



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ

DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

FOTOKOUTEK

PHOTO BOOTH

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TOMÁŠ VALDA

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Dr. Ing. PAVEL ZEMČÍK

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce



21969

Student: **Valda Tomáš**
Program: Informační technologie
Název: **Fotokoutek**
Photo Booth
Kategorie: Uživatelská rozhraní

Zadání:

1. Prostudujte dostupná řešení "fotokoutku", tedy systému pro pořizování fotografií a jejich okamžitý tisk, například při "akcích", typu promoce, festival, návštěva turistické atrakce apod. Nastudujte též literaturu k tomuto tématu.
2. Navrhněte koncepci "fotokoutku". Přitom podle možností využijte řešení nebo části řešení, která jsou již dispozici.
3. Analyzujte možnosti daného řešení a navrhněte postup jeho implementace s tím, že jako možné doplňky vyhodnoňte platební terminál a externí fotoaparát.
4. Implementujte navržené řešení fotokoutku a demonstруйте funkčnost řešení s využitím vhodné tiskárny.
5. Vyhodnoňte výsledné řešení a možnosti pokračování a dalšího rozvoje.

Literatura:

- Dle pokynů vedoucího práce

Podrobné závazné pokyny pro vypracování práce viz <http://www.fit.vutbr.cz/info/szz/>

Vedoucí práce: **Zemčík Pavel, prof. Dr. Ing.**
Vedoucí ústavu: Černocký Jan, doc. Dr. Ing.
Datum zadání: 1. listopadu 2018
Datum odevzdání: 15. května 2019
Datum schválení: 19. března 2019

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je návrh a implementace aplikace fotokoutku používané primárně na tabletech. Práce popisuje existující řešení, analyzuje jejich nedostatky a soustředí se na výběr vhodných technologických prostředků. Popisuje také způsob implementace externího zpracování plateb na virtuálním privátním serveru a následnou komunikaci s databází. Součástí práce je návrh uživatelského rozhraní. Výstupem je funkční vzorek aplikace připravený k použití.

Abstract

The aim of this bachelor's thesis is to design and implement a Photo Booth application which will be primarily used on tablet devices. The thesis explains existing solutions, analyses its insufficiencies and concentrates on the choice of appropriate technology resources. It also describes the way of implementation of the external payment processing with the usage of a private virtual server and following communication with database. Constituent part of this work is a design of user interface. The outcome is a functional prototype of the application ready to be used.

Klíčová slova

Fotokoutek, fotoaparát, digitální fotografie, uživatelské rozhraní, tisk, úpravy fotografií, Universal Windows Platform, UWP, Windows 10.

Keywords

Photo Booth, camera, digital photography, user interface, print, image editing, Universal Windows Platform, UWP, Windows 10.

Citace

VALDA, Tomáš. *Fotokoutek*. Brno, 2019. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií. Vedoucí práce prof. Dr. Ing. Pavel Zemčík

Fotokoutek

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.

.....

Tomáš Valda
15. května 2019

Poděkování

Tímto děkuji panu prof. Dr. Ing. Pavlu Zemčíkovi, který mi umožnil pod jeho vedením práci realizovat. Děkuji také za jeho čas poskytnutý při konzultacích, cenné rady, podněty a poskytnutí podpory a inspirace.

Obsah

1	Úvod	2
2	Digitální fotografie a barevný obraz	3
2.1	Historie fotografie	3
2.2	Digitální obraz a barevné modely	7
2.3	Tvorba digitální fotografie	9
3	Fotokoutky a vybrané technologie	12
3.1	Historie fotokoutků	13
3.2	Účel použití a dostupná řešení	14
3.3	Programové prostředky	17
4	Zhodnocení současných řešení a plán práce	20
4.1	Zhodnocení současných fotokoutků	20
4.2	Cíl práce	21
4.3	Specifikace aplikace	22
4.4	Návrh ověření řešení	22
5	Popis vlastní práce a vyhodnocení	23
5.1	Způsob použití	23
5.2	Implementace	25
5.3	Ověřování funkčnosti a testování	29
5.4	Interpretace výsledků a možnosti nasazení v praxi	34
6	Závěr	37
	Literatura	38
A	Screenshoty aplikace	41
B	Diagram případů užití	43
C	Sada testovacích úloh	44
D	Obsah CD	45
E	Manuál	46

Kapitola 1

Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou fotokoutků, čili zařízení, umožňujících uživateli pořídit jedinečné fotografie na konkrétním místě. Často se podobné systémy využívají na svatbách, firemních večírcích, hudebních festivalech nebo u turistických atrakcí. Navzdory přítomnosti fotoaparátu v nespočetném množství přenosných chytrých zařízení zájem o fotokoutky u uživatelů získává na stále větší oblibě. Nutností je ovšem stále již od vzniku fotokoutků z počátku 20. století lidská přítomnost, jejíž nutnosti se ve své práci snažím oprostít.

V současnosti již na trhu existují služby, které potřebnou techniku nabízejí k vypůjčení, mnohokrát i s dohledem zodpovědné osoby, která kontroluje bezproblémovost a hladký chod celého fotokoutku. Začínají se objevovat i aplikace pro přenosná zařízení, především tablety, které mnoho periférií nepotřebují a jsou jednoduché k manipulaci. Téměř vždy se zvláště u akcí při vysoké míře návštěvnosti výrazně zvyšuje čekací doba na odbavení a zájemci musí často strávit několik desítek minut, než se dostanou na řadu.

Cílem práce je navrhnout a implementovat aplikaci pro přenosná zařízení (tablety) s jednoduchým a srozumitelným uživatelským rozhraním, která zájemcům usnadní vytvoření fotografie nezapomenutelného okamžiku z dané akce bez přítomnosti dohlížející osoby. Současně uživateli umožní za fotografie na místě v reálném čase zaplatit a výsledné fotografie si nechat ihned vytisknout či odeslat elektronicky na zvolenou e-mailovou adresu. Výsledkem je tedy aplikace, která je schopná vyfotografovat jednotlivce/skupiny lidí, zvolit si jednoduché úpravy fotografií, okamžitou platbu, tisk, nebo elektronické odeslání fotografií. Pro zřizovatele služby aplikace přináší úsporu v podobě minimalizace nákladů za jinak drahé technické vybavení a nákladů spojených s výkonem práce fotografa. Pro uživatele služby aplikace umožní zkrácení čekací doby formou intuitivního rozhraní.

Součástí práce je analýza již existujících podobných řešení a výběr vhodného postupu při řešení včetně programových prostředků. Z pozice fotografa řady kulturních akcí, koncertů a především hudebních festivalů doma i v zahraničí vnímám potenciál pro zlepšení uživatelského prostředí, ale i potenciálního rozšíření aplikace pro komerční účely.

Text práce je členěn do kapitol, popisujících jednotlivé části formálního popisu a implementace. Následující kapitola č. 2 zmiňuje obecné uvedení do problematiky digitální fotografie, tvorbu digitálního obrazu a popis barevných modelů. Kapitola č. 3 přibližuje Fotokoutky včetně jejich historie, účelu použití a existující dostupná programová řešení. Kapitola č. 4 zhodnocuje současný stav fotokoutků, stanovuje cíle, které se v práci sledují a navrhuje ověření řešení. Kapitola č. 5 je určena popisu vlastní práce, jakým stylem se řeší dříve popsané problémy, ověření funkčnosti a testování. Poslední kapitolou č. 6 je závěr, kde jsou shrnuty dosažené výsledky a možnosti dalšího pokračování.

Kapitola 2

Digitální fotografie a barevný obraz

Tato kapitola popisuje souhrn současného stavu problematiky, který je potřebný pro pochopení práce a zahrnuje výtahy poznatků, které k ní mají bezprostřední vztah. Vzhledem k rozsahu není, ani nemůže být encyklopedickým přehledem.

Digitální fotografie se liší od klasické několika důležitými věcmi. Vedle povahy zpracování vlastní fotografie, hraje ve prospěch digitální fotografie díky technologickému pokroku v současnosti velkou roli i příznivá pořizovací cena zařízení. Úspora času oproti klasické analogové fotografii hraje určitou roli v jednoduchosti použitelnosti a možnosti okamžitého elektronického sdílení a zálohování. Paměťová média umožňují vytvoření vysokého množství fotografií, ze kterých lze selektovat požadované snímky, z čehož vyplývá i neustálé okamžité zlepšování se uživatele v nastavení expozičních parametrů a poučení se z chyb, které jsou u klasické fotografie poněkud zdoluhavé [1]. V dnešní době jsou digitální fotoaparáty cenově dostupné pro většinu zájemců a mnohdy jsou již součástí jiných zařízení (např. chytrého telefonu či tabletu). Oproti analogovým fotoaparátům se u digitálních přístrojů můžeme setkat s různými rozměry [1] a neustále se snižující hmotností zařízení. Využívají se zde technologie pro potlačení rozostření, stabilizátory obrazu, nebo je např. možné měnit hodnoty *ISO* (resp. *ASA*)¹ během několika sekund bez nutnosti změny filmového média.

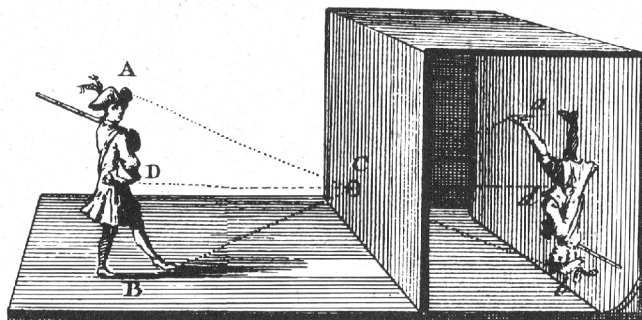
2.1 Historie fotografie

Vznik fotografie sahá až do období starověkého Řecka, kdy staří řeckové pozorovali pohyblivě se světlo v homogenním a heterogenním prostředí pomocí odrazu od lesklých ploch. Díky rozdílnému zobrazení si tehdejší filozofové uvědomili, že optika je matematickou disciplínou. První Platónova škola v 5. - 4. století př. n. l. [2] vyslovila hypotézu, že oko pozorovatele vysílá vláknovité vlny, které se odrážejí od pozorovaných objektů. Naopak Aristotelova a Démokritova škola ve 4. století př. n. l. [2] věřila, že pozorované objekty samotné vysílají vlny, které dopadají na sítnici oka. Avicenna neboli Ibn Síná přišel v 10. století s kompromisní teorií, kdy prohlásil, že oční světelné paprsky fungují jako zrakové orgány poté, co se spojí se světelným vzduchem [2]. V 10. století se arabský fyzik a matematik Ibn al Haitam (Al Husen) zabýval lomem a odrazem světla a čočkami. Při svých experimentech používal desku s otvorem [3], před který postavil řadu vedle sebe postavených svíček a promítal je dírkou na pozadí na druhé straně desky. Z pokusů odvodil, že se světlo šíří přímočaře [3].

¹ASA je hodnota citlivosti při pořizení snímku v analogové fotografii, ISO v digitální fotografii

Období renesance bylo z hlediska vývoje fotografie zlomové. Umělci za pomoci matematiků a optiků řeší problémy perspektivy a přicházejí na fenomén *camera obscura*² [4]. Leonardo da Vinci popsal její princip ve svém díle *Codex Atlanticus*:

“světlo vstupující malým otvorem ve stěně temné komory se promítá na protější stěně jako invertovaný obraz promítaného objektu” [2].



Obrázek 2.1: Princip fungování camery obscury³.

V 17. století je italským matematikem Giambattistou della Portou umožněna projekce nejen přirozených objektů za pomoci slunečního záření, ale je vymyšleno zařízení, které umožní projekci kreseb zhotovených na tenký papír, které následně za pomoci silného slunečního záření umožnily projekci pomocí camery obscury. Dle [2] není jistě známo, kdo tento projekční systém vymyslel. Nicméně za strůjce přístroje *Laterna magica*⁴, umožňujícího jednoduchou projekci kreseb, je považován holandský fyzik Christiaan Huygens.

V průběhu 18. století s nárůstem potřeb střední třídy sílí požadavek na techniku rozmnožování uměleckých děl vytvořených kresbou či malbou. Tak vznikají první metody litografie. V roce 1806 vytvořil brit William Hyde Wollaston první přístroj *Camera lucida*⁵. Základem zařízení je čtyřboký polopropustný hranol, v němž se horizontální světelný paprsek láme do vertikálního směru a přichází do oka kreslíře. Hranol drží na mosazné tyči, která je připevněna k horizontální desce. Na ní leží materiál určený pro kreslení. To kreslíři umožňuje zakreslit přesně klíčové body scény (obr. 2.2).

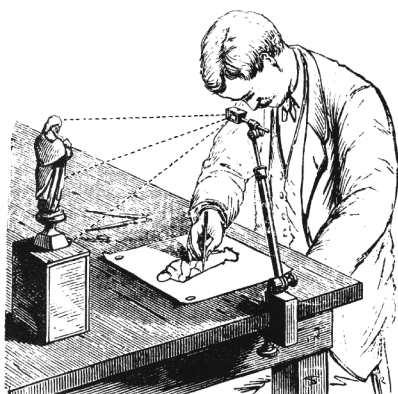
První myšlenka o zaznamenání scény jinak než kresbou či malbou, vzniká v první polovině 19. století. První pokusy o formu záznamu obrazu na materiál, umožňující uložení momentu, jsou pokusy Thomase Wedgwooda [4] při kresbě na sklo a následném položení papíru namočeného ve směsi dusičnanu stříbrného. Při vystavení takto připravené skleněné desky slunečnímu záření se světlá místa působením soli stříbra staly na přiloženém papíru tmavými. Výsledný obraz byl ale nestálý, neboť odstraněním skla a dalším působením světla celý obraz záhy ztmavnul.

²V překladu temná komora

³Zdroj: Eder, Josef M.: *History of photography* [2], str. 44

⁴V překladu kouzelná lampa

⁵V překladu světlá komora



Obrázek 2.2: Princip fungování camery lucidy⁶.

Francouz Joseph Nicéphore Niépce byl úspěšnější a stavěl na poznacích svého předchůdce. K zajištění stálosti uložení snímku využíval cínovou destičku, na kterou nanášel petrolejovou směs. Pro zhotovení snímku na ni muselo působit světlo 8 hodin. První reverzované obrazy byly dle dochovaných pramenů vytvořeny za pomoci prototypu camery obscury již v roce 1816 [4], avšak vůbec první dochovaná fotografie se datuje do období let 1826 - 1827 (obr. 2.3).



Obrázek 2.3: První dochovaná fotografie⁷.

Po těchto objevech již přichází mnoho dalších badatelů, kteří se pouštějí do zdokonalování technologie fotografie pomocí olejových lamp, osvětlení pomocí oxidu vápníku, reflektivního světla apod. Určitým milníkem bylo vytvoření tzv. *Daguerreotypie* [4]. Tato technika při vyvolávání fotografie využívala výpary rtuti a umožňovala velice rychle získat požadovaný snímek při velmi krátké době osvětlení. Její zásadní nevýhodou byla nemož-

⁶Zdroj: Newhall, Beaumont: *The history of photography: from 1839 to the present* [4], str. 14

⁷Zdroj: Hansel, Holly: *First photograph, View from the Window at Le Gras, Joseph Nicéphore Niépce, ca. 1826* [5], online

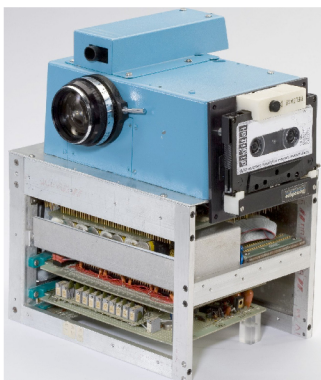
nost provádět kopie, výsledné snímky byly velmi náchylné na dotyk a výpary, produkované při pořizování, byly velmi toxické. Rtuť byla zahřívána na teplotu okolo 60 °C [4].

Fotogenické kresby byly vždy reverzované. Stíny byly světlé a světlá místa tmavá. Autor papírové fotografie Fox Talbot pojmenoval reverzovaný originál pojmem *negativ* [4], se kterým se stále setkáváme. Zpětně reverzovaný negativ Talbot nazval *pozitiv*. Kolodiové negativy, také označované jako “mokřý proces”, umožňovaly několikanásobné kopírování negativů pomocí techniky kolodia, které se aplikovalo na skleněnou destičku. Snímky se musely vyhotovit v temné místnosti a jejich papírové podoby se nechaly uschnout.

Všechny prozatím vyfocené snímky byly statické. Pro zachycení pohybu bylo třeba mnoho úprav, což vedlo k vytvoření “suchého procesu” Thomasem Eakinsem [4]. Postup prošel několika experimenty, kdy se namísto skleněné destičky využívala želatinová a přidávaly se různé substance jako např. med, cukr či pivo. Výsledkem byly kolodio-bromové negativy, které se navzdory většímu zrnu kvůli nižší citlivosti po nějaké době zlepšily. Tento proces se začal využívat, což vedlo k průmyslové výrobě fotografie a její popularizaci [4].

První pokusy o barevnou fotografii proběhly již koncem 19. století, vždy využívaly pouze spojení filtrů, které diapozitiv daly dohromady v barevném spektru červené, zelené a modré barvy. Doposud pouze černobílá fotografie se začátkem 20. století začíná měnit a postupně přecházet v barevnou. Bratři Lumièrové v tomto ohledu vyvíjejí první *autochromy* [4], které se skládaly ze třech světlocitlivých vrstev a chemikálií, které počas vyvolávání měnily barvu. Výroba byla ovšem náročná. V roce 1935 byl firmou Eastman Kodak vytvořen první barevný film, který obsahuje tři barevné emulze, reagující na patřičnou barvu. Umožňuje tedy simultánní záznam barev. Později byl představen nový typ filmu Kodacolor, ve kterém obraz nebyl reverzován do pozitivu a obarven, avšak reverzoval každou vrstvu barvy [4]. Doposud popisované způsoby výroby fotografie byly ovšem založeny výhradně na chemickém procesu, který se nicméně stále zdokonaloval. To postupně se snižujícími se náklady na výrobu umožnilo i sestavení prvního přenosného fotoaparátu firmou Kodak.

V druhé polovině 20. století díky vědeckým pokusům a vědeckotechnickému pokroku proto mohla vzniknout digitální fotografie, jejíž idea začíná v roce 1965. Ta přichází se zcela novým způsobem tvorby a přenosu obrazu využitím výpočetní techniky. Chemický proces tvorby fotografie zcela opouští a nahrazuje jej zpracováním dat, do kterých je přenášený obraz převeden. O deset let později vzniká první prototyp digitálního fotoaparátu Kodak [6], který vážil 4kg. Měl tehdejší revoluční rozlišení 0.1 megapixelu a vytvoření prvního digitálního snímku trvalo 23 sekund (obr. 2.4).



Obrázek 2.4: První digitální fotoaparát⁸.

⁸Zdroj: Trenholm, Richard: *Photos: The history of the digital camera* [6], online

2.2 Digitální obraz a barevné modely

Obraz vzniká promítnutím trojrozměrné (3D) scény do dvojrozměrné (2D) roviny. V obrazové rovině vznikne obraz vyjádřený spojitou obrazovou funkcí:

$$f(x, y) \quad (2.1)$$

v souřadnicích x , y a v hodnotě funkce (jasu a intenzitě). Definiční obor funkce lze vyjádřit vztahem:

$$D(f) = \{(x, y), 1 \leq x \leq x_{max}, 1 \leq y \leq y_{max}\}, \quad (2.2)$$

kde x_{max} , y_{max} reprezentují maximální souřadnice obrazu. Obrazová funkce má omezený definiční obor, tzn. může být využito nekonečného sčítání nebo integračních limit za předpokladu, že mimo definiční obor je funkční hodnota nulová [7].

Obor hodnot tedy můžeme vyjádřit jako:

$$0 \leq f(x, y) \leq f_{max}, \quad (2.3)$$

kde f_{max} je maximální funkční hodnotou definovanou definičním oborem [8]. Takto definovaná obrazová funkce je schopná zobrazit obraz pouze v odstínech šedi, tzn. obraz s proměnnou intenzitou jedné barvy. Pro získání barevného obrazu je nutné obraz definovat jako soubor několika obrazových funkcí pro každou barevnou složku zvlášť, jako např. pro barevný model RGB (obdobně pak pro CMYK apod.):

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f_R(x, y) \\ f_G(x, y) \\ f_B(x, y) \end{bmatrix}. \quad (2.4)$$

Digitální obraz vzniká ze spojitého obrazu digitalizací [9], vzorkováním v souřadnicích x , y do matice $M \times N$ bodů a kvantováním v hodnotě jasu do K stejně velkých intervalů dle vztahu:

$$K = 2^b, \quad (2.5)$$

kde b značí počet bitů, do kterých je hodnota kvantována [7].

Vzorkování vybírá ze spojitého obrazu vzorky, obvykle uspořádané v pravidelné mřížce. Pro vzorkování se používá čtvercová nebo šestiúhelníková vzorkovací mřížka. Vzorkování jednotlivých funkčních hodnot musí dodržovat vzorkovací teorém obecně se řídící *Shannonovým*⁹ teorémem, který říká:

“Přesná rekonstrukce spojitého, frekvenčně omezeného signálu z jeho vzorků je možná tehdy, pokud byla vzorkovací frekvence vyšší než dvojnásobek nejvyšší harmonické složky vzorkovaného signálu.” [10],

tedy za předpokladu, že:

$$f_{vz} \geq 2f_m[s^{-1}], \quad (2.6)$$

kde f_{vz} je frekvence vzorkování a f_m je maximální frekvence, která se vyskytuje v signálu. Dodržením vzorkovacího teorému se neztrácí informace.

Kvantování rozdělí hodnotu vzorku na konečný počet hodnot. Po vzorkování a kvantování je obraz vyjádřen jako matice vzorků, tj. matice pixelů. Této reprezentaci se říká *rastrová grafika* [11]. Platí zde pravidlo, čím více pixelů má daný obraz, tím je detailnější. Ovšem tím vznikají vysoké nároky na uložení výsledného obrazu. V neposlední řadě má na kvalitu obrazu vliv také barevná hloubka, tedy kolik bitů se použije k uložení barevné informace daného barevného modelu [11].

Naopak *vektorová grafika* je reprezentována pomocí jednotlivých objektů (bodů, přímk, křivek). Zjednodušeně může být vektorová grafika jakkoliv přibližována bez ztráty kvality, to je využíváno především při tvorbě ilustrací. Je totiž přesná díky vektoru, který je definován matematicky. Tím, že se jedná o matematický zápis, není potřeba definovat každý pixel, jako je tomu u rastrové grafiky, která, v případě fotografií, reprezentuje původní spojitý signál rastrem a vlastnosti takové reprezentace jsou, mimo jiné, dány vzorkovacím teorémem. Srovnání rastrové a vektorové grafiky lze vidět na obr. 2.5.



Obrázek 2.5: Srovnání rastrové (a) a vektorové (b) grafiky¹⁰.

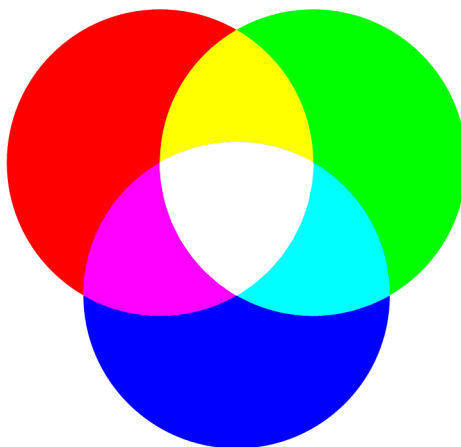
Světlocitlivá čidla jsou schopna odlišit pouze jas dopadajícího světla, proto digitální fotoaparáty byly zprvu černobílé. Základem barevného snímání jsou červená (angl. *red*), zelená (angl. *green*) a modrá (angl. *blue*) barva spektra, pomocí kterých lze jejich vzájemným smícháním vytvořit jakoukoliv barvu. Odsud vzniká název barevného modelu *RGB*, který je aditivní [12], jednotlivé barvy se sčítají. Smícháním stejného množství zelené a modré vzniká azurová (angl. *cyan*), která je doplňkovou barvou k červené. Smícháním stejného

⁹Claude Elwood Shannon byl americký elektronik a matematik, který představil vzorkovací model

¹⁰Zdroj: https://help.apple.com/voiceover/info/guide/10.8/English.lproj/images/apple_icon_larger.png, online

množství červené a modré vzniká purpurová (angl. *magenta*), která je doplňkovou barvou k zelené. Smícháním stejného množství červené a zelené vzniká žlutá (angl. *yellow*), která je doplňkovou barvou k modré. Smícháním stejného množství červené, zelené a modré barvy vzniká bílá barva. Smícháním doplňkových barev azurové (C-cyan), purpurové (M-magenta) a žluté (Y-yellow) vzniká černá barva (K-*black*). Odsud vzniká název barevného modelu *CMYK*, který je subtraktivní [12], jednotlivé barvy se zde odečítají.

Tyto základní principy je možné vidět na obr. 2.6.



Obrázek 2.6: Barevné modely RGB a CMYK.

Skládání barev pomocí modelu RGB se používá v digitálních fotoaparátech. Při tisku se naopak používá doplňkových barev CMY a černé (K), neboť namíchat černou barvu smícháním doplňkových barev je obtížné. Bohužel ne všechny barvy RGB modelu lze převést do CMYK a naopak. To je důvodem horší barevné kvality vytištěné fotografie na papíře oproti kvalitě na elektronickém zobrazovači [12].

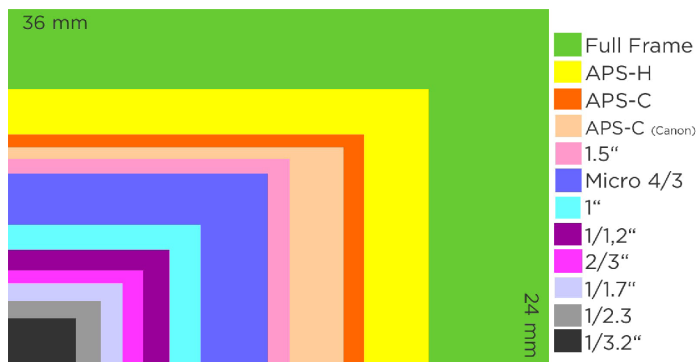
Pro převod mezi barvami v RGB a CMYK se dá napsat vztah vyjádřený rovnicí 2.7. Platí tedy, že RGB barvy vyzařuje, CMYK naopak pohlcuje.

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

2.3 Tvorba digitální fotografie

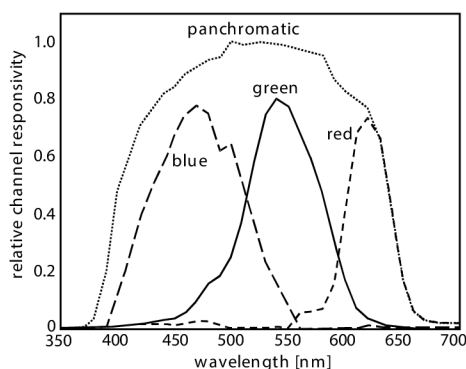
Fotografie produkovaná pomocí digitálního fotoaparátu zaznamenává světlo na snímáči. Velikost snímáče zjednodušeně určuje, jak kvalitní výsledná fotografie bude. Velký snímáč díky své ploše nasbírá více světla než snímáč malý, a tak je obraz kvalitnější a s menším množstvím šumu. Snímáč se skládá z bodů citlivých na světlo, tzv. *pixelů*. Čím větší je tedy každý pixel, tím větší je i jeho citlivost [13] a informace, které předává procesoru jsou hodnotnější. Velikost každého pixelu souvisí s celkovým rozlišením (celkovým počtem pixelů) a velikostí snímáče. Vyšší rozlišení ovšem nutně neznamená kvalitnější fotografii. Vysoké rozlišení na malé ploše snímáče znamená, že pixel je malý a má horší citlivost ke světlu, proto rozhoduje i velikost snímáče. Větším snímáčem se především získává lepší přesnost barev při vyšších hodnotách ISO (v horších světelných podmínkách) a vzniká vyšší dynamický rozsah, který umožňuje na fotografii zobrazit více detailů a lepší prokreslení stínů nebo velmi jasných míst.

Zařízení s největšími snímači jsou tzv. *středofarmátové* fotoaparáty (s velikostí snímače 33 x 44 mm a více), *kinofilm*¹¹ (36 x 24 mm), běžné zrcadlovky mají snímače velikosti *APS-C* (zhruba 23,6 x 15,6 mm) a nejlepší přenosné zařízení (chytré telefony či tablety) mají snímače velikosti okolo 1/3", což odpovídá velikosti 4,8 x 3,6 mm (obr. 2.7).



Obrázek 2.7: Srovnání velikostí snímačů¹².

Snímač ovšem pouze zachytává intenzitu světla, nikoliv celý obraz. Pro snižování ceny a zjednodušení, větší množství dnešních digitálních fotoaparátů využívá jeden snímač typu *CCD*¹³ nebo *CMOS*¹⁴, které často využívají *panchromatickou citlivost* [14]. Jak je zřejmé z obrázku 2.8, panchromatická citlivost díky propustnosti všech viditelných vlnových délek je schopná snímání vyšších hodnot jasu s vyšší fotometrickou rychlostí v porovnání s červenými, zelenými a modrými barevnými kanály.



Obrázek 2.8: Relativní panchromatická reaktivita červených, zelených a modrých kanálů¹⁵.

Jedna z metod k dosažení barevnosti je využití Bayerova barevného filtru *CFA*¹⁶ [14]. Pixel nese informaci o jedné barvě z RGB modelu, poté interpolační algoritmus přečte informace o barvách ze sousedních buněk a vypočítá finální barvu.

¹¹Z angl. *Full Frame*, neboli plný snímač o velikosti kinofilmového políčka

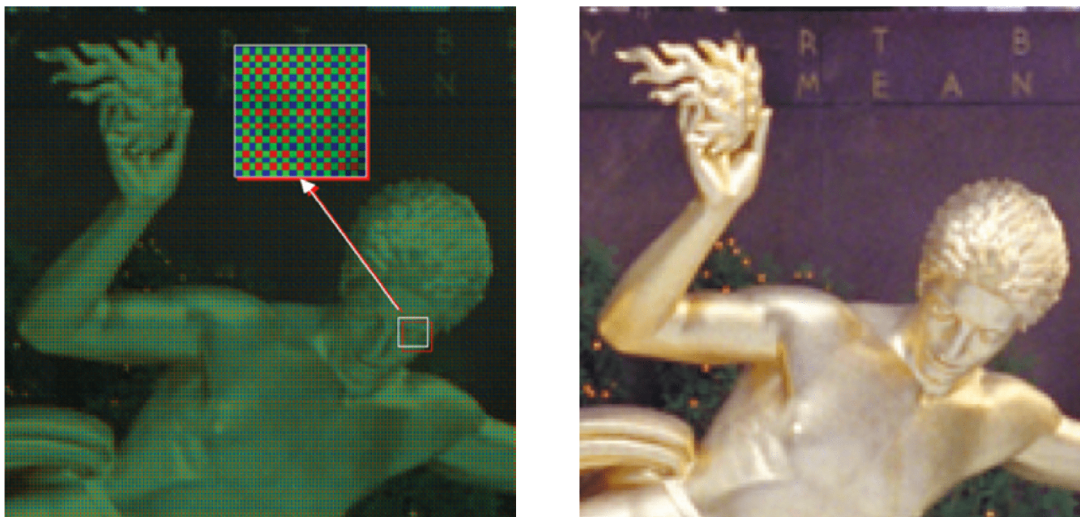
¹²Zdroj: https://www.fotolab.cz/blog/wp-content/uploads/2015/09/velikost_snimace.jpg, online

¹³Zkratka z angl. *Charge-Coupled Device*, v překladu zařízení s vázanými náboji

¹⁴Zkratka z angl. *Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*, v překladu komplementární polovodič z oxidu kovu

¹⁵Zdroj: Lukac, Rastislav: *Computational photography: methods and applications* [14], str. 4

¹⁶Bayer color filter array



(a)

(b)

Obrázek 2.9: CFA zpracování fotografie: (a) ukazuje Bayerovu CFA fotografii před zpracováním (b) ukazuje barevnou zpracovanou fotografii¹⁷.

Data ze snímače jsou nakonec zpracována analogově digitálním převodníkem do digitální (binární) podoby [14] a pomocí *firmware*¹⁸ procesoru fotoaparátu uložena na paměťové médium.

Formáty fotografií

Pomineme-li *surový formát*¹⁹, který využívají moderní digitální zrcadlovky, jsou nejrozšířenějšími obrazovými formáty především formáty *JPEG*²⁰ a *PNG*²¹, které jsou využity i při tvorbě funkčního řešení práce. Pro jednoduchost znázornění jsou některé důležité informace zmíněny v tabulce 2.1.

	JPEG	PNG
Barevná hloubka	24 bitů, tj. až 16,7 mil. barev	8 - 24 bitů, tj. až 16,7 mil. barev
Účel použití	Fotografie, grafika s vyšším množstvím barev	Ikony, fotografie
Transparence	Ne	Ano
Kompresce	Ano, ztrátová	Ano, bezztrátová

Tabulka 2.1: Srovnání formátů fotografií.

¹⁷Zdroj: Lukac, Rastislav: *Computational photography: methods and applications* [14], str. 5

¹⁸Mikroprogramové vybavení označující software, který slouží pro řízení vestavěného systému

¹⁹Z angl. *raw*

²⁰Zkratka z angl. *The Joint Photographics Experts Group*

²¹Zkratka z angl. *The Portable Network Graphics*

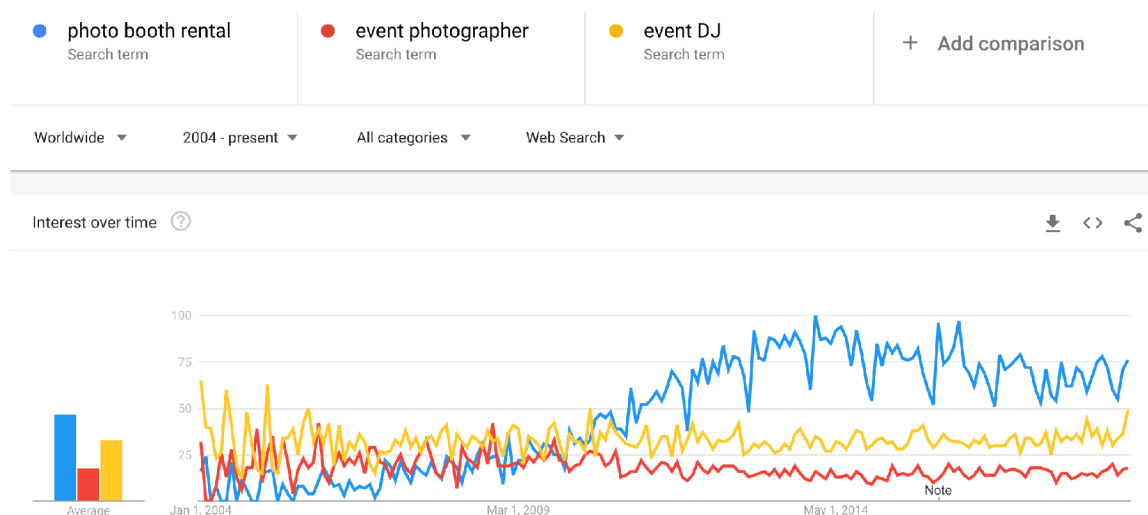
Kapitola 3

Fotokoutky a vybrané technologie

Tato kapitola stručně představuje fotokoutky, ukazuje čím jsou zajímavé, uvádí jejich stručnou historii a účel. Součástí přehledu jsou také zajímavosti a metriky, na základě kterých lze představená řešení hodnotit. V neposlední řadě se zabývá popisem programových prostředků vhodných pro implementaci výsledného projektu.

Fotokoutky jsou dnes nedílnou součástí téměř každého firemního večírku, můžeme se s nimi setkat na turistických atrakcích, na hudebních festivalech nebo např. ve věznicích [15]. Lze jen těžko odhadnout, jak velký je trh s fotokoutky, nicméně dle [16] se o ně již více než 15 let zájem exponenciálně zvyšuje. Při zhruba 20% využití fotokoutků ještě před 5-ti lety nyní studie zaznamenává téměř 100% poptávku.

Na obrázku 3.1 lze vidět srovnání poměru popularity vybraných hledání výrazů “*pronájem fotokoutků*” (z angl. “*photo booth rental*”), “*fotograf akcí*” (z angl. “*event photographer*”) a “*DJ akcí*” (z angl. “*event DJ*”).



Obrázek 3.1: Globální výsledky vyhledávaných výrazů v období od r. 2004 do současnosti²².

Existující fotokoutky jsou stále spíše experimentální. Stále se zkouší na co konkrétní uživatelé budou reagovat nejlépe, převládající trend je v první řadě v originálnosti vizuálního řešení fotografií především díky použití různých typů kulis, rekvizit nebo dokonce

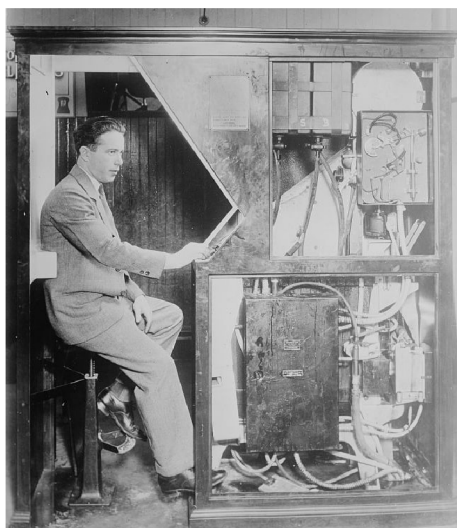
²²Zdroj: <https://trends.google.com/trends/explore?date=all&q=photo%20booth%20rental,event%20photographer,event%20DJ>, online, navštíveno 06.02.2019

zeleného pozadí, kdy je scéna za účastníky domapována počítačem. Fotokoutky se také často označují slovním spojením *fotografické zážitky*. Některá stávající řešení nabízejí tisk fotografií, jiná elektronické odeslání e-mailem či sdílení na sociálních sítích. Často se tyto služby i kombinují. Spousta profesionálních fotografů si na podobných nápadech zakládá svůj obor podnikání [17]. Fotokoutky jsou ovšem stále ještě v začátcích a mnoho podnikatelů kombinuje navzájem více řešení. Nezbytnost přítomnosti pověřené osoby pro obsluhu, též příp. výpůjčky techniky ale provoz fotokoutku prodražují a omezují četnost jeho využití [16].

Pro mnohé uživatele představují fotokoutky určitou formu nostalgie díky tomu, že si mohou ihned odnést vytištěnou fotografii. Zároveň však uspokojí jejich touhu po okamžitém sdílení on-line [18].

3.1 Historie fotokoutků

První úspěchy fotografie jako takové sahají do začátku 19. století (o čemž se více dočtete v kapitole 2.1). Teprve roku 1889 se objevil první automatický systém na zaznamenávání fotografií, kdy byl patentovaný první automatický stroj na fotografování [19]. Tento “automatický” proces vyžadoval celou jednu místnost vybavenou fotografickým zařízením s 20 lidmi, kteří s ním operovali. Po 36 letech přišel v roce 1925 přelomový objev rusa Anatola Josephewitze [20], který vymyslel a sestrojil na svou dobu nejmodernější přístroj pro automatické fotografování osob. Vyhotovení jediné fotografie na přístroji trvalo 8 minut. Fotografie se prodávaly v páse po 8 kusech (za cenu 25 centů za fotografii). Objev prezentoval na Broadwayi v New Yorku, kde si po několika letech otevřel na Times Square studio s vlastním vynálezem *Photomaton* (lze vidět na obr. 3.2). Vynález byl natolik úspěšný, že studio vytvářelo 7000 fotografií denně a fronty se tvořily pravidelně do čtyř hodin ráno.



Obrázek 3.2: Strůjce Anatol Josephewitz s historicky prvním fotokoutkem²³.

V padesátých letech byl vytvořen *Auto-Photo Model 11*, primárně určený pro identifikační fotografie, policii, armádu a fotografie vězňů. V šedesátých letech začal, výtvarník a umělec, Andy Warhol používat ve svých uměleckých výtvorech manipulaci barev na fotografiích pořízených z fotokoutků [21]. V sedmdesátých letech přicházejí barevné fotografie.

²³Zdroj: Jacobs, James: *How Photo Booth Technology Has Improved Over the Years* [19], online

Digitální technologie přinesly do odvětví mnoho nových možností, což pomohlo např. japonským koutkům s názvem *purikura* [20], které tisknou nálepky dle vyfocených tváří nebo předmětů. Na přelomu tisíciletí vznikly pomocí vzrůstajícího výpočetního výkonu v počítačích nové fotokoutky. Vzhledem k vývoji nových mobilních technologií jejich koncepce rychle zastarává. Aktuální trendy jsou v okamžitém sdílení, rychlosti vyhotovení. Ovšem jedním z hlavních požadavků na fotokoutek zůstávají stále, i po téměř 100 letech, tištěné fotografie [19].

3.2 Účel použití a dostupná řešení

Již od začátků byli lidé fascinováni ideou, kdy budou moci být vyfoceni zařízením bez potřebné obsluhy. Dnešní generace touží po nových fotografiích, které budou kvalitní, něčím výjimečné a bude možné si je vystavit nebo rovnou sdílet on-line. Trendy se rychle mění, což se odráží u výrobců hotových řešení nebo u tvůrců speciálních aplikací, které si lze nainstalovat na spoustu zařízení. Účelem je nabídnout uživatelům co nejzajímavější zážitky, určené pro vhodně vybranou koncovou skupinu. Vznikají proto aplikace určené podle typu akce nebo události, se stejným využitím jako aplikace univerzální.

Vznik velkého množství společností, zabývajících se tímto tématem, dosvědčuje vzrůstající zájem o pořízení fotografií z těchto zařízení. Z fotokoutků se stává lukrativní příležitost i velkých korporací, které díky nim provozují svůj marketing [20]. Uživatelé naproti tomu vyžadují skvěle navržené šablony a předvolby s okamžitým přístupem k internetovým službám.

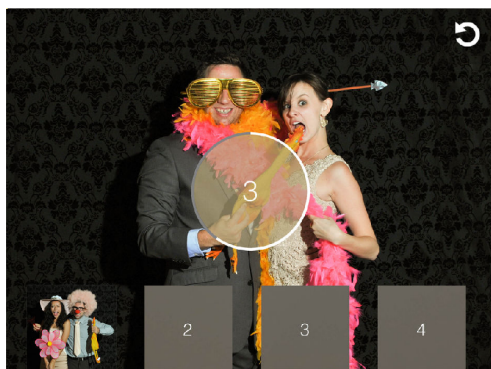
Obyčejné fotografie z dané akce mohou být nudnou záležitostí, pokud se o práci nepostará šikovný profesionální fotograf, nebo dobře navržený fotokoutek, příp. kombinace obou. Neoddiskutovatelným pozitivem fotokoutků je ovšem fakt, že mohou fungovat od samotného začátku akce až do jejího úplného konce samostatně bez externí obsluhy. Řešením pomocí aplikace mobilního fotokoutku je navíc zajištěna stálá kvalita pořízených fotografií.

Dostupné fotokoutky

Existuje již více aplikací fotokoutků, avšak dosti odlišných. Výčet všech není z hlediska rozsahu práce možný, proto je zde uvedeno několik nejzajímavějších zástupců.

LumaBooth Event Photo Booth

Aplikace je vytvořena pro tablety Apple iPad a je dostupná k zakoupení v App Store fungující na formě předplatného, které činí 19,99 USD měsíčně nebo jednorázové platby 199,99 USD s neomezenou platností. Vlastní aplikace nabízí tvorbu vlastních šablon, jednoduchý editor fotografií, možnosti přidání firemního loga nebo přepínání mezi přední a zadní vestavěnou kamerou. Základní vizuální vzhled aplikace lze vidět na obr. 3.3.



(a)



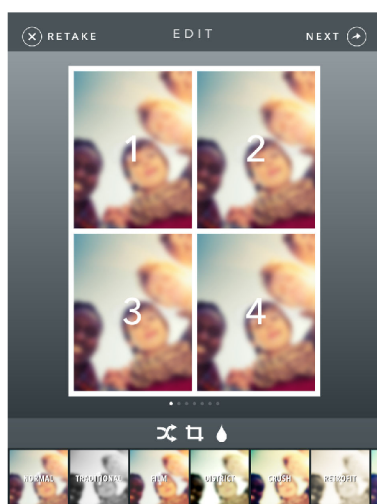
(b)

Obrázek 3.3: Na obrázku (a) lze vidět obrazovku při pořízení snímku, na obrázku (b) lze vidět obrazovku rozložení fotografií a možnosti odeslání nebo tisku²⁴.

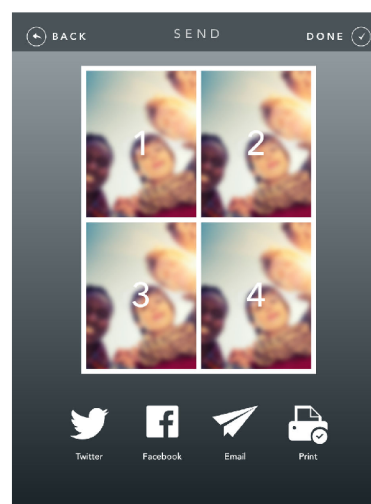
Výsledné fotografie je možné odeslat elektronickou poštou, sdílet na sociálních sítích nebo vytisknout.

Simple Booth HALO

Nová verze řešení *Simple Booth* pro zařízení Apple iPad přináší mnoho vylepšení a nabízí tak uživatelům intuitivní rozhraní. Kromě základních možností editace fotografií a pořadí přináší pokročilé funkce v přidání rekvizit pomocí rozšířené reality. Doručení fotografií e-mailem nebo sdílení on-line je již samozřejmostí. Aplikace nabízí řadu pokročilejších možností získávání analytických dat z více událostí najednou a dle metrik na on-line sdílení vytváří statistiky. Základní vizuální vzhled aplikace lze vidět na obr. 3.4.



(a)



(b)

Obrázek 3.4: Na obrázku (a) lze vidět obrazovku úprav, na obrázku (b) lze vidět finální obrazovku s možnostmi odeslání nebo tisku²⁵.

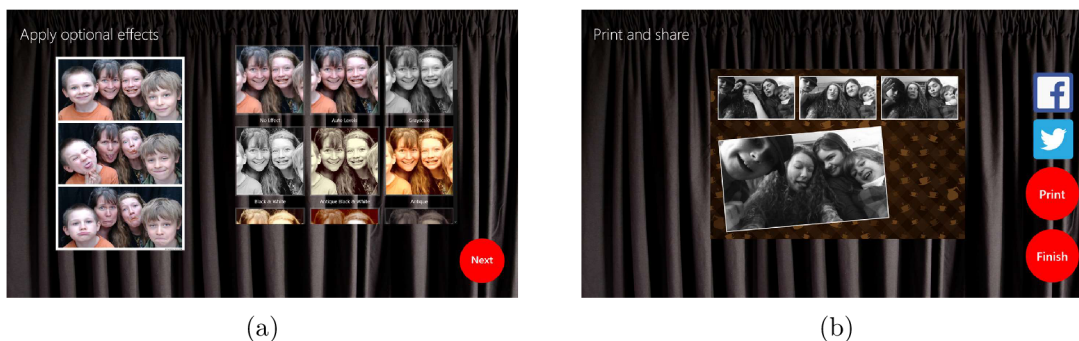
²⁴Zdroj: Photo Booth Software for DSLR Cameras – dslrBooth: *LumaBooth: The Photo Booth iPad App for Pros* [22], online

²⁵Zdroj: SMPL Inc.: *Apps For Every Occasion* [23], online

Simple Booth nabízí více řešení, která jsou opět formou předplatného. Základní osobní předplatné začíná na 29 USD, ovšem business balíčky pro korporátní události se mohou vyšplhat až na 266 USD měsíčně [23].

Instant Photo Booth

Aplikace *Instant Photo Booth* je vhodná pro instalaci na jakékoliv zařízení podporující operační systém Microsoft Windows 10. Aplikace je dostupná v Microsoft Store za cenu 4,99 USD s omezenými možnostmi. Základní verze poskytuje jednoduché šablony, efekty a následný tisk nebo sdílení on-line (viz. obr. 3.5).

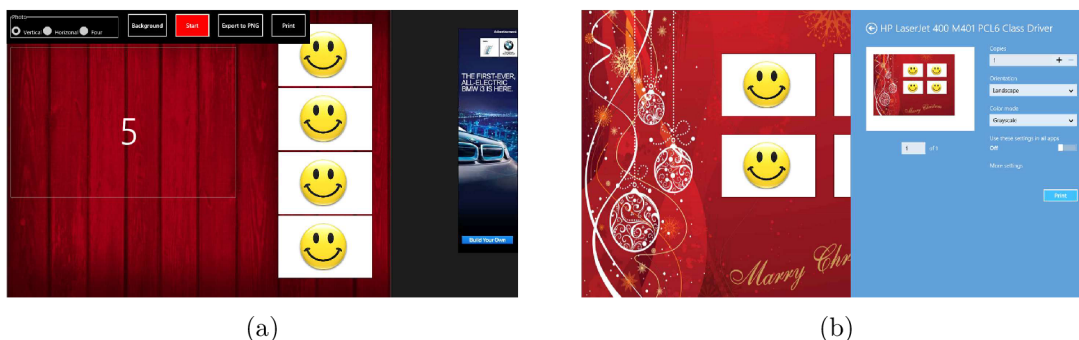


Obrázek 3.5: Na obrázku (a) lze vidět základní úpravy, na obrázku (b) lze vidět obrazovku s možnostmi tisku nebo sdílení²⁶.

Příplatkovými rozšířeními jsou např. editace šablon, prezentace již vyfocených fotek předcházejících účastníků, možnosti zeleného pozadí, pokročilejší úpravy nebo připojení externích zařízení. Aplikace je vhodná jak pro dotyková zařízení tak i pro počítače.

Simple Photo Booth

Jednoduchá aplikace se základními funkcemi. Umožňuje vyfotit fotografie, výběr rámečků a tisk. Aplikace je dostupná pro operační systém Microsoft Windows 8.1 a je ke stažení zdarma na Microsoft Store. Základní zobrazení je vidět na obr. 3.6.



Obrázek 3.6: Na obrázku (a) lze vidět seskupení jednotlivých fotografií, na obrázku (b) lze vidět možnost tisku²⁷.

²⁶Zdroj: GizmoMatic: *Instant Photo Booth* [24], online

²⁷Zdroj: PoonFamily: *Simple Photo Booth* [25], online

3.3 Programové prostředky

Aplikace fotokoutků je možné vytvářet za pomoci mnoha programových prostředků, musíme ovšem zohledňovat, pro kterou platformu chceme finální produkt cílit. V dnešní době jsou nejvíce rozšířené aplikace pro tablety Apple iPad na platformě *iOS*, přenosná zařízení s operačním systémem *Android* nebo *Microsoft Windows*, která jsou nicméně zastoupena nejméně. Ještě před tvorbou samotné aplikace je důležité zvážit případnou přenositelnost aplikace napříč různými platformami a zabezpečit tak snazší škálovatelnost.

Programové prostředky pro mobilní aplikace

Vývoj aplikací pro platformu Apple iOS probíhá především ve vývojovém prostředí *Xcode* pomocí programovacího jazyka *Swift* či *Objective-C*, implementovaného jako rozšíření jazyka *C*, do kterého byl přidán systém zasilání zpráv z jazyka *Smalltalk*.

Vývoj pro zařízení s operačním systémem Android probíhá především ve vývojových prostředích *Eclipse* a *Android Studio*, nejvíce využívaný programovací jazyk je *Java*.

Microsoft pro svou platformu využívá již řadu let vývojové prostředí *Visual Studio*. Pro samotný vývoj využívá programovací jazyky *C++* nebo především, nejen pro dotykové zařízení, *C#*.

V prostředí platformy Microsoft lze využít např. nejstaršího *frameworku*²⁸ *Windows Forms*, určeného především pro desktopové aplikace. Prostředí bylo představeno současně s uvedením *frameworku .NET* v roce 2002 [26]. Ve *Windows Forms* se využívá rozložení obrazových bodů do mřížky, je tedy možné jednoduše pozicovat objekty podle souřadnic *x*, *y*. To je výhodné, pokud aplikace funguje na přístrojích se stejným rozložením pixelů, problém ovšem nastává při spuštění programu na jiném zařízení s jinou hustotou pixelů.

Druhým pokusem bylo v roce 2006 představení *Windows Presentation Foundation* (zkráceně *WPF*), které díky možnostem grafického rozhraní *DirectX*²⁹ nabízelo podporu pro multimedia a speciální efekty [26]. *Framework* zlepšuje možnosti přizpůsobitelnosti podle rozměrů obrazovky.

*Universal Windows Platform (UWP)*³⁰ je nejnovějším technologickým řešením společnosti Microsoft pro tvorbu univerzálních aplikací pro platformy *Windows 8* a novější pro desktopové systémy, mobilní verze nebo např. *Xbox One*³¹ či *HoloLens*³². *Framework* byl představen v roce 2012 [27]. Pro vizuální rozložení využívá *XAML*³³ a umožňuje napojení na databáze *SQLite*. *UWP* aplikace běží v chráněném prostředí (tzv. *sandbox*³⁴), které jsou oddělené od systémových funkcí [27]. Aplikace vhodné pro umístění na *Microsoft Store* se tvoří pomocí *UWP*.

Díky sadě vývojových nástrojů *Xamarin* je možné za pomoci *Visual Studio* programovat v *C#* nově i pro platformy *iOS* nebo *Android* a vzniká tak jednodušší přenositelnost kódu napříč platformami (obr. 3.7).

²⁸V oboru se využívá anglický výraz, významem označuje *aplikační rámec*, neboli strukturu sloužící jako podpora při programování

²⁹Sada knihoven poskytujících aplikační rozhraní pro umožnění přímého ovládní především grafického hardwaru

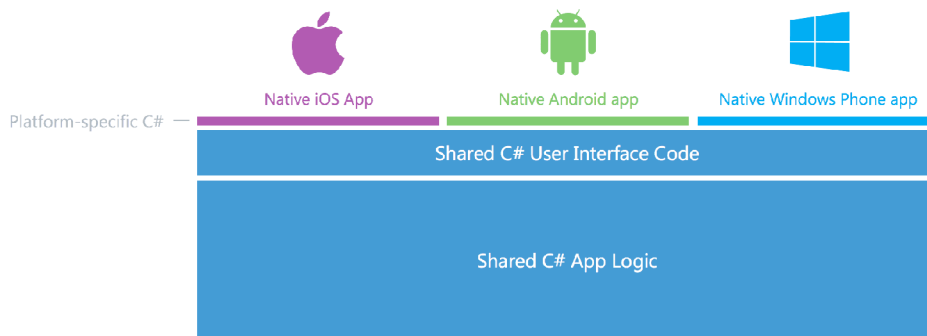
³⁰V překladu Univerzální platforma *Windows*

³¹Videherní konzole, kterou vyvinula a uvedla na trh společnost Microsoft

³²Brýle pro rozšířenou a virtuální realitu společnosti Microsoft

³³Zkratka Extensible Application Markup Language, jedná se o deklarativní jazyk, který je založen na XML

³⁴Označení pro bezpečnostní mechanismus



Obrázek 3.7: Schéma multi-platformového vývoje pomocí nástrojů Xamarin³⁵.

Jazyk C#

C# je vysokoúrovňový, typově bezpečný, objektově orientovaný programovací jazyk. Cílem jazyka je programátorská produktivita. Jazyk byl navržen softwarovým architektem Andersem Hejlsbergem, tvůrcem Turbo Pascalu a architektem Delphi. C# je platformově neutrální a pracuje s řadou platformově specifických rozhraní, především .NET frameworkem pro Windows [28]. Zakládá na vlastnostech již dříve zavedených jazyků z rodiny C (C, C++, Java). C# může být použit pro tvorbu softwarových komponent a aplikací určených pro různé operační systémy [29].

C# je bohatou implementací objektově orientovaného paradigmatu, včetně zapouzdření, dědičnosti a polymorfismu. Základní stavební jednotkou je zapouzdřená jednotka dat a funkcí nazývaná *typ*. Programovací jazyk má jednotný typový systém, kde všechny typy sdílejí společný základ [29]. V tradičním objektově orientovaném vývojovém prostředí je jediným typem *třída*. U C# to mohou být různé druhy typů, např. *rozhraní*. Rozhraní se chová téměř jako třída, avšak pouze popisuje její členy. Rozhraní jsou především užitečná v situacích, kde je potřebná implementace vícenásobné dědičnosti (C# oproti C++ nepodporuje mnohonásobnou dědičnost tříd) [28], to znamená, že každá třída může být potomkem pouze jedné třídy. Třída ale může implementovat libovolný počet rozhraní.

V objektově orientovaném programování jsou všechny funkce *metodami*. K přístupu k datům lze použít metody *property* a *event*. Property jsou funkčními členy, které zapouzdřují část stavu objektu, např. barvu tlačítka nebo popisek. Eventy jsou funkčními členy, které zjednodušují změny stavů objektu. Všechny proměnné musí být deklarovány uvnitř tříd, není možné vytvářet globální proměnné. Náhradou tedy jsou statické metody a proměnné veřejných tříd [29]. C# nevyžaduje dopřednou deklaraci, to v praxi znamená, že nezáleží na pořadí deklarace metod. Jazyk je *case sensitive*³⁶. *Common Language Runtime (CLR)*³⁷ využívá tzv. *garbage collector*³⁸, který se spouští jako součást vyvinutých programů a uvolňuje paměť objektům, na které není dále odkazováno. Toto usnadňuje programátorům explicitní nutnost uvolňování paměti objektů a eliminuje problémy s nekorektním předáváním ukazatelů, které známe např. z C++. C# ale nevyklučuje používání ukazatelů jak by se mohlo na první pohled zdát, ale pouze jejich využití omezuje [28].

³⁵Zdroj: <https://visualstudio.microsoft.com/wp-content/uploads/2018/11/AllPlatforms.png>, online, navštíveno 18.02.2019

³⁶V oboru se využívá anglický výraz, významem označuje *závislost na velikosti písmen*

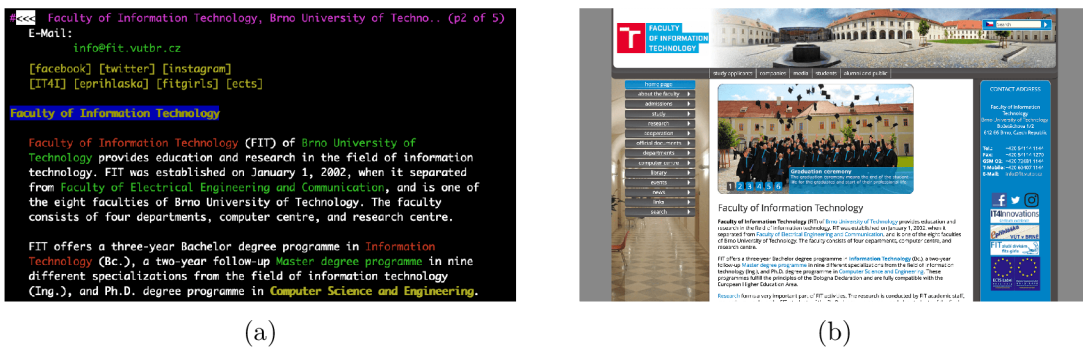
³⁷Virtuální komponenta frameworku .NET, provádí spouštění programů

³⁸Způsob automatické správy paměti

Grafické uživatelské rozhraní

Tvorba *grafického uživatelského rozhraní (GUI)*³⁹ je dnes součástí již většiny aplikací. Běžný uživatel ani jiné prostředí nezná. Základem grafického rozhraní aplikace je alespoň jedno okno [30], které uživateli sděluje informace závislé pro danou aplikaci. Tohle okno obsahuje komponenty, které přijímají odezvu od uživatele a tím řídí běh celého programu.

Běžnou praxí jsou programy fungující pomocí příkazové řádky. Obě verze aplikace, s grafickým uživatelským rozhraním i bez něj, mohou splňovat stejnou funkcionalitu, ovšem je nutné definovat koncového uživatele. Pokud je jím programátor, je pro něj často i vhodnější vytvořit aplikaci bez uživatelského rozhraní, ovládatelnou pouze za pomoci příkazů. Běžný uživatel ovšem tyto programy ani nezná a je zvyklý na grafické rozhraní. Rozdíl mezi aplikací bez GUI a s ním lze pozorovat na obr. 3.8.



Obrázek 3.8: Obrázky ukazují zobrazení webové stránky <http://www.fit.vutbr.cz> pomocí (a) textového internetového prohlížeče *Lynxlet*⁴⁰ v příkazové řádce, (b) grafického internetového prohlížeče *Safari*⁴¹.

Grafické prvky aplikací zahrnují tlačítka, popisy, barvy, textová pole a veškeré vizuální možnosti aplikace ovládatelné myší, klávesnicí nebo dotyky obrazovky [31]. Psaní kódu pro GUI aplikace je možné v běžném textovém editoru, ovšem vhodnější je využití např. Visual Studio, které umožňuje okamžitý náhled na grafické prvky. Některé aplikace ovšem nejsou vhodné pro daný typ zobrazení, a tak se využívají vždy dle daných specifik. Pro vyvinutou aplikaci fotokoutku je GUI nezbytnou součástí.

³⁹Z anglického Graphical User Interface

⁴⁰Aplikace Lynxlet je dostupná z: <https://habilis.net/lynxlet>

⁴¹Aplikace Safari je dostupná z: <https://www.apple.com/safari>

Kapitola 4

Zhodnocení současných řešení a plán práce

V této kapitole je možné dozvědět se o současném stavu aplikací, zabývajících se tématem fotokoutků, které byly již dříve zmíněny ve 3. kapitole. Jsou zde rovněž zhodnoceny programové prostředky a jejich vhodnost při řešení včetně popisu cíle této práce.

4.1 Zhodnocení současných fotokoutků

Vybrané aplikace se jeví jako nevhodnější kandidáti pro to, stát se potenciálními konkurenty vytvářené práce. Navzdory poměrně velkému množství různých řešení, jich není tolik dobře promyšlených a provedených.

LumaBooth Event Photo Booth je jednoduchá aplikace plnící svůj účel. V ničem obzvláště ne vyniká, ale umožňuje tvorbu vlastních šablon vzhledu výsledných fotografií. Funguje na operačním systému Apple iOS.

Simple Booth HALO je ze všech zmíněných aplikací zřejmě nejpropracovanější, fungující na platformě Apple iOS. Kromě základních úprav fotografií umožňuje přidávání rámečků, nebo např. ve své prémiové verzi přidávání rekvizit pomocí rozšířené reality. Společnost vytvořila k této aplikaci několik menších, které se mohou s fotokoutkem propojit a spravovat jeho nastavení vzdáleně, sledovat statistiky, vytíženost apod.

Instant Photo Booth je aktuálně pravděpodobně nejlepší aplikací pro platformu Windows. Aplikace umožňuje pomocí příplatkových verzí přidávání spousty úprav fotografií, sdílení nebo přidání zeleného pozadí. Dle mého názoru ovšem pokulhává po vizuální stránce.

Poslední zmíněnou aplikací je *Simple Photo Booth*, dostupná pro zařízení Windows. Aplikace je ze všech zmíněných nejjednodušší a výrazně omezena pro úpravy. Celá aplikace nemá příliš vhodné řešení, protože umožňuje pouze výběr rámečků a tisk. Grafické rozhraní je také velmi nevhodné, jelikož působí značně kýčovitě.

Většina aplikací je vydávána pro přenosná zařízení značky Apple a tedy cílena pro operační systém iOS. Žádná z dostupných aplikací není přenositelná na jinou platformu. Jen malé množství dostupných verzí je vydáváno pro dotykové zařízení pro operační systém Android nebo Windows.

V tabulce 4.1 lze vidět srovnání jednotlivých fotokoutků. Ve druhém sloupci je možné vidět, které aplikace umožňují uživateli provádět alespoň základní úpravy vyfocených snímků. Ve třetím sloupci jsou označeny aplikace, které umožňují tisk výsledných fotografií. Čtvrtý sloupec znázorňuje ty aplikace, pomocí kterých lze fotografie sdílet na sociálních sítích,

příp. odeslat e-mailem. Sloupec “*Aplikace zdarma*” říká, zda je nutné za danou aplikaci zaplatit licenci. Některé aplikace vyžadují měsíční předplatné, některé se mohou zakoupit bez předplatného (více je popsáno v podkapitole 3.2). Poslední sloupec demonstruje, že žádná z uvedených aplikací neumožňuje platbu za pořízení fotografie bez obsluhy.

	Jednoduché úpravy	Tisk fotografií	Online sdílení	Aplikace zdarma	Platby za fotografie
LumaBooth Event Photo Booth	✓	✓	✓	✗	✗
Simple Booth HALO	✓	✓	✓	✗	✗
Instant Photo Booth	✓	✓	✓	✗	✗
Simple Photo Booth	✗	✓	✗	✓	✗

Tabulka 4.1: Srovnání fotokoutků.

Z popisu dostupných variant je zřejmé, že každá aplikace v různých ohledech vyniká oproti ostatním. Pro aplikaci, kterou se tato práce zabývá, jsou z důvodu obdobné funkcionality proto jen částečně využitelné.

4.2 Cíl práce

Cílem práce je vytvoření aplikace fotokoutku v jazyce C# pro přenosná zařízení s operačním systémem Microsoft Windows. Výsledkem je funkční verze, použitelná pro různé účely.

Uživatelé si mohou pomoci aplikací, tedy systému pro pořizování fotografií, sami pořídit fotografie, vyhotovit si poskytovatelem zvolený počet fotografií a vyfotografovat se s rekvizitami. Při vyfocení si mohou zvolit z libovolného, poskytovatelem dodaného, množství rámečků. Po vyfocení je možné fotografie jednoduše upravit (zvýšit jas, saturaci, expozici apod.), za fotografie zaplatit pomocí elektronické platby z webové stránky, generující unikátní kód, který následně zadávají do aplikace a na základě ověření si fotografie vytisknou a odešlou elektronicky.

Poskytovatel služby může využít nastavení dle účelu použití. Společnosti mohou do fotografií vložit vodoznak s logem firmy, svatebčané zase svá jména, nebo např. na hudebních festivalech logo události. Výsledkem je úspora prostředků za údržbu a provoz poskytovatele a zkrácení čekací doby představující v konečném důsledku urychlení odbavení zákazníka.

Aplikace ovšem nemůže splnit všechna očekávání. V ideálním případě by měly aplikace fungovat dvě – jedna uživatelská pro zákazníky a jedna administrátorská pro provozovatele. Ten by mohl chování zákazníků a fotokoutku sledovat a kontrolovat jej. Tyto možnosti spolu s dalšími uvádím v kapitole 6 (závěr), ve které jsou zmíněna možná rozšíření do budoucna.

Výstupem aplikace je odeslání fotografií na danou e-mailovou adresu či vytištění na papír pomocí připojené tiskárny. Pokud se nezdaří autorizace vygenerovaného kódu, který uživatel obdrží po platbě, aplikace vyzve uživatele pro opětovné zadání a poté vrátí uživatele zpět na úvodní obrazovku a umožní nové vyhotovení fotografií.

Informace o nezdařeném pokusu o tisk či odeslání fotografií jsou odesílány administrátorovi na zvolenou e-mailovou adresu.

4.3 Specifikace aplikace

Hlavním bodem celé práce je správná definice zadání aplikace, co může uživateli nabídnout a co přinese jejímu provozovateli. S tímto požadavkem je úzce spojený průzkum již existujících řešení fotokoutků.

Koncepce řešení musí dodržovat obecně známé principy uživatelské přívětivosti s dostatečnou funkcionalitou. Aplikace musí umět využívat vestavěnou kameru a pořídit daný počet fotografií, vkládat rámečky či vodoznaky a aplikovat jednoduché efekty. Pro nejvíce vypovídající hodnotu bude spuštěna kamera ihned po startu, příp. restartu aplikace.

Aplikace umožní jednoduché úpravy pořízených fotografií, možnost zrušit provedené úpravy nebo úpravami přepsat původní pořízenou fotografii. Generování mřížky z pořízených fotografií s možností volby tloušťky lemujícího rámečku a její barvy je prerekvizitou pro výsledný export výstupu.

Koncepce zpracování plateb formou využití současného řešení pomocí elektronických plateb, umístěných na vzdáleném zabezpečeném serveru, umožňují uživateli provedení platby nezávisle na aplikaci fotokoutku, čímž současně zabraňují zneužití. Implementace jednoduchého internetového obchodu pro získání unikátního kódu, pomocí kterého je umožněn výstup aplikace je nezbytnou součástí. Vyplácení provizí z aplikace bude provozovateli naplánováno dle smluvních podmínek.

Finální tisk požadovaného počtu výtisků bude umožněn pouze za předpokladu korektně provedené platby. Na základě toho bude umožněno uskutečnit výtisk a odeslání exportované koláže fotografií na libovolný počet e-mailových adres. Po úspěšném provedení výtisku bude unikátní kód smazán a opakovaný tisk nebude umožněn.

Restart aplikace může být iniciován uživatelem při zadání kódu platby nebo na výstupní části aplikace. V obou případech se smažou veškeré pořízené fotografie a osobní údaje, aplikace se restartuje na úvodní obrazovku a bude připravena k dalšímu použití.

Při chybném pokusu o tisk, odeslání e-mailu či jakékoliv jiné chybě bude uživatel informován pomocí informačního okna a pokud bude umožněno připojení k internetu, bude odeslán e-mail správci aplikace.

4.4 Návrh ověření řešení

Implementaci aplikace můžeme považovat za úspěšnou, pokud splní zátěžové testy pro nepřetržitý provoz, minimálně 24 hodin bez přerušení, bude kompatibilní s minimální podporovanou verzí systému Microsoft Windows a nejméně 80% uživatelských testů bude vyhodnoceno kladně. Takto by vypadal popis kritérií úspěšnosti v případě, že by aplikace měla být komerčním produktem.

Uživatelský test úspěšnosti implementace celé práce probíhal ve třech fázích. V první fázi byli osloveni uživatelé k hodnocení rozložení jednotlivých prvků aplikace a prvotního uživatelského rozhraní. Po první verzi byli uživatelé osloveni znovu s druhou verzí, která již byla elektronickým návrhem jednotlivých obrazovek. Poté uživatelé ve třetí fázi dostali funkční prototyp aplikace, ve které mohli testovat funkčnost v rozdílných typech prostředí. Především se jednalo o rodinné oslavy nebo pokusné testování na firemním večírku.

V průběhu vývoje probíhaly zátěžové testy stability a kompatibility na různých zařízeních. Pro vyhodnocení výsledků testování byly zvoleny tři typy metrik, které jsou zmíněné v následující kapitole.

Kapitola 5

Popis vlastní práce a vyhodnocení

Jedním z hlavních cílů vývoje aplikace bylo využití vestavěné kamery včetně aplikování jednoduchých efektů a filtrů, úprava vyfocených fotografií, zpracování plateb technologií znemožňující zneužití, vytvoření požadovaného výstupu a finální odeslání uživateli. V této kapitole je popsána realizace celé práce.

Praktické ukázky a možnosti použití lze najít v podkapitole 5.1. V sekci 5.2 je popsán princip fungování a samotná implementace, ověření funkčnosti a vyhodnocení výsledků testování lze nalézt v části 5.3. Možné nasazení v praxi je popsáno na konci této kapitoly, v části 5.4.

5.1 Způsob použití

Aplikace se ovládá primárně pouze dotykem na dotykových tabletech, k čemuž využívá XAML *Event Handler*⁴² *Tapped*. Je ovšem spustitelná obecně na systému Windows 10, minimální verzi 1709⁴³, tudíž je možné aplikaci spouštět i na stolním či přenosném počítači minimálně s touto verzí Windows.

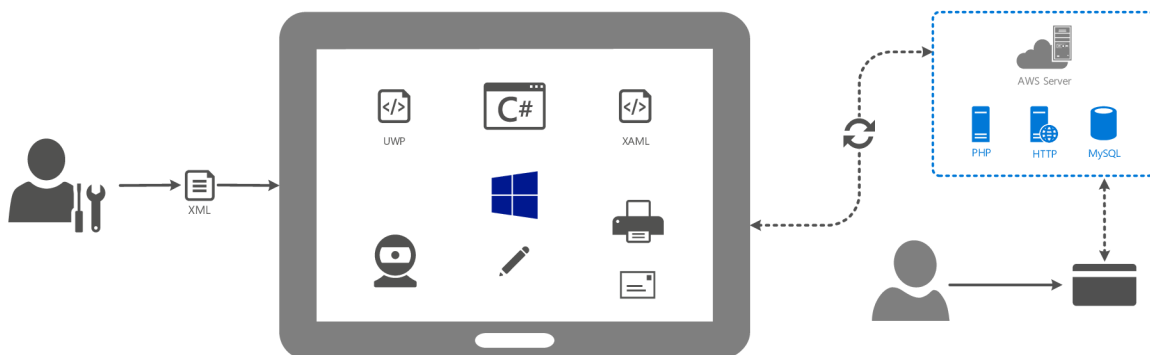
Case study

Vzhledem k dalšímu možnému vývoji aplikace a kompatibilitě do budoucna je jako základní stavební jednotka zvolen jazyk C# UWP. Nejdůležitějším prvkem celé aplikace je jistě zpracování obrazu a pořízení fotografií, které zajišťuje kamera počítače, ale především jednotka grafického akcelerátoru se sadou knihoven *DirectX*, s nejnižší podporovanou verzí 11. Jak lze vidět na schématu 5.1, ke zpracování plateb dochází na vzdáleném serveru. Toto řešení skrývá několik výhod, ať už při důvěře uživatele, který platbu může provést na svém zařízení, jednoduché budoucí implementaci pro jinou platformu či otevřené technologické prostředky jedné z nejpoužívanějších platforem webových služeb.

Z důvodu zpracování plateb ovšem aplikace vyžaduje internetové připojení. Pro provozatele aplikace je zde přidána i možnost, kdy aplikace platbu nebude vyžadovat a pro uživatele tak budou jí poskytované služby zcela zdarma.

⁴²Naslouchání akcí, které se provedou, kterými mohou být např. stisknutí tlačítka, pohyb myši apod.

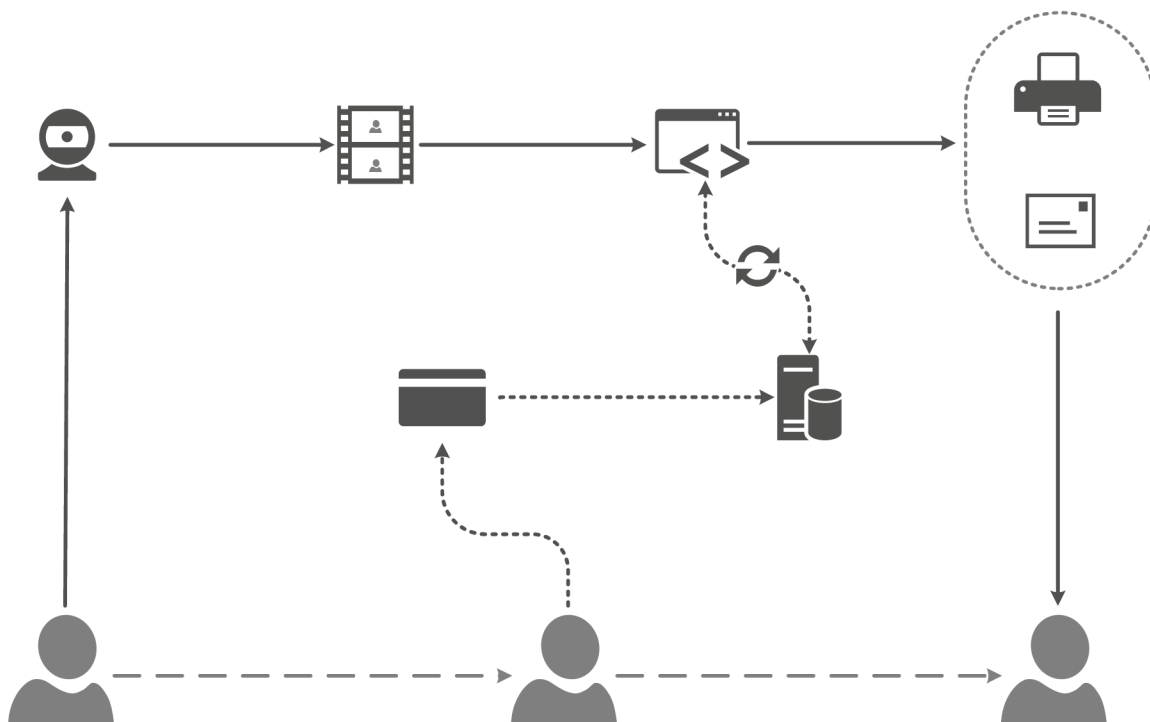
⁴³Resp. Windows 10.0.16299, což je aktualizace z podzimu 2017



Obrázek 5.1: Diagram použitých prostředků.

Příklad použití

Základní princip použití aplikace je vyobrazen diagramem 5.2. Na obrázku lze vidět interakci uživatele s aplikací, resp. vyvolané akce a výstupy.



Obrázek 5.2: Uživatelský diagram.

Jednotlivé šipky ukazují vzájemnou závislost uživatele na aplikaci. Prvotní spuštění aplikace iniciuje správce aplikace, poté již jakýkoliv uživatel může dle doplňujících nastavení aplikaci používat. Nejprve je uživateli viditelná úvodní obrazovka s fotoaparátem a možnými filtry. Po vyfocení správcem aplikace definovaného množství snímků je uživatel přeměřován do části pro dodatečné úpravy, pokud jsou povoleny. Po rozkliknutí dané fotografie je zobrazeno okno úprav. Pokud úpravy nejsou povoleny, je uživatel odkázán rovnou na obrazovku tvorby uspořádání fotografií a přidání dodatečného ohraničení. Následuje obrazovka pro zadání unikátního kódu, který uživatel po zaplacení obdrží e-mailem. Na finální

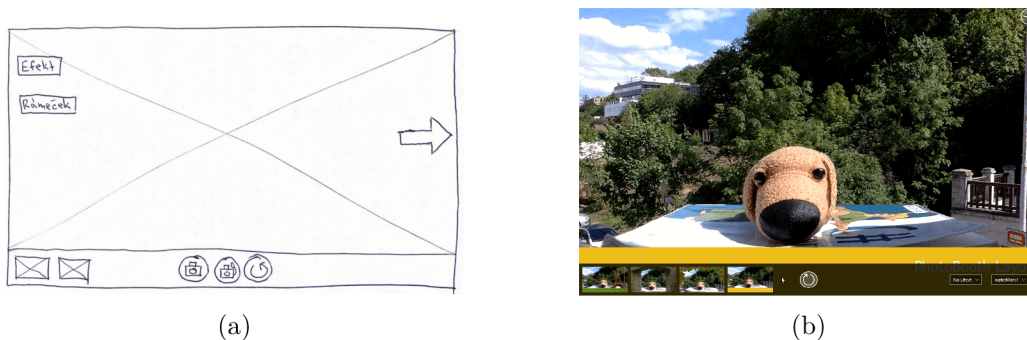
obrazovce je možné hledat volbu tisku či odeslání výsledné fotografie e-mailem. Ukázkové *screenshots*⁴⁴ jsou uvedeny v příloze A.

5.2 Implementace

Práce je vytvořena v programovacím jazyce C# s notací UWP primárně cílící na tablety s operačním systémem Microsoft Windows 10. Pro vývoj bylo zvoleno grafické vývojové prostředí (*IDE*⁴⁵) Microsoft Visual Studio 2017. Aplikace je definována ve jmenném prostoru⁴⁶ PhotoBooth. *Diagram případů užití*⁴⁷ je možné sledovat v příloze B.

Uživatelské rozhraní

Nejdůležitějším faktorem pro tvorbu uživatelského rozhraní je jeho jednoduchost a uživatelská přívětivost. Původní návrhy vznikaly nejprve na papíře, které se postupem času na základě podnětů od uživatelů transformovaly a vzniklo jednotné schéma, které je využito v celé aplikaci. Celková transformace z prvotního návrhu, který lze vidět na obrázku 5.3a až po celkově sjednocenou strukturu, která je k vidění na obrázku 5.3b.



Obrázek 5.3: Na obrázku (a) lze vidět prvotní náčrt úvodní obrazovky, obrázek (b) odráží její finální vzhled.

Uživatelské rozhraní je tvořeno deklarativním jazykem XAML, pomocí kterého jsou tvořeny veškeré pro uživatele viditelné elementy. Jazyk je díky využívání elementů a atributů podobný HTML⁴⁸. Visual Studio používá XAML editor pro editaci a vytváření uživatelského rozhraní. Jednotlivé obrazovky jsou označovány jako *Page* a jsou tvořeny *RelativePanel* elementem pro adaptivní rozložení na obrazovce.

Spuštění aplikace

Při každém spuštění aplikace se kontroluje lokální úložiště, zda v něm jsou uloženy snímky (např. z nezdařeného pokusu o fotografování) a v případě, že úložiště není prázdné, složka se vyprázdňuje. Tím se zaručí smazání veškerých dat od předchozích uživatelů. Aplikace se po této kontrole spustí v režimu na celou obrazovku.

⁴⁴V oboru se využívá anglický výraz, významem označuje *snímek obrazovky*

⁴⁵Z angl. *Integrated Development Environment*

⁴⁶Z anglického namespace

⁴⁷V oboru také často využívaný angl. název *use case*

⁴⁸Z anglického Hypertext Markup Language, který je standardním jazykem pro tvorbu webových stránek

Kamera a zpracování obrazu

Hlavní komponentou je kamera, která zákazníkům umožňuje zhotovení fotografií. Pro inicializaci kamery aplikace využívá třídu `MediaCapture`⁴⁹. Kamera se inicializuje ve třídě `Camera` pomocí asynchronního volání tasku⁵⁰ `InitializeCameraAsync`. Primárně se nastaví k použití přední vestavěná kamera. Pokud neexistuje, tak se inicializuje zadní a pokud ani tu nelze nalézt, tak se aplikace pokusí o inicializaci externí kamery připojené pomocí USB. Pokud není nalezena žádná kamera, je o tom uživatel informován a aplikace končí s chybovým stavem. Kamera snímá vždy v plném rozlišení, které umožňuje. Jestliže kamera poskytuje funkcionalitu automatického zaostřování, implicitně se jej využije.

Při snímání si uživatel může zvolit vizuální efekty, jako např. černobílý obraz, efekt sépie, invertování barev, rozostření apod. Zároveň je také umožněno vkládání libovolných rámečků či vodoznaků. Tyto efekty jsou implementovány pomocí *Windows Runtime* (zkráceně *WinRT*) komponenty `MediaCaptureEffect`, která je projektem celého řešení *PhotoBooth*.

Aplikace na úvodní obrazovce umožňuje vyfotografování snímku okamžitě či se zpožděním. Poslední vyfocená fotografie se taktéž může opakovat, čímž se ovšem ta předchozí přepíše. Fotografie se vytvářejí ve formátu *JPG* a ukládají se v lokálním úložišti aplikace.

Vizuální efekty

Aplikování efektů je implementováno v reálném čase při spuštěném fotoaparátu pomocí rozhraní `IBasicVideoEffect`⁵¹. Rozhraní implementuje několik metod, které se uzpůsobí dle požadavků. Především se zde jedná o nastavení kódování, které se nastavuje pomocí veřejné metody `SetEncodingProperties`, jež na vstupu přijímá dva parametry. Jsou to objekty, které definují `canvasDevice`⁵², neboli pomyslné plátno efektu. To je použito v hlavní metodě `ProcessFrame`, která se stará o zpracování daného efektu. Jsou zde využívané bloky `using`, díky kterým se uvolňují již nevyužívané objekty pomocí garbage collectoru. `CanvasDrawingSession` je využívána rozhraním `Win2D` dostupného pomocí *NuGet*⁵³ balíčku.

Následující metoda ve výpisu 5.1 určuje využití paměťového úložiště, v práci tedy využívá grafickou kartu:

```
1 /// <summary>
2 /// Appropriate memory settings.
3 /// </summary>
4 public MediaMemoryTypes SupportedMemoryTypes {
5     get {
6         return MediaMemoryTypes.Gpu;
7     }
8 }
```

Výpis 5.1: Úsek kódu pro využití paměti na grafické kartě.

⁴⁹Dostupnou v knihovně `Windows.Media.Capture`

⁵⁰V oboru se využívá anglický výraz, významem označuje *úlohu*

⁵¹Dostupné v knihovně `Windows.Media.Effects`

⁵²`VideoEncodingProperties` a `IDirect3DDevice`

⁵³Jedná se o open-source rozšíření Visual Studia pro správu externích rozhraní

Jedná se o *enum* hodnotu, neboli *výčtový typ*, tvořený konečnou omezenou množinou pojmenovaných hodnot, které lze vidět v tabulce 5.1:

Identifikátor	Hodnota	Typ paměti
Gpu	0	GPU ⁵⁴
Cpu	1	CPU ⁵⁵
GpuAndCpu	2	GPU i CPU dohromady

Tabulka 5.1: *Enum* hodnoty datového typu `MediaMemoryTypes`.

Současně s každým efektem je ověřováno, zda si uživatel zvolil i zobrazení rámečku pomocí třídy `Referall`, kde se předává logická hodnota v proměnné `FrameEffect`⁵⁶. Pokud jsou rámečky povoleny a existují v dané podsložce (definované v příloze E), je umožněno aplikovat tento dodatečný efekt, např. pro zobrazení vodoznaku akce, vložení pomyslného prostředí do obrazu apod.

Editace fotografií

Po úspěšném vyfocení požadovaného počtu fotografií je uživatel přesměrován do dalšího okna, které je popsáno ve třídě `PhotoEdit`. Pomocí metody `GetItemsAsync` se načtou vyfocené fotografie a zobrazí se uživateli v mřížce jedna vedle druhé. Po rozkliknutí vybrané fotografie se okno přesměruje do třídy `PhotoEditDetail`, kde má již uživatel možnost provést požadované úpravy fotografie. Jedná se o úpravy míry expozice, rozostření, tónování, úprava teploty barev, kontrastu nebo saturace pomocí posuvníků definovaných v XAML souboru. Uživatel má na výběr úpravy uložit, čímž se přepíše daný soubor i ve třídě `PhotoEdit`, pomocí `ObservableCollection` se aktualizuje nový snímek a zobrazí se nová upravená fotografie, nebo změny zahodit a vrátit se na předchozí obrazovku.

Na následující obrazovce ve třídě `BuildAStrip` si může uživatel zvolit uspořádání fotografií, zda je chce vedle sebe nebo v mřížce pod sebe a může si zvolit barvu či tloušťku okrajů lemujících porizované fotografie.

Platby

Zpracování plateb probíhá na externím virtuálním serveru *Lightsail*⁵⁷ od společnosti *AWS*⁵⁸, na kterém běží unixový operační systém⁵⁹, kde je spuštěn HTTP server⁶⁰, dostupný na veřejné statické IP adrese <http://52.28.207.131>.

⁵⁴Zkratka angl. *Graphics Processing Unit* neboli grafický procesor

⁵⁵Zkratka angl. *Central Processing Unit* neboli centrální procesorová jednotka

⁵⁶Ta je implicitně nastavena na hodnotu `false`

⁵⁷Cloudové řešení poskytující daný výpočetní výkon

⁵⁸Zkratka *Amazon Web Services*, dceřiná společnost firmy *Amazon*

⁵⁹Konkrétně *Ubuntu 16.04.5 LTS*

⁶⁰Konkrétně *Apache 2.4.18*

Dále je pro potřeby plateb spuštěn *PHP*⁶¹ server⁶², vedle kterého je paralelně spuštěna databáze⁶³. Zde je nainstalován systém *WordPress*⁶⁴, kde běží naprogramovaná webová stránka s dostupnými produkty (počty výtisků), které se dají zakoupit pomocí elektronické peněženky *PayPal*⁶⁵, příp. online kreditní kartou.

Zpracování plateb je prováděno v chráněném režimu sandbox, umožňujícím přechod na ostrý provoz pomocí řešení *WooCommerce*⁶⁶. Po uskutečnění platby je pomocí PHP skriptu vygenerován unikátní kód, který zákazník obdrží e-mailem. Tento kód zadá do aplikace fotokoutku, která se připojí k této databázi⁶⁷ a SQL dotazem se zeptá databáze spuštěné na serveru, zda existuje zadaný kód a pokud ano, umožní uživateli následující krok, který jej přesměruje do třídy *Share* pro možnosti sdílení a tisku. Pokud zadaný kód není validní, informuje o tom uživatele a vyzve ho k opětovnému zadání.

Sdílení

Okno pro odeslání fotografií e-mailem nebo vytištění na papír je umístěno jako poslední, je definováno třídou *Share*. Pro odesílání e-mailů třída implementuje knihovnu *Light-Buzz.SMTTP*, která je dostupná jako přídatný *NuGet* balíček. Knihovna implementuje *SMTTP*⁶⁸ komunikaci pro odchozí zprávy. Vytvoří se objekt⁶⁹, který specifikuje odesílatele, tedy adresu, ze které se odesílají výsledné zprávy. Uživatel může, pro určení adresáta, v elementu *TextBox* definovaného v XAML zadat libovolný počet adres oddělených čárkami. K e-mailové zprávě se výsledná fotografie/mřížka fotografií přiloží jako příloha. Uživatel je po kliknutí na tlačítko k odeslání informován, zda se zprávu podařilo odeslat či ne.

Aktuální jedinou oficiální možností tisku, která je v UWP možná, je pomocí knihovny *Windows.Graphics.Printing*. Ta ovšem zobrazí tiskové okno⁷⁰. To je z pohledu aplikace fotokoutku nežádoucí. Pro možnost tichého tisku⁷¹, tedy tisku bez toho, aniž by se uživateli objevilo na obrazovce okno pro tisk, je tedy vhodnou možností implementace konzolové aplikace *Win32*⁷². Spuštění takovéto aplikace je v UWP prováděno třídou *FullTrustProcessLauncher*. Pro její implementaci je nutné nastavení patřičné *capability*⁷³ v Manifest souboru projektu⁷⁴. Po tomto nastavení se již tisk může řídit v projektu *Win32Printer*, kde se ve třídě *Program* inicializují nastavení tiskárny⁷⁵. K tisku se využívá výchozí nainstalovaná tiskárna zařízení. Pomocí předání parametru počtu výtisků díky lokálním nastavením⁷⁶, do kterých se dle hodnoty z MySQL databáze⁷⁷ posílá daný počet výtisků. Pro tisk je využíván papír o rozměru A4. Pokud je výsledná fotografie širší než vyšší, vytiskne se na šířku. Pokud je vyšší než širší, vytiskne se na výšku.

⁶¹Zkratka angl. *Hypertext Preprocessor* (původně *Personal Home Page*), skriptovací programovací jazyk

⁶²Konkrétně *PHP 7.1.25*

⁶³Konkrétně *MySQL 5.7.24*

⁶⁴Open-source redakční systém pro správu obsahu (z angl. *Content Management System*)

⁶⁵Internetový platební systém propojený s kreditní kartou, účty jsou identifikovány e-mailovými adresami

⁶⁶Open-source systém pro tvorbu e-shopů

⁶⁷Pomocí knihovny *MySQL.Data.MySqlClient*

⁶⁸Zkratka *Simple Mail Transfer Protocol*, internetový protokol určený pro přenos zpráv elektronické pošty

⁶⁹Konkrétně *SmtppClient*

⁷⁰Z důvodu nutnosti volání metody *ShowPrintUIAsync*

⁷¹Z angl. *silent print*

⁷²Taktéž označovanou jako Windows API, jedná se o základní funkcionalitu systému

⁷³V oboru se využívá anglický výraz, významem označuje *schopnost*

⁷⁴Konkrétně `<rescap:Capability Name="runFullTrust"/>`

⁷⁵Pomocí knihovny *System.Drawing.Printing*

⁷⁶Z *ApplicationCompositeValue*

⁷⁷Hodnota `_product_id` z tabulky `wp_woocommerce_order_itemmeta`

Po vytisknutí uživatel aplikaci restartuje, čímž se znovu obnoví veškerá nastavení a smažou se pořízené fotografie. V případě, že se tisk povedl, tak se smaže vygenerovaný kód v tabulce databáze a aplikace se vrátí do prvotního nastavení pro další použití.

Konfigurace aplikace

Aplikaci lze konfigurovat dodatečným `Config.xml` souborem uloženým v dokumentech daného uživatele v adresáři `PhotoBooth`. Tento soubor dává provozovateli aplikace možnost nastavení podle daných potřeb. Volitelné XML elementy, které se využijí v aplikaci lze vidět v následujícím úseku kódu 5.2:

```
1 <UserSettings>
2   <ConfigurationSettings ID='idString' IntValue='intValue' />
3   <ConfigurationSettings ID='idString' BoolValue='boolValue' />
4   ...
5   <ConfigurationSettings ID='idString' StringValue='stringValue' />
6 </UserSettings>
```

Výpis 5.2: Ukázka uživatelských voleb nastavení.

V tabulce 5.2 lze vidět výčet ze seznamu dovolených, uživatelsky definovatelných, atributů.

Atribut ID	Ukázka použití	Povolené hodnoty
numberOfPhotos	IntValue='1'	1, 2, 4
photoEditAllowed	BoolValue='true'	true, false
customEffectsAllowed	BoolValue='true'	true, false
framesAllowed	BoolValue='true'	true, false
adminEmail	StringValue='admin@example.com'	E-mailová adresa

Tabulka 5.2: Povolené hodnoty v konfiguračním souboru.

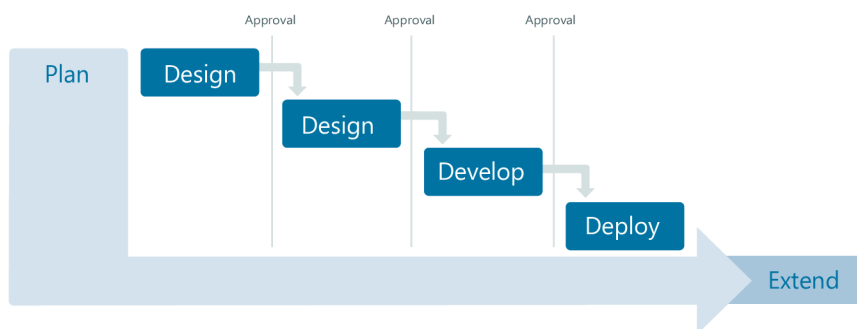
Pokud provozovatel aplikace přidá k danému atributu jinou hodnotu, resp. jiný datový typ, je ignorován. Využije se vždy povolený formát. Pokud je atribut zadán vícekrát, jako platná hodnota se bere v potaz ta poslední.

5.3 Ověřování funkčnosti a testování

Testování aplikací je důležitou součástí vývoje. Existují již osvědčené metody přístupu k testování a zapojení cílového uživatele již v průběhu tvorby programu. V dnešní době si technologické společnosti vybírají vzorek uživatelů, se kterými spolupracují a testují finální produkt. Z minulosti a zkušeností se dají vyvodit závěry, které v danou chvíli vedou k nejvhodnějšímu řešení. Nejznámější metodou vývoje, těšící se přes své nedostatky dosud značné oblibě je tzv. *vodopád*⁷⁸, který lze vidět na obr. 5.4. Princip tohoto řízení je

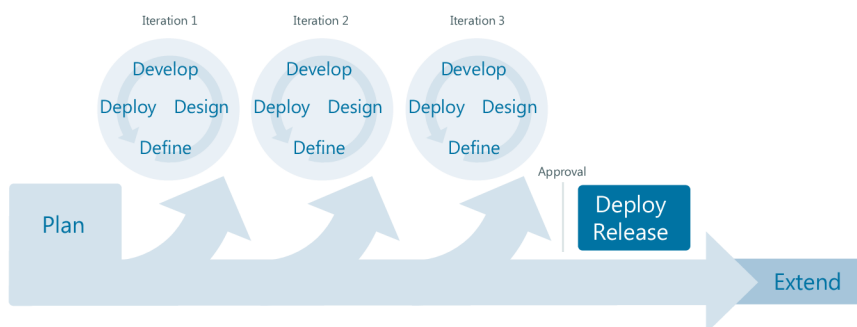
⁷⁸Z angl. *waterfall*

zadání, které definují zúčastněné subjekty, kdy poté trvá nepřetržitý vývoj dokud není aplikace finální. Tohle z teoretického hlediska zní dobře, bohužel praxe je jiná. Proces může trvat několik týdnů, což by nebyl velký problém, pokud by se na konci nezjistilo, že se vydal špatným směrem. Bohužel některé podobně naplánované projekty trvají rok a více a v případě, že koncový uživatel nepřijde průběžně s vyvíjenou aplikací do styku, na konci projektu s velkou pravděpodobností nastane nesoulad a nějaký problém. Z vývojového a obchodního hlediska může produkt splňovat stanovené požadavky, ovšem z uživatelského již může výrazně zaostávat.



Obrázek 5.4: Vodopádový model⁷⁹.

Vhodnou metodologií projektového řízení je agilní přístup, ke zhlédnutí na obr. 5.5. Zadání je detailně specifikováno a daná aplikace se vyvíjí v iteracích v rámci daného časového úseku, nejčastěji 1-2 týdny (tzv. *sprinty*). Díky pevně daným časovým úsekům se na konci každého sprintu daná práce vyhodnotí a konzultuje se všemi zúčastněnými stranami. V kontextu této bakalářské práce se jedná o konzultaci s vedoucím a vybranými uživateli, kteří postupně hotové části aplikace testovali a hodnotili. V reálném prostředí společnosti se do tohoto procesu ještě zapojují např. obchodníci, projektoví či produktoví manažeři. Jednou z velkých předností tohoto přístupu je možná změna požadavků od kterékoliv strany. Může se jednat o obchodní důvody (produkt již vyvinula jiná společnost, musí se upravit funkčnost), uživatelské (dané tlačítko je nevhodně umístěno, ovládání je složité) či od vedoucího (vývoj se ubírá jiným směrem než by měl). Na tyto změny se dá díky časově omezeným úsekům relativně rychle reagovat a požadované změny zapracovat.



Obrázek 5.5: Agilní model⁸⁰.

⁷⁹Zdroj: Unger, Russ; Chandler, Carolyn: *A Project Guide to UX Design: For user experience designers in the field or in the making* [32], str. 63

⁸⁰Zdroj: Unger, Russ; Chandler, Carolyn: *A Project Guide to UX Design: For user experience designers in the field or in the making* [32], str. 64

Metriky testování

Během celého procesu testování software je potřebné kontrolovat a hodnotit aktuální stav projektu. Nejběžnějším důvodem bývá kontrola kapacit vývojářů podílejících se na testování. Pokud je chyb mnoho, je dobré doplnit tým o další pracovníky. V opačném případě lze přesunout volné kapacity na jiné projekty. V kontextu bakalářské práce se výsledky metrik vyhodnocovaly z průběžného testování.

Pro hodnocení testů byly zvoleny tři metriky. Metrika založená na *bug fix rate*⁸¹, metrika založená na *uživatelských testech* a metrika založená na *programovém kódu*, která je součástí *testování jednotek*⁸².

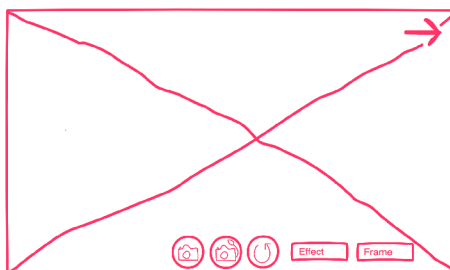
Uživatelské rozhraní

Pro koncového uživatele je většinou uživatelské rozhraní (nebo také často využívané angl. označení *front end*) to jediné, co reálně vidí a co ho zajímá. Funkcionalita, běžící na pozadí, není pro něj důležitá. Z těchto důvodů jsem již od úplného počátku vytvořil dotazník, který jsem odeslal několika známým a fotografům, kteří mají k dané tématice nejbližší. Na základě jejich odpovědí a podnětů byl vytvořen prvotní návrh, kterým je náčrt na papíře. V úzkém spojení s testovací skupinou lidí bylo spolupracováno po celý čas. Aplikace, resp. její uživatelské rozhraní, bylo tvořeno v průběhu celé práce.

Návrh rozhraní

Podle konkrétních připomínek na základě poznatků jsem vytvořil další dva návrhy, aby bylo pro uživatele jednodušší odhalit slabiny daných návrhů a měl možnost jejich vzájemného porovnání. Za pomoci principů tvorby pro sledování uživatelské přívětivosti [32] jsem uživatelům kladl několik otázek, na které odpovídali. Otázky byly obecného charakteru, např. *“Podívejte se na daný návrh a vyberte alespoň tři nevhodnější označení, která nejlépe vystihují vzhled aplikace.”* Uživatelé měli na výběr ze zhruba 20 slov, které obsahovaly pojmy jako např. *“nudné”, “zajímavé”, “skvělé”, “nevhodné”, “konzervativní”, “příliš jednoduché”, “příliš složité”* apod., pomocí kterých se došlo k finálnímu návrhu.

Po prvních ohlasech jsem tvorbu front endu již přesunul z papírové verze do digitální podoby. Veškeré další návrhy a ukázkové práce byly tvořeny formou tzv. *drátěného modelu*⁸³. Ukázka lze vidět na obrázku 5.6:



Obrázek 5.6: Wireframe úvodního okna vytvořený aplikací InVision dostupnou na <https://www.invisionapp.com>.

⁸¹V oboru se využívá anglický výraz, významem vyjadřuje, kolik procent z celkového počtu nalezených chyb bylo opraveno

⁸²Z angl. *unit testing*

⁸³Z angl. *wireframe*, jedná se o náhled nového řešení (projektovou dokumentaci řešení)

Dle vytvořených wireframe jsem postupoval při implementaci uživatelského rozhraní v aplikaci. Funkčnost jsem ověřoval průběžně s již fungující aplikací na vybraném vzorku uživatelů na různých typech výpočetních konfigurací a verzí operačního systému. Výsledky byly individuální, lze tudíž vyloučit jakékoliv pochybení o relevantnosti výsledků. Číselné výsledky jsou interpretovány v následující podkapitole 5.4.

Použitelnost aplikace

*Testování použitelnosti*⁸⁴ aplikace je jednou z nejvíce využívaných metod při testování uživatelské zkušenosti. Využité postupy při testování použitelnosti vycházely z knihy [32]. Cílem je porozumět uživateli, naslouchat jeho potřebám a zlepšit schopnost uživatele úspěšně dokončit požadované akce v dané aplikaci. Koncept je jednoduchý, tazatel musí

- vytvořit prioritizovanou sadu úkolů
- zadat sadu úkolů vybrané skupině uživatelů
- realizovat s uživateli vlastní testování a zaznamenat si situace spojené s obtížností při jejím použitím řešení
- analyzovat a zhodnotit výsledky celého testování

Screening

Tzv. *screener*⁸⁵ je typ dotazníku využíváný před zahájením testování pro získání vhodné skupiny uživatelů [32]. Obvykle sestává z otázek, vztažených k cílovému produktu. Pokud odpovědi uživatele budou shodné nebo alespoň velmi se blížíci k předpokládané odpovědi, je možné jej považovat za vhodného kandidáta. Pokud se odpovědi ubírají jiným směrem, nejvhodnější možností je pokračovat ve výběru jiným kandidátem.

Screener může obsahovat otázky jako např.:

1. Jaký je Váš věk?
2. Používáte zařízení s operačním systémem Microsoft Windows?
3. Umíte ovládat Microsoft Windows?
4. Znáte fotokoutky?
5. Používáte přenosné chytré zařízení s přístupem k internetu?
6. Navštěvujete turistické atrakce, festivaly, firemní večírky?
7. Fotíte se rádi?
8. Využíváte elektronickou poštu?
9. Využíváte sociální sítě?

⁸⁴Z angl. *usability testing*

⁸⁵V oboru se využívá anglický výraz, významem označuje *zjišťování*

Testové dotazníky

Každý uživatel musí k testu dostat sadu úloh, která je k nahlédnutí v příloze C, ale také dotazník. Dotazník by měl být rozdělen na dvě části, příp. do dvou samostatných dotazníků. Jeden pro vyplnění před zahájením samotného testu. Tento dotazník slouží k seznámení se s uživatelem, informací o jeho znalostech, technickém vybavení a příp. vyhodnocení, zda se v předchozím *screeningu* nestal omyl a uživatel nesplňuje některou z podmínek.

Některé otázky spadající do tohoto dotazníku jsou např.:

1. Máte již předchozí zkušenosti s testováním?
2. Máte již nějaké zkušenosti s podobnou aplikací?
3. Víte co od podobné aplikace očekávat?
4. Umíte používat dotykové zařízení?

Po ukončení testování je vhodné uživateli dát k vyplnění dotazník, kde může doplnit informace o pocitech z celého testování. V ideálním případě, za souhlasu uživatele, je vhodné z celého testování pořizovat záznam nebo alespoň sledovat chování uživatele a dělat si poznámky. Konečný dotazník může vypadat následovně:

1. Jaké máte z testování aplikace pocity?
2. Bylo pro Vás uživatelské rozhraní srozumitelné a intuitivní?
3. Využil(-a) byste aplikaci v budoucnu znovu?
4. Zaujala Vás aplikace?

Zpracování dat

Zpracování dat neboli také v softwarovém inženýrství hojně využívaný angl. název *back end* bylo testováno průběžně na lokálním vývojovém stroji s operačním systémem Microsoft Windows 10 (1809), stejně i jako na cílovém tabletu Acer Iconia Tab W700P s nainstalovaným operačním systémem Microsoft Windows 10 (1809). Pro testování byl využit také počítač Apple MacBook Air s nainstalovaným operačním systémem Microsoft Windows 10 (1803).

Bug fix rate lze vyjádřit jednoduchým vztahem:

$$\frac{\text{množství opravených chyb}}{\text{množství nalezených chyb}} \quad (5.1)$$

Odhalování průběžných chyb probíhalo jako součást vývoje aplikace. Testování programového kódu vyjadřuje kolik procent tohoto kódu již bylo otestováno a jakou část ještě zbývá ověřit. U objektově orientovaného programování se jedná o testování jednotlivých tříd a metod.

5.4 Interpretace výsledků a možnosti nasazení v praxi

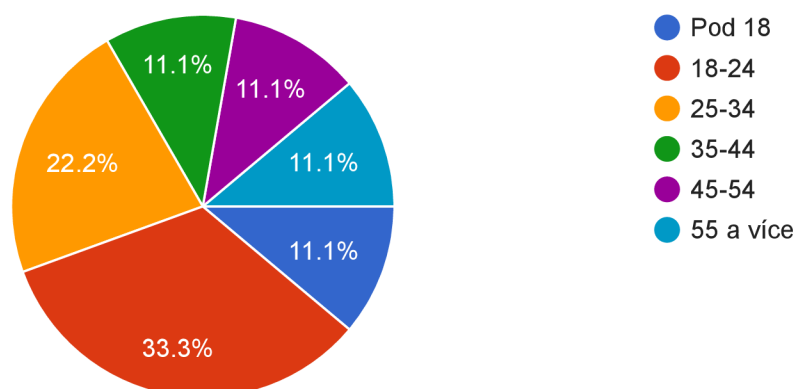
Výsledky testování s uživateli lze interpretovat tabulkou 5.3, která znázorňuje jejich pocity, které se vyskytovaly při vyhodnocení vizuálního návrhu.

	Přehledné	Čisté	Moderní	Zajímavé	Jednoduché	Mnoho textu
Procentuální vyjádření ⁸⁶	88,89%	55,56%	44,44%	33,33%	33,33%	22,22%

Tabulka 5.3: Vyhodnocení vizuálního návrhu aplikace.

Z tabulky lze tedy odvodit, že uživatelé byli s vizuální podobou aplikace spíše spokojeni. Negativní hodnocení se na vybraném vzorku uživatelů neobjevilo vůbec, nebo ve velmi malém množství. Menší výkyv způsobovaly podněty na obsáhlé texty popisů, na což jsem reagoval nahrazením některých textů infografickými prvky.

Při definování vhodné skupiny uživatelů byl vybrán vzorek 9 lidí různých zaměření. Dotazníkové otázky vycházely z předchozí podkapitoly 5.3, části *Screening*. Jak lze vidět na obr. 5.7, cílil jsem na mladé uživatele, kteří by podobnou aplikaci mohli pravděpodobně využívat, ale i na další věkové kategorie.



Obrázek 5.7: Graf zobrazující rozdělení testovací skupiny vybraných uživatelů dle věku.

Zajímavé bylo, že 33% dotázaných lidí nevlastní zařízení s operačním systémem Microsoft Windows, ovšem všichni dotázaní jej umějí používat a také jej denně využívají. Všichni uživatelé vlastní alespoň jedno přenosné chytré zařízení (ať už chytrý mobilní telefon či tablet), nedělalo jim tedy žádný problém provádět platby na svých zařízeních. 2/3 dotázaných navštěvuje turistické atrakce či festivaly minimálně jednou ročně. Všichni dotázaní využívají elektronickou poštu a sociální sítě. Zhruba 3/4 z nich se rádo prezentuje před kamerou, zbytek pouze za doprovodu.

Vyhodnocení uživatelského testu

Uživatelský test probíhal na vzorku uživatelů dle postupu uvedeném v podkapitole 5.3, sekci *Testové dotazníky*. Každý uživatel před zahájením testu vyplnil dotazník s doplňujícími

⁸⁶Procentuální vyjádření výskytů odpovědi vůči celkovému počtu oslovených uživatelů

otázkami. Lidé již vesměs měli s testováním určitou zkušenost, ovšem s typem aplikace fotokoutku se až na dvě výjimky doposud nesetkal nikdo.

Sadu úloh, dostupnou v příloze C, zvládli se zanedbatelnými časovými rozdíly všichni dokončit úspěšně. V tabulce 5.4 lze pozorovat úlohy, u kterých byli uživatelé spokojeni.

Č. úlohy	Popis
1.	Rychlé spuštění aplikace bez zbytečných reklam
3.	Pozitivní zpětná vazba na opakování posledního snímku
7.	Přechody mezi obrazovkami jsou přehledné
10.	Velmi jednoduché, dostatek možností, intuitivní
13.	Spokojenost s odesláním fotografií e-mailem, rychlý tisk

Tabulka 5.4: Vyhodnocení spokojenosti uživatelů.

Uživatelé měli většinou pozitivní ohlasy na používání aplikace, o čemž svědčí i minimální požadované úpravy. Následující tabulka 5.5 zobrazuje úlohy, se kterými měli uživatelé problém, příp. jim vyřešení úlohy trvalo delší čas nebo nebylo úplně jasné zadání.

Č. úlohy	Popis
4.	Umístění rozbalovacího seznamu s efekty a rámečky je nevhodně pozicováno
8.	Nejednoznačný postup provedení úprav
10.	Příliš mnoho barev
14.	Nejasné, zda se vymažou vyfocené fotografie

Tabulka 5.5: Vyhodnocení nejasných úloh uživatelů.

Některým uživatelům dělalo problém prvotní umístění aplikace efektů a rámečků na úvodní obrazovce, z důvodu špatně zvoleného světlého podkladu, který mohl splývat s pozadím. Dalším problémem byla nejasnost, jak se dostat z přehledu fotografií k editaci. Navzdory faktu, že byli s obrazovkou pro tvorbu rozložení zvolených fotografií uživatelé spokojeni, několikrát se objevila výtka se zbytečně dlouhým seznamem barev. Nejistotu uživatelům také přinášelo stisknutí tlačítka pro restart aplikace, kdy si nebyli jistí, zda se veškeré jejich osobní fotografie vymažou nebo zůstanou zobrazené pro další zákazníky. Na dané nesrovnalosti byl brán zřetel a na základě podnětů jsem zapracoval následující úpravy:

- Rozbalovací seznamy pro aplikaci efektů a rámečků byly přemístěny do spodní ovládací lišty vedle tlačítek na ovládání spouště fotoaparátu.
- Byl přidán popisek, zohledňující nasměrování uživatele na provedení úprav.
- Nabídka barev byla zredukována a zobrazení bylo změněno na kulaté odstíny do třech vedle sebe ležících sloupců.

- Po kliknutí na tlačítko pro restartování aplikace bylo přidáno vyskakovací okno informující uživatele o skutečnosti, že po odsouhlasení pokračování budou veškeré pořízené fotografie vymazány a aplikace se vrátí zpět na úvodní obrazovku.

Dle finálního dotazníku bylo testování na základě odpovědí úspěšné. Uživatelé měli pozitivní pocity a téměř 90% dotazovaných by aplikaci využilo v budoucnu znovu. Za nejúspěšnější považují ovšem fakt, že o aplikaci projeví bližší zájem majitelé dvou hudebních klubů a aplikace má potenciál dostat se k veřejnosti. Jistě má ale stále prostor pro zlepšování. Při tvorbě aplikace bylo myšleno i na ochranu spotřebitele a ukládání osobních dat.

Dle *Obecného nařízení o ochraně osobních údajů*⁸⁷ Evropské unie č. 2016/679 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů⁸⁸ nebylo v aplikaci nikde využíváno osobních údajů, preferencí nastavení či pořízených fotografií, ať už za účelem zlepšení uživatelské zkušenosti či statistického vyhodnocení uživatelů aplikace. Do budoucna lze pro sledování některých údajů o aktivitách uživatelů implementovat souhlasný systém, který bude v souladu s platnou legislativou.

Dle ohlasů může také aplikace poskytovat větší množství efektů a funkcionalitu tzv. *zeleného pozadí*, kde může být pozadí domapováno elektronicky, čímž výsledná fotografie může vzbuzovat dojem virtuální návštěvy daného místa.

Vyhodnocení testování průběžných chyb a programového kódu

Odbavenost nahlášených a zjištěných chyb z průběhu vývoje a následného testování byla splněna na 100%. To ovšem neznamená, že aplikace je ošetřena proti jakýmkoliv dalším nepředvídatelným stavům či chybovým situacím. Chyby byly vždy zapracovány ihned po jejich odhalení a následně byly řádně otestovány. Neustálý provoz byl simulován nepřetržitě spuštěným zařízením po dobu dvou dnů.

Samotný kód programu byl při vývoji rozdělen do několika testovacích projektů. Dílčí části tříd, obsahující metody byly testovány programatickým voláním patřičných parametrů. Při jejich vývoji bylo zjištěno několik nevhodných zařazení do kódu finální aplikace a tak byly několikrát předělány. Výsledným testováním a vhodným *refaktorováním*⁸⁹ kódu bylo docíleno funkčního vzorku aplikace.

Výstup testování lze považovat za úspěšný, jelikož byly naplněny veškeré požadavky definované v *Návrhu ověření řešení* (podkapitole 4.4).

⁸⁷Z angl. *General Data Protection Regulation*, zkráceně *GDPR*

⁸⁸Text plného znění je dostupný na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32016R0679>

⁸⁹Z angl. *refactoring* – proces provádění změn takovým způsobem, že nemají vliv na vnější chování kódu

Kapitola 6

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnocení aktuálního stavu fotokoutků, návrh řešení a implementace výsledné aplikace, pomocí které budou mít uživatelé možnost vytvoření fotografií a provozovatelům tím ušetří čas a prostředky. Cíl práce byl splněn.

K udání správného směru práce bylo jednou z prerekvizit vyhledání vhodné literatury a zdrojů relevantních pro využití v této práci. Na základě zjištěných informací bylo třeba nastudovat si již existující podobné služby a popsat jejich principy. Dle nabytí potřebných informací a kritického zhodnocení fungujících řešení byly odvozeny jejich nedostatky a sestavena prvotní koncepce aplikace. Zvolení vhodné skupiny testovacích uživatelů, se kterými se konzultovaly vizuální návrhy, bylo nezbytnou nutností. Analýza řešení probíhala simultánně se sběrem informací od uživatelů. Důležitým rozhodnutím bylo vyhodnocení provádění plateb jakožto samostatného doplňku mimo samotnou aplikaci kvůli potenciální možnosti zneužití. Z důvodu případného nekvalitního vybavení vestavěnou kamerou je také zohledněna a implementována možnost využití externě připojené kamery, která musí být správně nainstalovaná s patřičnými ovladači. Implementace probíhala v pravidelných iteracích současně s testováním průběžného řešení. S testováním neměli uživatelé problémy a na aplikaci byly v průběhu vývoje velmi kladné ohlasy. Pro demonstraci tisku byla využita bezdrátová tiskárna Konica. Aplikace funguje s jakoukoliv řádně nainstalovanou tiskárnou, která je v systému počítače nastavena jako výchozí. Výsledný produkt se povedlo implementovat, demonstrovat funkční řešení i řádně otestovat. Pro uživatele bylo uživatelské rozhraní přehledné a intuitivní, což lze považovat za pozitivní výsledek práce.

Výsledná aplikace se většině uživatel líbila více než již existující řešení. Mnozí uživatelé neměli s aplikací podobného typu předchozí zkušenosti, ovšem po testování by tento systém v budoucnu rádi využili znovu. Pro 90% uživatelů bylo použití aplikace přehledné a líbilo se jim svižné spuštění i na starších zařízeních. V práci byl kladen důraz na jednoduchost a prvky vzhledu Microsoft Design.

Vypracování práce mě naučilo správným postupům při vývoji. Cennou zkušeností je také požadavek sledování běžného uživatele, který je finálním zákazníkem a reagování na jeho potřeby. Skvělá byla zkušenost s plánováním testování a sledování uživatelské zkušenosti.

V práci bych chtěl pokračovat dále, především přidáním možností sdílení na sociálních sítích, aby se aplikace mohla umístit v Microsoft Store. Platforma Windows má stále, i přes klesající tendence, velký potenciál být úspěšnou na poli dotykových zařízení. Představená práce má též potenciál pro její další rozšíření vytvořením separátní aplikace, kterou by mohl využívat provozovatel např. v mobilním telefonu komunikující s fotokoutkem bezdrátově.

Literatura

- [1] PARR, R.: *Digital Photography FAQ*. Durham, NC, USA: Duke University - Department of Computer Science, 2006, [Online; navštíveno 05.01.2019].
URL <https://users.cs.duke.edu/~parr/photography/faq.html>
- [2] EDER, J. M.: *History of Photography*. New York, NY, USA: Dover Publications, 1945, ISBN 0-486-23586-6.
- [3] BAKŠTEIN, Z.: *Camera obscura v praxi*. Rudná u Prahy, ČR: Paladix, duben 2005, [Online; navštíveno 04.01.2019].
URL <https://www.paladix.cz/clanky/camera-obscura-v-praxi.html>
- [4] NEWHALL, B.: *The History of Photography: from 1839 to the Present Day*. Boston, MA, USA: Distributed by New York Graphic Society Books, kompletně revidované vydání, 1982, ISBN 978-0-87070-381-2.
- [5] HANSEL, H.: *First Photograph, View from the Window at Le Gras, Joseph Nicéphore Niépce, ca. 1826*. Austin, TX, USA: The University of Texas at Austin - Harry Ransom Center, červen 2001, [Online; navštíveno 08.01.2019].
URL https://www.hrc.utexas.edu/exhibitions/permanent/windows/southeast/joseph_nicephore_niepce.html
- [6] TRENHOLM, R.: *Photos: The History of the Digital Camera*. San Francisco, CA, USA: CNET, listopad 2007, [Online; navštíveno 03.01.2019].
URL <https://www.cnet.com/news/photos-the-history-of-the-digital-camera>
- [7] ŠONKA, M.; HLAVÁČ, V.; BOYLE, R.: *Image Processing, Analysis, and Machine Vision*. Stamford, CT, USA: Cengage Learning, čtvrté vydání, 2015, ISBN 978-1-133-59360-7.
- [8] ŠONKA, M.; HLAVÁČ, V.: *Počítačové vidění*. Praha, ČR: Grada, první vydání, 1992, ISBN 80-85424-67-3.
- [9] HUGHES, J. F.: *Computer Graphics: Principles and Practice*. Upper Saddle River, NJ, USA: Addison-Wesley, třetí vydání, 2014, ISBN 978-0-321-39952-6.
- [10] SHANNON, C. E.: *Communication in the Presence of Noise*. Stanford, CA, USA: Stanford University Libraries, leden 1949, *Reprint as classic paper in: Proc. IEEE, Vol. 86, No. 2, (Feb 1998)*, [Online; navštíveno 14.02.2019].
URL <http://www.stanford.edu/class/ee104/shannonpaper.pdf>
- [11] SEJKOT, R.; HLAVÁČ, V.: *Kniha fotografie: od fotogramu k výpočetní fotografii*. Praha, ČR: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2017, ISBN 978-80-01-06081-0.

- [12] MACENAUER, A.: *Barvy v digitální fotografii*. Praha, ČR: PhotoHint.com, s.r.o., březen 2002, [Online; navštíveno 07.01.2019].
URL <https://fotoaparát.cz/clanek/231/barvy-v-digitalni-fotografii-5019>
- [13] STONE, M. D.; GLADIS, R.: *Digitální fotografie*. Brno, ČR: Computer Press, 2003, ISBN 80-251-0067-7.
- [14] LUKAC, R.: *Computational Photography: Methods and Applications*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2011, ISBN 978-1-4398-1749-0.
- [15] GRIERSON, J.: *Prison praised for installing photobooth for inmates and visitors*. London, UK: The Guardian, leden 2019, [Online; navštíveno 13.01.2019].
URL <https://www.theguardian.com/society/2019/jan/08/prison-praised-for-installing-photobooth-for-inmates-and-visitors>
- [16] MCHUGH, M.: *Why Every Party Has a Photo Booth*. Los Angeles, CA, USA: The Ringer, prosinec 2018, [Online; navštíveno 05.01.2019].
URL <https://www.theringer.com/tech/2018/12/11/18135399/photo-booth-companies-events-weddings-pictures>
- [17] WONG, B.: *Embracing the Experience Economy with a \$300K/mo Photo Booth Startup*. Santa Barbara, CA, USA: Starter Story, září 2018, [Online; navštíveno 06.01.2019].
URL <https://www.starterstory.com/stories/photobooth>
- [18] BARNARD, C.: *Photo Booths, the Party's Hot Spot*. New York, NY, USA: The New York Times, září 2013, [Online; navštíveno 07.01.2019].
URL <https://www.nytimes.com/2013/09/29/fashion/photo-booths-the-partys-hot-spot.html>
- [19] JACOBS, J.: *How Photo Booth Technology Has Improved Over the Years*. Austin, TX, USA: Tech.Co, formerly Tech Cocktail, říjen 2015, [Online; navštíveno 08.01.2019].
URL <https://tech.co/news/evolution-photo-booth-2015-10>
- [20] HELLER, C.: *The History of Photobooths*. Lake Forest, CA, USA: Photobooth Supply Co., březen 2017, [Online; navštíveno 10.01.2019].
URL <https://blog.photoboothsupplyco.com/blog/the-history-of-photobooths>
- [21] KILEN, J.: *Snaps Through History: Origins of the Photo Booth*. Seattle, WA, USA: 1000 Words Photo Entertainment Co., duben 2015, [Online; navštíveno 11.01.2019].
URL <https://1000wordsevents.com/blog/snaps-through-history-origins-of-the-photo-booth>
- [22] Lumasoft: *LumaBooth: The Photo Booth iPad App for Pros*. East Brunswick, NJ, USA: Photo Booth Software for DSLR Cameras – dslrBooth, leden 2019, [Online; navštíveno 13.01.2019].
URL <https://dslrbooth.com/lumabooth-photo-booth-app>
- [23] SimpleBooth: *Apps For Every Occasion*. Austin, TX, USA: SMPL Inc., červenec 2017, [Online; navštíveno 14.01.2019].
URL <https://www.simplebooth.com/products/apps>

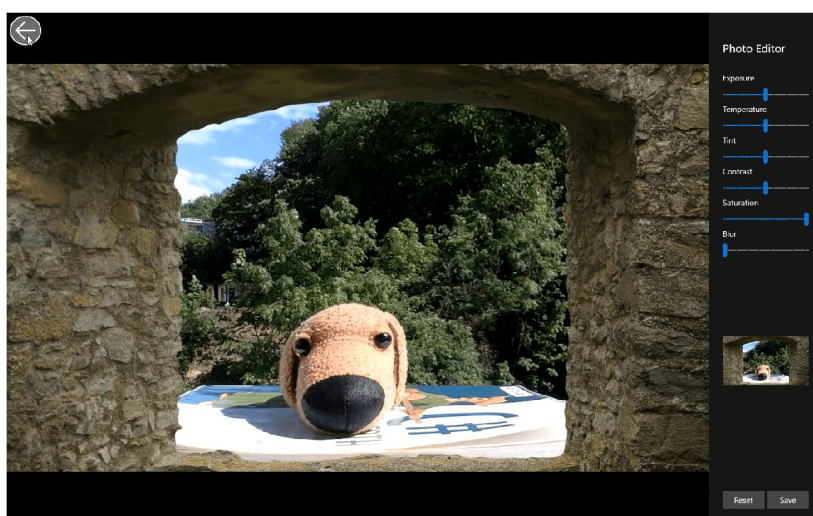
- [24] GizmoMatic: *Instant Photo Booth*. Redmond, WA, USA: Microsoft, únor 2013, [Online; navštíveno 15.01.2019].
URL <https://www.microsoft.com/en-us/p/instantphotobooth/9wzdnrdm9mt>
- [25] PoonFamily: *Simple Photo Booth*. Redmond, WA, USA: Microsoft, říjen 2014, [Online; navštíveno 16.01.2019].
URL <https://www.microsoft.com/en-us/p/simple-photo-booth/9wzdnrcdfmrm>
- [26] ANDERSON, T.: *Which .NET Framework for Windows: UWP, WPF or Windows Forms?* London, UK: Tim Anderson's IT Writing, leden 2018, [Online; navštíveno 14.01.2019].
URL <https://www.itwriting.com/blog/10182-which-net-framework-for-windows-uwp-wpf-or-windows-forms.html>
- [27] PRICE, M. J.: *C# 7.1 and .NET Core 2.0 – Modern Cross-Platform Development*. Birmingham, UK: Packt Publishing, třetí vydání, 2017, ISBN 978-1-78839-807-7.
- [28] ALBAHARI, J.: *C# 7.0 in a Nutshell*. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly, sedmé vydání, 2018, ISBN 978-1-491-98765-0.
- [29] MICHAELIS, M.: *Essential C# 7.0*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, šesté vydání, 2018, ISBN 978-1-5093-0358-8.
- [30] VIRIUS, M.: *Programování pro .NET*. Praha, ČR: České vysoké učení technické, 2011, ISBN 978-80-01-04864-1.
- [31] JOYCE, F.: *Microsoft Visual C#: An Introduction to Object-Oriented Programming*. Boston, MA, USA: Cengage Learning, sedmé vydání, 2017, ISBN 978-1-78839-807-7.
- [32] UNGER, R.; CHANDLER, C.: *A Project Guide to UX Design: For User Experience Designers in the Field or in the Making*. Berkeley, CA, USA: New Riders, 2009, ISBN 978-0-321-60737-9.

Příloha A

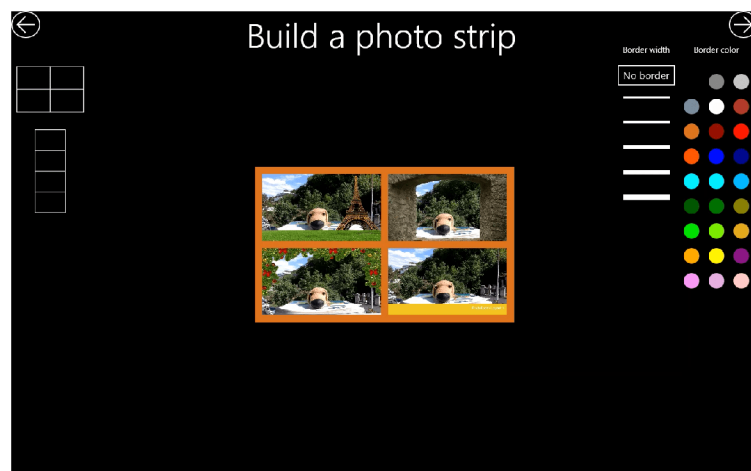
Screenshots aplikace



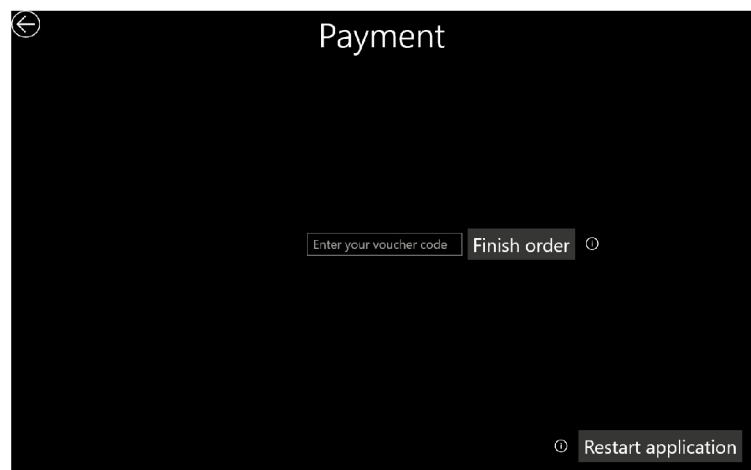
Obrázek A.1: Úvodní obrazovka aplikace.



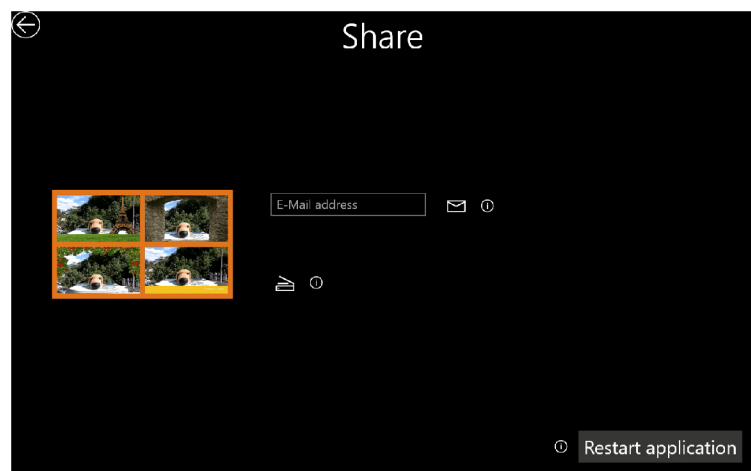
Obrázek A.2: Ukázka úprav zvolené fotografie.



Obrázek A.3: Ukázka tvorby uspořádání fotografií.



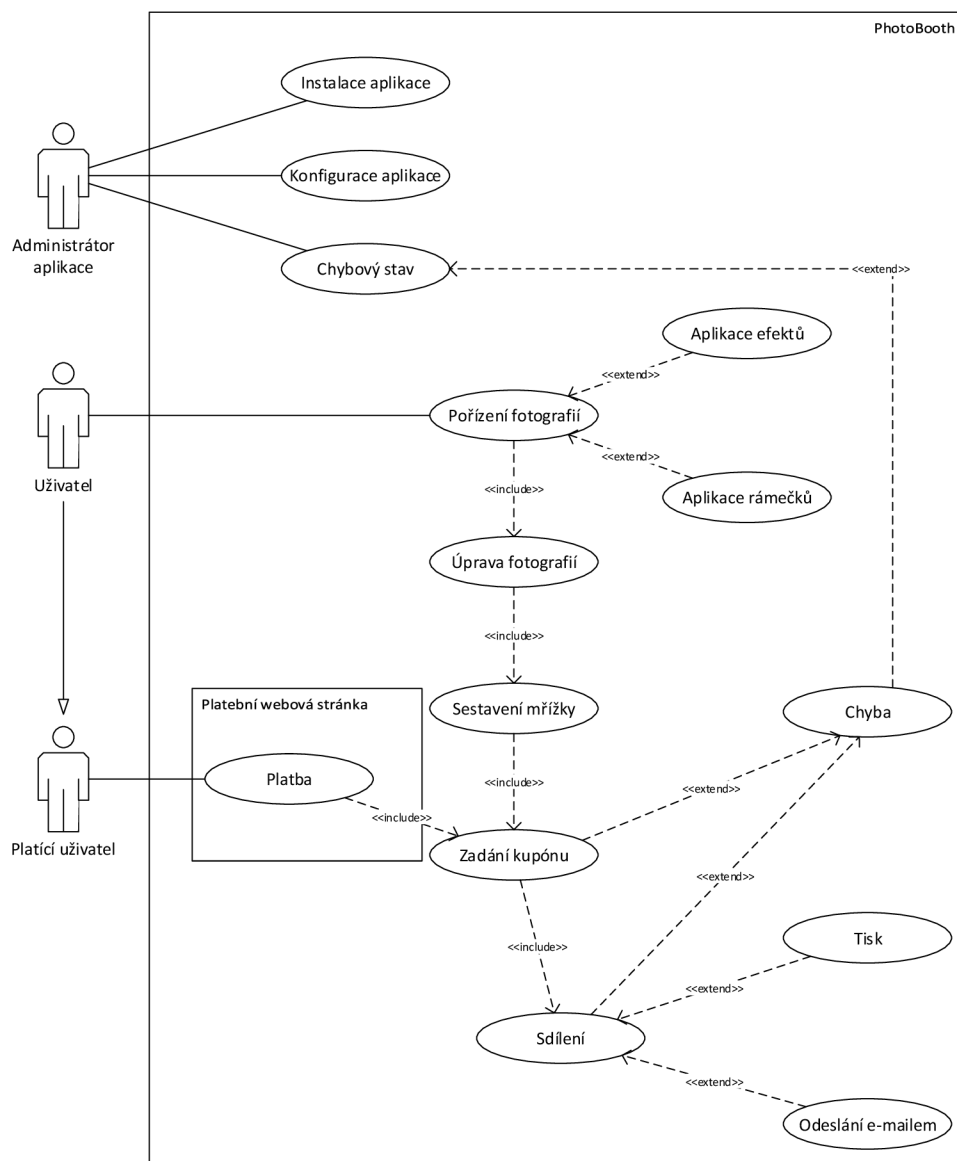
Obrázek A.4: Ukázka zadávání platebního kódu.



Obrázek A.5: Ukázka finální obrazovky pro sdílení výsledné fotografie.

Příloha B

Diagram případů užití



Příloha C

Sada testovacích úloh

1. Spusťte aplikaci
2. Seznamte se s uživatelským rozhraním
3. Pořídte fotografii
4. Aplikujte některý vizuální efekt
5. Aplikujte některý rámeček či vodoznak
6. Pořídte fotografii se zpožděním
7. Pokračujte na další obrazovku
8. Vyberte si fotografii a proveďte úpravy
9. Vraťte se zpět na seznam fotografií a pokračujte na následující obrazovku
10. Zvolte si uspořádání fotografií, tloušťku a barvu orámování a pokračujte dále
11. Proveďte platbu na dané adrese za požadovaný počet výtisků
12. Zadejte unikátní kód obdrženy e-mailem do aplikace a pokračujte na následující obrazovku
13. Vytiskněte si fotografie a odešlete si výsledný obrázek na libovolný počet e-mailových adres
14. Ukončete aplikaci

Příloha D

Obsah CD

`\Src\` – adresář se zdrojovými kódy

- `\Src\PhotoBooth\` – veškeré zdrojové kódy pro aplikaci
- `\Src\Payment\` – veškeré zdrojové kódy webové stránky pro platby
- `\Src\Database\` – exportovaná ukázka MySQL databáze s kupóny

`\Bin\` – adresář se spustitelnou aplikací

`\Samples\` – adresář s ukázkovými soubory

- `\Samples\Pictures\PhotoBooth\Frames\` – adresář s ukázkovými rámečky
- `\Samples\Documents\PhotoBooth\Config.xml` – ukázkový konfigurační soubor

`\Videos\` – ukázková videa, popisující fungování aplikace

`\Doc\` – zdrojové \LaTeX soubory textové části práce vč. `Makefile`

`\README.txt` – soubor s manuálem a návody k aplikaci

`\BP-xvalda00.pdf` – výsledná technická zpráva ve formátu PDF

Příloha E

Manuál

E.1 Instalace aplikace

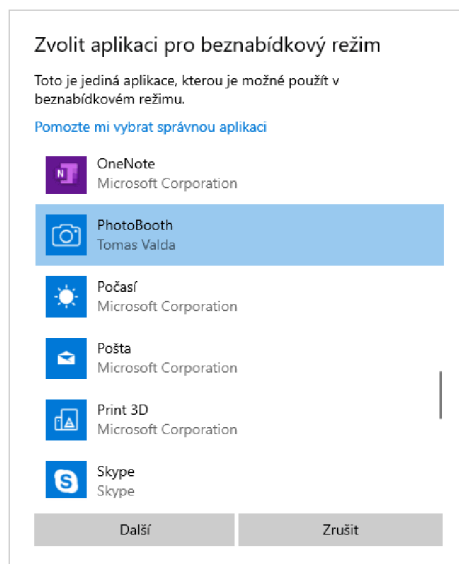
1. V adresáři `\Bin\` (viz. příloha D) je soubor `Add-AppDevPackage.ps1`. Tento soubor je potřeba otevřít a spustit. Nejjednodušším postupem je kliknutí pravým tlačítkem a zvolení možnosti *Run with Powershell*.
2. Otevře se dialogové okno, ve kterém se spustí instalace.
3. Po dokončení instalace stačí stisknout klávesu *Enter*.
4. Aplikace běží nepřetržitě. Administrátor aplikace pouze musí vypnout automatické vypínání obrazovky a usnutí v nastavení systému.

E.2 Konfigurace aplikace

1. Pro vlastní konfiguraci aplikace je třeba si v Dokumentech vytvořit podsložku `PhotoBooth`, ve které vytvořit soubor `Config.xml`, pomocí kterého je možné spravovat nastavení chování aplikace. Celá cesta úložiště tedy je:
`C:\Users\%username%\Documents\PhotoBooth\`.
2. Ukázkový soubor je uložen na odevzdaném CD ve složce `\Samples\` (viz. příloha D).
3. Soubor musí obsahovat nejvýše 10 konfiguračních řádků, ideálně všechny uvedené s tím, že nevyužívané funkcionality se ponechají nevyplněné.
4. V počítači si pro aplikování rámečků v adresáři obrázků vytvořte složku dle cesty:
`C:\Users\%username%\Pictures\PhotoBooth\Frames\`, kde se může nahrát libovolný počet rámečků v *PNG* formátu. Pro nejvyšší kvalitu je doporučeno obrázky přizpůsobit rozlišení použité kamery, jinak se uzpůsobí.
5. Pro využití externí kamery je tuto kameru třeba připojit k počítači a nainstalovat patřičné ovladače.
6. Pro využití tisku je třeba nainstalovat tiskárnu a zvolit ji v systému jako výchozí.

E.3 Spuštění aplikace v režimu kiosku

1. Ve Windows je třeba kliknout na nabídku *Start*, ve které je nutné zvolit možnost *Nastavení*. V nastavení je položka *Účty*. Zde je nutné kliknout na možnost *Jiní uživatelé*.
2. V zobrazeném novém okně je třeba *Nastavit veřejný terminál* (angl. *Kiosk*).
3. Po zvolení jména sdíleného účtu je třeba nastavit spouštěnou aplikaci, což je znázorněno na obrázku E.1



Obrázek E.1: Nastavení aplikace spouštěné v režimu Kiosk.

4. Z vytvořeného účtu je možné se dostat na přihlašovací obrazovku pomocí kombinace kláves CTRL + ALT + DEL. Poté se lze k počítači opět přihlásit administrátorským účtem.