

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

SYSTÉM PRO IMPORT FOTOGRAFIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARTIN PUČÁLKA

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

SYSTÉM PRO IMPORT FOTOGRAFIÍ

SYSTEM FOR IMPORT OF PHOTOS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN PUČÁLKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Dr. Ing. **PAVEL ZEMČÍK**

BRNO 2015

Abstrakt

Cílem této práce bylo vytvořit samostatnou aplikaci pro import fotografií s funkcí pro vyhledání snímků, které se již v počítači nachází. Díky této funkci mohou být již archivované snímky při dalším importu vynechány. Identifikace těchto snímků byla řešena porovnáváním různých kombinací jejich metadat. Porovnávání na základě metadat bylo zvoleno proto, aby se nemusela načítat a porovnávat obrazová data fotografií a vyhledávání mohlo být rychlejší. Implementovány byly také funkce pro hromadné přejmenování, rozdělení do složek a přidávání metadat k fotografiím.

Abstract

The goal of this thesis is design and implementation of stand-alone program for import of photos. Program can find already imported photos in computer and skip them during next import. Searching for identic photos is based on comparing metadata. Thanks to this way of comparasion, aplication doesn't need to load and compare image data and searching can be faster. Implemented were also functions for separating, renaming and adding metatada to photos.

Klíčová slova

Import fotografií, vyhledávání duplicitních fotografií, správa sbírek fotografií, digitální obraz, formáty digitálních fotografií, Exif, metadata

Keywords

Import of photos, searching for duplicate photos, management of photographic collections, digital image, photo file formats, Exif, metadata

Citace

Martin Pučálka: Systém pro import fotografií, bakalářská práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2015

System pro import fotografií

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana prof. Dr. Ing. Pavla Zemčíka. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

.....
Martin Pučálka
19. května 2015

Poděkování

Zde bych rád poděkoval svému vedoucímu panu prof. Dr. Ing. Pavlu Zemčíkovi za pomoc při výběru tématu, čas věnovaný konzultacím a velmi vstřícný přístup při vedení mé bakalářské práce.

© Martin Pučálka, 2015.

Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.

Obsah

1	Úvod	2
2	Digitální fotografie	3
2.1	Digitální obraz	3
2.2	Formáty pro ukládání fotografií	7
2.3	Formáty metadat digitálních fotografií	9
3	Import a identifikace duplicitních fotografií	12
3.1	Import fotografií	12
3.2	Identifikace duplicitních fotografií	18
4	Návrh systému pro import fotografií	21
4.1	Zhodnocení existujících nástrojů pro import	21
4.2	Návrh funkcí aplikace	22
4.3	Návrh uživatelského rozhraní	23
4.4	Technologie použité k implementaci	24
4.5	Návrh vyhodnocení funkčnosti aplikace	24
5	Realizace	26
5.1	Popis funkcí aplikace a jejich implementace	26
5.2	Vyhodnocení funkčnosti aplikace	31
6	Závěr	33
A	Obsah CD	38

Kapitola 1

Úvod

Růst kvality fotoaparátů, které jsou dnes integrovány téměř do všech mobilních zařízení, zpřístupňuje focení stále více uživatelům. Tím také roste celkový počet pořízených fotografií. Uchování velkého množství fotografií ve sbírkách není problematické, hlavně díky rostoucí kapacitě a klesající ceně datových úložišť. Co však ale zůstává stále stejně omezené a cenné je lidský čas. Ten je potřebný k jejich zpracování a následné archivaci takovým způsobem, aby je bylo možné efektivně zálohovat, pohodlně prohlížet, a hlavně požadované fotografie rychle vyhledat. Rozdělením do složek, vhodným přejmenováním, případně přiřazením výstižných metadat již při importu snímků do počítače, si lze tuto práci s archivem značně usnadnit.

Stávající nástroje, které tuto funkcionalitu nabízejí, jsou součástí komplexních programů pro úpravu a správu fotografií. Cílem této práce je vytvořit samostatnou aplikaci pro import fotografií. Ta se bude od stávajících nástrojů pro import lišit především funkcí pro rychlé vyhledání identických snímků již během importu. Díky tomu bude možné ještě před importem určit, které snímky se již v počítači nachází. Ty mohou být při následném importu vynechány, díky čemuž nebude docházet k vytváření duplicitních souborů. Mimo to bude aplikace poskytovat také další stěžejní funkce, které stávající nástroje pro import nabízejí.

Toto téma jsem si zvolil proto, že mě zajímá oblast tvorby uživatelských rozhraní a chtěl jsem vytvořit aplikaci, která by umožňovala spravovat archiv s fotografiemi tak, aby byl přehledný a bylo možné se v něm snadno zorientovat.

Kapitoly 2 a 3 v této práci obsahují popis současného stavu technologií v oblasti digitálních fotografií, se zaměřením na jejich import a vyhledávání. Kapitoly 4 a 5 se pak věnují práci na výsledném programu. Popsán je v nich návrh a implementace vlastní aplikace. Obsažen je také návrh a vyhodnocení její funkčnosti. V závěru jsou diskutovány dosažené výsledky práce. Uvedena je také návaznost na stávající projekty a další možnosti pokračování práce.

Kapitola 2

Digitální fotografie

Úvod této kapitoly se věnuje digitálnímu obrazu a popisu některých jeho charakteristických vlastností. Dále jsou uvedeny vybrané formáty obrazových souborů. Popsány jsou také významné standardy pro ukládání metadat. Kapitola má za úkol poskytnout důležité informace k nastínění dosavadního stavu. Nelze ji proto chápat jako úplný souhrn všech existujících technologií v dané oblasti.

2.1 Digitální obraz

Na úvod se nabízí prostá otázka: Co je to obraz? Odpovědět na tuto otázku lze několika způsoby. Obecně, je možné obraz chápat jako zrakový vjem, který vzniká tak, že vnímáme vlastnosti dopadajícího světla na jednotlivé body sítnice. Na sítnici se takovým způsobem může promítnout například nějaká rovina pokrytá bodovými zdroji světla. Za obraz pak můžeme pokládat právě takovou rovinu [37]. Formálně je možné obraz chápat také jako 2D spojitý signál či spojitou funkci dvou proměnných:

$$I_{x,y} = f(x, y) \quad (2.1)$$

Obraz lze reprezentovat například výčtem bodů s jinou barvou než jakou má pozadí či jako množinu bodů splňující určité kritérium [36]. Na základě způsobu reprezentace obrazových informací se také počítačová grafika dělí do dvou základních kategorií:

Vektorová grafika - obraz je zde tvořen pomocí základních objektů a jejich vlastností. Objektem může být například kruh. Jeho vlastnostmi pak mohou být střed, poloměr, barva výplně, atd. Základním zobrazovacím prvkem je zde vektor. Obrazová data jsou pak uložena jako seznam instrukcí pro kreslení. Důležitou vlastností je, že při změně velikosti obrázku nedojde ke ztrátě jeho kvality. Vektorovými obrázky bývají například loga firem, reklamní letáky či vizitky [14].

Rastrová grafika - zde je obraz tvořen maticí barevných bodů. Základní zobrazovací element je jeden bod (pixel). Kvalita obrazu je ovlivněna především rozlišením a počtem barev. Vyšší rozlišení a počet barev přispívají k lepší kvalitě obrazu. Změna velikosti zde může mít za důsledek snížení kvality obrazu. Například pokud je obraz zvětšen nepřiměřeně k jeho rozlišení, jsou na něm patrné jednotlivé pixely [14].

Vektorová grafika nebude dále rozebírána, neboť se pro práci s fotografiemi používá grafika rastrová. Vztah mezi rastrovým obrazem a funkcí dvou proměnných 2.1 je takový, že rastrový

obraz je její diskretní reprezentací získanou vzorkováním. Funkční hodnoty obrazové funkce běžně představují škálu použitých barev (tzv. tonální rozsah) [22]. V praxi se pro uchování informace o konkrétní barvě používají různé barevné modely, viz 2.1. Definiční obor potom udává rozměr resp. rozlišení obrazu. Příklad konkrétní diskretní obrazové funkce potom může vypadat následovně:

$$I_{x,y} = f(x, y), f : \langle 0, 1023 \rangle \times \langle 0, 1023 \rangle \rightarrow \langle 0, 255 \rangle \times \langle 0, 255 \rangle \times \langle 0, 255 \rangle \quad (2.2)$$

V tomto případě se jedná o obrazovou funkci obrazu o rozlišení 1024 x 1024 pixelů s funkčními hodnotami v rozsahu omezeném na 0-255 [36].

Definiční obor obrazové funkce (rozlišení) a obor hodnot (barevné spektrum) jsou tedy základními charakteristikami obrazu a budou proto stručně popsány níže.

Rozlišení obrazu

Pojmem rozlišení se u digitálního obrazu obvykle myslí jeho velikost v pixelech. Lze je vyjádřit ve tvaru: $X \times Y$, kde:

X = počet sloupců obrázku

Y = počet řádků obrázku

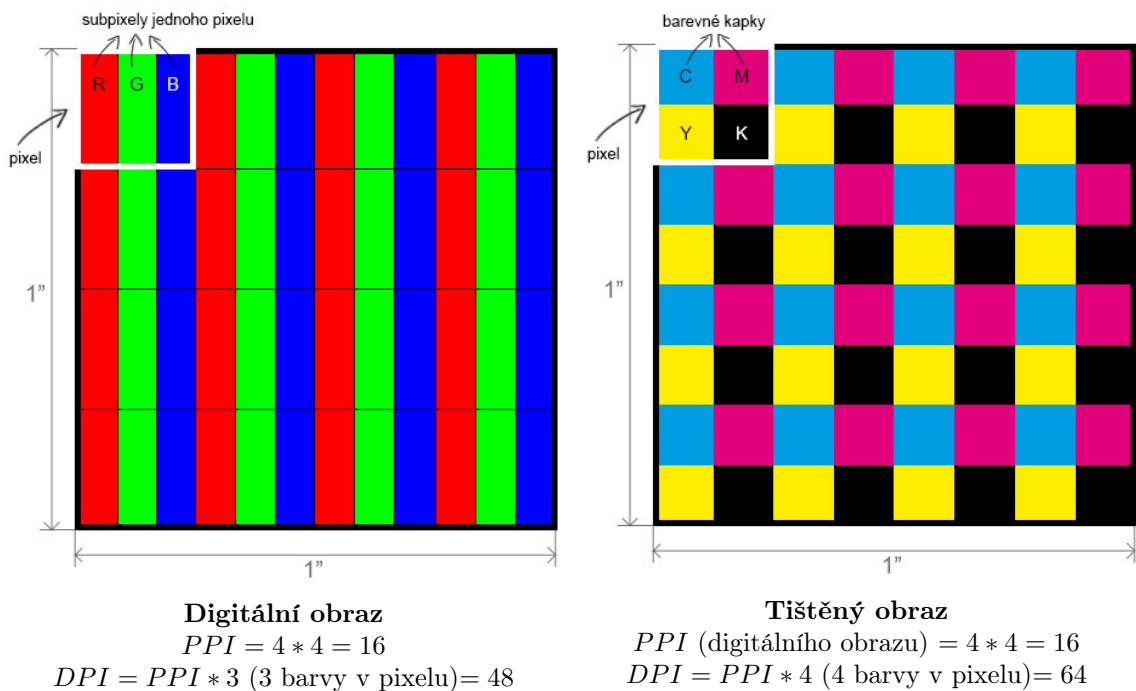
Velikost pak lze získat vynásobením těchto údajů [20]. S rozlišením se pojí také další obrazové vlastnosti: dpi a ppi. Ty jsou navzájem často zaměňovány [34].

Jednotky DPI a PPI

Jednotka ppi (pixels per inch) udává hustotu pixelů v obrazu. Tento údaj bývá také označován jako jemnost a lze se s ním setkat i u monitorů či displejů mobilních telefonů. Na rozdíl od rozlišení udávaného ve tvaru $X \times Y$, bere tento údaj v potaz i celkovou velikost obrazu. Díky tomu více vypovídá o kvalitě obrazu. Jako hraniční se uvádí hodnota 300 ppi [3, 10]. Při jejím překročení již lidské oko není schopno rozpoznat jednotlivé pixely. U digitálních obrázků pak tento údaj slouží k určení vhodné tiskové velikosti. Ta se pro kvalitní tisk udává jako 300 ppi. Svou roli ale hraje také pozorovací vzdálenost. Z toho důvodu se například billboardy tisknou i v mnohem nižších hodnotách ppi [34].

Jednotka dpi (dots per inch) udává počet kapek vytisknuté barvy na palec. Zatímco pixely jsou všechny stejně velké, kapky mohou mít různou velikost a mohou být od sebe různě vzdálené. Jejich vzdálenost, velikost a barevné složení pak tvoří výsledný odstín dané barvy tištěného obrázku a ovlivňuje další jeho vlastnosti [34].

Rozdíly mezi ppi a dpi ilustruje obrázek 2.1. Vlevo je digitální obraz založený na modelu RGB. Vpravo je tištěný obraz založený na barevném modelu CMYK. Ten je tisknut čtyřmi kapkami na jeden pixel. Zde se jedná o teoreticky ideální případ, kdy vyjdou na každý pixel právě čtyři základní tiskové barvy.



Obrázek 2.1: Rozdíl mezi PPI a DPI [34].

Barevná hloubka

Barevná hloubka udává počet bitů použitých pro uložení barvy každého kanálu v barevném modelu. Například 8-bitová barevná hloubka u modelu RGB značí, že je použito 8 bitů na každou RGB barvu (na každý kanál) a jeden pixel tedy potřebuje $3 * 8 = 24$ bitů. Větší barevná hloubka zvětšuje škálu různých barev, ale zvyšuje také paměťovou náročnost obrázku [22].

Vliv velikosti barevné hloubky na fotografii ilustruje obrázek 2.2.



Obrázek 2.2: Rozdíly u fotografie s různou barevnou hloubkou [17].

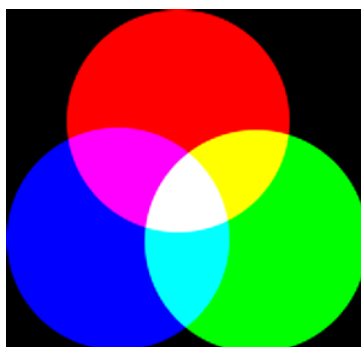
Udává se, že lidské oko je schopné rozeznat asi 10 milionů barev. V případě modelu RGB a barevné hloubky 24 bitů (8 bitů / kanál) je k dispozici: $256 * 256 * 256 = 16777216$ barev. Fotografie ve formátu JPEG podporují nejvyšší barevnou hloubku právě 24 bitů. Pokud je ale fotografie s takovou barevnou hloubkou výrazně upravována, některé barvy se mohou ztratit a snímek je pak náchylný k posterizaci – hrubým a viditelným skokům barev zejména v jemných barevných přechodech [22]. Některé formáty tak podporují i vyšší barevnou hloubku, například TIFF (16 bitů / kanál) či formáty typu RAW.

Barevné modely

Informace o barevných modelech byly čerpány z [20]. Barevný model je abstraktní model, který určuje způsob, jakým mohou být barvy reprezentovány v podobě čísel. Popsány zde budou modely RGB a CMYK.

Model RGB

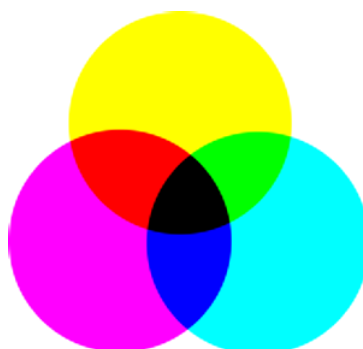
Tento model se používá u digitálního obrazu. Jedná se o tzv. aditivní model, ve kterém se přidáváním světla v daných barvách vytváří barvy ostatní. Základními barvami jsou zde červená, zelená a modrá. Čím více světla je přidáno, tím více se výsledná barva blíží bílé. Černou barvu lze získat opačným způsobem.



Obrázek 2.3: Model RGB [6].

Model CMYK

Model CMYK se typicky používá hlavně k tisku, protože předpokládá bílou barvu papíru jako základ. Přidávání základních barev na toto bílé pozadí pak omezuje barevné spektrum odražené od papíru. Proto je CMYK označován jako subtraktivní. Základními barvami zde jsou žlutá, purpurová a azurová. Při tisku se přidává i černá barva, označována jako Key. To z důvodu, že kombinace základních barev neposkytuje dostatečně sytě černou barvu. Dalším důvodem je také úspora toneru či inkoustu barevných složek.



Obrázek 2.4: Model CMYK [6].

2.2 Formáty pro ukládání fotografií

Nyní budou uvedeny některé formáty obrazových souborů. Ty se od sebe liší v různých aspektech, z čehož pramení i rozdílné účely jejich použití. Pro popis byly vybrány pouze ty, které se v dnešní době při práci s fotografiemi používají nejčastěji [32].

Formát JFIF (JPEG)

Pokud není uvedeno jinak, byly informace o tomto formátu čerpány z [35]. JPEG je metoda ztrátové komprese, která se používá pro ukládání obrazových dat. Název je zkratkou pro Joint Photographic Experts Group, což je název konsorcia, které tuto kompresi navrhlo. Formát souboru používající tuto kompresi se nazývá JPEG JFIF. Bývá ale často nazýván jen jako JPEG, přestože typů souborů využívajících JPEG kompresi může být víc, například JNG [18]. Označován je koncovkami .jpg, .jpeg, .jpe nebo .jif.

Metoda ztrátové komprese, kterou tento formát využívá, zanedbává obrazové informace, které při pohledu lidským okem nezpůsobí viditelné zhoršení kvality obrazu. Míru ztráty informace lze obtížně vyjádřit kvůli optimalizaci komprese pro lidský zrak. Pokud bychom například chtěli zjišťovat chybu klasicky - měřením rozdílů mezi původním obrazem a obrazem komprimovaným pomocí JPEG, mohli bychom zjistit, že při tomto porovnání nemá takřka žádný pixel stejnou hodnotu. Přesto mezi nimi člověk většinou rozdíl ani nepoznává.

Míru ztráty kvality lze ovlivnit v některých aplikacích pracujících s tímto formátem. Ty umožňují ovlivnit kvalitu obrazu nastavením faktoru kvality na stupnici 0-100%. Nižší stupeň znamená vyšší komprimační poměr, ale zároveň větší zkreslení. Jako optimální hodnota se většině případů uvádí 70-80%.

Velká úspora velikosti souboru při zachování vysoké kvality a také podpora ukládání metadat ve formátu EXIF patří mezi hlavní důvody, díky nimž se hojně používá pro uložení fotografií a naskenovaných dokumentů.

Formát však nepodporuje bezztrátovou kompresi a opakované ukládání obrazu do JPEG degraduje jeho kvalitu. K zachování původní kvality nepomůže ani nastavení faktoru kvality na 100%. To vede jen ke zvětšení velikosti souboru a mezi obrázky s faktory kvality 90% a 100% není na pohled téměř žádný rozdíl. Obrázek s faktorem kvality 100% však ale může být až o 300% větší. Z toho důvodu se v praxi faktor kvality na 100% nenastavuje. Namísto toho je při požadavku na zachování kvality obrazu lepší, použít bezztrátové komprimační metody, například PNG.

Obrázek 2.5 demonstruje rozdíl mezi obrázky a jejich velikostí při uložení s různým faktorem kvality.



Obrázek 2.5: Rozdíl mezi velikostí a kvalitou obrázků v závislosti na faktoru kvality [35].

V roce 2000 byly dokončeny práce na formátu s podobným názvem – JPEG2000 [26]. Ten přinesl různá vylepšení oproti kompresní metodě JPEG. Používá kompresi založenou na frekvenční analýze obrazu. Ta produkuje asi o 20% menší soubory než klasický JPEG. Podporuje také například postupné zobrazení obrázku jeho postupným doostřováním či vyšší barevnou hloubku. Technologie použité v tomto formátu jsou ale již výpočetně náročnější. Navíc nepodporuje ukládání EXIF metadat a v současnosti je tak jen velmi málo rozšířen.

Formát TIFF

Informace o tomto formátu byly brány z [23]. TIFF je zkratkou pro Tagged Image File Format. Byl vyvinut jako jednotný formát pro stolní skenery. Nyní jej vlastní firma Adobe. Označuje se koncovkami .tiff nebo .tif.

Jde o velmi flexibilní formát díky tzv. tagům. Ty jsou umístěny v hlavičce souboru a poskytují základní informace o uložení obrazových dat. Mohou například definovat velikost obrazu nebo použití obrazové komprese. Díky tomu umožňuje také pracovat s různou barevnou hloubkou a může zde být použita různá forma komprese, například JPEG, ZIP nebo RLE. Obraz může být uložen také zcela bez komprese. Nepochází tak ke ztrátě kvality ani při opakovaném ukládání obrazu. Tato možnost je také vhodná z hlediska zachování kompatibility, neboť není třeba řešit otázku, zda má druhá strana k dispozici software, který umí pracovat s některou z kompresních metod. Formát navíc umožňuje uložit více obrázků do jednoho souboru. Toho lze využít například u souvisejících naskenovaných dokumentů či faxové zprávy o více stranách. Podporuje také ukládání metadat ve formátu EXIF, což dopomohlo k jeho širokému využití při archivaci a správě fotografií.

Díky svobodě při tvorbě nových tagů se však může vyskytnout problém s kompatibilitou. Může se totiž stát, že ne všechny programy budou tyto nové tagy podporovat.

Formáty typu RAW

Informace o formátech typu RAW byly čerpány převážně ze série článků [24, 27, 25, 28]. V tomto případě se nejedná o jeden formát, protože nemá jednotnou specifikaci. Jde spíše o označení pro skupinu formátů určených pro uchování fotografií za účelem jejich pozdější úpravy. Do této skupiny patří mnoho formátů, neboť každý výrobce si většinou implementuje odlišný typ RAW souborů.

Soubory typu RAW obsahují jen hrubá data zachycená senzory fotoaparátu spolu s metadaty ve formátu EXIF. Není tedy použitelný přímo k prohlížení jako obrázek, ale obsahuje všechny informace k jeho sestavení. Díky tomu je možné RAW soubory pomocí speciál-

ních nástrojů posléze manuálně upravovat a vlastnoručně si tak zvolit výslednou podobu fotografie.

To umožňuje pro zhotovení výsledného obrazu namísto procesoru zabudovaného ve fotoaparátu, použít procesor na osobním počítači. Ten je výkonnější a není tolik limitován spotřebou ani časem, který je důležitý například při sekvenčním snímání několika fotografií ihned po sobě. Díky tomu je možné použít složitější matematické metody, které produkují kvalitnější výsledné fotografie. Pozdější zpracování umožňuje také téměř nedestruktivní úpravy obrázku. Například korekce nastavené na fotoaparátu se ihned neaplikují, ale pouze se uloží jako výchozí, a na samotný obraz jsou aplikovány až při konverzi. Soubory RAW většinou navíc nejsou ztrátově komprimovány, a tak nedochází k ztrátě kvality, jako například u komprese JPEG.

Ukládání do RAW souborů ale nepodporují všechny fotoaparáty. Soubory RAW mají také mnohem větší velikost než klasické fotografie s použitím kompresní metody JPEG. V současnosti jsou sice k dispozici paměťové karty s dostatečnou kapacitou, ovšem problematická je v tomto směru spíše doba potřebná pro manipulaci s tak velkým snímkem. Ta hraje roli například u sekvenčního snímání více fotografií ihned po sobě nebo při importu do PC [21]. Se soubory typu RAW se pojí také nejednotnost – každý výrobce si implementuje jiný typ RAW souborů a k otevření je zapotřebí speciální software. Aby se dali RAW fotografie běžně prohlížet, je třeba je převést do jiného formátu, například JPEG. U RAW souborů je navíc nutné počítat s jejich stárnutím. Výrobci totiž k novým modelům často vydávají také nový, odlišný formát RAW.

2.3 Formáty metadat digitálních fotografií

Informace v následující sekci byly čerpány převážně z [16]. Vzhledem k významu metadat při archivaci fotografií, bude nyní následovat přehled nejrozšířenějších standardů, které definují způsob jejich uložení. Více pozornosti bude věnováno formátu EXIF, u kterého bude uveden také stručný přehled vybraných informačních dat. To z důvodu, že právě tento formát je nejvíce spjat s obrazovými soubory [33] a některé z informací, které budou popsány, využívá také výsledná aplikace, viz 5.1.

Formát IPTC (IIM)

Formát metadat IIM (Information Interchange Model) byl vyvinut v devadesátých letech minulého století pro novinářské účely. Vznikl spoluprací organizace IPTC (International Press and Telecommunications Council) a sdružení Newspaper Association of America (NAA). Byl odpovědí na požadavky uchovávat u souborů kromě vlastních dat také doplňující informace, jako například jméno autora, kontakt, klíčová slova apod. Tyto informace měli sloužit k výměně zpravodajských podkladů a ke snadnější správě velkého množství dokumentů v podnikové sféře.

Přestože je tento formát univerzální a lze s ním popsat také textové, zvukové nebo video soubory, nejvíce se prosadil právě u digitálních fotografií. K tomu výrazně přispěla firma Adobe, která v roce 1995 implementovala podporu tohoto formátu do programu Photoshop. Metadata uložená v obrazových souborech pak začala být označována jako IPTC hlavička.

S rozmachem tohoto formátu i do oblastí, ke kterým nebyl původně navržen, se objevilo několik nedostatků. Zásadní problém je nedostatečná možnost popisovat publikační zdroje, problematická podpora národních znakových sad a nejednotná implementace v různých aplikacích.

S příchodem nových formátů pro ukládání dat, především XML, přestal být od roku 1997 vyvíjen. V roce 2004 byl díky spolupráci Adobe a IPTC začleněn do formátu XMP. Přestože byl tímto formátem ve velké míře nahrazen, většina programů je schopna pracovat s oběma formáty. V roce 2014 se mu navíc dostalo minoritních změn a jeho aktuální verze je 4.2. Jeho kompletní specifikace se nachází ve standardu [4].

Formát XMP

XMP (Extensible Metadata Platform) je ISO standard pro ukládání metadat k souborům. Byl vytvořen společností Adobe. Motivací k jeho vzniku byla snaha o větší rozšiřitelnost, univerzálnost a snadnou implementaci. Tyto vlastnosti by měl zajistit jazyk RDF, ve kterém je formát XMP napsán. Ten je postaven na obecném standardu XML, který vyvíjí konsorcium W3C.

XMP dovoluje popsat prakticky libovolná metadata pomocí tzv. schémat. Uživatelům je nabízena sada hotových schémat, která umožňují kódovat například EXIF informace, specifikaci PDF, údaje spjaté s ochranou autorských práv atd. Důležitou vlastností je možnost definovat si vlastní schéma, které bude vyhovovat požadavkům uživatele či organizace.

Podobně jako u jeho předchůdce IPTC, je možné i tento formát vkládat do různých typů souborů. Velké uplatnění našel opět u grafických a multimediálních souborů typů JPEG, GIF, MP3, MP4 a dalších. Důležitou roli pak hraje u fotografií typu RAW. Tam XMP slouží pro uložení informací o posledním provedení úprav.

XMP metadata je také možno uchovávat v samostatném souboru, ale v takovém případě hrozí jeho ztráta, například při opomenutí přesunout jej spolu s daty. Vložení XMP metadat do jednoho souboru spolu s daty, zůstávají data souboru dále čitelná i pro aplikace, které XMP nepodporují. Z těchto důvodů se v praxi ukládají metadata a data společně.

Podrobná specifikace formátu je uvedena v [1].

Formát EXIF

Tento formát byl vytvořen v roce 1996 japonským sdružením JEIDA (nyní JEITA). Je určen pro ukládání metadat u multimediálních souborů. Tato metadata často automaticky ukládají k datovým souborům digitální kamery, fotoaparáty nebo skenery již při jejich vytváření. Tyto informace (tzv. tagy) je také možné přidat nebo upravit později ručně. Informace se mohou nacházet v různých hlavičkách a dohromady jich mohou být desítky. Stručně popsány budou tedy alespoň některé z nich.

Uveden je vždy název tagu. Vedle něj je v závorce jeho datový typ. Na dalším řádku pak následuje jeho stručný popis, který čerpá údaje z [12].

Image width (*unsigned long int*)

Počet sloupců obrázku. Odpovídá počtu pixelů na řádek.

Image length (*unsigned long int*)

Někdy též označováno jako Image width. Jedná se o počet řádků obrázku.

Compression (*unsigned short int*)

Typ komprese. Čísla odpovídají typům komprese.

Příklad: Bez komprese = 1, LZW = 5, JPEG = 7, apod.

Orientation (*unsigned short int*)

Otočení snímku. Čísla odpovídají způsobu otočení obrázku.

Příklad: Nultý řádek nahoře, nultý sloupec vlevo = 1 (bez rotace). Nultý řádek nahoře, nultý sloupec vpravo = 2 (zrcadlově otočeno), apod.

Flash (*unsigned short int*)

Indikuje status blesku při vytvoření snímku. Hodnoty jednotlivých bitů indikují různé stavy.

Příklad: Nultý bit informuje, zda byl blesk použit, první a druhý udávají status, apod.

Artist (*string*)

Uchovává informace o vlastníkovvi fotoaparátu, fotografovi či tvůrci obrázku. Přesný formát těchto dat není specifikován, ale je doporučeno je uvádět následovně:

Příklad: Camera owner, John Smith; Photographer, Michael Brown; Image creator, Ken James;

Další z možností tohoto formátu je i vložení náhledu fotografie. Snímky pořízené moderními fotoaparáty totiž dosahují velikosti několika megabytů, proto je možné do EXIF hlavičky vložit malý náhled, s velikostí v řádu několika kilobytů, který umožňuje při procházení rychle zjistit obsah snímku, bez nutnosti zpracovávat jej celý.

Ne všechny uvedené tagy fotoaparáty automaticky ukládají. Některé z nich, například údaje o autorovi, jsou schopny dodat jen přístroje spíše vyšších tříd, a tak je možné přidávat je pouze ručně, až při importu do PC.

Díky tomu, že je tento formát výrobci fotoaparátů a kamer velmi hojně využíván, umí s ním pracovat také většina grafických editorů či aplikací pro správu fotografií.

Při použití editoru, který tento formát nepodporuje však hrozí ztráta těchto metadat. Ke ztrátě, či neschopnosti správného zobrazení informací může dojít také kvůli tomu, že výrobci ukládají velké množství specifických údajů, které standard EXIF nemusí podporovat. Ne všechny obrazové soubory ukládání EXIF metadat podporují. Nelze je ukládat například k souborům typu PNG, GIF, či JPEG 2000.

Kapitola 3

Import a identifikace duplicitních fotografií

Tato kapitola se věnuje importu a vyhledávání duplicitních fotografií. V úvodu se zabývá obecnými možnostmi při importu fotografií. Následuje stručný popis vybraných nástrojů pro import. Dále jsou nastíněny možné způsoby identifikace shodných fotografií. Závěr kapitoly je pak věnován stávajícím programům, které identifikaci a vyhledávání shodných fotografií umožňují.

3.1 Import fotografií

Aby bylo možné plně využít potenciál digitálních fotografií, samotný fotoaparát nestačí. Proto se k dalšímu zpracování obvykle používá počítač. Mezi důvody proč jsou fotografie do počítače importovány patří:

Prohlížení

Snímky z fotoaparátů bývají určeny k tisku nebo k prohlížení na zobrazovacích plochách s větším rozlišením, než jaké nabízí tyto přístroje.

Úprava

Rozsáhlejší úpravy snímku přímo ve fotoaparátu obvykle nejsou možné, a tak se využívají počítačové programy.

Záloha

Ve fotoaparátech i mobilních telefonech se jako úložiště používají flash paměti. Ty se oproti pevným diskům vyznačují mimo jiné nižší kapacitou, respektive vyšší cenou za bit. Pro dlouhodobé uchování většího archivu se tak fotografie importují do počítače, pomocí něhož mohou být zapsány na DVD nebo ponechány na interních či externích pevných discích. V současné době se za účelem archivace používají rovněž cloudová úložiště.

Import fotografií do počítače lze provést klasicky – označit a zkopírovat fotografie z připojeného zařízení do počítače, například pomocí průzkumníka souborů, který nabízí operační systém. Není tedy zapotřebí instalovat software navíc.

Alternativou je použití programu pro import fotografií. Ty nabízí kromě samotného kopírování fotografií také funkce, které umožní provést import systematicky a mohou uživateli pomoci udržet pořádek v archivu.

Funkce pro systematický import

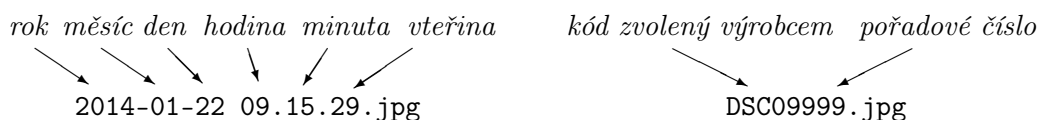
Všechny vybrané aplikace 3.1 nabízí při importu následující funkce:

- Hromadné přejmenování
- Rozdělení do složek
- Přiřazení metadat

Z pohledu vybraných aplikací je tedy lze označit jako základní. Tyto funkce budou nyní popsány obecně. Případné specifické možnosti těchto funkcí a také další funkce, které nabízí jednotlivé aplikace, budou popsány již pro každou aplikaci zvlášť.

Hromadné přejmenování

Přejmenování může být užitečné v případě, kdy fotoaparát používá způsob pojmenování fotografií vycházející ze specifikace DCF (Design rule for Camera File system) [2]. Jedná se sice o zavedenou metodu pojmenování, kterou výrobci respektují, avšak názvy tvaru DSC09999.JPG o obsahu fotografie mnoho neprozradí. Srovnání původního názvu dle DCF a přejmenované fotografie na formát používaný aplikací DropBox lze vidět na obrázku 3.1.



Obrázek 3.1: Srovnání formátů názvů fotografií. Vlevo je formát používaný aplikací Drop-Box. Vpravo je název držící se konvence DCF.

Přejmenování se provádí také v případech, kdy jsou ve sbírce uloženy snímky z různých zařízení. Podrobněji se touto problematikou zabývá [7].

Rozdělení do složek

Při rozdělení do složek se volí tvar názvu pro nově vytvářené složky. Ten může obsahovat kritérium, dle kterého se má rozdělení provést. Kritériem zde bývá obvykle datum pořízení. Pokud název neobsahuje žádné kritérium, dle kterého by šlo obrázky rozdělit, tak se vybrané obrázky nerozdělí a importují se jen do složky se zadaným jménem. Pokud nějaké kritérium obsahuje, jsou na základě něj vytvořeny a pojmenovány složky. Do nich jsou pak obrázky rozděleny při importu

Přiřazení metadat

Funkce přiřazení metadat slouží k přidání dodatečných informací o fotografii, které není schopen přidat fotoaparát již v době vytvoření snímku. Ten automaticky přidává především technické údaje o snímku. Například rozlišení, čas expozice, ohniskovou vzdálenost apod.

Některé údaje, jako třeba autorská práva, klíčová slova nebo komentáře se dodávají ručně. Tyto informace se původně používaly v komerční sféře pro správu rozsáhlých sbírek dokumentů. Například profesionální fotograf Ondřej Prosický uvádí, že potřebuje mít archiv

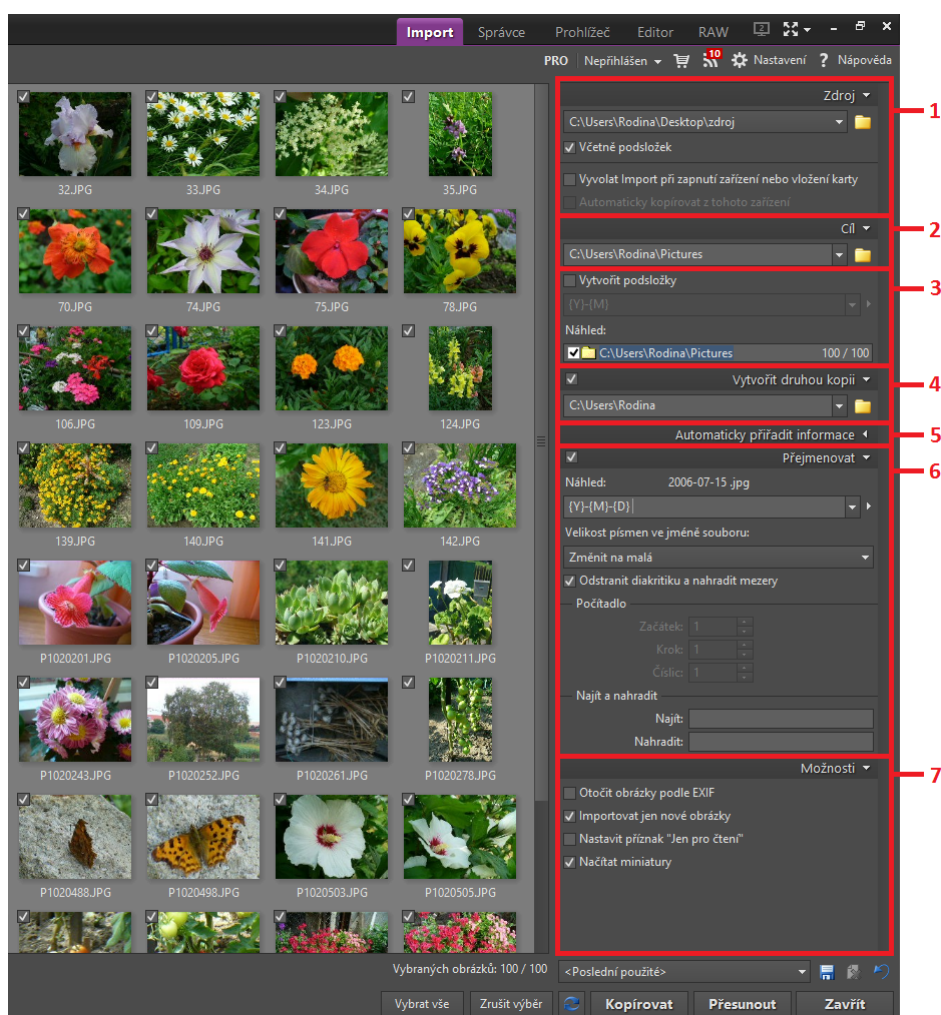
zpracován tak, aby byl v případě zakázky, schopen jakoukoliv fotografii do 15-ti vteřin najít. Toho je možné dosáhnout právě přidáním klíčových slov, na základě kterých lze pak fotografie s požadovaným obsahem rychle vyhledat [31].

Programy umožňující import fotografií

Následující aplikace byly vybrány především tak, aby svým určením pokryly nejpoužívanější typy operačních systémů – Windows, OS X a Linux. Při výběru bylo zohledněno také množství funkcí pro import, které aplikace nabízí.

Zoner Photo Studio 17

Program Zoner Photo Studio je vyvíjen společností ZONER software, která sídlí v Brně. Je určen pro operační systémy Windows. Jeho běžná cena pro nové zákazníky činí 1 499 Kč¹. Ceny ostatních verzí, například pro studenty, školy či stávající zákazníky se liší. Tento program nabízí široké spektrum možností pro práci s fotografiemi. Vzhledem k tématu práce ale bude popsán jen modul pro import fotografií.



Obrázek 3.2: Zoner Photo Studio 17.

¹Cena na oficiálních stránkách www.zoner.cz ke dni 24. 4. 2015

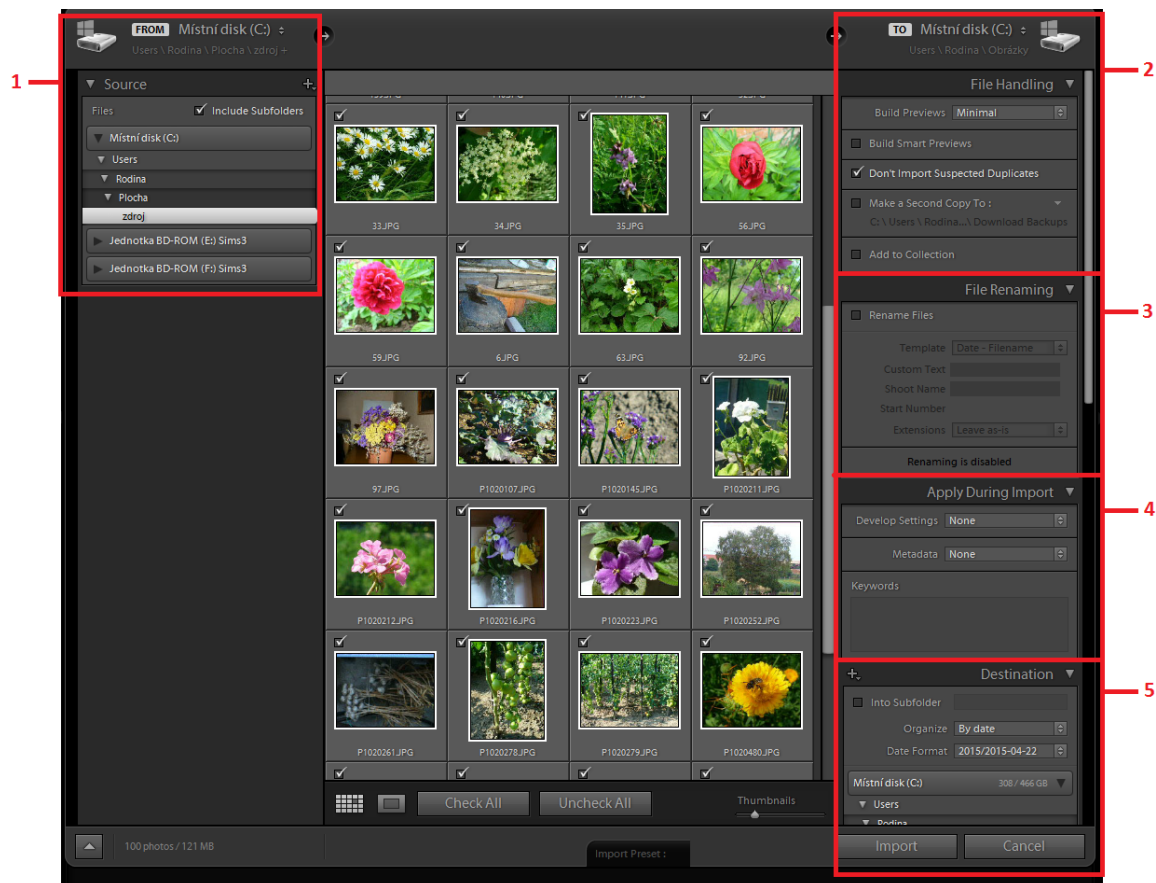
Funkce pro import v Zoner Photo Studio 17 jsou popsány v následujícím výčtu. Jednotlivé body zde odpovídají číslům na obrázku 3.2.

1. Výběr zdroje. Ze zvolené složky se budou načítat fotografie pro import. Zpravidla se jedná o připojený fotoaparát či paměťovou kartu. Lze zvolit možnost automatického vyvolání importu po připojení tohoto zařízení. Vybrat si lze také to, jestli se bude načítat také obsah podsložek ze zvoleného zdroje.
2. Výběr cíle. Do vybrané složky budou fotografie kopírovány.
3. Vytvoření podsložek. Viz 3.1. Rozdělení se provádí na základě autora fotografie, koncovky nebo času. U jednotlivých časových údajů je možné vybrat, zda-li se má brát v potaz čas pořízení nebo čas importu. Název vytvářených složek se volí pomocí formátovacího řetězce.
4. Vytvoření druhé kopie. Tuto možnost lze využít například při tvorbě zálohy.
5. Automatické přiřazení informací. Na obrázku 3.2 není tato možnost z prostorových důvodů zobrazena celá. Po jejím otevření se ukáží možnosti přiřazení názvu, autora, autorských práv a klíčových slov k fotografii.
6. Přejmenování během importu. Nový název může být libovolný a tvoří se pomocí formátovacího řetězce. Zakomponovat do něj lze jak datum, tak i údaje o autorovi či název. Do názvu je možné přidat také počítadlo, které odliší soubory, které by měly stejný název, který už v cíli je. U počítadla lze nastavit jeho začátek, velikost kroku i počet jeho číslic. Je možné také najít a nahradit určitý text v původním názvu fotografie. Poslední možností je změna písmen z malých na velká či naopak. Náhled nového jména souboru je zobrazen u horního okraje nabídky.
7. Další možnosti aplikované při importu. Na výběr je otočení, nastavení příznaku jen pro čtení nebo import jen nových obrázků. Poslední možnost slouží k eliminaci duplicitních fotografií v archivu.

Adobe Lightroom CC

Tento program je určen pro platformy Windows a OS X. Ceny jednotlivých verzí se opět liší a Adobe jej nabízí v balíčcích předplacených na určitou dobu. Lze jej zakoupit i samostatně, například na českém e-shopu² za 1 928 Kč. Podobně jako v programu Zoner Photo Studio 17, tak i zde je k dispozici celá řada funkcí pro správu fotografií. Popsány budou opět funkce pro import.

²Cena na e-shopu www.czcz.cz ke dni 24. 4. 2015



Obrázek 3.3: Adobe Lightroom CC 2015.

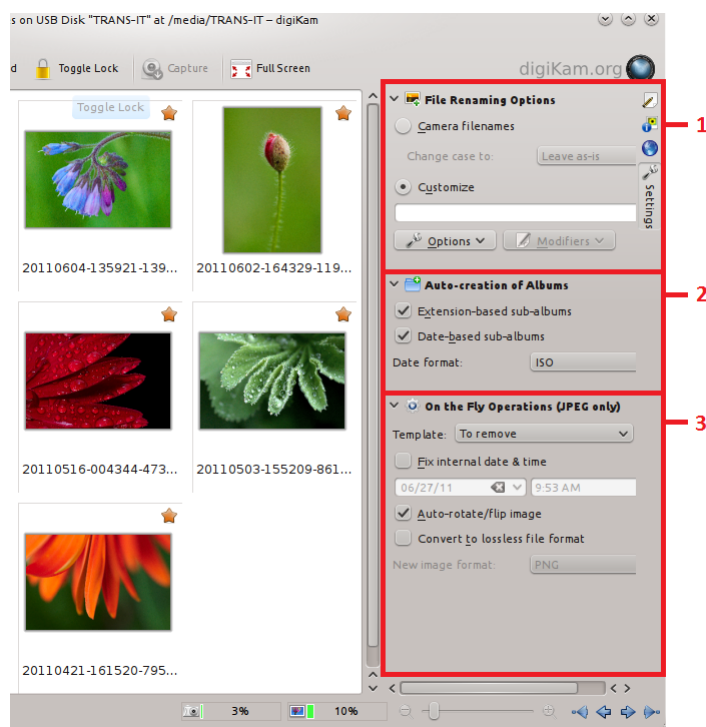
Jednotlivé možnosti jsou opět očíslovány a lze je nalézt na obrázku 3.3. Adobe Lightroom nabízí při importu následující možnosti:

1. Výběr zdroje se nachází na panelu v levé části. I zde je možné zvolit, zda se budou načítat i fotografie z podsložek ve zdroji.
2. Nabídka **File Handling** obsahuje různorodé možnosti. Položka **Build Previews** se vztahuje k možnosti vytváření chytrých náhledů. To jsou malé náhledy, založené na formátu DNG. Více o nich v [13]. Zaškrtnutím možnosti **Make a Second Copy** se provede import i do druhé vybrané složky. Tato možnost obvykle slouží pro vytvoření zálohy. Je zde možné také nastavit, aby byly při importu vynechány fotografie, které již importovány byly.
3. Přejmenování fotografií během importu. Tato možnost je zde velmi flexibilní. Jsou k dispozici připravená schémata názvů a navíc si lze vytvořit zcela nový. Ty lze vytvářet nejen na základě času ale také pomocí takřka libovolných EXIF metadat. Program nabízí také možnost změnit písmena v koncovkách souborů na malá či velká. Dole se potom nachází ukázka názvu, na který budou fotografie přejmenovány.
4. Nabídka **Apply During Import** umožňuje nastavit operace, které se při importu aplikují na fotografie. Přiřadit k nim lze například takřka libovolná metadata.

5. Výběr cíle. Zde se nachází možnost rozdělení do podsložek. Je možné zvolit název podsložek. Vybrat lze z přednastavených názvů, které vytváří podsložky na základě data. Fotografie mohou být také ponechány ve stejných podsložkách, v jakých se nacházejí ve zdroji. Dole se pak zobrazuje náhled adresářové struktury, která vytvořením podsložek vznikne. U jednotlivých složek je pak číslo, které značí kolik fotografií bude do vytvořené podsložky umístěno.

digiKam

DigiKam je open source správce fotografií. Obsahuje také editor snímků. Je možné do něj doinstalovat různé pluginy, takže jeho funkcionality není omezena na to, co obsahuje běžná instalace. Program je původně určený pro Linux. K dispozici je ale také pro OS X a Windows. Při instalaci na systém Windows je však uživatel upozorněn, že není pro danou platformu zcela odladěný a může obsahovat chyby. To se potvrdilo při zkoušení aplikace. Ta byla neočekávaně ukončena při každém pokusu o import z připojeného zařízení. Následující popis funkcí pro import tedy čerpá informace z [29].



Obrázek 3.4: Program digiKam.

Jednotlivé funkce následujícího výčtu lze nalézt pod odpovídajícími čísly na obrázku 3.4.

1. Přejmenování fotografií při importu. Přejmenování je zde možné provést na základě data a času uloženého v EXIF metadatech. Na výběr je několik připravených možností formátů názvů. Je také možné vytvořit si vlastní.
2. Automatické rozdělení do podsložek. Více v 3.1. Zde lze vybrat formát názvů vytvářených podsložek. Rozdělení je možné provést na základě data a času nebo koncovek souborů.

3. Zde se dají nastavit různé akce, které budou při importu provedeny. Lze přiřadit respektive opravit čas a datum fotografií. Snímky je možné automaticky otočit nebo převést do jiného formátu. Zvolit lze například formáty TIFF či PNG, které umožňují bezztrátovou kompresi.

3.2 Identifikace duplicitních fotografií

Samostatných programů pro vyhledávání identických souborů existuje celá řada. Zoner Photo Studio tuto funkci nabízí v základu od verze 17. U Adobe Lightroom je nutné pro tuto funkci doinstalovat patřičný plugin.

Tyto programy porovnávají soubory lehce odlišnými způsoby. Ty lze obecně rozdělit do tří kategorií:

Porovnání celého souboru - kontroluje se, zda jsou celé soubory shodné. Provádí se například porovnáním kontrolního součtu daných souborů.

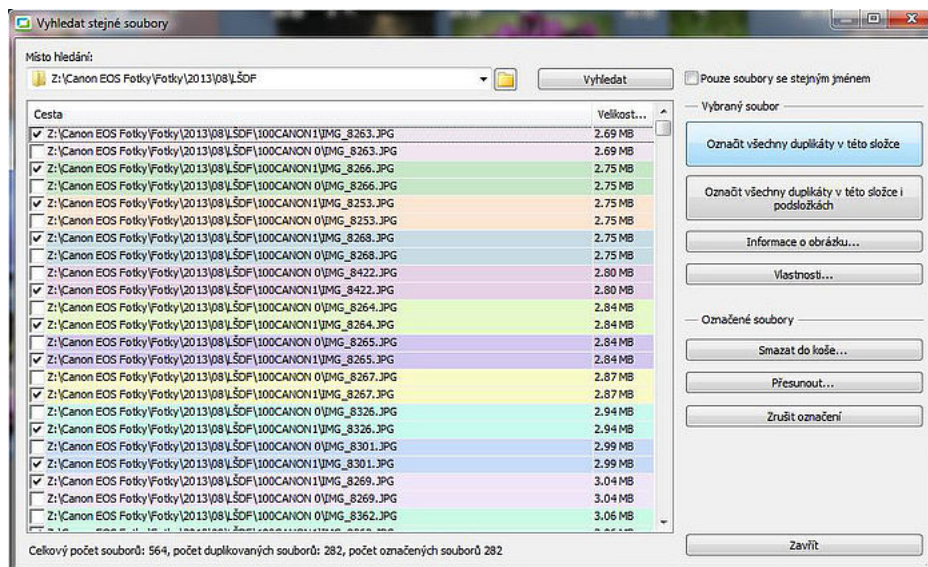
Porovnávání na základě obrazových dat - porovnávají se obrazová data. Soubory se nemusí zcela shodovat. Mohou se lišit například v metadatech. Nemusí se ale zcela shodovat ani v obrazových datech. V některých programech lze totiž nastavit míru, při které jsou obrázky označeny jako shodné či podobné. Do role zde vstupují i skutečnosti, že porovnávané obrázky mohou být vůči sobě různě natočeny nebo mohou mít jiné rozlišení.

Porovnávání na základě metadat - porovnávají se informace o datech. Může jít o porovnávání názvu či velikosti souborů. Pokud jsou k souborům přiloženy i dodatečná metadata, například ve formátu EXIF, lze porovnávat i na základě nich.

V souvislosti se systémy pro import, bude v této podkapitole popsán nástroj pro hledání stejných souborů, který je součástí aplikace Zoner Photo Studio 17. Pro ilustraci dalších možností, jaké nabízí stávající samostatné programy, budou v této podkapitole popsány dva z nich – VisiPics a Anti-Twin.

Hledání duplicitních fotografií v Zoner Photo Studio 17

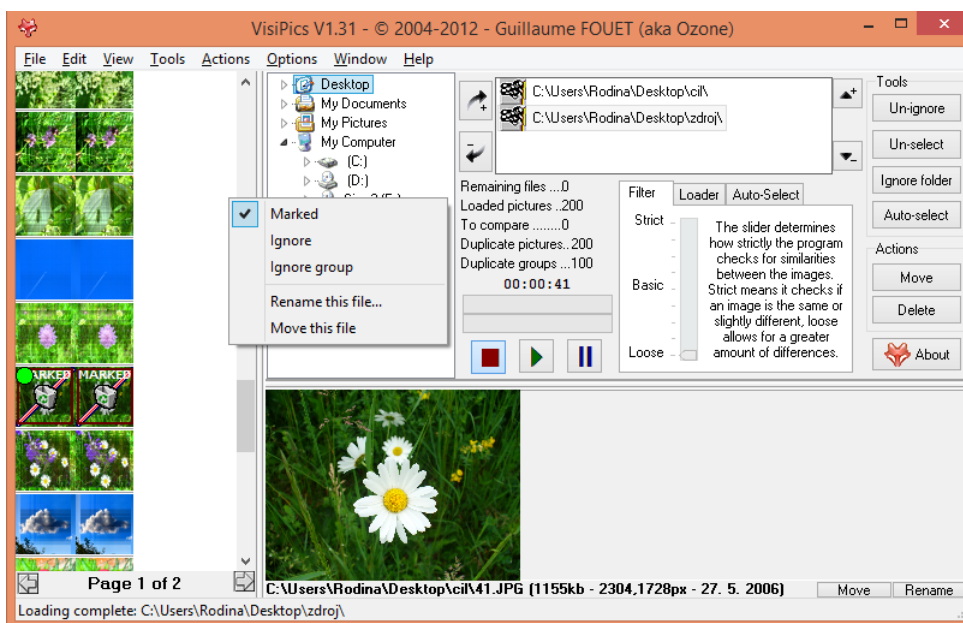
Okno pro vyhledání duplicitních fotografií lze spustit ze záložky **Správce** kliknutím na **Vyhledat stejné soubory** v menu **Organizovat**. Je možné vybrat složku, kde se má vyhledávat. Prohledány budou také její podsložky. Je možné porovnávat buď jen názvy souborů, nebo také jejich obsah. Porovnávání na základě obsahu je pomalejší, ale může být spolehlivější než porovnávání na základě názvů. Výsledkem hledání je textový seznam položek. Položky představují nalezené soubory s duplicitou, kde jsou shodné skupiny barevně odlišeny. Výsledek vyhledávání ilustruje také obrázek 3.5. V seznamu se dají fotografie označit a následně přesunout nebo smazat. Pro ověření, jestli jsou fotografie opravdu identické se dají zobrazit podrobnosti o souboru včetně malého náhledu [5].



Obrázek 3.5: Hledání duplicitních fotografií v Zoner Photo Studio 17 [5].

VisiPics

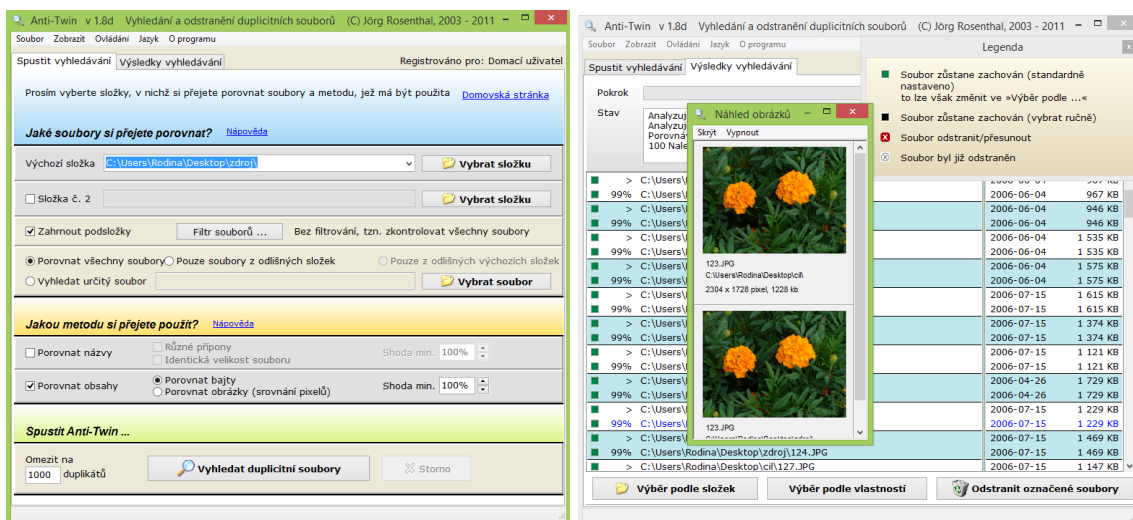
Program je určený pro vyhledávání duplicitních fotografií. Je možné nastavit různou úroveň shody, při které jsou obrázky označeny jako duplicitní. Lze zvolit více složek, ve kterých se bude vyhledávat. Je možné rovněž zvolit, které složky či soubory se mají při hledání vynechat. Identifikované obrázky lze přesunout či odstranit. Podporuje formáty JPEG, TIFF, RAW, GIF, PNG, BMP, PCX a TGA. Program je určen pro systémy Windows a je zdarma [9].



Obrázek 3.6: Program VisiPics, verze 1.31.

Anti-Twin

Tento nástroj je určen pro vyhledávání podobných souborů. Nemusí se tedy nutně jednat o obrázky. Lze nastavit podle čeho budou soubory porovnávány. Na výběr jsou možnosti: srovnávání dle názvu souborů, dle obsahu souborů a u obrázků je možné srovnávat také na základě jednotlivých pixelů. Identifikované duplikáty je potom možné přesunout do koše či přímo odstranit. Oproti programu VisiPics, zde lze zvolit jen dvě složky, ve kterých se bude vyhledávat. U nich je možné zvolit, zda se mají procházet také jejich podsložky. V tomto směru tedy není tolik flexibilní. Program je lokalizován do češtiny a je určený pro systémy Windows. K dispozici je také přenosná verze, kterou není třeba instalovat. Pro nekomerční použití je program zdarma [15].



Obrázek 3.7: Program Anti-Twin, verze 1.8.

Mezi další existující programy potom patří například Duplicate Photo Finder, Similar Image Search, ImageDupeless, Image Deduplicator, Image Comparer, Easy Duplicate Finder a jiné.

Kapitola 4

Návrh systému pro import fotografií

Tato kapitola v úvodu hodnotí možnosti stávajících programů pro import fotografií. Následuje návrh funkcí vlastní aplikace pro import a jejího uživatelského rozhraní. Dále jsou uvedeny použité nástroje a také důvody, proč byly k implementaci zvoleny. Závěr kapitoly obsahuje návrh ověření funkčnosti této aplikace.

4.1 Zhodnocení existujících nástrojů pro import

Stávající nástroje pro import bývají součástí komplexních programů, které nabízejí rovněž funkce pro správu a úpravu fotografií. Otázkou je, zda-li je to výhodou. Pokud chce uživatel provádět import systematicky a ne jen prostým kopírováním z jedné složky do druhé, potom si musí nainstalovat celý program. Co se týče funkcí těchto programů, téměř vždy nabízí možnosti pro:

- Hromadné přejmenování
- Rozdělení do složek
- Přiřazení metadat
- Zamezení výskytu duplicitních snímků
- Ostatní operace se snímky: otočení, převod do jiného formátu, opravu času, apod.

Tyto nástroje brání vzniku duplikátů během importu tím, že si pamatují, které fotografie již importovali. Další používanou možností je prozkoumání cílové složky, s pokusem nalézt v ní danou fotografii. Výhodou tohoto způsobu je, že není výpočetně náročný. Nevýhodou potom je, že pokud byla fotografie importována mimo tento program nebo se nachází jinde než v cílové složce, program to nezaznamená a importuje ji znovu. V takovém případě se pro eliminaci duplikátů musí použít další nástroj, který duplikáty zpětně dohledá. Takový nástroj může být součástí základní instalace, jako je tomu u Zoner Photo Studio 17 nebo může být později doinstalován jako plugin, jak je tomu například u Adobe Lightroom CC. Pro vyhledávání duplicitních souborů je ale možné použít také samostatný software, viz [3.2](#).

U funkcí pro přejmenování, rozdělení do složek a přiřazení metadat jsou pak možnosti u všech programů velmi podobné. Liší jen se druhy metadat, se kterými lze tyto operace provádět. Například Zoner Photo Studio nabízí přejmenování či rozdělení do složek jen na základě autora nebo času fotografie. Naproti tomu Adobe Lightroom umožňuje pracovat takřka s libovolným údajem v EXIF metadatech. Tato komplexnost však nemusí být jen

výhoda. Údajů v EXIF hlavičce je totiž tolik, že může být obtížné se v nich zorientovat, zejména pro méně zkušeného uživatele.

4.2 Návrh funkcí aplikace

Na základě analýzy a zhodnocení současného stavu jsem navrhl samostatnou aplikaci pro import fotografií do počítače. Aplikace by měla při importu nabízet funkce pro:

- Hromadné přejmenování
- Rozdělení do složek
- Přiřazení metadat
- Vytvoření zálohy
- Vyhledávání identických fotografií kvůli zamezení výskytu duplikátů

Eliminaci výskytu duplicitních souborů by měla aplikace řešit již během importu, a to prohledáváním různých umístění v počítači. Během toho by se měl program pokusit najít ty fotografie, které uživatel chce importovat. Pokud je nalezne, označí je, a uživatel tak bude vědět, že se už někde v počítači nacházejí. Díky tomu je bude moci při importu vynechat. Tento způsob má oproti stávajícím nástrojům tu výhodu, že umožní identifikovat také fotografie, které byly importovány či přesouvány mimo aplikaci a nachází se na různých umístěních v PC. Nevýhodou je pak výpočetní náročnost, kvůli vyhledávání. Při tom totiž může dojít k porovnávání většího množství fotografií. Tuto náročnost jsem se snažil eliminovat porovnáváním pouze jejich metadat. Díky tomu není nutné u každé fotografie načítat a porovnávat hlavní obrazová data, která mívají, na rozdíl od metadat, mnohem větší velikost.

Porovnávání fotografií by mělo být prováděno podle názvu, velikosti a času pořízení. Uživatel si bude moci libovolně nastavit, které z těchto údajů se budou porovnávat, a to včetně jejich kombinací pomocí podmínek **a** **současně** a **nebo**. Tyto údaje by měli být dostatečně spolehlivé pro označení snímků za potenciálně shodné.

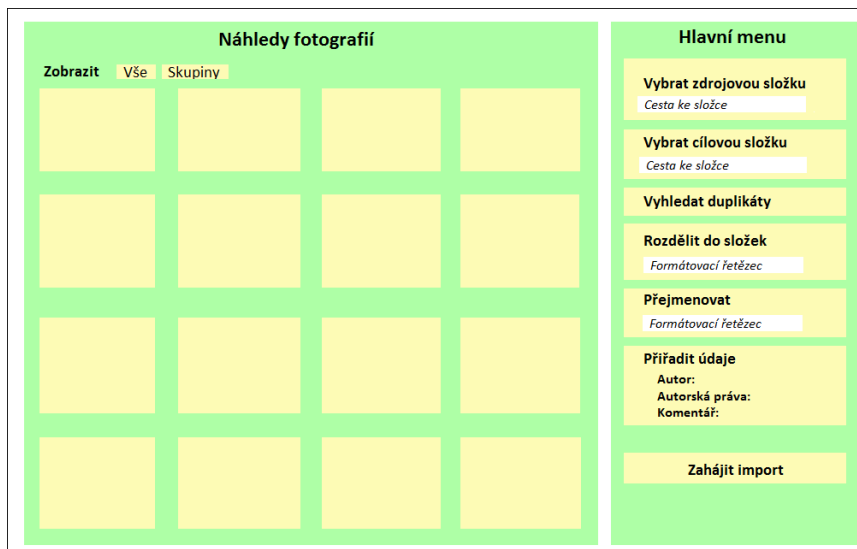
Pro přesnější identifikaci připadalo v úvahu také porovnávání na základě GPS údajů, rozlišení či modelu fotoaparátu, který snímek vytvořil. GPS údaje však neobsahují všechny snímky. Některé fotoaparáty je totiž přidávat nedokáží. GPS údaje mohou být navíc často matoucí. Například když jsou fotografie pořízeny v době, kdy ještě není správně určena poloha. U údajů o rozlišení a modelu fotoaparátu by zase mohlo dojít k častému označování i těch fotografií, které jsou ve skutečnosti odlišné. To by se mohlo stát například u nezkušených uživatelů. Když by si totiž uživatel nastavil podmínky identity jen na shodu v rozlišení nebo modelu fotoaparátu, došlo by k označení všech fotografií se stejným rozlišením nebo modelem fotoaparátu za identické, což je zjevně nesmyslné. Kvůli tomu jsem od porovnávání těchto údajů upustil.

Přejmenování a rozdělení do složek by mělo být možné provádět na základě času pořízení, který je uložen v EXIF metadatech. Názvy snímků a složek by mělo jít vytvářet libovolně, a to pomocí formátovacích řetězců. Aplikace by také měla umožňovat zvolit některý z přednastavených formátů názvů, aby je uživatel nemusel vyplňovat ručně. Na výběr by měly být například názvy, které pro ukládání fotografií používají aplikace Dropbox či mobilní telefony Samsung.

Funkcí pro přiřazení metadat by mělo být možné k importovaným snímkům přiložit údaje o autorovi, autorských právech a také komentář.

4.3 Návrh uživatelského rozhraní

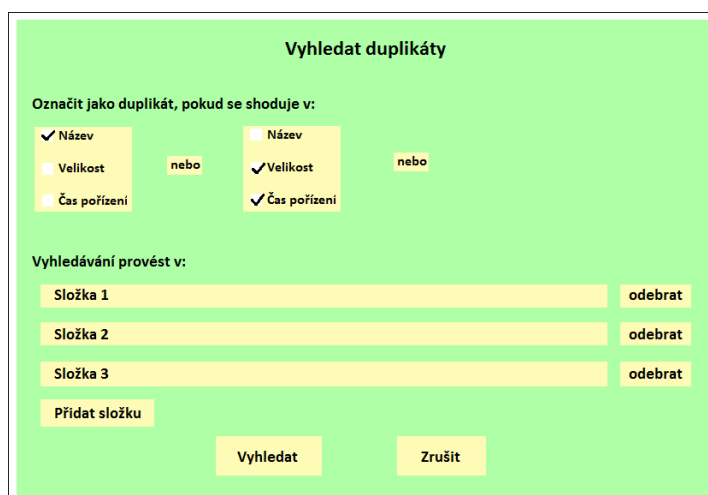
Hlavní okno aplikace bylo navrženo tak, aby si uživatel mohl prohlížet fotografie a zároveň mohl v menu nastavovat parametry importu. Rozložení prvků hlavního okna ukazuje obrázek 4.1.



Obrázek 4.1: Návrh vzhledu hlavního okna.

Hlavní okno je rozděleno na dvě části: náhledy fotografií a hlavní menu. Část s náhledy fotografií obsahuje přepínací tlačítka **Vše** a **Skupiny**. Ty slouží ke změně způsobu zobrazení náhledů fotografií. Možnost **Skupiny** je určena pro zobrazení všech fotografií rozdělených do skupin po jednotlivých dnech, které jsou chronologicky seřazeny. Možnost **Vše** slouží k zobrazení všech fotografií bez seskupení.

Z hlavního menu by mělo být možné obsluhovat přímo všechny funkce, kromě funkce pro vyhledávání duplikátů. Tu bude možné obsluhovat v novém okně, jehož návrh je na obrázku 4.2. Toto řešení bylo zvoleno kvůli zachování přehlednosti hlavního menu.



Obrázek 4.2: Návrh vzhledu okna pro vyhledávání duplikátů.

V horní části okna pro vyhledávání duplikátů je nastavení parametrů, které se mají při vyhledávání porovnávat. Parametry bude možné vybírat zatrhnutím patřičného tlačítka. Kombinovat je půjde pomocí tlačítka **nebo**. Kliknutím na něj se zobrazí či skryje další nabídka parametrů.

Ve spodní části okna je seznam složek, ve kterých se má vyhledávání provádět. Složky by mělo jít libovolně přidávat či odebírat, avšak pro možnost zahájit vyhledávání bude muset být zvolena alespoň jedna. U každé složky by měla být na výběr také možnost, jestli se mají prohledávat i její podsložky.

4.4 Technologie použité k implementaci

K implementaci byl použit jazyk C++, knihovna Qt pro tvorbu grafického uživatelského rozhraní a knihovna Exiv2 pro práci s metadaty fotografií. Tyto nástroje byly zvoleny z následujících důvodů:

Jazyk C++ byl zvolen především kvůli tomu, že umožňuje psát časově i prostorově efektivní programy. To je možné díky tomu, že je kompilovaný. Rychlost programu je ve výsledném programu důležitá zejména při vyhledávání identických snímků. Pokud totiž uživatel zvolí k prohledávání velký archiv fotografií, musí program načítat a pracovat s metadaty u velkého množství souborů. Dalším hlavním důvodem k volbě tohoto jazyka bylo, že je široce používaný, díky čemuž je prověřený a k dispozici je rovněž velké množství knihoven. Při výběru hrál také fakt, že jazyk C++ má velkou vyjadřovací sílu. Díky tomu je možné k programování používat například objektově orientovaný přístup a zároveň přímo přistupovat k paměti. To však může být i jeho nevýhodou. Nenabízí totiž automatickou správu paměti. Může se také vyskytnout problém s přenositelností programu. Další nevýhodou, kterou jsem bral při výběru v potaz je skutečnost, že tento jazyk je relativně složitý a doba potřebná k jeho naučení může být vyšší než u jiných jazyků [8].

Knihovna Qt byla zvolena především proto, že umožňuje vytvářet multiplatformní aplikace s grafickým uživatelským rozhraním. To používá přirozený vzhled operačního systému. Kromě C++ podporuje také řadu dalších jazyků, například Python, Java či Ruby. Součástí knihovny je i přehledně zpracovaná dokumentace a vývojové programy Qt Creator a Qt Designer, které jsem při implementaci rovněž používal. Ze známých programů využívají Qt například také Skype, VirtualBox, webový prohlížeč Opera či prostředí KDE [30].

Knihovna Exiv2 je knihovna určená pro jazyk C++ a zároveň program ovládaný z příkazové řádky. Slouží pro správu metadat souborů. Vybrána byla proto, že poskytuje rychlý a snadný přístup k metadatům ve formátech EXIF, IPTC a XMP, uložených u různých typů souborů. Je k dispozici jak zdarma, tak i s komerční licencí [11].

4.5 Návrh vyhodnocení funkčnosti aplikace

Funkčnost aplikace bude vyhodnocena ve dvou krocích. Prvním bude vyhodnocení vyhledávání identických (již importovaných) fotografií v archivu. Druhým krokem bude vyhodnocení uživatelského rozhraní.

V prvním kroku se zaměřím především na to, jak dlouho bude trvat vyhledávání konkrétních fotografií v archivu. Identifikace duplicitních snímků je totiž prováděna porovnáváním

metadat právě proto, aby bylo vyhledávání rychlejší, než při načítání a porovnávání hlavních obrazových dat. Na druhou stranu tento způsob porovnávání nemusí být spolehlivý. Mohou se totiž vyskytnout snímky se stejným názvem, datem pořízení či velikostí. Proto bude v tomto kroku sledována také správnost výsledku vyhledávání při porovnání různých druhů metadat.

V druhém kroku se zaměřím na uživatelské rozhraní aplikace. Bude sledováno, jak dlouho uživatelům potrvá, než zvládnou provést zadané úlohy. Po vypracování těchto úloh budu u uživatelů pomocí pohovoru zjišťovat, jestli je pro ně ovládání intuitivní a jestli jim vyhovuje rozmístění jednotlivých ovládacích prvků. Dále se budu snažit zjistit, jestli je pro ně výsledná aplikace použitelná také v praxi.

Kapitola 5

Realizace

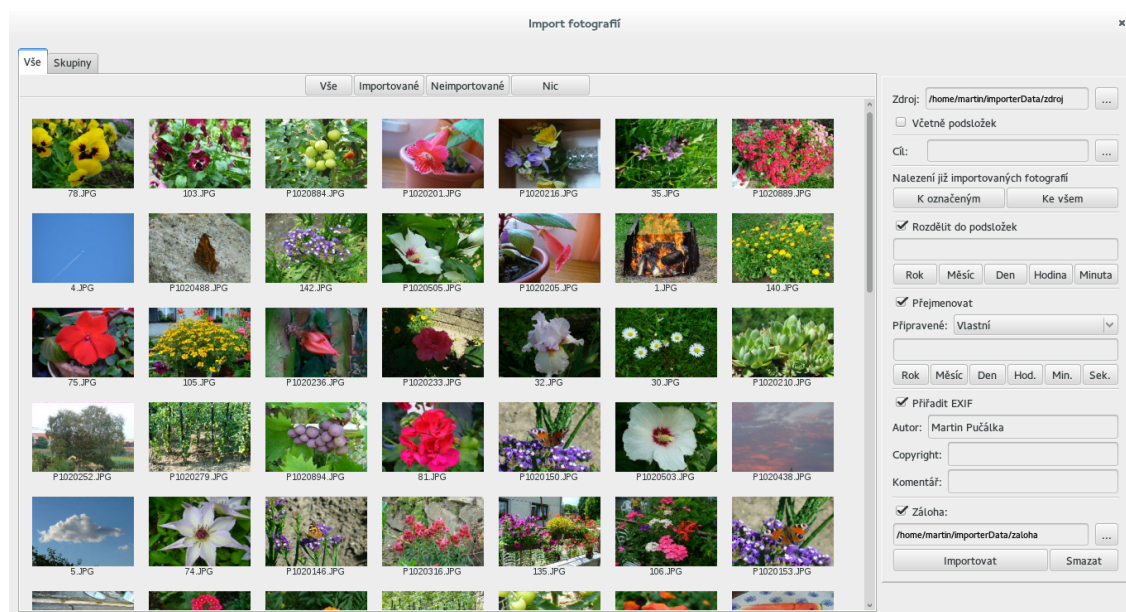
Tato kapitola se věnuje popisu aplikace a její implementaci. Obsahuje také vyhodnocení její funkčnosti, které je rozděleno na dvě části – vyhodnocení funkce pro vyhledávání identických fotografií a na vyhodnocení uživatelského rozhraní.

5.1 Popis funkcí aplikace a jejich implementace

V této části bude popsána vytvořená aplikace. U důležitých či zajímavých funkcí bude popsána i jejich implementace. Možné případy použití aplikace jsou pak úkoly, které byly zadány uživateli. Ty jsou uvedeny v 5.2.

Hlavní okno aplikace

Hlavní okno aplikace je vidět na obrázku 5.1. Celé okno je rozděleno na dvě části. Vlevo je větší část, která je vyhrazena pro náhledy fotografií z fotoaparátu či jiné zdrojové složky. Vpravo je menší část, která obsahuje panel s možnostmi importu.



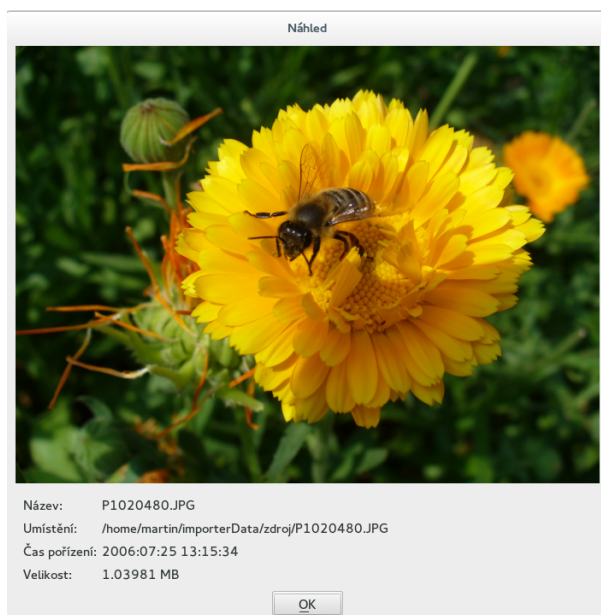
Obrázek 5.1: Hlavní okno výsledné aplikace.

Náhledy obrázků

Náhledy obrázků jsou načítány zvláštním vláknem s názvem `nacitaniVlakno`. To z důvodu, že fotoaparáty mohou obsahovat velké množství snímků s velikostí v řádech několika megabytů a jejich načítání tak může trvat nezanedbatelně dlouhou dobu. Hlavní vlákno se stará o obsluhu GUI a aby nedošlo k jeho zamrznutí, musí výpočetně náročnější operace provádět jiná vlákna. Mechanismus Qt však umožňuje, aby GUI modifikovalo pouze hlavní vlákno. Z toho důvodu, `nacitaniVlakno` po načtení obrazových dat a metadat každého jednoho obrázku, předá tato data hlavnímu vláknem, a to pomocí mechanismu signálů a slotů. Hlavní vlákno pak pomocí nich vytvoří nový widget a umístí jej do vrstvy typu `QGridLayout`, která slouží pro zobrazení miniatur.

Velmi důležitou optimalizací vlákna pro načítání obrázků je načítání miniatur namísto hlavního obrazu. Tyto miniatury bývají obsaženy v EXIF hlavičce a mají velikost v řádech několika kilobytů. Pokud tuto miniaturu snímek obsahuje, je tedy načtena namísto hlavního obrazu. To proces načítání velmi výrazně urychlí. Pokud ji ale neobsahuje, musí se načíst hlavní obrazová data.

Během načítání obrázků se skryje panel s možnostmi importu a namísto něj se uživateli zobrazí ukazatel načítání souborů. Ten ukazuje kolik fotografií již bylo načteno a obsahuje také tlačítko `Zrušit`, které slouží pro přerušování načítání. Kliknutím na toto tlačítko je zaslán signál určený pro `nacitaniVlakno`. V reakci na tento signál ukončí `nacitaniVlakno` svoji činnost. Jakmile je `nacitaniVlakno` ukončeno, hlavní vlákno jej smaže, skryje ukazatel načítání souborů a zobrazí zpět panel s možnostmi importu. Pod miniaturou každé fotografie je zobrazen její název. Podrobnosti o fotografii a větší náhled se zobrazí dvojklikem na náhled. Otevře se nové okno, ve kterém se zobrazí celá fotografie. Pro její zobrazení se kvůli lepší kvalitě obrazu již nepoužívají EXIF náhledy, ale načítají se hlavní obrazová data. Pod snímkem jsou dále uvedeny podrobnosti o fotografii. Konkrétně je zde celý název, cesta k fotografii, čas jejího pořízení a velikost. Při kliknutí na další miniaturu se otevírá pokaždé nové okno s náhledem a podrobnostmi, aby bylo možné porovnat fotografie zobrazením vedle sebe. Náhled ukazuje obrázek 5.2.



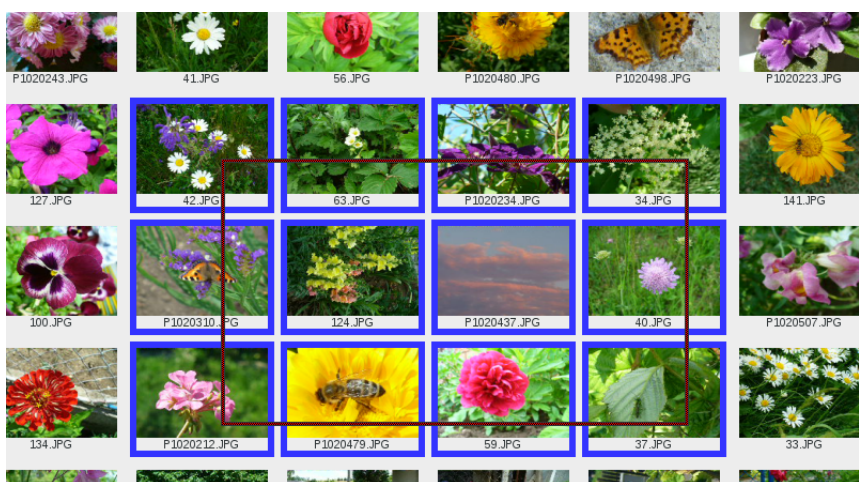
Obrázek 5.2: Náhled fotografie, zobrazený dvojklikem na její miniaturu v hlavním okně.

Panel s možnostmi importu

V pravé části hlavního okna je panel, který obsahuje možnosti importu. Možnost **Zdroj** představuje fotoaparát či jinou složku, odkud se mají fotografie načítat. Cestu je možné zadat pomocí průzkumníka souborů, který se otevře po kliknutí na tlačítko vedle textového pole. Cestu je možné zadat také přímo, a to vepsáním textu. Zadání neplatné cesty je ošetřeno a uživatelé se vizuálně projeví změnou barvy textu na červenou. Aplikace umožňuje zvolit také to, jestli se mají načítat obrázky jen ze zadané složky nebo jestli se mají rekurzivně procházet i její podsložky. Obdobným způsobem se zadává cílová složka. Dále následují tlačítka pro identifikaci již importovaných fotografií. Funkce těchto tlačítek bude popsána v 5.1. Pod těmito tlačítky jsou možnosti pro rozdělení do podsložek, hromadné přejmenování, přiřazení metadat a vytvoření zálohy. Podrobněji budou tyto možnosti popsány v 5.1. Nabídka možností se zobrazí či skryje podle zaškrtnutí příslušného tlačítka. Skrývání těchto možností bylo implementováno kvůli přehlednosti menu a také proto, aby bylo uživateli jasné, které funkce se budou na importované fotografie aplikovat.

Výběr fotografií

V programech jako Zoner Photo Studio je nutné pro označení fotografie kliknout na malé zaškrťávací tlačítko v rohu miniatury. Tento způsob označování se však některým uživatelům jeví jako nepohodlný, viz [19]. To jsem se v této aplikaci snažil vylepšit. Proto ve výsledné aplikaci stačí pro výběr fotografie kliknout kamkoliv na její miniaturu. Je možné označit také více fotografií pomocí tahu myši. Označování fotografií tahem myši ilustruje obrázek 5.3.



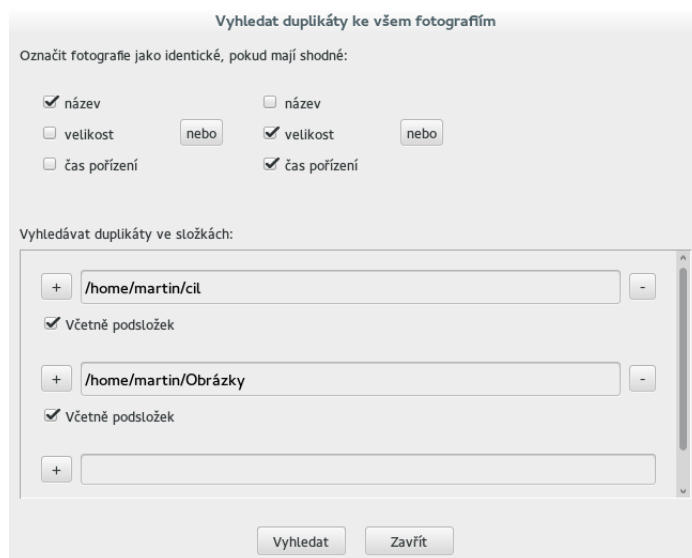
Obrázek 5.3: Označování fotografií tahem myši.

Pro označování lze též použít tlačítka **Vše**, **Importované**, **Neimportované** a **Nic**. Označené fotografie jsou podbarveny modrou barvou. Obdobným způsobem jakým jsou snímky označovány, lze jejich označení také zrušit.

Vyhledávání identických fotografií

Program umožňuje vyhledat duplikáty ke všem načteným fotografiím anebo k těm, které jsou označené. Po kliknutí na zvolenou možnost se zobrazí nabídka pro vyhledávání. Zde může

uživatel nastavit složky, ve kterých se bude vyhledávat. Automaticky se přednastaví složka, která byla zadána v hlavním menu jako cílový archiv. Tuto složku lze změnit či odebrat. Do seznamu lze přidat také další složky. Ty je možné přidávat pomocí průzkumníka souborů nebo vepsáním cesty přímo do textového pole. U každé složky je možné vybrat, jestli budou rekurzivně prohledávány také její podsložky. Pro vyhledávání je dále nutné zvolit kritérium, podle kterého se budou fotografie porovnávat. Na výběr jsou název, velikost a čas pořízení fotografie. Tyto možnosti lze kombinovat. Způsob kombinace a výběr složek ilustruje obrázek 5.4.

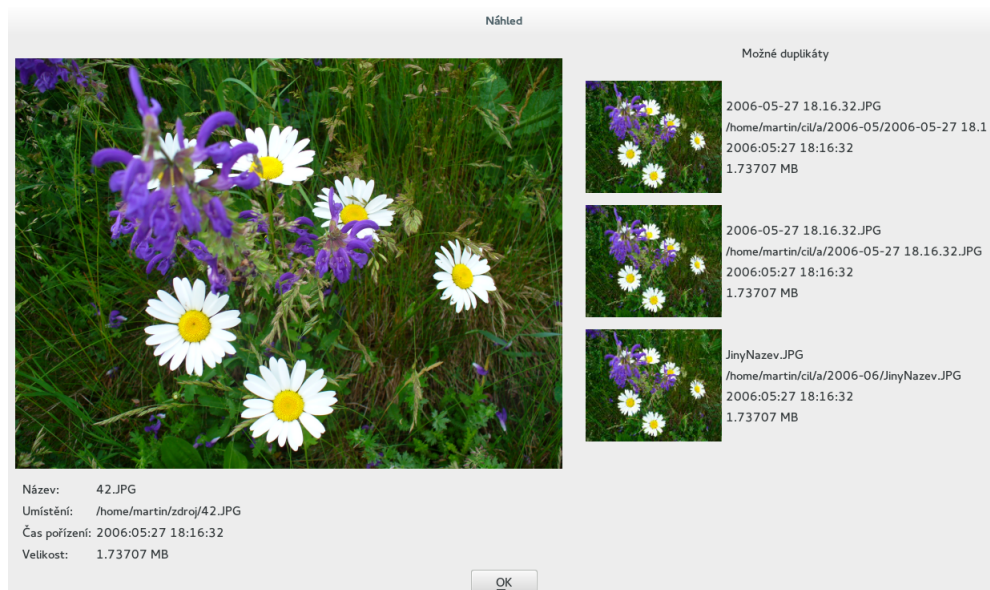


Obrázek 5.4: Nabídka pro vyhledávání duplicitních fotografií.

Vyhledávání probíhá v novém vlákně. Během vyhledávání jsou skryty možnosti pro import a mazání. Prohlížení a označování obrázků je možné provádět stále. Ukazatel obsahuje údaj o počtu prozkoumaných souborů a tlačítko **Zrušit**. Obrázky, k nimž byl nalezen právě jeden duplicitní soubor se označí žlutě. Obrázky, k nimž byly nalezeny dva a více duplicitních souborů, se označí oranžovou barvou. Toto barevné odlišení slouží jako nápověda, zda-li má uživatel fotografii v archivu právě jednou nebo jestli už je tam vícekrát. Stejná fotografie na několika místech v počítači totiž může být v některých případech nežádoucí. Najetím ukazatele myši na název označené fotografie se zobrazí bublina, která obsahuje cesty k identifikovaným duplikátům. Podrobnější údaje o nalezených duplikátech, včetně jejich náhledu se zobrazí dvojklikem na danou fotografii.

Při implementaci vyhledávání jsem narazil také na chybu v knihovně Exiv2. Chyba se projevovala pádem aplikace. Docházelo k nim při pokusu o čtení metadat například u souborů typu WAV či WebM. Chybu jsem vývojářům nahlásil¹, avšak problémy se soubory typu WAV stále ještě nebyly opraveny. Pokud se tedy aplikace pokusí načíst metadata takového souboru, může dojít k jejímu neočekávanému ukončení. Částečným řešením je vynechání souborů typu WAV na základě koncovky v názvu souboru. Toto řešení však není zcela spolehlivé. Pokud totiž bude soubor WAV přejmenován či bez koncovky, může opět dojít k pádu aplikace.

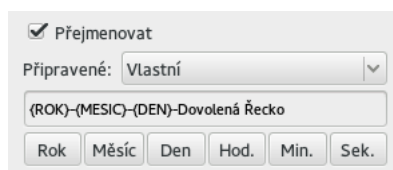
¹Chyba nahlášena na: <http://dev.exiv2.org/issues/1052>



Obrázek 5.5: Ukázka zobrazení duplicitních fotografií.

Import a mazání fotografií

Import i mazání probíhají ve zvláštních vláknech. U funkcí pro přejmenování a rozdělení do složek jsou textová pole pro zadání formátovacího řetězce. Na základě nich bude rozdělení či přejmenování provedeno. Příklad formátovacího řetězce je na obrázku 5.6.



Obrázek 5.6: Nabídka pro přejmenování. V textovém poli je formátovací řetězec.

Formátovací značky {ROK} {MESIC} {DEN} budou při importu nahrazeny skutečným datem snímků. Aby nebylo nutné tyto značky vypisovat ručně, jsou pro jejich zadávání k dispozici tlačítka. U přejmenování lze jako formátovací řetězec zvolit také některý z připravených názvů.

Pro přiřazení metadat jsou pak použity tyto EXIF položky:

- Autor – `Exif.Image.Artist`
- Autorská práva – `Exif.Image.Copyright`
- Komentář – `Exif.Photo.UserComment`

5.2 Vyhodnocení funkčnosti aplikace

Nyní bude popsáno vyhodnocení funkčnosti výsledné aplikace. To bylo rozděleno do dvou kroků. Prvním je vyhodnocení funkce pro vyhledávání identických fotografií. Druhým pak je vyhodnocení uživatelského rozhraní a praktického přínosu aplikace.

Vyhledávání identických fotografií

Pro vyhodnocení vyhledávání byly zvoleny dvě složky. Jedna z nich byla složka zdrojová. Ta představovala připojený fotoaparát či paměťovou kartu a obsahovala 100 fotografií. Druhá složka představovala archiv, který obsahoval 5 899 fotografií. V tomto archivu byly obsaženy také fotografie ze zdrojové složky. Každá z nich se tam nacházela právě jednou. Ve zdrojové ani cílové složce nebyly u fotografií prováděny žádné úpravy obrazových dat ani metadat. Fotografie ze zdrojové složky byly potom vyhledávány ve složce cílové. Byl sledován čas vyhledávání a také to, jestli byly k fotografiím ze zdrojové složky označeny všechny identické fotografie ze složky cílové. Kontrolováno bylo také to, jestli byly chybně označeny i některé snímky navíc, které ve skutečnosti identické nejsou.

Při vyhledávání, během kterého se snímky porovnávaly jen na základě názvu, byla identifikace poměrně nepřesná. Ze 100 fotografií bylo 82 označeno zcela správně. Ke zbylým 18-ti snímkům byly sice také označeny správné duplikáty, avšak jako duplikáty k nim byly označeny také další snímky se stejným názvem, které však identické nebyly. Jako spolehlivější kritéria pro porovnávání se ukázaly být velikost a čas pořízení snímku. Při porovnávání velikostí byly správně identifikovány duplikáty u 99 fotografií. U jedné fotografie byl označen za shodný jeden snímek navíc. Při porovnávání času pořízení pak byly identifikovány duplikáty u všech 100 fotografií správně.

Testování proběhlo na různých PC. Časy se daném PC při porovnávání různých kombinací údajů takřka nelišily. Z toho důvodu je v tabulce 5.1 pro každý PC uveden jen jeden čas.

Konfigurace	Operační systém	Čas
Intel Core i3-4360 (3.7 GHz), RAM 8GB	Windows 7 64 bit	3,8
Intel Core i3 M 330 (2.13 GHz), RAM 4GB	Windows 7 64 bit	12,2
Intel Core i3 M 330 (2.13 GHz), RAM 4GB	Fedora 21 64 bit	12,8
Intel Core i5-5200U (2.2 GHz), RAM 4GB	Windows 7 64 bit	6,3
Intel Core i5-4210U (1.7 GHz), RAM 4GB	Windows 7 64 bit	7,2

Tabulka 5.1: Čas vyhledávání na různých PC.

Během testování nebyly spuštěny žádné uživatelské procesy, které by výrazně zabíraly procesorový čas.

Vyhodnocení uživatelského rozhraní

Vyhodnocení uživatelského rozhraní proběhlo na uživatelích s běžnými schopnostmi práce na PC. Jen někteří z nich již měly zkušenosti s programy pro úpravu či správu fotografií. Uživatelům bylo vysvětleno, k čemu program slouží. Ovládání ani způsob, jakým se funkce používají, jim vysvětleno nebylo. Během testu měli k dispozici složky s názvy zdroj a cíl. Byly jim zadány dva úkoly. Ty zněly následovně:

Úkol 1 Načtěte fotografie ze složky zdroj. Ke všem těmto fotografiím vyhledejte již importované fotografie. Fotografie považujte za identické, pokud mají shodný název. Vyhledávání proveďte ve složce cíl.

Úkol 2 Označte libovolné fotografie a importujte je do složky cíl. Při importu přiřadte fotografiím údaj o autorovi. Fotografie při importu také přejmenujte. Název si zvolte libovolný.

Uživatelům byl měřen čas dokud nesplnili úkol bezchybně.

Při nestrukturovaném pohovoru bylo u uživatelů dále zjišťováno, zda-li jim vyhovuje ovládání a rozmístění prvků aplikace, případně co by na něm změnili. Formulovat zde požadavky každého z uživatelů by však bylo velmi obtížné. Proto byly položeny také zjednodušené a upřesněné otázky:

Otázka 1 Máte již zkušenosti s programy pro správu či úpravu fotografií?

Otázka 2 Vyhovuje Vám stávající podoba této aplikace?

Otázka 3 Byla by pro Vás tato aplikace v praxi užitečná?

U otázek byly na výběr možnosti: určitě ano, spíše ano, spíše ne a určitě ne. Tabulka 5.2 zobrazuje časy jednotlivých uživatelů při plnění úkolů a odpovědi na otázky.

	Úkol 1 [s]	Úkol 2 [s]	Počet chyb	Otázka 1	Otázka 2	Otázka 3
Uživatel 1	22	21	0	spíše ano	spíše ano	určitě ano
Uživatel 2	120	180	0	spíše ne	spíše ano	spíše ano
Uživatel 3	35	29	0	určitě ano	spíše ano	spíše ano
Uživatel 4	90	120	0	spíše ne	spíše ano	spíše ne
Uživatel 5	55	67	0	spíše ano	spíše ne	spíše ano

Tabulka 5.2: Tabulka s časy uživatelů při plnění úkolů.

Během pohovorů s uživateli jsem dále zjistil, že je pro ně užitečná zejména funkce, která jim řekne, jestli je soubor importován či ne. Ocenili by ji nejen u obrázků ale také třeba při importu hudebních souborů do přehrávačů či mobilních telefonů. Užitečná by pro ně byla také při zálohování, kdy si nejsou jistí, které soubory již mají zálohovány.

Kapitola 6

Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit systém pro import fotografií s funkcí pro ověření, zda daná sada fotografií je nebo není zpracována v archivu. Tento cíl byl splněn.

Nejprve bylo nutné nastudovat literaturu a dostupný software na toto téma. Na základě toho jsem navrhl způsob vyhledávání identických fotografií, a také funkce pro hromadné přejmenování, rozdělení do složek a přiřazení metadat. Porovnávání snímků při vyhledávání jsem se rozhodl provádět porovnáváním jejich metadat. Díky tomu nebylo nutné provádět načítání a porovnávání hlavních obrazových dat, což umožnilo rychlejší vyhledávání. Nevýhodou tohoto způsobu pak byla potenciálně menší spolehlivost při identifikaci shodných snímků.

Při vyhodnocení tohoto způsobu vyhledávání jsem zjistil, že nalezení duplikátů ke 100 snímkům v archivu s obsahem 5 899 fotografií, zabere na nejvýkonnějším testovaném PC asi 3,8 vteřiny. Kritéria, podle kterých se rozhodovalo o identitě fotografií byly název, čas pořízení a velikost fotografie. Z těchto údajů se ukázalo být jako nejspolehlivější porovnávání pomocí času pořízení.

Výsledkem práce je samostatná aplikace pro import fotografií. Umožňuje vyhledat snímky, které se již v počítači nacházejí a tím zamezit jejich opětovnému importu. Dále poskytuje funkce pro přejmenování a rozdělení do složek. K rozdělení do složek či přejmenování lze využít časové údaje uložené v EXIF metadatech. Dále umožňuje vytvoření zálohy a přiřazení údajů o autorovi, autorských právech či komentáře.

Během práce jsem se dozvěděl spoustu nových informací o digitálním obraze a formátech pro jeho ukládání. Získal jsem praktické zkušenosti s EXIF metadaty, odhalil jsem chybu v knihovně Exiv2 a naučil se vytvářet grafická uživatelská rozhraní pomocí knihovny Qt. Zlepšil jsem také své programátorské schopnosti při tvorbě objektově orientovaných a vícevláknových aplikací. Při implementaci jsem si rovněž více osvojil jazyk C++.

Vytvořená aplikace představuje jednoduchou alternativu k nástrojům pro import, které jsou součástí komplexních programů pro správu a úpravu fotografií, jakými jsou například Zoner Photo Studio či Adobe Lightroom. Díky funkcím pro vyhledávání a práci s metadaty může rovněž sloužit jako alternativa k programům pro identifikaci shodných fotografií či k programům pro práci s EXIF metadaty.

Aplikace by šla dále rozšířit různými možnostmi pro přidávání metadat, například přidáváním údajů o fotoaparátu nebo GPS souřadnic snímku. Dalším užitečným rozšířením by mohlo být také přidání možnosti pro uložení konfigurace importu nebo přidáním menu, kde by se daly konfigurovat různé prvky související s funkcemi a vzhledem aplikace.

Literatura

- [1] Adobe Systems Incorporated, 345 Park Avenue, San Jose, CA 95110 - 2704, USA: *XMP Specification*. Poslední modifikace September 2005 [cit. 2015-04-25].
URL <https://partners.adobe.com/public/developer/en/xmp/sdk/XMPspecification.pdf>
- [2] Camera and Imaging Products Association, I BLDG., 25, Ichiban-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-0082 Japan: *Desing rule for Camera File system*. Poslední modifikace April 26, 2010 [cit. 2015-04-21].
URL http://www.cipa.jp/std/documents/e/DC-009-2010_E.pdf
- [3] Canfield, J.; Grey, T.: *Digitální fotografie: tisk, prezentace, archivace*. Computer Press a.s., 2005, 280 s., iISBN 80-251-0786-8.
- [4] Comité International des Télécommunications de Presse, 25 Southampton Buildings, London WC2A 1AL, United Kingdom: *IPTC - NAA*. Poslední modifikace July 2014 [cit. 2015-04-25].
URL <http://www.iptc.org/std/IIM/4.2/specification/IIMV4.2.pdf>
- [5] Dobrovodský, J.: Novinky v Zoner Photo Studio 17. [online], Poslední modifikace 29.9.2014 [cit. 2015-04-25].
URL <http://www.fotoaparát.cz/article/11439/print>
- [6] Enges, I.: *Applied Colour Theory in 3D Animation*. Bakalářská práce, Metropolia Ammattikorkeakoulu, Helsinki, 2012.
- [7] Faika, P.: *Systém pro srpávu sbírek fotografií*. Bakalářská práce, FIT VUT v Brně, Brno, 2013.
- [8] Fišer, J.: Programovací jazyk C++. [online], [cit. 2015-04-23].
URL <http://ithil.ujep.cz/workspace/cpp.pdf>
- [9] Fouet, G.: Welcome to VisiPics. [online], Poslední modifikace 15 March 2015 [cit. 2015-05-13].
URL <http://www.visipics.info>
- [10] Hron, L.: Tak jemný displej s tak velkým rozlišením, že už je to zbytečnost. [online], [cit. 2015-04-22].
URL http://mobil.idnes.cz/sharp-predstavil-utrajemny-displej-pro-smartphony-fhg-/mob_tech.aspx?c=A150415_140744_mob_tech_LHR

- [11] Huggel, A.: Image metadata library and tools. [online], Poslední modifikace 03-Oct-2014 [cit. 2015-04-23].
URL <http://www.exiv2.org/>
- [12] Japan Electronics and Information Technology Industries Association: *Exchangeable image file format for digital still cameras: Exif Version 2.2*. Poslední modifikace April, 2002 [cit. 2015-04-25].
URL <http://www.exiv2.org/Exif2-2.PDF>
- [13] Kost, J.: Smart Previews. [online], [cit. 2015-04-25].
URL
<https://helpx.adobe.com/lightroom/help/lightroom-smart-previews.html>
- [14] Koutná, M.: Vektorová a rastrová grafika na pc. [online], [cit. 2015-04-22].
URL <http://distancne.obaka-orlova.cz/PDF/VRG.pdf>
- [15] Kraus, J.: Nejlepší programy pro hledání duplicitních souborů. [online], [cit. 2015-04-23].
URL <http://www.zive.cz/clanky/nejlepsi-programy-pro-hledani-duplicitnich-souboru/sc-3-a-151374>
- [16] Krejčí, R.: Encyklopedie publikačních formátů: IPTC, Exif a XMP. [online], Poslední modifikace 11. října 2004 [cit. 2015-04-25].
URL <http://www.grafika.cz/rubriky/software/encyklopedie-publikacnich-formatu-iptc-exif-a-xmp-132824cz>
- [17] Larsen, R.: What is ultra hd (4K)? The future of tv explained. [online], Poslední modifikace 18 Apr 2013 [cit. 2015-04-22].
URL
<http://www.flatpanelshd.com/focus.php?subaction=showfull&id=1366264710>
- [18] Lilley, C.: JPEG JFIF. [online], Poslední modifikace 2003/01/09 01 [cit. 2015-04-20].
URL <http://www.w3.org/Graphics/JPEG/>
- [19] Lindner, P.: Efektivní import fotografií v Zoner Photo Studiu. [online], Poslední modifikace 29. 8. 2013 [cit. 2015-04-29].
URL
<http://nikonblog.cz/efektivni-import-fotografii-v-zoner-photo-studiu/>
- [20] Marcelýová, A.: *Systém pro správu sbírek fotografií*. Bakalářská práce, FIT VUT v Brně, Brno, 2014.
- [21] Pihan, R.: RAW. [online], [cit. 2015-04-20].
URL http://www.fotoroman.cz/glossary2/3_raw.htm
- [22] Pihan, R.: Barevná hloubka (Color Depth). [online], [cit. 2015-04-22].
URL http://www.fotoroman.cz/glossary2/3_barevna_hloubka.htm
- [23] Pihan, R.: Formáty pro ukládání fotografií – 7.díl: TIFF. [online], Poslední modifikace 12.12.2007 [cit. 2015-04-20].
URL
<http://www.digimanie.cz/formaty-pro-ukladani-fotografii-7dil-tiff/2023>

- [24] Pihan, R.: Vše o formátu RAW – 1.díl. [online], Poslední modifikace 19.3.2008 [cit. 2015-04-20].
URL <http://www.digimanie.cz/vse-o-formatu-raw-1dil/2182>
- [25] Pihan, R.: Vše o formátu RAW – 3.díl. [online], Poslední modifikace 2.4.2008 [cit. 2015-04-20].
URL <http://www.digimanie.cz/vse-o-formatu-raw-3dil/2198>
- [26] Pihan, R.: Formáty pro ukládání fotografií – 9.díl: JPEG 2000, PNG a BMP. [online], Poslední modifikace 26.12.2007 [cit. 2015-04-20].
URL <http://www.digimanie.cz/formaty-pro-ukladani-fotografii-9dil-jpeg-2000-png-a-bmp/2035>
- [27] Pihan, R.: Vše o formátu RAW – 2.díl. [online], Poslední modifikace 26.3.2008 [cit. 2015-04-20].
URL <http://www.digimanie.cz/vse-o-formatu-raw-2dil/2191>
- [28] Pihan, R.: Vše o formátu RAW – 4.díl. [online], Poslední modifikace 9.4.2008 [cit. 2015-04-20].
URL <http://www.digimanie.cz/vse-o-formatu-raw-4dil/2206>
- [29] Popov, D.: Import Photos in digiKam. [online], Poslední modifikace 2011/06/27 [cit. 2015-04-23].
URL <http://scribblesandsnaps.com/2011/06/27/import-photos-in-digikam/>
- [30] Procházka, D.: GUI pomocí knihovny Qt. [online], [cit. 2015-04-23].
URL https://akela.mendelu.cz/~xhorak5/C++/12c-11_qt.pdf
- [31] Prosický, O.: Mazání, archivace a zálohování fotografií. [online], Poslední modifikace 29.7.2009 [cit. 2015-04-25].
URL <http://www.naturephoto.cz/fototechnika/programy/168-mazani-archivace-a-zalohovani-fotografii.html>
- [32] Summers, P.: File Formats in Photography – JPEG, TIFF, or RAW? [online], [cit. 2015-04-20].
URL <http://www.picturecorrect.com/tips/file-format-photography-jpeg-tiff-or-raw/>
- [33] Tachibanaya, T.: Description of Exif file format. [online], Poslední modifikace May.28,1999 [cit. 2015-04-20].
URL <http://www.media.mit.edu/pia/Research/deepview/exif.html>
- [34] Tejnecká, S.: DPI vs. PPI. [online], [cit. 2015-04-22].
URL <http://qeblox.com/post/60353683805/dpi-vs-ppi>
- [35] Tišnovský, P.: JPEG – král rastrových grafických formátů? [online], Poslední modifikace 7. 12. 2006 [cit. 2015-04-18].
URL <http://www.root.cz/clanky/jpeg-kral-rastrovych-graficky-ch-formatu/>
- [36] Zemčík, P.: Zpracování obrazu. [online], Poslední modifikace St 8. únor 2006 [cit. 2015-04-29].
URL https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/ZPO/private/lectures/zpo_01_uvod.pdf

- [37] Šrámek, J.; Ráček, O.; Sedlář, M.; aj.: Získávání a analýza obrazové informace. [online], Poslední modifikace prosinec 2011 [cit. 2015-04-29].
URL <https://www.med.muni.cz/biofyz/Image/ucebnice.pdf>

Příloha A

Obsah CD

Příložené CD má následující obsah:

- `./aplikace/` – Spustitelná aplikace
- `./aplikaceZdrojoveSoubory/` – Zdrojové kódy aplikace
- `./README.txt` – Návod k překladu a spuštění aplikace
- `./ukazkaPouziti/` – Video s ukázkou použití
- `./ukazkoveFotografie/` – Ukázkový balíček fotografií
- `./zprava.pdf` – Technická zpráva
- `./zpravaZdrojoveSoubory/` – Zdrojové kódy k technické zprávě