Grafické formáty GIF a PNG

Graphics formats GIF & PNG

Jiří Fůsek

Bakalářská práce
2008

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav aplikované informatiky
akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří FŮSEK**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Grafické formáty GIF a PNG**

Zásady pro vypracování:

1. **Vytvořte literární rešerši na zadané téma. Ta bude obsahovat historii a vývoj rastrových grafických formátů. Zaměřte se především na formáty GIF a PNG.**
2. **Podrobně popište grafické formáty GIF a PNG. Zaměřte se zejména na jejich strukturu.**
3. **Ze získaných informací vytvořte prezentaci v Powerpointu, která by se dala použít při výuce.**
4. **Proveďte návrh programu, který by dokázal pracovat se soubory GIF a PNG v programovacím jazyce C/C++. Jde zejména o jejich načítání, ukládání a zobrazování.**
5. **Vytvořte program podle předchozího bodu zadání. Vytvořte dokumentaci k programu a zdrojové kódy doplňte komentáři, usnadňující pochopení tohoto kódu.**
6. **Koncepci programu navrhněte tak, aby se se načítání/ukládání formátů GIF a PNG dalo použít i v jiných programech.**

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je vytvořit aplikaci v programovacím jazyce C/C++, která bude umět pracovat s grafickými formáty typu GIF a PNG (jde především o jejich načítání, ukládání a zobrazování), společně s prezentací těchto formátů pro potřeby výuky počítačové grafiky. Dále je důležité vytvořit k tomuto programu patřičnou dokumentaci a zdrojové kódy doplnit o komentáře, usnadňující pochopení celé aplikace. Teoretická část práce se zabývá historií a vývojem rastrových grafických formátů, přičemž důraz je kladen právě na grafické formáty GIF a PNG, u kterých je navíc podrobně zpracován popis jejich struktury.

Klíčová slova: GIF, PNG, FreeImage, C++

ABSTRACT

The aim of the bachelor´s thesis is to create application in programming language C/C++, which will deal with graphics formats – type GIF and PNG (their retrieving, saving and displaying) in conjuction with the presentation of these formats for education of computer graphic.Then is important to create for this programme an appropriate documentation and in source codes complete the commentary, which help us to understand the whole application. The theoretical part of the thesis is engaged in the history and the progress of the raster graphic formats, first of all graphics formats GIF and PNG, which structure is detaily described.

Keywords: GIF, PNG, FreeImage, C++

Poděkování:

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu práce panu Ing. Pavlu Pokornému, Ph.D. za cenné rady v průběhu řešení této práce a hlavně za „betatesting“ programu a upozornění na řadu chyb či nápadů. Dále bych chtěl poděkovat rodičům a přátelům za jejich podporu při studiu.

Motto:

„U počítačů není nic nemyslitelné, natož pak nemožné - kromě toho, co je potřeba.“

„Dítě, které dosáhne rukama na klávesnici, přijde hned při první příležitosti na kombinaci kláves, kterou se dá něco zničit. Existuje-li více možností, pak si vybere tu, která má nejkatastrofálnější následky.“

Murphyho počítačové zákony

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně …….

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD

Grafické formáty stanovují pravidla, podle kterých je obrázek uložen v souboru. Některé formáty mohou do souboru ukládat i další informace, např. náhled obrázku v malém rozlišení, informace o expozici, datu a čase pořízení a podobně.

Formát grafického souboru je formát, ve kterém jsou grafická data – data popisující grafickou předlohu – uložena ve formě souboru. Tyto soubory byly zavedeny z toho důvodu, že postupně vyvstávala potřeba ukládat, organizovat a znovu obnovovat grafická data efektivně a logicky.

Prakticky každá důležitá aplikace vytváří a ukládá nějaká grafická data. I ty nejjednodušší textové editory, pracující ve znakovém módu, dovolují vytvářet soubory, které obsahují čáry vytvořené z ASCII znaků nebo z escape – posloupností. GUI aplikace, které jsou v dnešní době velmi rozšířené, potřebují podporu hybridních formátů kvůli spolupráci s bitmapovými daty v textových dokumentech. Databáze rozšířené o grafické předlohy rovněž dovolují ukládat v jednom souboru bitmapová a textová data dohromady. Navíc, grafické soubory jsou důležitým transportním mechanismem, který podporuje vizuální data mezi aplikacemi a systémem počítače.

Tuto práci jsem si vybral především proto, abych zdokonalil své programovací schopnosti spočívající v návrhu aplikace, výběru co nejvhodnější knihovny a maximálního využití možností, které daná knihovna nabízí. Práce je rozčleněna na teoretickou a praktickou část.

V teoretické části je cílem podrobně popsat rastrové grafické formáty GIF a PNG. Stručně charakterizovat jejich historii, vývoj, využití, výhody a nevýhody a hlavně důkladně rozebrat jejich strukturu.

V praktické části jsem v programovacím jazyce C/C++ navrhl a naprogramoval s využitím knihovny FreeImgae aplikaci, která umí pracovat s grafickými formáty GIF a PNG. Kromě standardních věcí jako je jejich načítání, zobrazovaní a ukládání umožňuje aplikace také základní transformace s načtenými obrázky jako je např. změna velikosti obrázku, otočení obrázku o zadaný počet stupňů nebo inverzi barev. Program je také řádně popsán a zdokumentován v praktické části textu. Součástí práce je ještě vygenerovaná dokumentace pomoci programu Doxygen, která detailně popisuje strukturu aplikace a také prezentace vytvořená programem Microsoft PowerPoint, popisující grafické formáty GIF a PNG, určená jako pomůcka pro výuku předmětu Počítačová grafika.

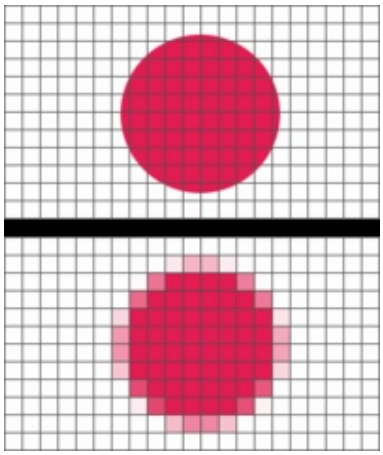
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 BITMAPOVÁ GRAFIKA

Bitmapová grafika (rastrová grafika) je jeden ze dvou základních způsobů, jakým počítače ukládají a zpracovávají obrazové informace. Spolu s vektorovou grafikou představují dva základní způsoby ukládání obrázků. [1]

Už podle názvu je patrné, že grafika je složena z rastru (tedy jakési pomyslné sítě bodů, tzv. bitmapy), kde každý bod má definovanou svou barvu a jas. Při určitém množství a jemnosti rastru začnou body opticky splývat a vytvoří obraz.

Obrázek č. 1 - Převod obrazu do bitmapové grafiky



1.1 Definice obrazu v bitmapové grafice

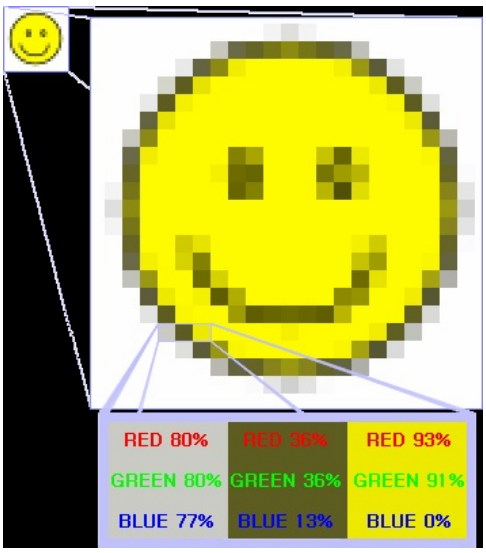
U bitmapové grafiky je obraz definován pomocí zpravidla čtvercového rastru pixelů nebo bodů, z nichž každý nese svou vlastní informaci o vzhledu. U obrázků v barevném modelu RGB má každý pixel alespoň tři bajty – pro každou z barev (R – red, G – green, B – blue) je definována její intenzita. Čím hlubší barevný prostor (čím více možných barevných tónů), tím datově objemnější informace o každém bodu. Nejmenší barevnou hloubku má černobílá grafika, kde pro vyjádření stavu bílá a černá stačí každému pixelu pouze jeden bit. Každá bitmapa musí mít definovánu svou výšku (počet pixelů vertikálně), šířku (počet pixelů horizontálně) a barevnou hloubku (počet bitů na pixel). [2]

1.2 Výhody a nevýhody bitmapové grafiky

Výhodou bitmapové grafiky je její široká podpora. Základní formáty jako BMP, GIF, TIF či JPEG lze v současnosti bez problémů otevřít téměř na každém počítači. Další výhodou je nezávislost na obsahu obrázků, jakákoliv dvojrozměrná data lze zaznamenat jako rastrovou grafiku – existují i rastrové fonty, ovšem s nevýhodami uvedenými níže. Na rastrovou grafiku rovněž existuje daleko více obrazových filtrů pro nejrůznější efekty, než na vektorovou grafiku. U fotografií lze například odstraňovat deformaci objektivu známou jako "rybí oko", přidávat odrazy a odlesky, simulovat starý vzhled snímků včetně zrna a artefaktů, rozostřovat části či celou fotografii a mnoho dalšího. [2]

Hlavní nevýhodou bitmapové grafiky je její datová náročnost. Kvůli skutečnosti, že každý bod obrazu musí nést informaci o svém jasu (v případě černobílých bitmap), své barvě (v případě barevných bitmap), případně ještě další informaci o průhlednosti, zabírají rozměrné bitmapy na disku velký úložný prostor.

Obrázek č. 2 – Demonstrace zhoršení kvality bitmapového obrázku při jeho zvětšení

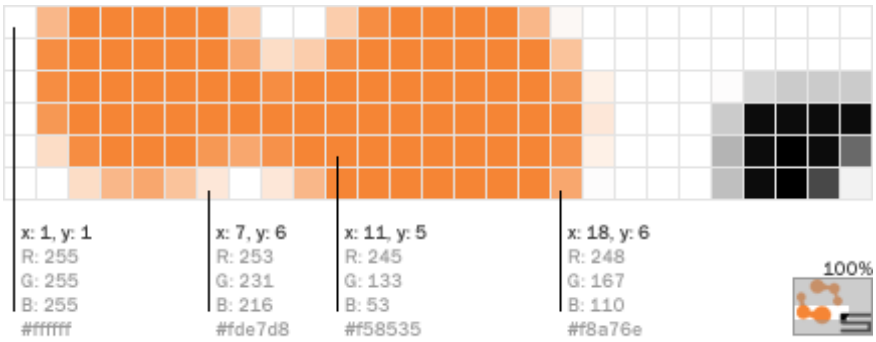


Druhou nevýhodou bitmapové grafiky je, že ji nelze bez snížení kvality zvětšovat. Při zvětšování dochází k interpolaci, kdy se pixely v podstatě roztahují a vyhlazují. V případě kvalitního zvětšovacího algoritmu u specializovaných programů lze dosáhnout zvětšení kvalitních rastrových podkladů (např. fotografií) až o 30 % bez výrazné degradace obrazu, ale spolu s klesající kvalitou zdrojových dat výrazně klesá i možnost dalšího zvětšení. [2]

1.3 Využití bitmapové grafiky

Bitmapová grafika vyniká tam, kde by byla vektorová grafika příliš komplexní (fotografie, složité ilustrace plné stínů a rozmanitých barev atp.) nebo když je třeba zdigitalizovat data, u nichž nelze provést jejich jednoduchou vektorizaci.

Obrázek č. 3 - Ukázka rastrové grafiky se souřadnicemi bodů a jejich RGB a HEX barevnými kódy



Bitmapová grafika má své využití napříč všemi počítačovými obory. Její využití sahá od drobných grafických prvků na internetových stránkách, přes bitmapové textury aplikované na 3D objekty, až po fotografie připravené pro DTP.

Jedním s nejpoužívanějších programů, využívaným pro tvorbu a úpravu rastrové grafiky pro internet a pro tisk, je v současné době Adobe Photoshop. Jeho nativní formát PSD podporuje ukládání rastrové grafiky ve vrstvách spolu s vektorovými objekty a editovatelným textem. Pro kvalitní přenos fotografií se nejčastěji používá rastrový formát TIF (příp. TIFF), který je však, stejně jako většina bezztrátových rastrových formátů, pro svou datovou náročnost nevhodný pro použití na webu či v digitálních fotoaparátech. Na webu je nejrozšířenějším rastrovým formátem GIF, JPEG a PNG. [2]

1.4 Bitmapové formáty

Obrazem **rastrových (bitmapových) formátů** je matice grafických elementů, bodů a pixelů, z nichž posledně jmenovaný má jediný atribut, a to barvu. Tento formát většinou zahrnuje komprimaci a z hlediska počtu barev jej lze použít pro monochromatické a barevné obrazy nebo obrazy ve stupních šedi. Mezi nejběžnější bitmapové formáty patří Windows BitMaP (BMP), Graphics Interchange Format (GIF), Tagged Image File Format (TIFF) a Joint Photographic Experts Group (JPEG). [3]

Soubor, ve kterém je obraz uložen, se skládá z hlavičky (identifikace, verze a informace o uloženém obrazu = pozice, rozměry, poměry stran, počet řádků předlohy, počet pixelů na řádku, hloubka pixelu (= počet možných barev) a způsob uložení grafických dat), dále z palety a samotných dat (informace o barvách pixelů - nejčastěji RGB).

Obrázek č. 4 – Aditivní míchání barev u barevného modelu RGB

Kreslení a úprava v rastrových editorech je realizována pomocí změny barvy bodů. K dispozici jsou základní geometrické tvary, různé typy čar, rozsáhlé možnosti výplní (s možností přechodu barev či vzorků), úpravy rastru (barev, velikostí), výřezy (kopírování, otočení, posun, zrcadlení), retušovací nástroje (zaostření, rozmazání, apod.), rastrové efekty a samotný export do rastrových formátů.

Rastrový formát je ideální pro předlohy z reálného světa, snadné vytváření z dat uložených do paměťového pole. Pixelové hodnoty mohou být měněny hromadně a dalším kladem je snadný přenos na rastrová výstupní zařízení. [3]

2 HISTORIE A VÝVOJ GRAFICKÉHO FORMÁTU GIF A PNG

2.1 GIF

Formát GIF byl poprvé uveden v roce 1987 (verze 87a). Tvůrce, společnost CompuServe, (provozovatel jedné z nejvýznamnějších on-line služeb na počátku 90. let) jej navrhla s jednoznačným akcentem na potřeby on-line přenosu obrazových informací. Pro své vlastnosti se stal GIF záhy velmi populárním prostředkem pro internetové publikování statické, počítačem vytvořené grafiky a také jednodušších animací. Oblibě formátu přitom hodně napomohla rozšířená podoba specifikace, vytvořená v roce 1989 (89a - podpora více obrázků v jednom souboru či průhlednosti). Ke zpracování GIFu vzniklo nepřeberné množství nástrojů, majících podobu příslušných funkcí různých aplikací i specializovaných programů. Plnou podporu zobrazení grafiky v uvedeném formátu nabízí bez výjimky každý současný internetový prohlížeč.

Zásadní komplikací, jež významně ohrozila dominanci GIFu na poli internetové grafiky, se stala patentová kauza, vyvolaná společností Unisys. Ta totiž vlastní patent na LZW kompresi, použitou v rámci GIFu. V roce 1994 začal Unisys nutit výrobce komerčních programů, pracujících s GIFem, k platbě licenčních poplatků. V roce 1999 pak dokonce obdobným způsobem začal usilovat o platby z nekomerčního software či od uživatelů. Uvedená skutečnost vedla k tomu, že mnozí výrobci raději přestali LZW kompresi v GIFu používat, a hlavně se začalo pracovat na vývoji odpovídající volné alternativy - formátu PNG (podnětem byla také některá omezení GIFu), kampaně jako Burn All GIFs pak vyzývaly k náhradě GIFu jinými formáty. I přes uvedené trable si ovšem GIF udržel své výsadní postavení. Krize kolem patentu navíc v podstatě končí, neboť práva Unisysu vypršela v letech 2003 (USA) a 2004 (Japonsko, Evropa, Kanada). [8]

Formát GIF podporuje osmibitovou grafiku, což znamená, že obrázek může mít maximálně 256 barev (každý z 8 bitů může nabývat hodnot 0 nebo 1, pokud uvážíme všechny možné kombinace nul a jedniček v osmici bitů, dostaneme celkem 256 možností). Formát GIF samozřejmě podporuje i menší barevnou hloubku, například 64 nebo 32 barev.

2.1.1 Základní charakteristika

Hlavní vlastností, která napomohla GIFu k jeho popularitě, je malý objem obrázků, uložených v uvedeném formátu. Toho je dosaženo jednak zmíněnou LZW kompresí a dále tím, že obrázky v GIFu mohou obsahovat pouze několik málo barev, maximálně 256 (v módu RGB), přičemž použité barvy jsou k obrázku připojeny v podobě tzv. palety. (Existují i metody, jak s pomocí více palet připojených k obrázku vyjádřit v rámci GIFu TrueColor barvy, uvedená metoda ovšem není příliš optimální a ani příliš podporovaná.) Vzhledem k poslání formátu (zobrazení na obrazovce, nikoli kvalitní tisk) bývají obrázky v uvedeném formátu ukládány v nízkém rozlišení (typicky rozlišení obrazovky, tedy 72 či 96 dpi). Všechny tyto zmíněné vlastnosti činí GIF prakticky nepoužitelným v pre-pressu, i když odpovídající aplikace (sazba, editace bitmap apod.) dokáží soubory v uvedeném formátu (například screenshoty apod.) zpracovat uspokojivým způsobem. [8]

Obrázek č. 5 – Ukázka „zrnitosti“ a ztráty plynulosti barevných přechodů u obrázku typu GIF

GIF nabízí i jiné vlastnosti, zohledňující specifika on-line zobrazení. Konkrétně se to týká tzv. progresivního zobrazení, využívajícího proklad (interlacing), dovolujícího vykreslení hrubého náhledu obrázku již po načtení části souboru. GIF také v omezené míře podporuje průhlednost (transparency), umožňující v obrázku vypustit zobrazení určité barvy (vede k různým zajímavým vizuálním efektům). Možnost uložení více obrázků do téhož souboru je pak využívána k tvorbě animací v uvedeném formátu (zejména reklamní bannery). [8]

Někdo by se při pohledu na uvedený výčet vlastností mohl dotázat, proč vlastně GIF obstojí v konkurenci formátů jako je např. JFIF, JPEG atp. Hlavním důvodem je zde především rozdílná schopnost uvedeného formátu reprodukovat určité typy grafických motivů: JPEG je vhodný spíše pro "přírodní"obrázky, typicky digitální fotografie, zatímco GIF si dokáže lépe poradit s obrázky, obsahujícími pravidelné tvary (typicky elektronická grafika - tlačítka, čáry, loga, kliparty, screenshoty apod.).

2.2 PNG

Impuls pro vytvoření formátu PNG přišel v roce 1994, kdy po dohodě firem Unisys a CompuServe došlo k licenčnímu zpoplatnění za použití formátu GIF. Po následných úpravách licence se začala vztahovat nejen na velké firmy, ale i na programátory vyvíjející freeware, shareware a také programy šířené pod volnou licencí (GPL). Tato politika vyvolala velkou vlnu odporu, která vyvrcholila akcí „Bun All GIFs“, které se zúčastnili jak velké softwarové firmy, tak samotní programátoři na svých soukromých stránkách.

16. 1. 1995 firma CompuServe zahájila vývoj nového grafického formátu GIF, který měl nahradit stávající GIF formát. Nový formát pod názvem GIF24 neměl být zatížený patenty (změna komprimačního algoritmu). Maximální počet barev měl být zvýšen z 256 na 16 milionů.

Současně s vývojem GIF24, ale ne u žádné softwarové firmy, se začal vyvíjet naprosto nový formát, který neměl být vázán žádným patentem ani vztahem k žádné firmě a předčil by tehdejší grafické formáty (především GIF, JPEG). Původní název zněl PBF (Portable Bitmap Format), ale posléze byl změněn na PNG (Portable Network Graphics). [7]

Obrázek č. 6 – Příklad obrázku PNG s 8-bitovou průhledností

2.2.1 Základní charakteristika

PNG je grafický formát určený pro bezeztrátovou kompresi rastrové grafiky. Byl vyvinut jako zdokonalení a náhrada formátu GIF, který byl patentově chráněný (LZW84 algoritmus), dnes jsou patenty prošlé. PNG nabízí podporu 24 bitové barevné hloubky, nemá tedy jako GIF omezení na maximální počet 256 barev současně. PNG tedy do jisté míry nahrazuje GIF, nabízí více barev a lepší kompresi (algoritmus Deflate + filtry). Navíc obsahuje osmibitovou průhlednost (tzv. alfa kanál). To znamená, že obrázek může být v různých částech různě průhledný (tzv. RGBA barevný model). Nevýhodou PNG oproti GIF je praktická nedostupnost jednoduché animace, pro kterou sice existují 2 návrhy APNG a MNG, které se ale zatím neprosadily. PNG se stejně jako formáty GIF a JPEG používá na internetu. [7]

3 ANATOMIE GRAFICKÉHO FORMÁTU GIF

3.1 Interní struktura formátu GIF

V první řadě je třeba si vysvětlit, jakým způsobem jsou data v grafickém formátu GIF interně ukládána.

Celý soubor (resp. v případě přenosu po datových sítích "pouhý" tok bytů) je rozdělen do bloků, z nichž některé jsou povinné, některé se musí vyskytovat na určitém místě souboru, další se mohou opakovat apod. Povolené bloky, které se mohou v GIFu vyskytovat, jsou popsány v následující tabulce spolu s informací, zda se jedná o bloky povinné (tj. bloky, které se musí vyskytovat v každém validním souboru) a zda je možné bloky v rámci jednoho souboru opakovat (pro účely animací, slideshow apod.). Dále je u každého bloku uvedeno, zda se jeho definice vyskytovala už ve specifikaci GIF87a či až v novější specifikaci GIF89a. [5]

Tabulka č. 1 – Tabulka povolených bloku vyskytujících se v souborech typu GIF

Název bloku	Povinná položka?	Lze opakovat?	Verze
signatura GIFu	ano	ne	87a
verze souboru	ano	ne	87a
popis logické obrazovky	ano	ne	87a
globální barvová paleta	ne	ne	87a
rozšiřující grafický blok	ne	ano	89a
popis rámce	ano	ano	87a
lokální barvová paleta	ne	ano	87a
data rámce (pixely)	ano (pro rámec)	ano	87a
rozšiřující informace (textové, binární)	ne	ano	89a
ukončovací znak GIF souboru	ano	ne	87a

Pro zjednodušení je dobré popis interní struktury GIFu ukázat na nejjednodušším prakticky použitelným souborem, který je možné vytvořit. Podrobný popis bude uveden v následující kapitole. Zde si však nejprve řekněme, jaké bloky je nutné i v tom nejjednodušším obrázku použít a v jakém pořadí.

3.1.1 Pořadí bloků souboru tvořeném jedním nebo více rámci

Tabulka č. 2 - Tabulka znázorňující pořadí bloků v souborech typu GIF

Pořadí	Název bloku
1	signatura GIFu
2	verze souboru
3	popis logické obrazovky
4	globální barvová paleta
5	popis rámce
6	data rámce (pixely)
7	ukončovací znak GIF souboru

Výše uvedeným způsobem jsou uloženy prakticky všechny statické GIFy, tj. GIFy neobsahující animaci ani optimalizaci s využitím více rámců. V případě, že se ukládají animované GIFy, je nutné každý snímek animace reprezentovat pomocí minimálně jednoho rámce a mezi tyto rámce vložit pauzu pomocí rozšiřujícího grafického bloku. V případě, že se má animace opakovat, je nutné přidat i informaci o počtu opakování (popř. o nekonečné animaci), což se děje pomocí bloku aplikačního rozšíření. Animace tvořená třemi snímky (rámci) bude mít následující strukturu: [5]

Tabulka č. 3 - Tabulka znázorňující pořadí bloků v souboru typu GIF tvořeném třemi rámci

Pořadí	Název bloku
1	signatura GIFu
2	verze souboru
3	popis logické obrazovky
4	globální barvová paleta
5	aplikační rozšiřující blok se smyčkou
6	první rozšiřující grafický blok (nastavení zpoždění)
7	první popis rámce
8	první lokální barvová paleta (pouze pokud se liší od globální)
9	první data rámce (pixely)
10	druhý rozšiřující grafický blok (nastavení zpoždění)
11	druhý popis rámce
12	druhý lokální barvová paleta (pouze pokud se liší od předchozí)
13	druhý data rámce (pixely)
14	třetí rozšiřující grafický blok (nastavení zpoždění)
15	třetí popis rámce
16	třetí lokální barvová paleta (pouze pokud se liší od předchozí)
17	třetí data rámce (pixely)
18	ukončovací znak GIF souboru

3.2 Binární podoba obrázku typu GIF o velikosti 1x1 pixel

Absolutně nejmenší obrázek typu GIF, který je možné zobrazit ve všech prohlížečích, obsahuje pouze globální barvovou paletu se dvěma položkami, jeden rámec o rozlišení 1×1 pixel a v něm uložený pouhopouhý jeden pixel. Délka souboru je rovna 35 bytům, což se sice na první pohled může zdát mnoho, ale "konkurenční" minimální PNG má celých 65 bytů. Teoreticky je sice možné GIF ještě zmenšit, například vynecháním globální barvové palety či dokonce celého rámce, ale takto vytvořený GIF mnoho prohlížečů odmítne zpracovat. Zde se tedy budeme zabývat 35-bytovým miniobrázkem, který má při zobrazení v některém z hexadecimálních editorů (**KHexEdit**, **bvi**, **vim** s **xxd**, **Hiew**, **biew**, **Dos Navigátor** nebo např. český **PSpad** obsahující hexadecimální editor) tento tvar: [5]

```
0000000: 47 49 46 38 39 61 01 00 01 00 80 00 00 ff 80 00

0000010: ff ff ff 2c 00 00 00 00 01 00 01 00 00 02 02 44

0000020: 01 00 3b
```

	0001	0203	0405	0607	0809	0A0B	0C0D	0E0F	0123456789ABCDEF
00	4749	4638	3961	0100	0100	8000	00FF	8000	GIF89a....€..˙€.
10	FFFF	FF2C	0000	0000	0100	0100	0002	0244	˙˙˙,...........D
20	0100	3B							..;

Obrázek č. 7 - Ukázka nejmenšího možného obrázku typu GIF zobrazeného v multieditoru PSpad

Jak už bylo uvedené výše, obsahuje tento soubor sedm bloků: signaturu GIF, verzi souboru, popis logické obrazovky, globální barvovou paletu, popis rámce, data rámce a ukončovací znak GIF souboru. Všechny zmiňované bloky jsou uloženy za sebou, takže si předchozí zápis můžeme blíže ujasnit a rozepsat v následující tabulce.

3.2.1 Význam jednotlivých sekvencí bytů

Offset (dec)	Byte či sekvence (hex)	Význam bytové sekvence
00	47 49 46	ASCII řetězec 'GIF' – "magické" číslo souboru (signatura GIF)
03	38 39 61	ASCII řetězec '89a' – verze GIFu
06	01 00	šířka logické obrazovky: jeden pixel
08	01 00	výška logické obrazovky: jeden pixel
10	80	bitové pole: povolení globální barvové palety
11	00	index barvy pozadí
12	00	poměr výšky a šířky pixelu: 1÷1
13	ff 80 00	první barva v paletě: oranžový odstín
16	ff ff ff	druhá barva v paletě: čistě bílá
19	2c	značka začátku rámce
20	00 00	x-ová pozice levého okraje rámce: nultý sloupec
22	00 00	y-ová pozice horního okraje rámce: nultý řádek
24	01 00	šířka rámce: jeden pixel
26	01 00	výška rámce: jeden pixel
28	00	bitové pole: bez barvové palety, bez prokládání a animace
29	02	počáteční velikost LZW kódu v bitech-1
30	02	velikost bloku zakódovaného pomocí LZW
31	44 01	zakódovaná data rámce (jeden pixel s nulovým indexem)
33	00	ukončovací znak bloku zakódovaného pomocí LWZ
34	3b	ukončovací znak GIF souboru: znak ';'

Tabulka č. 4 - Význam bytů v jednotlivých blocích souboru typu GIF

Rozpoznání jednotlivých bloků a informací v nich uložených si můžeme popsat ještě podrobněji:

1. Každý soubor typu GIF musí začínat jeho *signaturou*, což je sekvence bytů s hexadecimálními hodnotami **0x47**, **0x49** a **0x46**. Po převodu do ASCII můžeme tuto sekvenci číst jako řetězec 'GIF'.

2. Ihned po signatuře GIFu musí následovat další trojice bytů, která udává *verzi GIFu*. V současné době (a pravděpodobně i v budoucnosti) je možné použít pouze dvě verze, první je GIF87a (sekvence bytů **0x38 0x37 0x61**) a druhá GIF89a (sekvence bytů **0x38 0x39 0x61**).

3. Po signatuře je uložen *popis logické obrazovky*. Nejprve je na dvou bytech uvedena šířka obrazovky v pixelech, následuje výška obrazovky, samozřejmě taktéž v pixelech. Stejně jako u dalších vícebytových polí, i u hodnot šířky a výšky jsou byty uspořádány v pořadí nižší-vyšší (little endian). V našem obrázku, který má rozlišení nastaveno na 1×1 pixel, tedy bude šířka i výška nastavena na hexadecimální hodnotu **0x01 0x00**.

4. Posléze následuje bitové pole, ve kterém je uvedeno, zda je použita globální barvová paleta (sedmý bit), počet bitů na pixel-1 (bity 3-6), zda je barvová paleta setříděna (bit 2) a konečně délka barvové palety (bity 0 a 1). Skutečná délka palety se vypočte podle vzorce: $2^{hodnota+1}$. V našem obrázku je použita globální barvová paleta a její délka je rovna 2 (zapisujeme jako nulu, protože $2^{0+1}=2$), tj. hodnota zapsaná do bitového pole je rovna **0x80**.

5. Další byte obsahuje index barvy, která je použita jako pozadí v případě, že by plocha rámců nevyplnila celý obrázek. My tuto hodnotu prozatím nevyužijeme, proto zde může být nula – **0x00**.

6. Následuje byte, ve kterém je uveden poměr mezi výškou a šířkou pixelu. Vztah pro výpočet je následující: Aspect Ratio=(Pixel Aspect Ratio+15)/64. Pokud je v tomto byte uložena nula (**0x00**), není poměr specifikovaný. U verze GIF87a není tento byte využit a podle specifikace zde musí být zapsána hodnota nula. Tímto bytem také končí blok s informacemi o logické obrazovce a následuje *globální barvová paleta*.

7. Jelikož je délka globální barvové palety rovna nule, obsahuje paleta pouze dvě barvy, každou reprezentovanou trojicí bytů. První barva, tj. barva s indexem nula, má barvové složky RGB nastaveny na hodnoty **0xff 0x80 0x00**, tj. jedná se v tomto případě o oranžový odstín. Druhá barva má barvové složky nastaveny na maximální hodnoty (**0xff 0xff 0xff**), tj. jedná se o čistě bílou barvu.

8. Po globální barvové paletě ihned následuje *hlavička rámce*. Ta je v souboru rozpoznána značkou začátku rámce, tj. bytem s hodnotou **0x2c**. Odpovídající ASCII znak je ',' (čárka), což je pro oddělovač vhodná mnemotechnická pomůcka.

9. Dva byty za značkou udávají x-ovou pozici levého okraje rámce, další dva byty pak y-ovou pozici horního okraje rámce. Vzhledem k tomu, že rámec začíná v levém horním rohu obrázku, jsou zde uloženy nulové hodnoty (**0x00 0x00 0x00 0x00**).

10. Hlavička rámce pokračuje dvěma byty se šířkou rámce a dalšími dvěma byty s jeho výškou. Obě hodnoty nastavíme na jedničku, protože rámec bude mít rozlišení 1×1 pixel (**0x01 0x00 0x01 0x00**).

11. Následuje bitové pole, ve kterém je uvedeno, zda se v rámci bude používat lokální barvová paleta (sedmý bit), zda je rámec prokládán (šestý bit), zda jsou barvy v lokální barvové paletě setříděny (pátý bit) a konečně délka lokální barvové palety (bity 0-2). Vzhledem k tomu, že lokální barvovou paletu nepotřebujeme, je v tomto bitovém poli uložena hodnota **0x00**. Pokud by byla lokální barvová paleta přítomna, začínala by ihned za tímto bytem.

12. Po hlavičce rámce již začíná sekce s *daty rámce* (pixely). Jednotlivé pixely jsou kódovány pomocí LZW algoritmu. Dekodér potřebuje při své inicializaci znát počáteční velikost kódu ukládaného do hashovací tabulky. Tato velikost odpovídá počtu bitů na pixel zvýšeného o jedničku. Pro náš (maximálně dvoubarevný) obrázek by tedy měla být velikost nastavená na dvojku, vzhledem k implementačním detailům LZW je však definitoricky nastavena na trojku, tj. kód má velikost tři bity. V souboru je tato velikost snížena o jedničku, tj. nalezneme zde hodnotu **0x02**. Hashovací tabulka je inicializována do podoby ukázané níže.

13. Následuje byte udávající velikost bloku zakódovaného pomocí LZW. Kód pro náš jediný pixel se kupodivu musí rozepsat na dva byty, proto je i zde uložena hodnota **0x02**.

14. Následují vlastní obrazová data komprimovaná algoritmem LZW. Tato data mají délku dva byty a hodnotu **0x44 0x01**. Po rozpisu do binární podoby získáme bitový vzorek 01000100 a 00000001, který musíme správně dekódovat. Víme, že velikost kódu je nastavena na tři bity, takže bitový vzorek rozložíme do trojic: 100 000 101 ??? ??? ? (začíná se od bitu s nejnižší váhou, hranice bytů se prostě překračují). První trojice bitů tvoří Clear code, ten zde musí být vždy umístěn, aby se hashovací tabulka dekodéru správně inicializovala. Následuje trojice bitů 000, což je první index do barvové palety (oranžová barva). Poslední trojice bitů značí End of LZW code, čímž je dekodéru řečeno, že má tuto fázi zpracování rámce ukončit. Hodnoty dalších bitů ve druhém byte nás tedy nezajímají, jsou zde uloženy jako výplň.

15. Náš jediný pixel je uložen, proto se celý blok ukončí takzvaným ukončovacím znakem, který má hodnotu **0x00**.

16. V obrázku je použitý pouze jeden rámec, je tedy na čase celý soubor uzavřít. K tomu slouží byte, jehož ASCII hodnota je rovna znaku ';' a hexadecimální kód je tedy **0x3b**. Teoreticky by za tímto kódem mohla následovat další data, prohlížeč by je však měl ignorovat. [5]

Tabulka č. 5 – Význam jednotlivých trojic bitů komprimovaných dat souboru typu GIF

Bitový vzorek	Význam
000	první index do barvové palety
001	druhý index do barvové palety
100	clear code (CC) – inicializace hashovací tabulky
101	end of LZW code (EC)

4 ANATOMIE GRAFICKÉHO FORMÁTU PNG

4.1 Obecné informace o struktuře souborů PNG

Mnozí programátoři považují PNG za jeden z nejlépe navržených binárních souborových formátů. Autoři při návrhu uvažovali o několika variantách interní struktury tohoto grafického formátu.

Jednou z uvažovaných variant byl čistě textový popis obrazových dat ve stylu formátů PBM, PGM a PPM (Portable BitMap, Portable GrayMap, Portable PixelMap), přičemž by celý soubor byl před svým uložením na disk zkomprimován programem **gzip** či **bzip2**. Nakonec se od tohoto návrhu, který byl v několika ohledech problematický (čitelnost, zabezpečení, přeskakování bloků dat apod.), upustilo a přešlo se na návrh čistě binárního formátu, což se z dlouhodobého hlediska ukázalo jako krok správným směrem.

Tvůrci PNG se také poučili z mnoha chyb a nedostatků do té doby používaných binárních formátů a navrhli konzistentní interní strukturu PNG, která je na jednu stranu velmi sofistikovaná a na druhou stranu přitom poměrně jednoduchá na implementaci (aplikace mají přesné informace o tom, která data musí načítat a která data mají menší význam). Celý binární soubor s uloženým obrázkem se skládá z **hlavičky**, která je neměnná, tj. neobsahuje ani číslo verze. Za hlavičkou se nachází libovolné množství takzvaných **chunků**, což jsou pojmenované bloky, z nichž každý je opatřen svou délkou, typem a kontrolním součtem CRC (Cyclic Redundancy Check/Cyclic Redundancy Code). [9]

4.2 Hlavička souboru typu PNG

Hlavička PNG byla vytvořena s ohledem na heterogenní prostředí Internetu. Při přenosu souborů v tomto heterogenním prostředí může docházet k nežádoucím modifikacím dat, které je nutné v případě binárního formátu detekovat a vadné soubory (resp. jejich části) nenačítat. Nežádoucí modifikace mohou být několika typů:

1. Při přenosu obrázku přes internet se ztratí nejvyšší bit ve všech bajtech (bit se většinou vynuluje). Tato nežádoucí modifikace může nastat například při přenosu souboru pomocí protokolu FTP nebo při posílání souborů špatně nastaveným e-mailovým klientem (tento problém však mohou způsobit i některé e-mailové servery).
2. Dojde k náhradě ASCII znaku **CR** (*Cursor Return*) za znak **LF** (*Line Feed*). Může se jednat o chybu při přenosu binárního souboru mezi různými platformami, nebo při editaci binárního souboru ve špatně nastaveném textovém editoru.
3. Dojde k náhradě znaku **LF** za znak **CR**. Jedná se o obdobu předchozí chyby.
4. Dojde k náhradě znaku **CR** či znaku **LF** za dvojici znaků **CR+LF**. Tato chyba může nastat při přenosu souboru pomocí protokolu FTP, přeposlání e-mailem či při editaci v textovém editoru.
5. Dojde k náhradě dvojice znaků **CR+LF** za znak **LF** či za znak **CR**. Jedná se o obdobu předchozí chyby.
6. Přenos dat je ukončen po přenesení ASCII znaku, který je na dané platformě považován za znak ukončující standardní vstup. Většinou se jedná o znak **Ctrl+Z** (DOS, Windows) nebo **Ctrl+D** (Unixy). [9]

Hlavička grafického formátu PNG je z těchto důvodů vytvořena tak, aby byly všechny výše uvedené nežádoucí modifikace při načítání souboru detekovány a modifikované soubory odstraněny z dalšího zpracování. Hlavička PNG má délku pouhých osmi bytů, které mají vždy konstantní hodnoty (ve výpisu uvedené hexadecimálně):

```
89  50  4e  47  0d  0a  1a  0a
```

Význam jednotlivých bytů v hlavičce je následující:

Byte	Význam bytu
89	jedná se o byte s nastaveným nejvyšším bitem (detekce sedmibitového přenosu)
50 4e 47	řetězec 'PNG', spolu s prvním bytem jednoznačně detekuje typ souboru na platformách, které typ rozpoznávají z obsahu a ne z koncovky
0d 0a	znaky **CR+LF**, detekce náhrady za jinou sekvenci: **CR**, **LF** či **LF+CR**
1a	znak **Ctrl+Z**, pro příkaz *type* MS-DOSu
0a	znak **LF**, detekce náhrady za **CR+LF** či **LF+CR**

Tabulka č. 6 – Význam bytů v hlavičce souboru PNG

Zde je vidět, že v pouhých osmi bytech se tvůrcům PNG podařilo vytvořit sekvenci bytů, na kterých je možné otestovat, zda přenos s velkou pravděpodobností proběhl v pořádku. Hned první byte byl zvolen tak, aby byl větší než 0x7f, tj. aby měl nastavený nejvyšší bit na jedničku. To má dva významy: detekuje se defektní sedmibitový přenos a některé textové editory soubor správně detekují jako binární a ne ASCII. Dále následují tři znaky tvořící řetězec 'PNG', což způsobuje, že hlavička souboru je částečně čitelná při zběžném pohledu i pro člověka. Následuje dvojice znaků **CR+LF**, na kterých je možné detekovat problémy při přenosu souboru mezi různými platformami. Následuje znak **Ctrl+Z**, který při zadání příkazu: *type obrazek.png* v prostředí MS-DOS/MS-Windows způsobí výpis následujícího textu: „ëPNG“

Obrázek č. 8 – Pokus o otevření obrázku PNG příkazem „type“ v prostředí MS-DOS / WINDOWS

tj. zobrazí se pouze čtyři znaky, za kterými je řádek i výpis ukončen. Nemůže tedy nastat situace, kdy se po zadání příkazu PNG obrazovka zaplní různými "paznaky". Jediným vypsaným paznakem je ono **ë** (či jiný znak v závislosti na lokalizaci), které by mělo uživatele varovat, že se pokouší vypsat obsah binárního souboru. Poslední znak v hlavičce je **LN**, který opět slouží pro detekci, zda nedošlo k jeho náhradě jiným znakem či jinou sekvencí znaků, typicky **CR**, **CR+LF** či **LF+CR**. Ihned za hlavičkou totiž následuje sekvence tří nulových bytů, které by byly náhradou znaku **CR** za dva znaky posunuty, což opět způsobí detekovatelnou chybu při čtení. [9]

Zde stojí za povšimnutí, že nikde není uvedena verze PNG. To je zcela zbytečné, protože informace o tom, která data v obrázku jsou pro korektní zpracování (zobrazení) zapotřebí a která ne, je uvedena přímo u jednotlivých chunků.

Pokud je hlavička korektně načtena, může prohlížeč či jiná aplikace pracující s PNG pokračovat v načítání dalších dat. Před jejich popisem je však třeba se ještě seznámit s významem takzvaných **chunků**, což jsou pojmenované a pomocí kontrolního součtu zabezpečené bloky dat.

4.3 Popis chunků

4.3.1 Obecná struktura chunků

Veškeré informace i metainformace o zpracovávaném obrázku jsou uloženy v blocích dat nazvaných **chunk**y (přibližný překlad je blok). Každý chunk se skládá ze čtyř částí:

1. První část má konstantní velikost čtyři byty a obsahuje celkovou délku datové části chunku. Teoreticky je tedy maximální délka datové části rovna 2^{32}-1 bytům; avšak pro snazší implementaci, například v těch programovacích jazycích, které nemají implementovaný bezznaménkový datový typ (Java), je maximální hodnota délky rovna "pouze" 2^{31}-1 bytů. V praxi jsou však délky chunků o několik řádů menší.
2. Druhá část chunku má opět velikost čtyři byty. Obsahuje jméno (typ) chunku ve formátu čtyř ASCII znaků malé i velké anglické abecedy. Jedná se o ASCII kódy v rozsahu 65-90 a 97-122 decimálně. Jedná se o velmi dobře navržený způsob pojmenování, protože jméno chunku může být načteno a následně rozpoznáno pouhou jednou operací porovnání (32 bitových integerů) bez nutnosti implementace řetězcového porovnání a současně je typ chunku velmi dobře čitelný i pro člověka. Velikost znaků ve jménu (minusky/verzálky) dále určuje, zda je daný chunk pro zpracování obrázku volitelný či povinný – viz. následující podkapitoly.
3. Třetí část chunku je tvořena vlastními daty. Tato část má v některých případech, například u chunku nazvaného **IDAT**, nulovou délku.
4. Poslední čtvrtá část chunku má délku čtyři byty a obsahuje kontrolní součet (CRC) druhé a třetí části, tj. jména (typu) chunku a uložených dat. Vzhledem k tomu, že délka chunku není do kontrolního součtu zahrnuta, je možné CRC generovat přímo při zápisu dat bez nutnosti druhého průchodu v případě, že délka chunku není dopředu známá (například při komprimaci). Použitý polynom má tvar: $x^{32}+x^{26}+x^{23}+x^{22}+x^{16}+x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^{8}+x^{7}+x^{5}+x^{4}+x^{2}+x+1$

Všechny vícebytové položky v chuncích (včetně jejich délky) jsou uloženy v pořadí *big endian*, tj. byte s nejvyšší váhou je v souboru na prvním místě. Použití tohoto uspořádání bytů je pochopitelné, protože většina internetových formátů a protokolů pracuje se stejným uspořádáním, kterému se proto také někdy říká *network byte order*. Na platformách Apple Macintosh, Sun, Atari ST a Amiga se jedná o nativní formát, na platformě i86 je nutné provést převod pomocí knihovních maker. [9]

4.3.2 Způsob pojmenování chunků

Jak už bylo uvedeno výše, jméno (resp. typ) chunku je uloženo ve čtyřech bytech. Vždy se jedná o posloupnost čtyř ASCII znaků malé či velké abecedy, tj. z celkového množství 232 jmen je jich možné použít $(2\times26)^5$=380 204 032, což by mělo po nějaký čas postačovat.

Za povšimnutí stojí fakt, že u kódu ASCII je rozdíl mezi velkým a malým znakem dán pouze změnou jednoho bitu, konkrétně bitu číslo 5. Jinými slovy, znak malé abecedy (minuska) má ASCII kód o 32 vyšší než odpovídající znak velké abecedy (verzála). Vzhledem k tomu, že je jméno chunku tvořeno čtyřmi znaky, máme k dispozici celkem čtyři bity, kterými můžeme rozlišit různou důležitost chunků. Význam pátých bitů každého ze znaků názvu je následující:

1. **Pátý bit prvního znaku názvu:** tento bit určuje, zda je daný chunk pro zpracování obrázku nezbytný. Příkladem chunku, který je nutné vždy zpracovat, je **IHDR**, mezi nepovinný chunk patří **tEXt**.
2. **Pátý bit druhého znaku názvu:** tento bit určuje, zda je typ chunku veřejný (určený specifikací a známý více aplikacím) nebo privátní, tj. dávající smysl pouze jedné či několika málo aplikacím. Díky tomuto bitu nikdy nenastanou kolize mezi oficiálními a aplikačními chunky.
3. **Pátý bit třetího znaku názvu:** je ve verzi PNG 1.0, PNG 1.1 i PNG 1.2 vždy vynulován, tj. třetí znak názvu chunku je vždy zapsán velkým písmenem.
4. **Pátý bit čtvrtého znaku názvu:** tento bit je určen zejména pro grafické editory a konvertory obrázků. Jeho hodnota určuje, zda se při změně obrázku (editaci) má daný chunk uložit zpět do souboru, či zda se se změnou obrázku chunk stane nepoužitelným. Příkladem může být chunk obsahující histogram (**hIST**) – při změně obrázku dojde i ke změně histogramu, a proto není korektní provést kopii chunku ze zdrojového obrázku do obrázku cílového (něco jiného ovšem je vytvoření chunku stejného typu, ale s jiným obsahem). [9]

4.3.3 Nejvýznamnější povinné chunky

Prakticky každý obrázek typu PNG obsahuje tři povinné chunky v následujícím pořadí:

Tabulka č. 7 – Pořadí povinných chunků v souboru typu PNG

Typ chunku	Název chunku
IHDR	hlavička obrázku
IDAT	datová část – pixmapa
IEND	ukončující značka

U obrázků obsahujících barvovou paletu přibývá ještě jeden typ chunku (paletu) a formát je následující:

Tabulka č. 8 – Pořadí povinných chunků u obrázku obsahující barvovou paletu v souboru typu PNG

Typ chunku	Název chunku
IHDR	hlavička obrázku
PLTE	barvová paleta
IDAT	datová část – pixmapa
IEND	ukončující značka

Dále je potřeba si vysvětlit formát dvou důležitých chunků, kterými jsou **IHDR** a **IEND**.

4.3.3.1 Chunk typu IHDR

V chunku typu **IHDR** je uložena hlavička obrázku. Ta je odlišná od výše uvedené hlavičky celého souboru, protože obsahuje základní metainformace o uloženém obrázku, zejména jeho rozlišení, bitovou hloubku, typ kódování barev a použitou filtraci. Vzhledem k tomu, že datová část hlavičky obrázku má vždy délku 13 bytů, začíná chunk posloupností **0x00 0x00 0x00 0x0d**. Hlavička obrázku musí být uvedena ihned za hlavičkou PNG, při čtení je tedy nutné otestovat, zda se ihned po přečtení hlavičky PNG objeví tato posloupnost. Pokud tomu tak není, mohlo dojít k poškození souboru. [9]

Datová část chunku **IHDR** obsahuje následující položky:

Tabulka č. 9 – Význam offsetů IHDR chunku v souboru typu PNG

Offset	Počet byte	Význam
00	4	šířka obrázku uvedená v pixelech
04	4	výška obrázku uvedená v pixelech
08	1	bitová hloubka pixelů v barvovém kanálu (povolené hodnoty jsou 1, 2, 4, 8 a 16)
09	1	typ kódování barev (viz další tabulka)
0a	1	použitá metoda komprimace (musí zde být 0-deflate)
0b	1	použitá metoda filtrace (musí zde být 0-adaptivní filtrace)
0c	1	prokládání obrázku (0-bez prokládání, 1-prokládání)

Metody komprimace i filtrace musí být v současnosti nastaveny na nulu. Pokud je obrázek prokládaný, je příslušný byte nastaven na **0x01**, v opačném případě na **0x00**. Dále je třeba vysvětlit vztah mezi bitovou hloubkou pixelů v barvovém kanálu a typem kódování barev.

V současnosti je možné využít následující kombinace:

Tabulka č. 10 – Vztah mezi bitovou hloubkou pixelů a typem kódování barev u souboru typu PNG

Typ kódování barev	Bitová hloubka	Popis
0	1,2,4,8,16	Obrázek ve stupních šedi (popř. černobílá pérovka)
2	8,16	Plnobarevný (true color) obrázek typu RGB
3	1,2,4,8	Obrázek s barvovou paletou (v souboru musí existovat chunk **PLTE**)
4	8,16	Obrázek ve stupních šedi a průhledností (alfa kanálem) – nepříliš používaná kombinace
6	8,16	Obrázek, kde každý pixel obsahuje všechny čtyři hodnoty RGBA (tj. kromě tří barvových složek i alfa kanál)

4.3.3.2 Chunk typu IEND

Chunk **IEND** by se měl nacházet na konci každého PNG souboru, aby byl načítací program informován, že může ukončit načítání a že se soubor přenesl celý. Tento chunk neobsahuje žádnou datovou část, proto je jeho bytová sekvence o délce dvanácti bytů vždy stejná (**0x00 0x00 0x00 0x00 0x49 0x45 0x4e 0x44 0xae 0x42 0x60 0x82**). [9]

Tabulka č. 11 – Význam jednotlivých sekvencí bytů v chunku IEND u souboru typu PNG

Sekvence bytů	Význam
00 00 00 00	Délka datové části chunku: 0
49 45 4e 44	Sekvence ASCII znaků 'IEND'
ae 42 60 82	CRC tohoto chunku

4.3.4 Nejvýznamnější nepovinné chunky

Zde je soupis nejvýznamnějších nepovinných chunků, které se mohou v grafických souborech PNG vyskytnout.

Tabulka č. 12 – Nejvýznamnější nepovinné chunky v grafických souborech PNG

Typ chunku	Název chunku
gAMA	Gamma Value
bKGD	Background Color
tIME	Timestamp
tEXt	zTXt Latin-1 Text Annotations
iTXt	International Text Annotations
hIST	Histogram
sPLT	Suggested Palette
sBIT	Significant Bits
pHYs	Physical Pixel Dimensions
sCAL	Physical Scale
oFFs	Image Offset
pCAL	Pixel Calibration
fRAc	Fractal Parameters
gIFg	gIFx GIF Conversion Info
gIFt	GIF Plain Text

4.4 Struktura souboru PNG s obrázkem uloženým ve stupních šedi

Obrázky uložené ve stupních šedi mají v hlavičce obrázku, tj. v metainformacích popisujících obrázek, nastaven typ kódování barev na 0. Počet bitů na pixel může nabývat hodnot 1, 2, 4, 8 nebo 16; zde se budeme zabývat strukturou obrázku s pixely uloženými v bitové hloubce 8 bitů na pixel (bpp – bits per pixel), ve kterých je možné vzájemně rozlišit maximálně 2^8=256 odstínů šedi. Jedná se o prakticky nejběžnější formát tzv. grayscale obrázků, jiný počet bitů na pixel (např. 16) se uplatňuje ve speciálních případech, například v lékařství. Konkrétní binární podoba obrázku o rozlišení 1×1 pixel uloženého ve stupních šedi je popsána v následující podkapitole.

4.4.1 . Binární podoba obrázku uloženého ve stupních šedi

Nejmenší obrázek uložený ve stupních šedi při 8 bpp (bitech na pixel) má rozlišení 1×1 pixel a jeho celková délka při uložení do formátu PNG je 67 bytů. To je skoro dvakrát více, než u formátu GIF, kde měl nejmenší obrázek s tímtéž rozlišením velikost pouhých 35 bytů. Rozdílná délka je způsobena zejména poměrně velkými hlavičkami chunků (12 bytů) u PNG oproti formátu GIF, kde mají některé bloky dat délku menší, někdy dokonce pouhý jeden byte (například ukončující blok). Při práci s obrázky většími než cca 30×30 pixelů se však velikosti souborů většinou obrací, protože soubory PNG bývají díky filtrům a lepšímu komprimačnímu algoritmu menší. Vraťme se však k našemu 1-pixelovému obrázku uloženému ve formátu PNG. Při prohlížení binárních informací takového to obrázku pomocí hexadecimálního editoru (**KHexEdit**, **bvi**, **vim** s **xxd**, **Hiew**, **biew**, **Dos Navigátor** nebo např. český **PSpad** obsahující hexadecimální editor) uvidíme následující sekvenci bytů. Všechny další údaje, tj. jak offsety od začátku souboru, tak i jednotlivé byty, jsou zapsány hexadecimálně. [13]

```
0000000: 89 50 4e 47 0d 0a 1a 0a 00 00 00 0d 49 48 44 52
0000010: 00 00 00 01 00 00 00 01 08 00 00 00 00 3a 7e 9b
0000020: 55 00 00 00 0a 49 44 41 54 78 da 63 60 00 00 00
0000030: 02 00 01 e5 27 de fc 00 00 00 00 49 45 4e 44 ae
0000040: 42 60 82
```

Zde je třeba si význam jednotlivých bytů v PNG obrázku ozřejmit:

Tabulka č. 13 – Význam jednotlivých sekvencí bytů u obrázku typu PNG uloženém ve stupních šedi

Sekvence bytů	Význam sekvence
	Hlavička souboru typu PNG
89	úvodní byte souboru typu PNG pro detekci sedmibitového přenosu
50 4e 47	řetězec 'PNG' pro detekci typu souboru v některých operačních systémech
0d 0a	znaky **CR+LF**, detekce náhrady za jinou sekvenci
1a	znak **Ctrl+Z** pro ukončení výpisu obsahu souboru v MS-DOSu
0a	znak **LF**, detekce nechtěného ASCII přenosu
	Hlavička obrázku (metainformace)
00 00 00 0d	délka dat hlavičky je 13 bytů
49 48 44 52	řetězec 'IHDR' – typ chunku
00 00 00 01	šířka obrázku je jeden pixel
00 00 00 01	výška obrázku je také jeden pixel
08	bitová hloubka je 8bpp (odpovídá 256 odstínům šedi)
00	typ obrázku 0 – stupně šedi
00	použitá metoda komprimace (0=deflate)
00	použitá metoda filtrace (0=adaptivní filtrace)
00	prokládání obrázku (0=bez prokládání)
3a 7e 9b 55	CRC hlavičky obrázku
	Data obrázku
00 00 00 0a	délka chunku s daty je 10 bytů
49 44 41 54	řetězec 'IDAT' – typ chunku
78 da 63 60	
00 00 00 02	
00 01	10 bytů reprezentujících jeden pixel obrázku ve formátu grayscale
e5 27 de fc	CRC dat obrázku
	Ukončující chunk
00 00 00 00	délka datové části ukončujícího chunku je 0 bytů
49 45 4e 44	řetězec 'IEND' – typ chunku
ae 42 60 82	CRC ukončujícího chunku

Z tabulky je vidět, že celý soubor je rozdělený do čtyř bloků dat. V prvním bloku o délce osmi bytů je uložena hlavička souboru typu PNG, která má stále stejný obsah. V dalších 25 bytech je uložena hlavička obrázku obsahující nejdůležitější metainformace, které jsou potřebné pro každý program manipulující s obrázky (jedná se o chunk **IHDR**). Dalších 22 bytů je vyhrazeno pro datovou část, tj. vlastní informaci o uložených pixelech zabalenou v chunku **IDAT**. Posledních 12 bytů slouží pro uložení ukončujícího chunku **IEND**, který nemá datovou část, proto je jeho podoba stále stejná.

Ve skutečnosti, zejména u delších obrázků, může být rastrový obrázek rozdělen do více chunků **IDAT**. Efekt rozdělení je dvojí: obrázek je možné zobrazit již při přenosu (podle specifikace by se měla zobrazit pouze ta část obrázku, která má korektní CRC) a i poškozený obrázek je možné částečně zrekonstruovat. Vzhledem k tomu, že každý chunk **IDAT** zvyšuje velikost souboru o minimálně 12 bytů, je vhodné používat velikost bloku cca 50–100 kB. [13]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 VÝVOJ PROGRAMU

Program byl napsán v jazyce C++. Pro vývoj programu jsem použil vývojové prostředí Microsoft Visual C++ 6.0 ve výukové variantě Introductiory Edition. Pro Visual C++ 6.0 jsem se rozhodl pro jeho jednoduchost a podporu programování pod MS Windows, tzn. editory zdrojů, nápověda a knihovny MFC, které poskytují jednoduché a rychlé rozhraní pro vytváření aplikací pro Microsoft Windows.

5.1 Výběr knihoven

Kromě výběru vývojového prostředí, ve kterém budeme program psát, je před samotným vývojem aplikace velice důležitou otázkou také použití knihoven. Knihovny jsem se snažil vybírat tak, aby měly podporu grafických formátů, měly dostatečné množství operací, byly pokud možno použitelné pro co největší počet platforem a hlavně nebyly příliš komplikované na pochopení a použití při programování.

Knihovnu FreeImage [14] jsem vybral nejen pro jednoduchost jejího použití, ale také díky široké podpoře různých komunit, které tuto knihovnu používají, takže v případě problému není nutné žádné komplikované hledání a odlaďování. Podrobnější popis FreeImage viz dále.

Pro vývoj prostředí aplikace jsem použil knihovnu Microsoft Foundation Class (dále jen MFC). Tato knihovna je objektově orientovanou implementací Win32 API. Poskytuje komplexní prostředí pro vývoj aplikací typu klient/server a dokument/pohled kterou lze velmi jednoduše rozšířit pomocí agregace od tříd rozhraní MFC. Dnes již MFC nemá příliš velkou popularitu, jelikož jí nahradily jednodušší knihovny .NET, ale stále má své zastánce díky rychle vykonávajícímu se kódu.

5.1.1 FreeImage Charakteristika

FreeImage je OpenSource knihovna pro vývojáře s podporou známých grafických formátů jakými jsou GIF, PNG, BMP, JPEG, TIFF a další, které dnes naleznou využití v mnoha programech. Knihovna FreeImage je snadno použitelná, rychlá, kompatibilní se všemi 32 - bitovými verzemi Windows, Linux a MacOS s podporou multithreadingu.

Díky ANSI C rozhraní je FreeImage použitelná v mnoha imperativních jazycích jako C, C++, VB, C#, Delphi, Java a také v běžných skriptovacích jazycích jako Perl, Python, PHP, TCL nebo Ruby.

Knihovna je dostupná ve dvou verzích: DLL distribuce, která může být zkompilována na jakémkoliv WIN32 C/C++ kompilátoru a ve zdrojové distribuci. Knihovna má velké množství podporovaných formátů: BMP (čtení, zápis), Dr. Halo (čtení), DDS (čtení), EXR (čtení, zápis), Raw Fax G3 (čtení), GIF (čtení, zápis), HDR (čtení, zápis), ICO (čtení, zápis), IFF (čtení), JBIG (čtení, zápis), JNG (čtení), JPEG/JIF (čtení, zápis), JPEG-2000 (čtení, zápis), KOALA (čtení), MNG (čtení), PCX (čtení), PBM (čtení, zápis), PGM (čtení, zápis), PNG (čtení, zápis), PPM (čtení, zápis), Sun RAS (čtení), SGI (čtení), TARGA (čtení, zápis), TIFF (čtení, zápis), WBMP (čtení, zápis), XBM (čtení), XPM (čtení, zápis).

5.1.2 Základní vlastnosti knihovny FreeImage

Snadnost použití - Knihovna byla navržena, aby byla jednoduchá při používání.

Neomezený přístup k souborům - Struktura FreeImageIO modulu umožňuje otevřít obrázky prakticky odkudkoliv. Je možné otevřít jak samostatné soubory, tak soubory uložené v paměti, zkomprimované soubory nebo soubory z internetu bez nutnosti opětovné kompilace.

Modulární - Vnitřní struktura je modulární. Snadno lze vytvořit nový plug-in, který je možný uložit buď v DLL knihovně, nebo vložit přímo do aplikace.

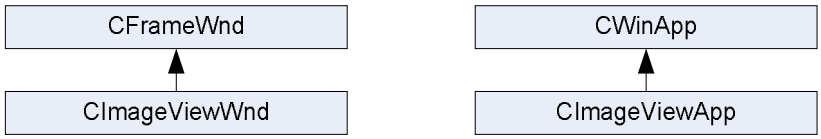
Barevná konverze - FreeImage poskytuje mnoho funkcí pro převody obrázků z jedné bitové hloubky do jiné. Knihovna podporuje konverze mezi 1, 4, 8, 16, 24 a 32 bitovými obrázky.

Jednoduché transformační funkce - Poskytuje jednoduché rozhraní pro transformace s obrázky jako rotaci, změnu velikosti nebo změnu barvené hloubky obrázku.

5.2 Třídy v aplikaci

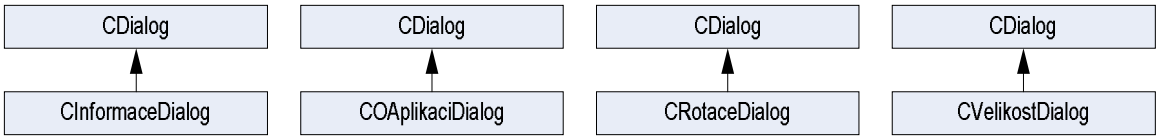
V aplikaci máme dvě základní nosné třídy. Každá z tříd zaštiťuje funkčnost programu. CImageViewWnd je třída, která se stará o správnou funkčnost okna a třída CImageViewApp o správnou funkci aplikace samotné. Jelikož nebylo využito tzv. technologie dokument/pohled, zastává třída (CImageViewWnd) jak roli pohledu, tak dokumentu, takže obsahuje data specifická pro danou aplikaci (což je handle na obrázek).

Obrázek č. 9 – Základní třídy a jejich dědické vztahy



Pro zobrazení dialogů, jsou v aplikaci vytvořeny tři třídy, odvozené od třídy CDialog z třídy MFC. Třída CDialog poskytuje prostředí pro správné vytvoření, zobrazení a výměnu dat dialogu. Předáním identifikátoru zdroje konstruktoru třídy CDialog vytvoříme vazbu mezi zdrojem a dialogem a zavoláním metody DoModal třídy CDialog zobrazíme dialog. Odvozené třídy jsou zde pouze pro výměnu dat mezi dialogem a třídou. Třída CDialog má virtuální metodu DoDataExchange, která slouží k výměně dat mezi třídou a dialogem. Přepsáním této metody můžeme vyměňovat vyplněná data v komponentách dialogu. Pro výměnu dat v těle metody se používá metoda DDX_Text, která si bere jako parametr ukazatel na třídu CDataExchange, identifikátor dané komponenty v dialogu a referenci na proměnnou, která bude uchovávat danou hodnotu.

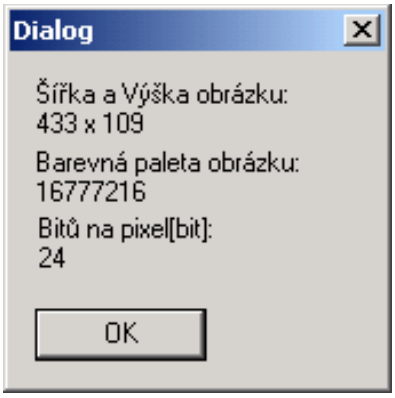
Obrázek č. 10 – Základní dialogové třídy a jejich předkové



V aplikaci jsou čtyři dialogy.

Třída CInformaceDialog slouží pro zobrazení dialogu s informacemi o právě otevřeném obrázku.

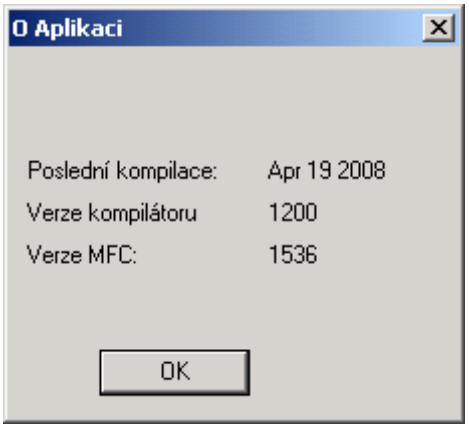
Obrázek č. 11 – Dialogové okno - Vlastnosti



Konstruktor CInformaceDialog si bere jako parametr ukazatel na právě zobrazený dialog, ze kterého následně v těle virtuální metody DoDataExchange získává data o daném obrázku. K získání šířky, resp. výšky obrázku slouží funkce FreeImage_GetWidth resp. FreeImage_GetHeight. K získání barevné hloubky použije funkci FreeImage_GetColorsUsed, která vrací počet barev v obrázku a v případě true color vrací nulu, což je ošetřeno druhou mocninou počtu bitů na pixel, takže barevná hloubka je dána $2^{\text{počet bitů na pixel}}$ (2^{32}=16777216 barev). K umocňování je použita funkce pow, definovaná v hlavičkovém souboru math.h

Třída COAplikaci slouží pouze pro zobrazení dialogu s informacemi o aplikaci.

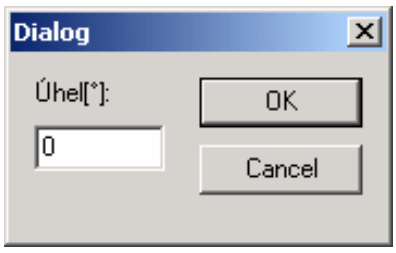
Obrázek č. 12 – Dialogové okno - O aplikaci



Virtuální metoda DoDataExchange přepisuje svého předchůdce ve třídě Dialog a nastavuje tři komponenty v dialogu. První komponenta Static Text je den poslední kompilace programu. Datum poslední kompilace je dáno makrem __DATE__, které vrací řetězec s datem, kdy byla aplikace naposledy kompilována. Pro zjištění verze kompilátoru slouží makro _MSC_VER a ke zjištění verze MFC makro _MFC_VER.

Třída CRotaceDialog slouží k získání úhlu, o kolik chceme otočit právě otevřený obrázek.

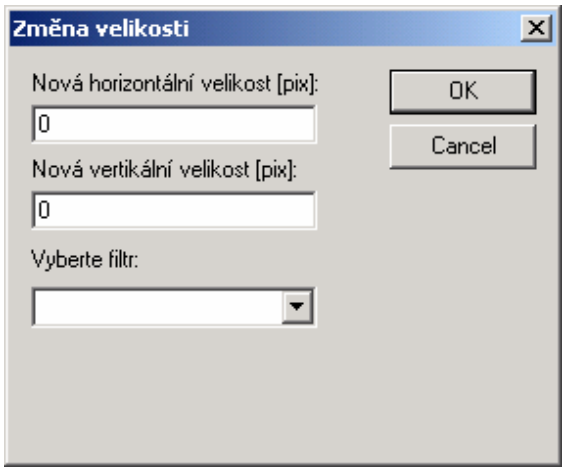
Obrázek č. 13 – Dialogové okno Rotace



Tato třída má definovanou metodu GetUhel, která vrací úhel zadaný uživatelem v dialogu. Dále má třída CRotaceDialog přepsanou metodu předka DoDataExchange, která provádí výměnu dat s hodnotami zadaných úhlů.

Třída CVelikostDialog slouží ke zobrazení dialogu, kde má uživatel možnost zadat novou výšku a šířku obrázku v pixelech.

Obrázek č. 14 – Dialogové okno Změna velikosti



První dva atributy slouží k nastavení nové velikosti obrázku, ve třetím je možnost výběru z několika typů grafických filtrů.

Třída CVelikostDialog má definované tři metody, které vrací hodnoty atributů m_iVelikostX, m_iVelikostY a m_eFiltr. Atributy m_iVelikostX, m_iVelikostY a m_eFiltr obsahují dimenze nového obrázku a filtr pro případné rozostření/zaostření obrázku a nebo zmenšení, resp. zvětšení obrázku. Tyto atributy tedy obsahují dimenze:

- FILTER_BOX
- FILTER_BICUBIC
- FILTER_BILINEAR
- FILTER_CATMULLROM
- FILTER_BSPLINE
- FILTER_LANCZOS3

5.3 MFC

Pro správný běh aplikace, která zobrazuje okna je potřeba vytvořit dvě základní třídy odvozené od tříd MFC.

Primárně musí být v aplikaci třída odvozená od třídy MFC nazvaná CWinApp, která zajišťuje spuštění aplikace a případné vytvoření tříd okna/oken. Odvozená třída CImageViewApp přepisuje ve svém předkovi virtuální metodu InitInstace, která se stará o vytvoření okna. Tato metoda je volána v okamžiku vytvoření aplikace.

Další třída je třída okna, která může být odvozena buď od třídy CWnd, která zajišťuje rozhraní pro vytvoření jednoduchého okna bez rámců (tzn. klientská oblast má stejnou barvu, jako má celý zbytek okna, klientská oblast je celé okno) nebo CFrameWnd, která poskytuje rozhraní pro zobrazení jednoduchého okna s rámcem (má klientskou oblast s odlišnou barvou, klientská oblast je oblast bez rámce okna). V aplikaci je třída okna CImageViewWin odvozena od třídy CFrameWnd. Stejně jako u třídy aplikace je potřeba vytvořit okno, tak u třídy okna je potřeba předat parametry pro vytvoření okna a vytvořit okno samotné. V konstruktoru třídy CImageViewWin voláme metodu třídy CFrameWnd nazvanou Create, která se postará o vytvoření okna. Pro zobrazení okna je třeba už jen zavolat v metodě třídy CImageViewApp::InitInstance po vytvoření třídy (konstruktor zavolá metodu Create, takže okno už máme vytvořené) okna zavoláme metody ShowWindow(SW_SHOW) a UpdateWindow, které nám zajistí, že se nám okno zobrazí.

5.4 Spuštění programu

Spuštění programu je poněkud atypické oproti Win32 aplikaci. V každé aplikaci tvořené pomocí MFC není funkce main, ani WinMain. V MFC je třída WinMain implementována, tak, že volá jakýkoliv globální objekt třídy, nebo odvozené třídy od třídy CWinApp. Takže pro spuštění aplikace je třeba vytvořit globální (ve skutečnosti se může jednat o jakýkoliv statický objekt, který běží po celou dobu běhu aplikace) instanci třídy odvozené, nebo samotné třídy CWinApp. Třída CWinApp předá prostředí MFC ukazatel na běžící instanci funkci WinMain a WinMain zavolá metodu InitInstance.

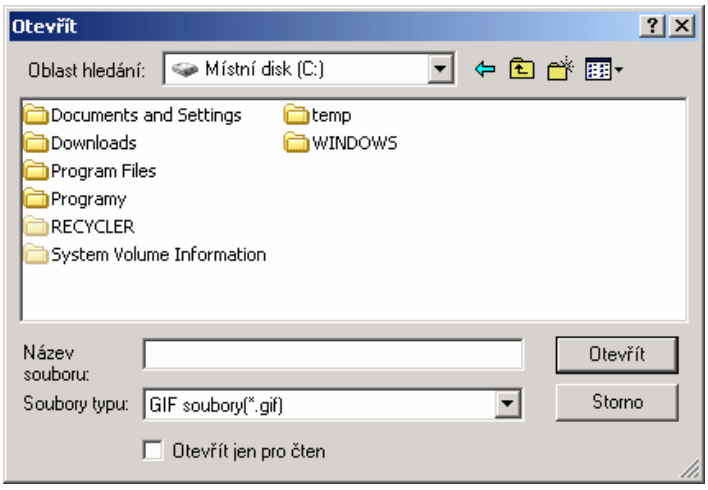
5.5 Implementace knihovny FreeImage v programu

Handle FIBITMAP na zobrazovaný obrázek je atributem třídy CImageWin. Knihovna FreeImage umožňuje získávání jednotlivých bitů obrázku pomocí funkce FreeImage_GetBits, která vrací pole jednotlivých pixelů. Název handle FIBITMAP ve třídě CImageViewWin je m_image.

5.5.1 Otevření obrázku

Ve třídě okna CImageViewWin je metoda OnSouborOtevrit, která je volána metodou třídy aplikace CImageViewApp::OnSouborOtevrit a obsluhuje zprávy na otevření souboru. Metoda CImageViewApp::OnSouborOtevrit, kromě agregace své role na metodu CImageVirewWin::OnSouborOtevrit provádí zobrazování dialogu s požadavkem na otevření souboru.

Obrázek č. 15 –Dialogové okno pro otevírání obrázků – Otevřít



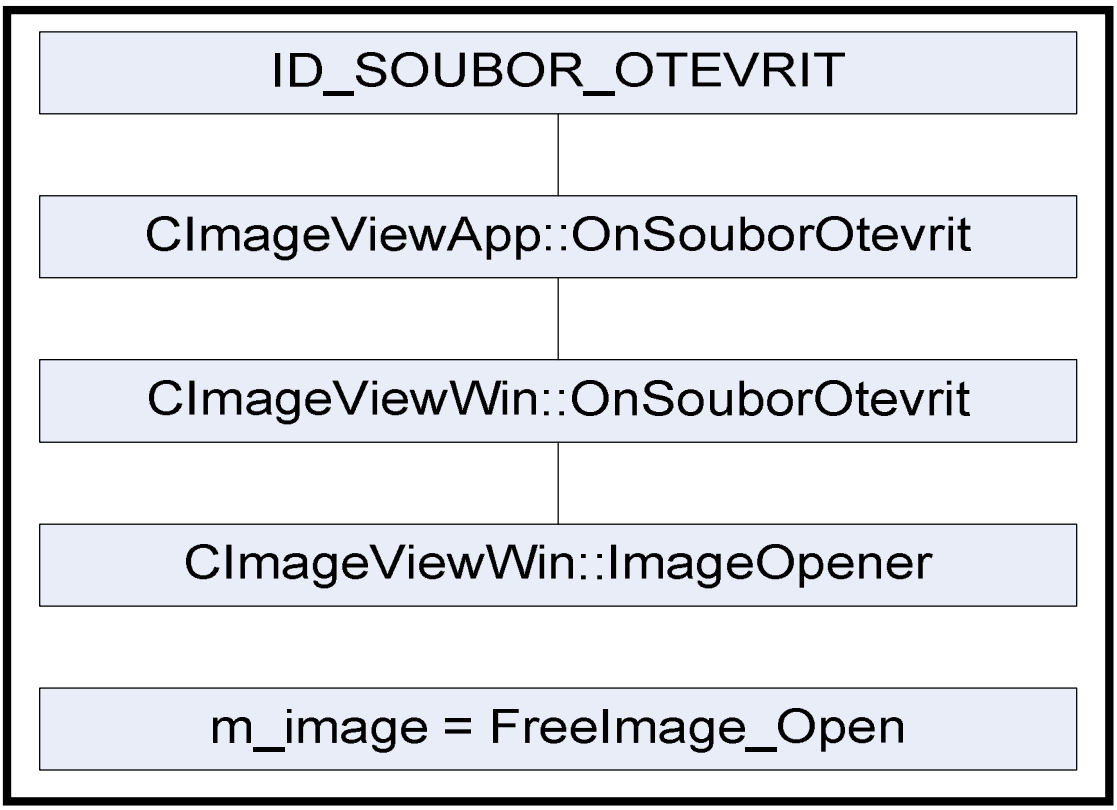
Samotné tělo metody zavolá sofistikovanější metodu ImageOpener, která se stará o otevření souboru pomocí knihovny FreeImage a vydá požadavek na překreslení klientské oblasti okna, tzn. aktualizaci a zobrazení nově otevřeného obrázku.

Metoda ImageOpener slouží ke zjištění o jaký typ souboru se jedná, otevření souboru a inicializaci handle na otevřený soubor do handle m_image.

S otevíráním souborů souvisí metoda třídy pohledu IsImageOpened, která vrací dvouhodnotový typ boolean, v závislosti na tom, zda je nějaký soubor otevřen. Jestliže je nějaký soubor otevřen, tak handle je nenulový a metoda vrací true, jinak vrací false.

Mechanismus otevření souboru je následující. Když uživatel klikne na jedno z tlačítek v okně, vygeneruje se odpovídající zpráva ID_SOUBOR_OTEVIRT, která je odeslána aplikaci. V mapě zpráv třídy aplikace je definována jako obslužná metoda zprávy ID_SOUBOR_OTEVRIT metoda OnSouborOtevrit třídy CImageViewApp (třída aplikace).

Obrázek č. 16 –Průchod funkcemi při otevírání obrázku

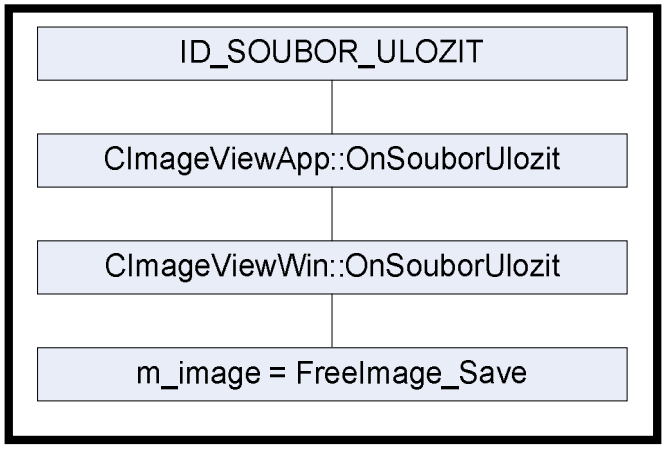


5.5.2 Uložení obrázku

Při požadavku na uložení souboru je odeslána aplikaci zpráva ID_SOUBOR_ULOZIT, která je obsloužena dle definice v mapě zpráv metodou třídy aplikace OnSouborUlozit. Metoda OnSouborUlozit zobrazí odpovídající dialog s požadavkem kam soubor uložit a jak soubor pojmenovat. Když uživatel v dialogu klikne na OK zavolá metoda OnSouborUlozit ve třídě CImageViewApp metodu třídy CImageViewWin nazvanou OnSouborUlozit a předá mu parametrem řetězec s názvem a cestou souboru, který chce uživatel uložit. Metoda CImageViewWin::OnSouborUlozit už se sama stará o uložení souboru odpovídajícími metodami na disk.

Metoda ve třídě okna OnSouborUlozit nejdříve zjišťuje jaký typ souboru chce vlastně uživatel uložit. Ověřování typu souboru zjišťuje metoda FreeImage_GetFIFFromFilename, která z řetězce s názvem souboru zjistí, jaký typ chce uživatel uložit. V případě, že uživatel chce uložit otevřený obrázek do souboru typu gif a otevřený obrázek je jiný, než gif, tak je třeba upravit barvy zdroje, resp. upravit barvy pomocí Kohonenovy samoorganizující mapy vycházející z algoritmu Anthonyho H. Dekkera [15], což zajišťuje funkce knihovny FreeImage nazvaná FreeImage_ColorQuantize. Poté už se jenom zavolá metoda FreeImage_Save, která se postará o uložení souboru na disk.

Obrázek č. 17 –Průchod funkcemi při ukládání obrázku



Při ukládání souboru GIF velikost souboru nepatrně vzroste, a to i přes to, že uživatel neprovedl žádné operace. Je to dáno tím, že program upravuje barvy obrázku tak, aby nedošlo k chybnému zobrazení barevné palety. Na obrázek je použita Neuro-kvantová metoda [15] implementovaná pomocí funkce FreeImage_ColorQuantize, která provádí samotný algoritmus úpravy barev, které většinou nejsou ani opticky vidět.

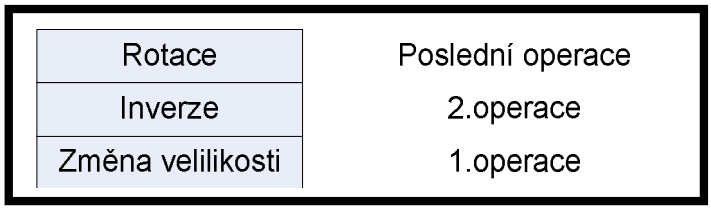
5.5.3 Obnova změn na obrázku

Ve třídě okna, která zároveň zastává třídu dokumentu, je atribut m_Previous zvaný zásobník operací. Objekt m_Previous je instance šablonové třídy STL zásobníku. Jako parametr šablony si bere ukazatel na handle obrázku.

std::stack<FIBITMAP *> m_Previous;

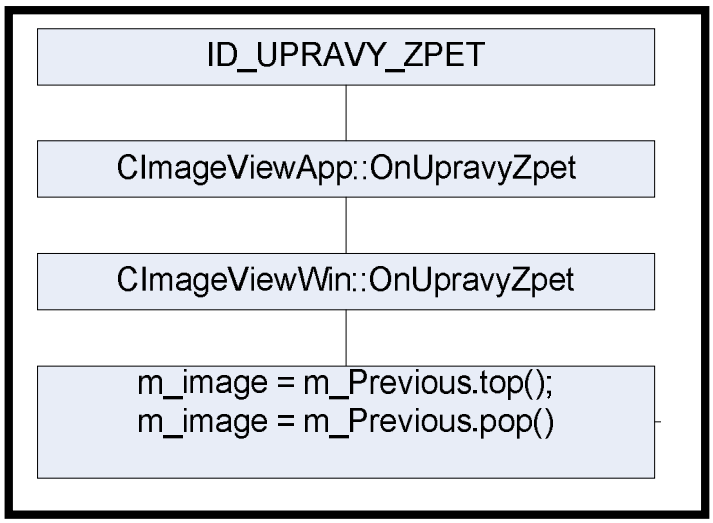
Při použití jakékoliv metody pro provádění modifikací na obrázku (např. rotace) je uložen před provedením změny duplikát obrázku na zásobník operací. V případě potřeby resp. když uživatel potřebuje, zavolá se metoda OnUpravyZpet, která nahraje duplikát z vrcholu zásobníku operací (tzn. předchozí operaci) do atributu třídy m_image a překreslí (aktualizuje) klientskou oblast okna.

Obrázek č. 18 – Ukázka uchovávání tří duplikátů na zásobníku operací.Jako první proběhla operace změna velikost, poté inverze a naposledy rotace



Pokud uživatel potřebuje vrátit změny zpět, tedy použije tlačítko z nabídky, odešle tímto zprávu aplikaci ID_UPRAVY_ZPET. V mapě zpráv je definovaná jako obslužná metoda zprávy OnUpravyZpet ve třídě aplikace. Tato metoda volá pouze kompetentní metodu třídy okna OnUpravyZpet. Metoda třídy okna OnUpravyZpet nahraje vrchol zásobníku do atributu m_image, odstraní poslední operaci z vrcholu a překreslí klientskou oblast okna.

Obrázek č. 19 –Průchod funkcemi při zpětném vrácení obrázku



5.5.4 Zobrazení obrázku

Pro zobrazování obrázků nemá knihovna FreeImage přímou podporu pro operační systém Windows (až na výjimku, její objektově orientovaná nadstavba má implementaci, která vrací handle na otevřený obrázek, ale v programu není tento modul zahrnut). Pro zobrazení obrázku z handlu obrázku knihovny FreeImage do okna se používá speciální funkce SetDIBitsToDevice, která zobrazí každý bit obrázku na kontext zařízení. Funkci SetDIBitsToDevice stačí předat šířku, výšku v pixelech a pole s jednotlivými bity obrázku, což vše dokáže pokrýt knihovna. Pro získání šířky slouží funkce FreeImage_GetWidth, pro výšku FreeImage_GetHeight a pro pole bitů FreeImage_GetBits.

Metoda, která se stará v programu o vykreslování má implementaci ve třídě CImageViewWin a jmenuje se OnPaint. Metoda OnPaint se stará o překreslování okna pokaždé, když je okno programu překryto jiným (včetně vlastních dialogů), změněna velikost (včetně minimalizace a maximalizace okna), nebo otevřen soubor. Při každém volání metody OnPaint se zavolá funkce SetDIBitsToDevice s odpovídajícími parametry právě otevřeného obrázku a vykreslí ho na kontext zařízení.

5.5.5 Obsluha zpráv v programu

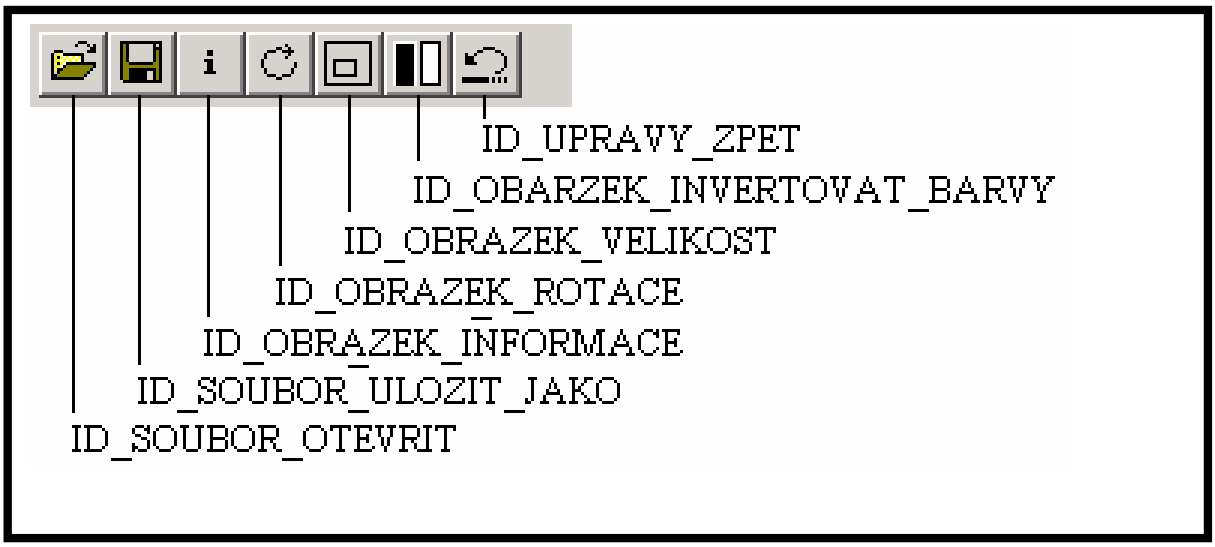
Když uživatel klikne na nějakou z nabídek programu (např. Rotace v nástrojové liště), tak je vygenerována zpráva WM_COMMAND, která dále obsahuje zprávu o tom, jaký ovládací prvek byl použit. Právě informace o tom, jaký ovládací prvek byl použit, je podstatná pro obsluhu zpráv. V souboru definic (tzn. soubor CImageViewApp.cpp) je tzv. mapa zpráv což je mechanismus, který nahrazuje proceduru okna ve Win32 API, a navíc snižuje paměťovou náročnost na vytváření virtuálních tabulek [14]. Na začátku souboru před definice třídy CImageViewApp jsou vložena makra definovaná knihovnou MFC nazvané BEGIN_MESSAGE_MAP a END_MESSAGE_MAP, mezi než vložením makra ON_COMMAND s parametry názvu odeslané zprávy se zprávou WM_COMMAND (např. při kliknutím na Rotace se odešle zpráva WM_COMMAND se zprávou ID_OBRAZEK_ROTACE) a obslužnou metodou třídy nechám obsloužit zprávy programu určitou metodou.

Např. obsluhu kliknutí na tlačítko Rotace z panelu nástrojů, nebo nabídky lze zapsat následujícím způsobem:

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CImageViewApp, CWinApp)
      //…
      ON_COMMAND(ID_OBRAZEK_ROTACE, OnObrazekRotace)
      //…
END_MESSAGE_MAP()
```

- kde program bude reagovat na odeslání zprávy WM_COMMAND společně se zprávou ID_OBRAZEK_ROTACE a tato zpráva bude obsloužena metodou OnObrazekRotace třídy aplikace.

Obrázek č. 20 – Zprávy generované kliknutím na tlačítko z panelu nástrojů



5.6 Implementace v jiných programech

Tento program nelze použít nikde jinde, než v MFC, protože třída okna (CImageViewWin) zároveň obsahuje dokument, což je objekt představující vlastnosti obrázku a obrázek samotný. Pro ještě větší universálnost by se tato data musela umístit zvlášť do speciální třídy, které se právě odborně říká dokument a ta by se potom dala vkládat do jiných programů. Ovšem při tvorbě programu bylo zásadní, aby byl kód co nejkratší, proto byly vytvořeny pouze dvě třídy jedna pro program a jedna pro okno, která zároveň obstarává roli dokumentu. Třída okna má k dispozici všechny vlastnosti obrázku, včetně handle, které by jinak mohl obsahovat dokument. Kód je proto čitelnější, kratší a jednodušší.

5.7 Generovaná dokumentace k programu

Dokumentační CD obsahuje také generovanou dokumentaci k programu. Ke generování dokumentace byl použit open-source program Doxygen [11], který vytváří ze zdrojových souborů Javy, C, C++, PHP, Delphi nebo Python dokumentace na základě syntakticky správně okomentovaných částí kódu. Doxygen na základě komentářů vstupních zdrojových souborů umí vygenerovat html, chm nebo pdf dokumentaci k funkcím, třídám, metodám a atributům. Komentáře mohou být dvojího druhu a to buď stručný, který ve stručnosti charakterizuje funkci/metodu a podrobný, který podrobně rozebírá, co daná funkce dělá, co vrací a jaké parametry si bere. Komentáře se dávají buď před deklarace, nebo definice jednotlivých metod, atributů, nebo tříd, s tím, že stručný komentář se označí:

```
//!
```

A podrobný komentář začíná

```
/*
```

A končí znaky

```
*/
```

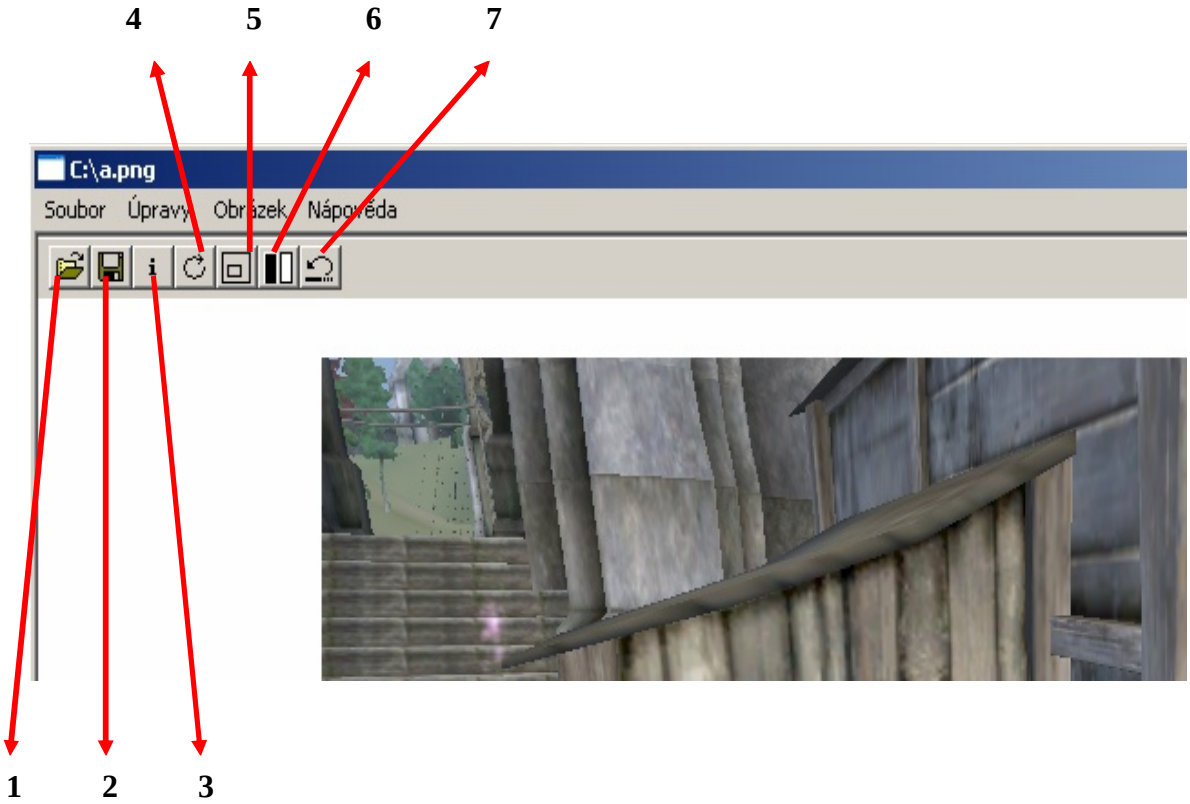
Pokud chceme do dokumentace vložit vlastnosti návratové hodnoty, vložíme do kódu podrobného komentáře řetězec:

```
\return charakteristika návratové hodnoty
```

A chceme-li okomentovat parametry funkce, vložíme do kódu podrobného komentáře řetězec:

```
\param jménoParametru chrakteristikaParametru
```

6 UŽIVATELSKÁ PŘÍRUČKA K PROGRAMU



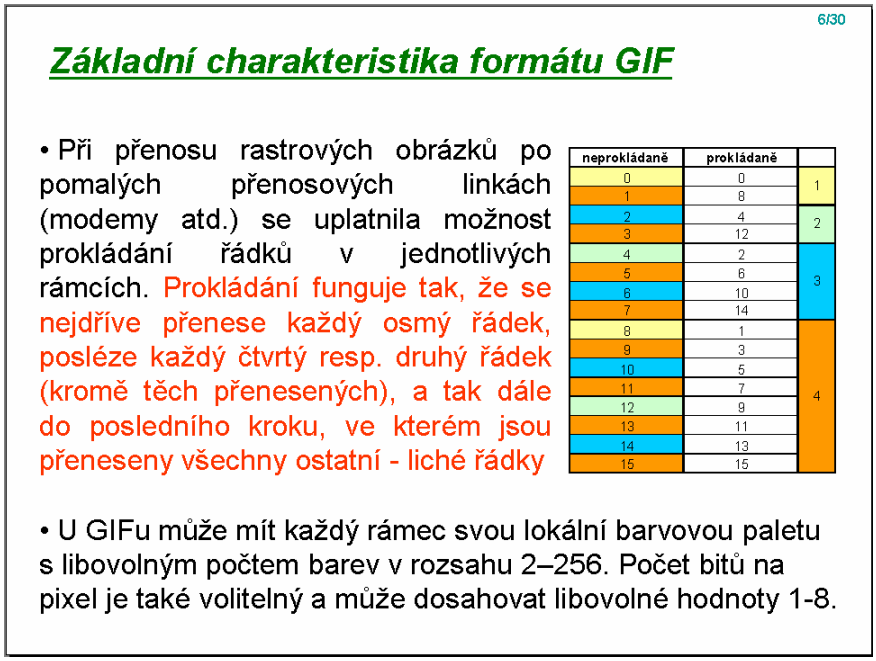
1. Otevření obrázku typu *.gif nebo *.png z disku	Ctrl + O
2. Uložení právě zobrazeného obrázku na disk	Ctrl + U
3. Informace o obrázku	Ctrl + I
4. Otočení obrázku o zadaný počet stupňů	Ctrl + R
5. Změna velikosti obrázku	Ctrl + V
6. Inverze barev obrázku	Ctrl + N
7. Tlačítko „zpět“	Ctrl + BACKSPACE

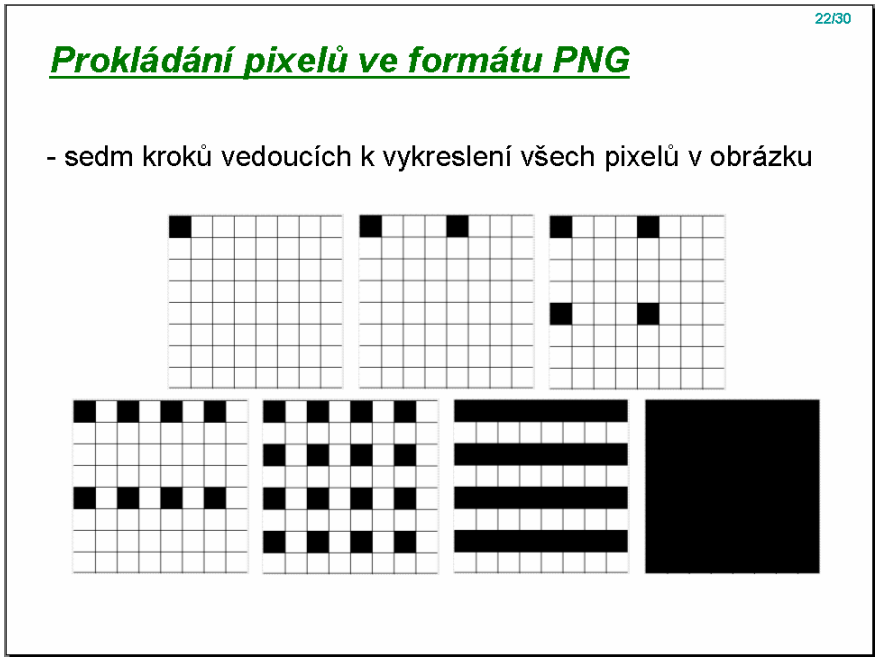
- zavření aplikace -> soubor -> zavřít nebo kl. zkratka	-	Ctrl + Z
- dialog O aplikaci -> nápověda nebo kl. zkratka	-	Ctrl + H

7 PREZENTACE PRO VÝUKU

Prezentaci jsem vytvořil podle zadaní v programu MS PowerPoint. Popsal jsem v ní pro potřeby výuky grafické formáty GIF a PNG, které jsem rozebral podrobněji v teoretické části práce. Tímto jsem splnil poslední bod zadání bakalářské práce.

Obrázek č. 21 – Ukázka prezentace pro výuku





ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit literární rešerši, zabývající se historií a vývojem rastrových (bitmapových) grafických formátů GIF a PNG a dále naprogramovat aplikaci zobrazující uvedené formáty a uzpůsobit zdrojové kódy tak, aby je bylo možno implementovat do jiné aplikace.

V teoretické části jsem se před samotným popisem zmíněných bitmapových grafických formátů krátce věnoval bitmapové grafice obecně. Uvedl jsem její základní vlastnosti a stručně popsal, jakým způsobem jsou data v bitmapové grafice zobrazována. Dále jsem shrnul jak výhody bitmapové grafiky, mezi které patří především široká podpora co do počtu různých druhů formátů nebo nezávislost na obsahu obrázku, tak nevýhody týkající se datové náročnosti a ztráty kvality obrázku při jeho zvětšení. Poté jsem ještě naznačil způsob využití bitmapové grafiky, který se týká např. fotografií nebo složitých ilustrací. Následuje obecný popis bitmapového formátu, obsahující výčet nejzákladnějších prvků, které každý bitmapový formát obsahuje. V dalších kapitolách se již přímo věnuji popisu grafických formátu GIF a PNG. U každého formátu je popsána jeho historie, stručná charakteristika, výhody a nevýhody, struktura ukládání dat, členění souboru a možnosti uplatnění.

V praktické části jsem vyvinul aplikaci zobrazující oba formáty. Kromě možnosti uložit / načíst / zobrazit tyto formáty jsem navíc přidal pár funkcí, umožňující základní transformace s obrázky jako je např. změna velikosti obrázku, otočení obrázku o zadaný počet stupňů nebo inverzi barev. Aplikace má jednoduché grafické rozhraní a intuitivní ovládání, přičemž tu je také možnost využití klávesových zkratek, které usnadní a urychlí celkovou práci s obrázky. Program jsem také úspěšně otestoval jak na operačním systému Windows XP (32-bit / 64-bit), tak i na Windows Vista (32-bit / 64-bit) a mohu konstatovat, že program fungoval bez jakéhokoliv problému na obou zmíněných OS. Jedinou nevýhodou programu je to, že nelze použít nikde jinde, než v MFC z důvodu ne zcela šťastného navržení celé aplikace. Program je také řádně popsán a zdokumentován v praktické části textu.

Na CD přiloženém k této práci jsou umístěny zdrojové soubory aplikace a vygenerovanou dokumentace pomoci programu Doxygen, která detailně popisuje strukturu aplikace a dále prezentaci, určenou jako pomůcka pro výuku předmětu Počítačová grafika.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The aim of the bachelor´s thesis is to create the literature search, which is interested in the history and the progress of the raster graphics formats GIF and PNG and then programme the application, which displays these formats and modificate the source codes to be able to implement them to another application.

In the theoretical part I was interested before the description of the bitmap graphics formats in bitmap graphic in general. I introduced the basic characteristics and shortly described how are the dates in the bitmap graphic displayed. Then I showed both the advantages of the bitmap graphic (which included the wide support of the different kinds of formats or the independence from the capacity of the picture) and the disadvantages refers to the dates intensity and the loss of quality of the picture by zooming. Then I showed the way how use the bitmap graphic, which refers to for example photographs or the composite illustrations. It is followed by the general description of the bitmap format, which includes the enumeration of the most fundamental items, which each bitmap format includes. In the other heads I straight turned to the description of the graphics formats GIF and PNG. In each format is described its history, description brief, advantages and disadvantages, the structure of the dates saving, the structure of the file and facility of use.

In the practical part I worked up the application displaying both formats. In addition to possibility save/fetch/display these formats I added several basic functions, which are able to transform the picture, for example the change of the size of picture, turning round the picture of the said number of degrees or color inversion. The application has simple graphics interface – line and intuitive operating. There is the possibility to use keyboard shortcuts, which helps and speeds up the work with pictures. The programme was tested both on the operating system Windows XP (32-bit / 64-bit) and Windows Vista (32- bit / 64-bit). I can state that the programme worked without any problems on both operating systems. The only disadvantage of the programme is that it couldn´t be use nowhere else than in MFC for reason of no bright design of whole application. The programme is correctly described and documented in the practical part of the text.

On the CD enclosed to this thesis are placed the source files and generated documentation assists in programme Doxygen, which detaily describes the structure of the application and presentation, which is designed for the education of the subject Computer graphic.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] Rastrová grafika [online]. 2008 [cit. 2008-03-26]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Rastrov%C3%A1_grafika>.

[2] Bitmapová grafika [online]. 2008 [cit. 2008-03-26]. Dostupný z WWW: <http://www.symbio.cz/slovnik/bitmapova-grafika.html>.

[3] Rastrové formáty [online]. 2004 [cit. 2008-03-26]. Dostupný z WWW: <http://nlp.fi.muni.cz/nlp/aisa/NlpCz/Rastrove_formaty.html>.

[4] GIF, JPEG a PNG - jak a kdy je použít? [online]. 2002 [cit. 2008-03-26]. Dostupný z WWW: <http://interval.cz/clanky/gif-jpeg-a-png-jak-a-kdy-je-pouzit/>.

[5] Anatomie grafického formátu GIF [online]. 2006 [cit. 2008-03-27]. Dostupný z WWW: <http://www.root.cz/clanky/anatomie-grafickeho-formatu-gif/>.

[6] Graphics Interchange Format [online]. 2008 [cit. 2008-01-21]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/GIF>.

[7] Portable Network Graphics [online]. 2008 [cit. 2008-01-21]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Portable_Network_Graphics>.

[8] Encyklopedie publikačních formátů: GIF a PNG [online]. 2004 [cit. 2008-03-26]. Dostupný z WWW: <http://www.grafika.cz/art/webdesign/encgifpng.html>.

[9] Anatomie grafického formátu PNG [online]. 2006 [cit. 2008-03-27]. Dostupný z WWW: <http://www.root.cz/clanky/anatomie-grafickeho-formatu-png/>.

[10] ŽÁRA, Jiří, BENEŠ, Bedřich, FELKEL, Petr. Moderní počítačová grafika. 1. vyd. Praha : Computer Press, 1998. 448 s. ISBN 80-7226-049-9.

[11] Doxygen - Source code documentation generátor [online]. 2008 [cit. 2008-04-29]. Dostupný z WWW: <www.doxygen.org>.

[12] MURRAY, James D., VANRYPER, William. Encyklopedie grafických formátů. 1. vyd. Praha : Computer Press, 1997. 922 s. ISBN 80-7226-033-2.

[13] PNG - bity, byty, chunky [online]. 2006 [cit. 2008-03-27]. Dostupný z WWW: <http://www.root.cz/clanky/png-bity-byty-chunky/#k09>.

[14] Kolektiv. FreeImage open-source library documentation [online]. Dostupný z WWW: <http://downloads.sourceforge.net/freeimage/FreeImage3100.pdf>.

[15] Anthony H., Dekker, *Kohonen Neural Networks for Optimal Colour Quantization* [online]. Dostupné z WWW: < http://members.ozemail.com.au/~dekker/NeuQuant.pdf >.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

C	Programovací jazyk ANSI C
C++	Programovací jazyk ISO C++ vzešlý z jazyka ANSI C
RGB	Barevný model RGB neboli červená-zelená-modrá je aditivní způsob míchání barev používaný u většiny monitorů či projektorů
RGBA	Barevný model vycházející z modelu RGB, který je rozšířen o tzv. alfa kanál
GIF	Graphics Interchange Format – grafický formát vyvinutý firmou CompuServe
PNG	Portable Network Graphics – grafický formát v mnoha ohledech nahrazující GIF
APNG	Animated Portable Network Graphics – PNG formát rozšířený o podporu animací
MNG	Multiple-image Network Graphics - grafický formát pro animované obrázky
BMP	Microsoft Windows Bitmap – grafický formát vyvinutý firmou Microsoft
JFIF	JPEG File Interchange Format – metoda ztrátové komprese používané pro ukládání počítačových obrázků ve fotorealistické kvalitě
JPEG	Joint Photographic Experts Group - název konsorcia, které navrhlo JFIF kompresi
TIFF	Tag Image File Format – grafický formát vyvinutý v roce 1986 firmou Aldus
DTP	Desktop Publishing - publikování na stole potažmo publikování pomocí počítače
PSD	Photoshop Dokument-formát firmy Adobe užívaný programem Adobe Photoshop
LZW	Lempel-Ziv-Welch - bezeztrátový kompresní algoritmus vyvinutý Abrahamem Lempelem, Jacobem Zivem a Terry Welchem
GPL	General Public Licence - Všeobecná veřejná licence
ASCII	American Standard Code for Information Interchange - americký standardní kód pro výměnu informací
MFC	Microsoft Foundation Class - objektově orientovaná implementace Win32 API
STL	Standard Template Library - Standardní knihovna jazyka C++ obsahující řadu užitečných tříd a rozhraní, podstatně rozšiřujících schopnosti základního C++.
API	Application Programming Interface - rozhraní pro programování aplikací
DLL	Dynamic Link Library

SEZNAM OBRÁZKŮ

SEZNAM TABULEK

SEZNAM PŘÍLOH