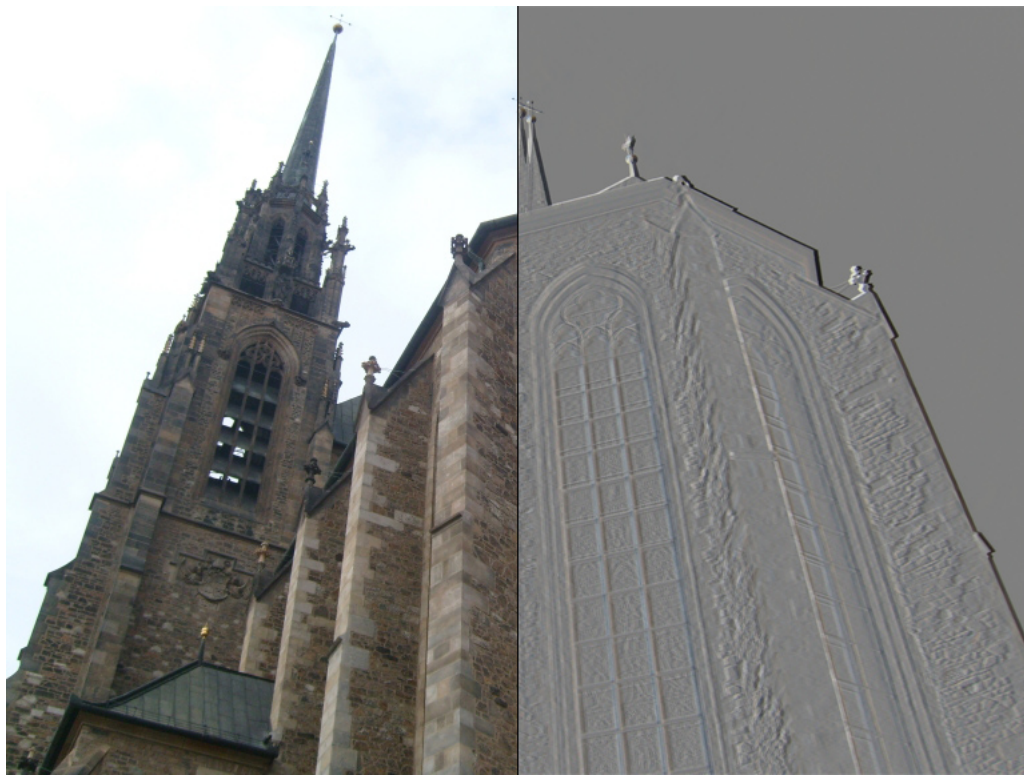
(c) Zvýšený kontrast

Obrázek 10.: Změna jasu a kontrastu

4.4.7. Emboss

Efekt dávající dojem fotografie vtlačené do plastického obalu. Postup je takový, že určíme hodnoty fotografie v negativu a posuneme je o zadanou konstantu. Výsledný barevný kanál je roven průměru z vypočtených hodnot a hodnot původní fotografie. Vzorec pro výpočet je:

$$Vysledny\ obraz[i, j] = \frac{1}{2} * (Puvodni\ obraz[i, j] + (255 - Puvodni\ obraz[i + posun, j]))$$



Obrázek 11.: Emboss

4.4.8. Reliéf

Efekt na zvýraznění objektů (hran) ve fotografii. Efekt dává dojem vystupování objektů z fotografie. Využívá konvoluce a jeho konvoluční jádro[7] je:

$$\begin{bmatrix} -2 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$



Obrázek 12.: Reliéf

4.4.9. Výměna barevných složek

Zajímavý efekt nám vznikne jednoduchou výměnou hodnot barevných složek.



(a) Výměna B a G

(b) Výměna B a R



(c) Výměna R a G

Obrázek 13.: Výměna barevných složek

4.4.10. Pixelizace

Umělecký efekt založený na čtvercích. Obraz se rozdělí na čtverce zvolené velikosti a jako barva se mu nastaví průměrná hodnota všech pixelů čtverce. Čím menší velikost čtverce zvolíme, tím více se výsledná fotografie bude blížit původní. Tento efekt je využíván v různých obdobách, kdy se obraz místo čtverce rozdělí na jiné geometrické útvary. Další varianta je rozmístění geometrických útvarů tak, že nepokryjí celou fotografii.



Obrázek 14.: Pixelizace

4.4.11. Políčkování

Zajímavého efektu jsem dosáhla pomocí konvoluce. Dle zvolené konstanty se obraz rozdělí na čtverce dané velikosti, kde oddělující hrany mají ponechanou původní hodnotu a ostatní pixely jsou změněny pomocí konvoluce. Použité jádro je rovno:

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Protože součet prvků v jádře je větší, jak nula, je výsledný obrázek je světlejší než původní.



Obrázek 15.: Políčkování

4.4.12. Efekt sněhu

Tento efekt odpovídá zanesení šumu do fotografie. Podle zvolené hustoty se nastaví náhodným pixelům bílá barva. Čím větší hustota, tím více se fotografie zaplňuje bílými tečkami připomínající vločky sněhu. Výběr pixelů, které se mají obarvit na bílou barvu odpovídá rozdělení na čtverce a následným výběrem náhodného pixelu čtverce. Velikost čtverce odpovídá maximální velikosti hustoty mínus velikost vybrané hustoty.



Obrázek 16.: Efekt sněhu

4.4.13. Barevný filtr

Jednoduchý a pěkně vypadající filtr. Celkový obrázek je zabarven do zvolené barvy podle konstant odpovídajících této barvě. Pro každý barevný kanál je konstanta v intervalu $[0, 255]$. Výpočet jednotlivých barevných kanálů je:

$$\text{Výsledná barva} = \text{hodnota barvy} * \text{konstanta} / 255$$

Konstanta je zvolena pro každý kanál a tedy výsledná barva se počítá pro každý kanál samostatně. Tedy pokud zvolíme konstanty pro r 255, pro g 0 a pro b 0, výsledný obrázek bude zabarven do červena. Na obrázku níže je vlevo nahoře původní fotografie, ostatní jsou změněny dle různých konstant.



Obrázek 17.: Barevný filtr

4.4.14. Zvýraznění barevného kanálu

Efekt založený na předchozím filtru. Pro zvolený kanál je výpočet následující:

$$\text{Zvolený kanál} = \text{hodnota kanálu} * (1 + \text{počet procent zvýraznění}/100),$$

kde *počet procent zvýraznění* udává o kolik procent se má barva zvýraznit. Jednička ve vzorci znamená, že ponecháváme původní barvu a k ní přičítáme zvýraznění. Ostatní barvy se nemění.



(a) Zvýraznění R



(b) Zvýraznění G



(c) Zvýraznění B

Obrázek 18.: Zvýraznění barvy

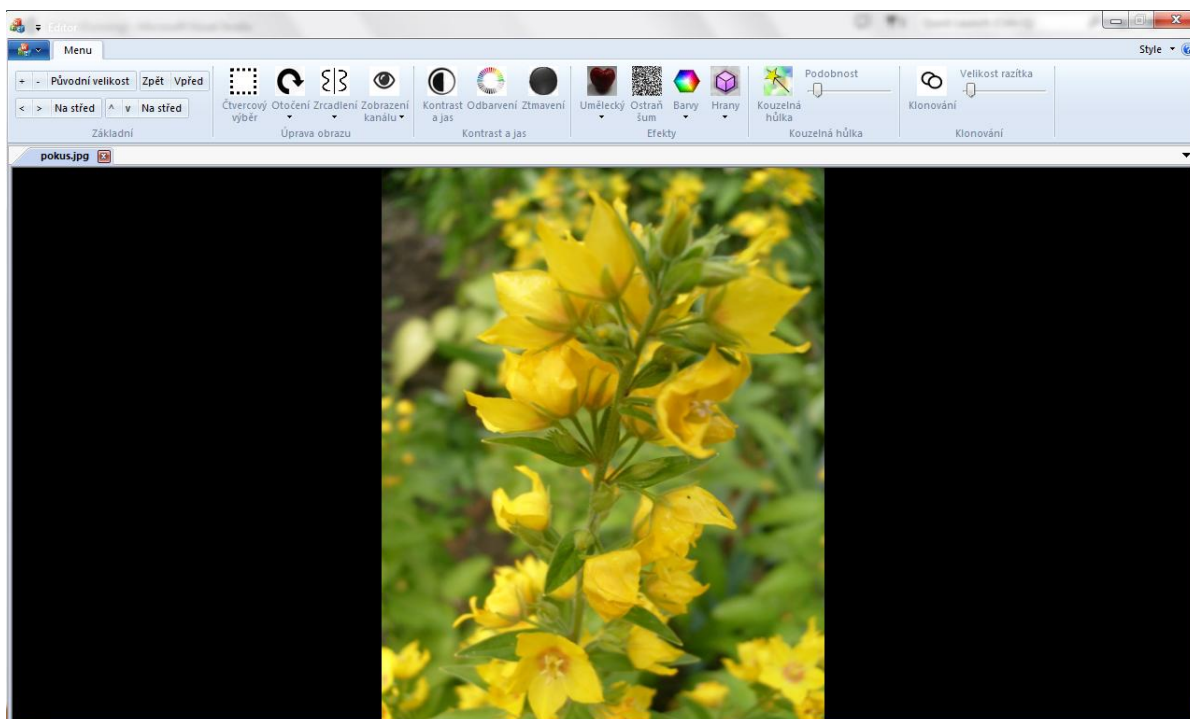
5. Popis programu

5.1. Vývojové prostředí

Program je napsán v jazyce C++. Pro uživatelské rozhraní jsem zvolila ribbon z Microsoft Foundation Classes (MFC) a pro vykreslování OpenGL. Program je tedy spustitelný na Windows. Program byl vypracován ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio, který jsem získala na základě studentské licence. Pro načítání a ukládání obrázků je využita knihovna jpeglib.

5.2. Uživatelská příručka

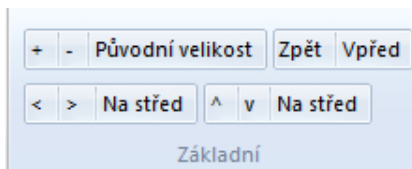
Jak již bylo výše zmíněno, aplikace využívá ribbon. Ribbon je složen ze základních částí: úprava, základní operace, efekty, kontrast a jas, kouzelná hůlka a klonování. Aplikace umožňuje pracovat z obrázky ve formátu JPG (JPEG) a TGA.



Obrázek 19.: Vzhled aplikace

5.2.1. Panel Základní

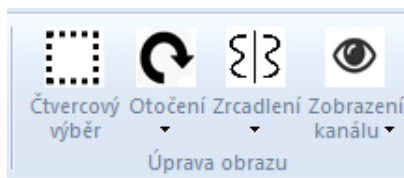
Tento panel obsahuje pouze základní úpravy fotografie. Obsahuje také lupu, operace zvětšit nebo zmenšit fotografii, popřípadě jej vrátit do původní velikosti. Umožňuje pohyb obrázku nahoru, dolů, vlevo, vpravo a také zarovnání na střed. Součástí panelu je také historie s možnostmi zpět a vpřed.



Obrázek 20.: Panel Základní

5.2.2. Panel Úprava obrazu

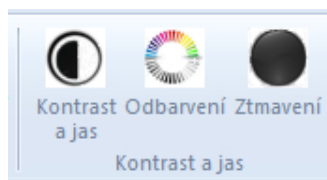
Obsahuje čtvercový výběr, rotaci, zrcadlení a zobrazení kanálu. Rotace umožňuje otočení fotografie vlevo a vpravo. Zrcadlení může být vodorovně či svisle. Lze také zobrazit jednotlivé barevné kanály (R,G,B).



Obrázek 21.: Panel Úprava obrazu

5.2.3. Panel Kontrast a jas

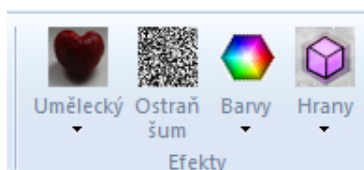
Tento panel umožňuje změnit kontrast a jas. Obsahuje také desaturaci a ztmavení.



Obrázek 22.: Panel Kontrast a jas

5.2.4. Panel Efekty

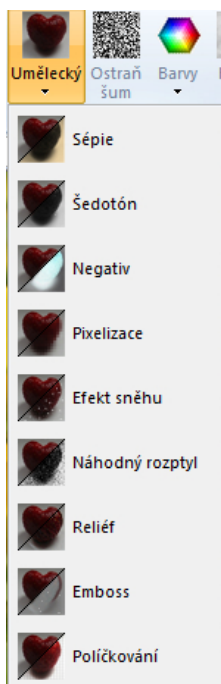
Tvoří velkou část editoru týkající se úpravy fotografie pomocí filtrů. První tlačítko obsahuje umělecké efekty, druhé se týká odstranění šumu, třetí práce s barvami a poslední se týká hran.



Obrázek 23.: Panel Efekty

Umělecké efekty

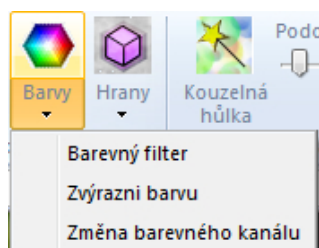
Umělecké efekty se nachází pod tlačítkem Umělecký. Obsahuje v sobě filtry: sépie, šedotón, negativ, pixelizace, efekt sněhu, náhodný rozptyl, reliéf, emboss a políčkování. Všechny tyto efekty najdete v kapitole 4.4.. Ikona tlačítka s názvem umělecký je původní fotografie, jednotlivé ikony tlačítek pak ukazují změnu jakou efekt způsobí dané fotografii.



Obrázek 24.: Umělecké efekty

Práce s barvami

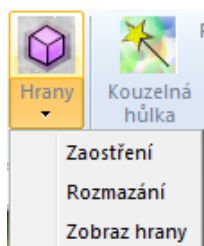
Práce s barvami v panelu označené jako tlačítko Barvy. Obsahuje v sobě možnosti: barevný filtr, zvýrazni barvu a změna barevného kanálu. Všechny tyto filtry byly uvedeny v kapitole 4.4..



Obrázek 25.: Práce s barvami

Práce s hranami

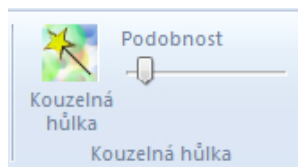
V panelu pod názvem Hrany. Obsahuje v sobě: zaostření, rozmazání a zobraz hrany.



Obrázek 26.: Práce s hranami

5.2.5. Panel Kouzelná hůlka

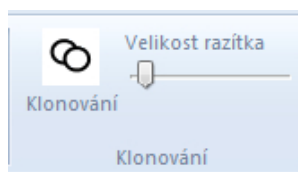
Kouzelná hůlka je výběr pomocí hodnoty barvy vybraného pixelu. Tento panel v sobě obsahuje výběr pomocí kouzelné hůlky. Kouzelná hůlka vybírá pixely v toleranci nastavené pomocí posuvníku. Čím menší tolerance, tím mají vybrané pixely více podobnou barvu.



Obrázek 27.: Panel Kouzelná hůlka

5.2.6. Panel Klonování

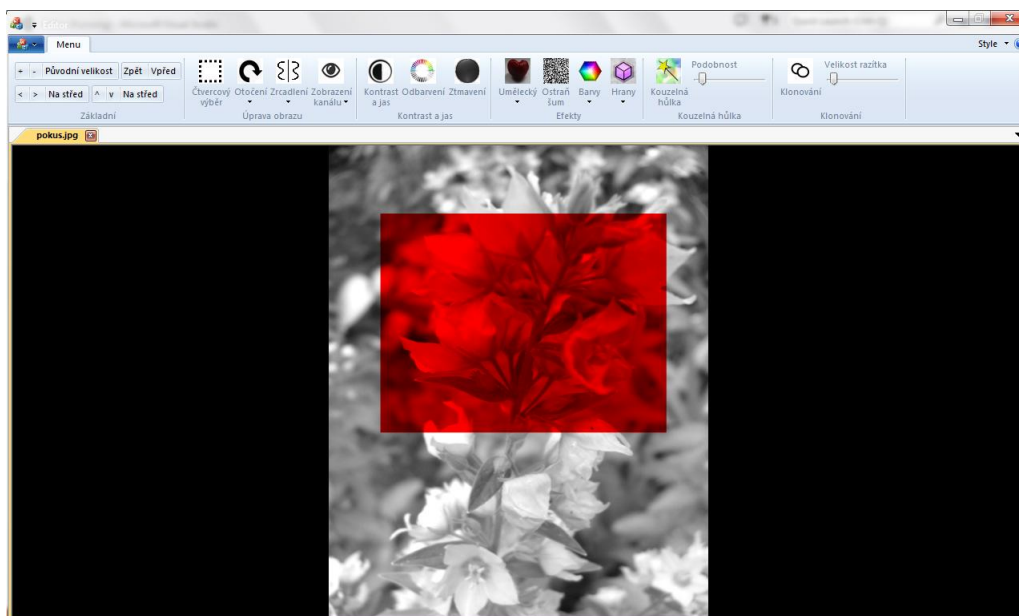
Klonování je přenesení vybrané části obrázku do jiné vybrané části. Panel obsahuje posuvník k ovládnání velikosti oblasti klonování a tlačítko k zapnutí klonování. Oblast výběru je kruhová. Klonovací bod, ze kterého budeme klonovat se označí pomocí klávesové zkratky Ctrl a kliku do fotografie. Klonování pak následně funguje jako klik a táhnutí pokud chceme klonovat i okolí bodu klonování nebo jako pouhý klik a to klonujeme pouze okolí klonovacího bodu.



Obrázek 28.: Panel Klonování

5.2.7. Mód výběru

Nastává při čtvercovém výběru či kouzelné hůlce. Jak výběr vypadá je uvedeno na následujícím obrázku. Červená barva značí vybranou oblast. Zrušení výběru je pouze u čtvercového výběru a to tak, že klikneme do obrázku, popřípadě mimo do záložky. Čtvercový výběr funguje pomocí táhnutí a pustí (drag and drop). Výběr kouzelné hůlky je pomocí kliku. Po aplikování efektu se výběr automaticky ruší.



Obrázek 29.: Výběr

5.2.8. Ovládání nastavení jednotlivých filtrů

V následující sekci budou uvedeny jednotlivé nastavení filtrů. Dále popíšeme významy jednotlivých tlačítek, posuvníků a jejich vliv na výsledný obraz. Mezi nejzákladnější tlačítka, které obsahuje každé nastavení jsou: provést změnu, náhled a storno. Jejich funkce je u všech nastavení stejná a odpovídá následujícímu:

Provést změnu: Aplikuje efekt se zadanými parametry na původní fotografii.

Náhled: Umožňuje zobrazit efekt aniž bychom měnili původní fotografii.

Storno: Ponechá fotografii bez změny.

Nastavení kontrastu a jasu

Horní posuvník odpovídá změně kontrastu. Čím více je posuvník kontrastu vlevo, tím se zmenšuje rozdílnost fotografie a naopak čím více je posuvník kontrastu vpravo, tím větší rozdílnost u fotografie najdeme.

Jas nastavujeme tehdy, pokud se nám fotografie zdá moc světlá nebo naopak moc tmavá. Jasu odpovídá spodní posuvník. Čím více je posuvník jasu vpravo, tím je fotografie světlejší a naopak čím více je posuvník jasu vlevo, tím obrázek bude tmavší. Původní hodnota jasu i kontrastu fotografie je uprostřed.



Obrázek 30.: Nastavení kontrastu a jasu

Nastavení odbarvení

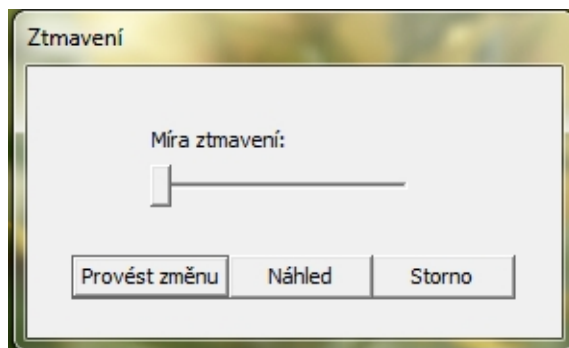
Čím více vpravo bude posuvník, tím více bude výsledná fotografie odbarvená. Posuvník nastavený úplně vlevo odpovídá původní fotografii. Nastavení na hodnotu nejvíce vpravo pak odpovídá plnému odbarvení tzn., že výsledná fotografie bude šedotónová.



Obrázek 31.: Nastavení odbarvení

Nastavení ztmavení

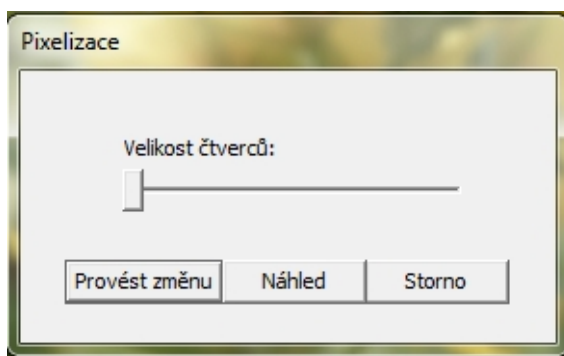
Čím více posuvník posuneme doprava, tím více se nám fotografie ztmaví. Původní hodnota odpovídá posuvníku nastaveném na nejlevější hodnotu posuvníku.



Obrázek 32.: Nastavení ztmavení

Nastavení pixelizace a políčkování

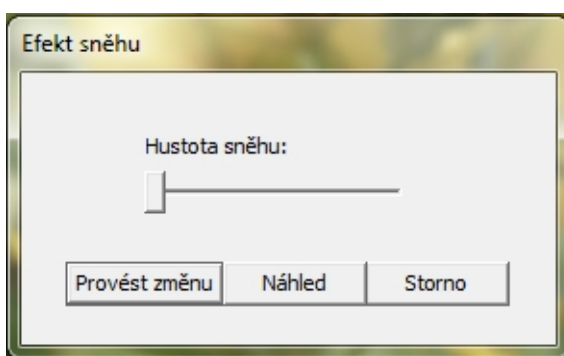
Původní fotografii odpovídá nejlevější hodnota. Čím více posouváme posuvník vpravo, tím větší čtverce jsou použity. Nejpravější hodnota odpovídá čtverci o velikosti menšího rozměru obrázku. U políčkování je stejné nastavení jako u pixelizace. Okno pro nastavení pixelizace i políčkování jsou shodné, proto je uveden pouze jeden obrázek.



Obrázek 33.: Nastavení pixelizace

Nastavení efektu sněhu

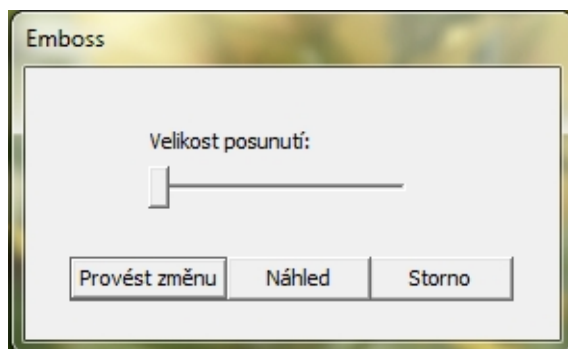
Posuvník odpovídá hustotě sněhu. Čím více posouváme posuvník vpravo, tím větší hustota sněhu bude na fotografii. Původní fotografii odpovídá nejlevější hodnota posuvníku.



Obrázek 34.: Nastavení efektu sněhu

Nastavení emboss

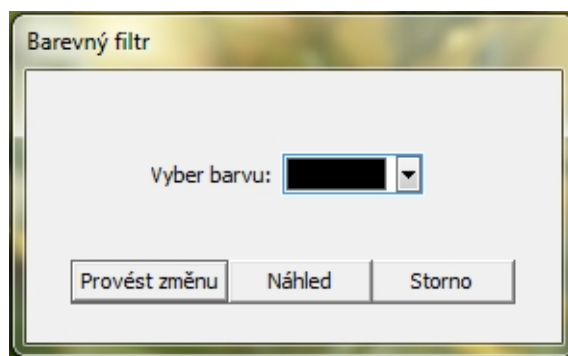
Posuvník odpovídá velikost posunu protlačení. Čím více posuneme posuvník doprava, tím větší bude posun protlačení. Nejlevější hodnota posuvníku odpovídá čistě šedé fotografii tzn., že jsme neprovedli žádný posun.



Obrázek 35.: Nastavení emboss

Nastavení barevného filtru

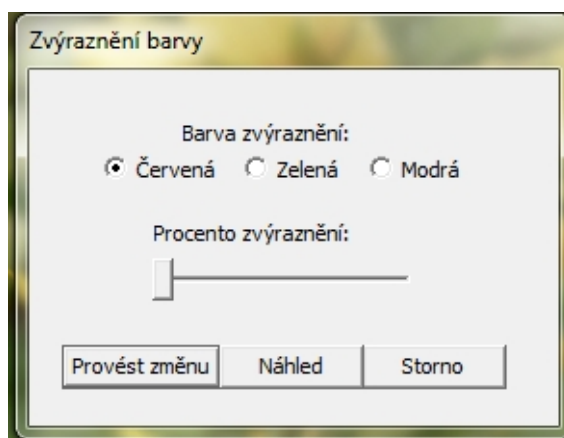
Tlačítko vyber barvu odpovídá barvě, na kterou budeme chtít převést fotografii. Po zmáčknutí tlačítka se otevře nabídka pro výběr barvy.



Obrázek 36.: Nastavení barevného filtru

Nastavení zvýraznění barevného kanálu

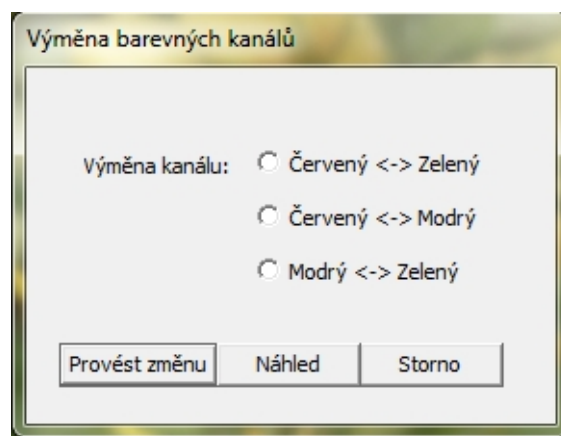
Pomocí přepínače stačí navolit barevný kanál. Posuvník odpovídá procentu zvýraznění. Tedy nejlevější hodnota posuvníku odpovídá 0% zvýraznění a nejpravější hodnota odpovídá maximálnímu zvýraznění tedy 100% zvýraznění .



Obrázek 37.: Nastavení zvýraznění barevného kanálu

Nastavení výměny barevných kanálů

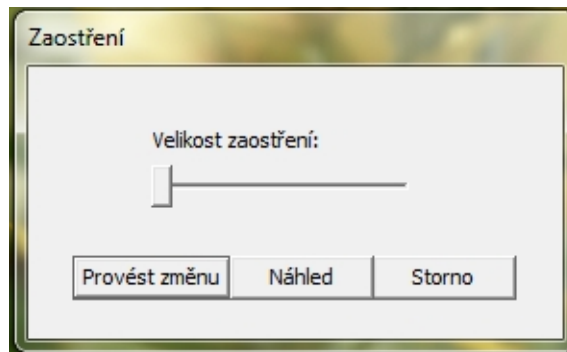
Pomocí přepínače stačí navolit možnost změny.



Obrázek 38.: Nastavení změny barevných kanálů

Nastavení zaostření

Čím více se posune posuvník doprava, tím většího zaostření dosáhneme.



Obrázek 39.: Nastavení zaostření

5.3. Programátorská příručka

Popis jednotlivých tříd:

Filter Tato třída v sobě obsahuje všechny využití filtry a kouzelnou hůlku.

Image Třída reprezentující obrázek a práci s ním jako je otočení, zrcadlení.

ImageCollection Zásobníkový kontejner obrázků. Využití v historii.

ImageMask Zastupuje výběr obrázku, tedy masku, podle které se filtry aplikují.

Draw Zajišťuje vykreslení, posun a změnu velikosti obrázku pomocí OpenGL.

OpenGLControl Propojuje MFC prostředí s OpenGL.

EditorView Třída starající se o chod uživatelského prostředí.

EditorDocument Třída zastupující obrázek, se kterým právě pracujeme.

Matrix Pomocná třída reprezentující matice pro výpočet konvoluce.

Závěr

Cílem bakalářské práce byl jednoduchý grafický editor umožňující práci s digitální fotografií. Vytvořená aplikace tyto požadavky splňuje. V dnešní době existuje spousta grafických editorů, avšak dle mého názoru jsou většinou složité nebo drahé. Editor byl navržen tak, aby si s jeho přehledným uživatelským rozhraním poradil každý a zároveň, aby poskytoval vše potřebné pro úpravu fotografií. V průběhu práce jsem narazila na zajímavé problémy, například jak řešit převod báze z prostoru okna aplikace do prostoru OpenGL a naopak. Do budoucna bych ráda výsledný program obohatila o možnost pracovat s více formáty fotografií, přidala zajímavé efekty jako je odstranění červených očí nebo vyrovnání histogramu, které jsem kvůli nedostatku času bohužel nestihla. Tvorba grafického editoru je rozsáhlé téma a může obsahovat spoustu funkcí a proto i vytvoření takovéto aplikace je záležitost na delší dobu.

Reference

- [1] J. Žára, B. Beneš, J. Sochor, P. Felkel. *Moderní počítačová grafika, Druhé vydání*. Computer Press, 2005.
- [2] W. Burger, M. J. Burge. *Digital Image Processing: An Algorithmic Introduction Using Java*. Springer, 2008.
- [3] R. C. Gonzalez, R. E. Woods. *Digital Image Processing*. Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2002.
- [4] W. K. Pratt. *Digital image processing, Third edition*. Wiley-Interscience, New York, 2001.
- [5] Pihan, Roman. *Histogram a jeho praktické použití*. Elektronická publikace, 2005.
- [6] Smith, Zach. *How do I... Convert images to grayscale and sepia tone using C# ?*. Elektronická publikace, 2007.
- [7] J. Friedl, D. Klementa. *Konvoluční matice*. Elektronická publikace, 2007.
- [8] M. Pavelek, E. Janotková, J. Štětina. *Kontrast a jas*. Elektronická publikace, 2007.

A. Obsah přiloženého CD/DVD

bin/

Aplikace EDITOR spustitelná přímo z CD/DVD.

doc/

Dokumentace práce ve formátu PDF, vytvořená dle závazného stylu KI PřF pro diplomové práce, včetně všech příloh, a všechny soubory nutné pro bezproblémové vygenerování PDF souboru dokumentace (v ZIP archivu), tj. zdrojový text dokumentace, vložené obrázky, apod.

src/

Kompletní zdrojové texty programu EDITOR se všemi potřebnými (převzatými) zdrojovými texty, knihovnamy a dalšími soubory pro bezproblémové vytvoření spustitelných verzí programu (v ZIP archivu).

readme.txt

Instrukce pro spuštění programu EDITOR, včetně požadavků pro jeho provoz.

Navíc CD/DVD obsahuje:

data/

Ukázková a testovací data použitá v práci a pro potřeby obhajoby práce.