VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

MOBILNÍ APLIKACE PRO VZDÁLENOU OBSLUHU FOTOGRAFICKÝCH ZAŘÍZENÍ

MOBILE APPLICATION FOR REMOTE CONTROL OF PHOTOGRAPHIC EQUIPMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE LUCA WINTER
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. JIŘÍ KOVÁŘ, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automatizace a informatiky
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Luca Winter

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Základy strojního inženýrství (2341R006)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Mobilní aplikace pro vzdálenou obsluhu fotografických zařízení

v anglickém jazyce:

Mobile application for remote control of photographic equipment

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vytvořte aplikaci pro mobilní zařízení pro operační systém iOS, které bude obsluhovat spoušť fotografického zařízení v předem definovaných režimech.

Cíle bakalářské práce:

1) Analyzujte stávající stav podobných softwarových řešení
2) Navrhněte softwarové řešení pro tuto problematiku
3) Navržené řešení realizujte
4) Ověřte funkčnost realizované aplikace

Seznam odborné literatury:

[1] Programming iOS 7, Neuburg, M., O'Reilly Media; 4 edition, (2014) ,978-1449372347

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Kovář, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 21.11.2014

L.S.

Ing. Jan Roupec, Ph.D. Ředitel ústavu	doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D. Děkan fakulty

ABSTRAKT

Práca sa zaoberá návrhom mobilnej aplikácie na mobilné zariadenia fungujúce na platforme iOS. Účelom aplikácie bude ovládanie fotografických zariadení na diaľku s možnosťou kontroly aktuálneho stavu. Popisuje aktuálne dostupné riešenia a popis navrhovaného zdrojového kódu realizovanej aplikácie.

ABSTRACT

This project describes the design of a mobile application for devices running on the iOS platform. The desired purpose of the application is for it to be able to control photographic equipment from a distance with the ability to check on its current state. It describes the options currently available and a description of the source code of the designed application.

KĽÚČOVÉ SLOVÁ

objective-C, iOS, MVC, Arduino, časozber, fotografia, Bluetooth, vzdialená obsluha

KEYWORDS

objective-C, iOS, MVC, Arduino, timelapse, photography, remote control

PREHLÁSENIE O ORIGINALITE

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vytvoril sám, za použitia uvedených zdrojov.

V Brne, dňa 15.5.2015

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

WINTER, L. *Mobilná aplikácia pre vzdialenú obsluhu fotografických zariadení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 36 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Kovář PhD.

POĎAKOVANIE

Rád by som sa poďakoval vedúcemu bakalárskej práce pánovi Ing. Jiřímu Kovářovi PhD. za odbornú pomoc pri spracovaní tejto práce a svojej rodine za podporu pri štúdiu.

OBSAH

1 Úvod **13**

2 Problémová situácia **15**

3 Rešerš existujúcich riešení **17**
3.1 Michron **17**
3.2 Satechi Smart Trigger **17**
3.3 Shutterbug **18**
3.4 Timelapse+ **18**

4 Použité prostriedky pre realizáciu **19**
4.1 Prostriedky na vývoj hardvéru **19**
4.2 Prostriedky na vývoj softvéru **19**
4.2.1 Objective-C 19
4.2.2 Vývojové prostredie XCode 21
4.2.3 Framework CoreBluetooth 22

5 Realizácia **23**
5.1 Hardvér **23**
5.2 Softvér **24**
5.2.1 Štruktúra aplikácie 24
5.2.2 Implementácia bezdrôtovej komunikácie 25

6 Ukážka výsledku **29**
6.1 Mobilná aplikácia **29**
6.2 Hardvér **30**

7 Záver **31**

Zoznam použitej literatúry

Zoznam použitých symbolov a skratiek

1 Úvod

Do kontaktu s chytrými telefónmi sa v dnešnej dobe dostáva takmer každý človek. Tieto telefóny sa nazývajú chytrými z dôvodu, že zvládajú viacero funkcií, ako len telefonovanie samotné. Využívajú pokročilé operačné systémy, ktoré umožňujú rozšírenie funkcionality pomocou nových programov, takzvaných aplikácií. Tieto aplikácie tvoria z veľkej časti vývojári nezávisle od firmy, ktorá operačný systém vyvinula. Na chytré telefóny sa takéto aplikácie dostávajú zväčša cez internet. Kvôli bezpečnosti je inštalácia aplikácií obmedzená na aplikácie získané zo známych zdrojov, väčšinou oficiálnych obchodov operačného systému. Medzi najznámejšie mobilné operačné systémy patria Android, Windows 8 a iOS. Tieto tri systémy sa v čase písanie tejto práce nachádzajú až na 99% chytrých telefónov.

Možnosti mobilných aplikácií pokrývajú čoraz širšie spektrum. Využitie nachádzajú v oblastiach nákupu, produktivity, sociálnych médií, fitness a športu, zdravotníctve, cestovania a mnoho ďalších oblastiach. Užívatelia tak môžu nakupovať rôzne produkty z pohodlia rúk, sledovať svoju aktivitu v práci či počas športovej činnosti, zdieľať svoje pocity na sociálnych médiách a to všetko bez nutnosti použitia počítača. Nachádzajú uplatnenie však aj ako doplnky v zdravotníctve, je napríklad možné pomocou kamery pomerne presne stanoviť srdečný rytmus alebo po pripojení doplnku zistiť hladinu cukru v krvi.

Systém iOS predstavuje mobilný operačný systém navrhnutý a vyvinutý spoločnosťou Apple. Svojou architektúrou pripomína operačný systém Mac OS, bez pokročilých funkcií, ktoré sú na mobilnom zariadení nepotrebné. Vyznačuje sa tým, že je doplnený o ovládanie pomocou dotykových displejov a o podporné moduly pre zabudované senzory, akými sú napríklad gyroskop, akcelerometer a podobne. Tento operačný systém sa používa na zariadeniach iPhone, iPad a iPod Touch. Systém prešiel od predstavenia v roku 2007 značným vývojom, takisto ako zariadenia, na ktorých operačný systém beží. Od roku 2011 podporuje každé zariadenie technológiu Bluetooth LE, ktorá významne rozširuje možnosti prepojenia mobilných aplikácií s fyzickým svetom. Bluetooth LE je technológia vyvinutá na prenos malého objemu dát pri veľmi nízkej spotrebe energie. Používa sa v zdravotníctve, ako súčasť bezpečnostných prvkov a v oblasti domácej automatizácie.

Táto práca sa špecificky zameriava na vývoj aplikácie na mobilné zariadenie fungujúce na operačnom systéme iOS a jej interakciu s hardvérom pomocou bezdrôtovej technológie Bluetooth LE.

2 Problémová situácia

V súčasnosti existuje niekoľko riešení pre fotografov, ktoré im umožňujú fotiť takzvané časozbery. Časozberná fotografia je tvorivý prístup, pri ktorom fotograf zaznamenáva udalosti pomerne dlhý čas, často pomocou stoviek fotografií. Následne zábery v počítači zoradí za sebou a zostrihá tak, aby za jednu sekundu bolo prehratých 25 snímkov - fotografií. Týmto spôsobom vyvolá efekt urýchleného deja, čo je cieľom tohto prístupu. Aby sa zabránilo posunutiu fotoaparátu v priebehu snímania a následnému znehodnoteniu výsledku, umiestni sa fotoaparát na statív a je ovládaný externe, pomocou externej spúšte. Na tejto spúšti fotograf dopredu nastaví požadované parametre časozberu, ako je napríklad počet snímkov, časový rozdiel medzi jednotlivými snímkami a podobne. Po tomto nastavení spúšť automaticky posiela impulzy do fotoaparátu podľa uloženého nastavenia. Existujúce externé spúšte neponúkajú vhodnú voľbu pre začiatočníkov v tejto oblasti fotografie. Sú pre začiatočníkov často drahé, príliš zložité a vo všeobecnosti málo užívateľsky prívetivé.. Rozhodli sme sa preto vytvoriť zariadenie, ktoré ponúkne jednoduchý vstup do tejto zaujímavej oblasti fotografie.

V prvej časti tejto práce budú v krátkosti predstavené existujúce riešenia, ktoré riešia podobnú alebo rovnakú problematiku, a riešenie vzdialenej obsluhy pomocou mobilného zariadenia, ak túto možnosť ponúkajú. V ďalšej časti práce predstavím prostriedky, ktoré boli použité k realizácii tejto práce. Novovzniknuté zariadenie popíšem po hardvérovej stránke, ale predovšetkým po softvérovej stránke. Tá sa zaoberá postupom realizácie mobilnej aplikácie slúžiacej k vzdialenej obsluhe tohto zariadenia, a komunikácie medzi oboma prístrojmi.

Hlavnou náplňou tejto práce je návrh a realizácia mobilnej aplikácie na zariadenia iOS. Aplikácia vyvinutá v rámci tejto práce má umožniť nastavenie požadovaných parametrov časozberu , ktorými sú:

- interval medzi jednotlivými snímkami
- celkový počet snímkov
- oneskorenie do začiatku snímania
- manuálne nastavenie doby uzávierky na fotoaparáte

Aplikácia okrem nastavovaní nových parametrov umožní používateľovi sledovanie aktuálneho stavu časozberu, ale aj prerušenie aktuálneho časozberu. Aplikácia by mala byť opatrená ochrannými mechanizmami, ktoré upozornia užívateľa na dôležité udalosti, ktorými môžu byť napríklad chybné nastavenia, neúspešné odoslanie parametrov do zariadenia, strata pripojenia k zariadeniu a podobne.

3 Rešerš existujúcich riešení

V tejto kapitole sú predstavené zariadenia, ktoré riešia podobnú alebo rovnakú problematiku. Sú to existujúce externé spúšte pre fotoaparáty, ktoré poväčšine nie sú jednoduché na ovládanie, a žiadne z nich neponúka možnosť skontrolovať aktuálny stav časozberu na diaľku.

3.1 Michron

Michron je jedným z prvých zariadení, ktoré má v sebe zabudovanú funkčnosť ovládania fotografického príslušenstva pomocou mobilného telefónu. Bolo uvedené na trh v roku 2012, kedy ešte technológia Bluetooth LE nebola natoľko rozšírená, a podporovala ju len malá časť mobilných telefónov. Preto sa výrobca uchýlil k použitiu kábla na prepojenie tohto zariadenia s mobilným telefónom. Z tohto dôvodu je nutné pripojiť fyzicky telefón so zariadením na nahranie nových parametrov. Táto komunikácia prebieha len jednostranne, a nie je teda možné skontrolovať aktuálny stav časozberu.

Zariadenie je orientované na jednoduchosť použitia, a je vhodné aj pre začiatočníkov v oblasti časozbernej fotografie. Zariadenie sa pripojí na fotoaparát jedným káblom, a druhým sa pripojí k mobilnému telefónu a jednoducho sa nastaví počet snímkov, požadovaná dĺžka časozberu a iné parametre. Keďže zariadenie nepoužíva žiadnu bezdrôtovú technológiu, je jeho výdrž batérie veľmi dlhá. V čase písania sa toto zariadenie predávalo za 60 amerických dolárov, v prepočte približne 1350 českých korún [1].

Mobilná aplikácia k tomuto zariadeniu je užívateľsky prívetivá a ponúka niekoľko „presetov“ - jednoduchých nastavení pre rôzne situácie, v ktorých sa časozberná fotografia bežne používa. Nastavenie parametrov prebieha v troch krokoch. V prvom kroku užívateľ vyberie, či chce použiť jeden z „presetov”, alebo nastaviť všetky parametre sám. V druhom kroku vyberie, ako dlho sa majú zbierať snímky a časový interval medzi jednotlivými snímkami, prípadne ešte môže nastaviť pár pokročilejších nastavení, ako sú napríklad oneskorenie pred začiatkom snímania, spojitá zmena intervalu a iné. V treťom kroku nahrá parametre do zariadenia cez stereo konektor. Tým pádom však nie je možné zistiť, či sa dáta odoslali správne.

3.2 Satechi Smart Trigger

Doslovný preklad názvu tohto prístroja je Satechi inteligentná spúšť. Satechi je firma, ktorá uviedla na trh už desiatky druhov príslušenstva k fotoaparátom. Toto zariadenie firma uviedla na trh v roku 2013, a je jedným z prvých, ktoré používa technológiu Bluetooth LE. Upevní sa na fotoaparát priamo na miesto, kde sa obvykle montuje blesk. Pri časozbernej fotografii sa blesk bežne nepoužíva a toto riešenie je teda vhodné. Toto zariadenie sa v čase písania predáva za 60 amerických dolárov, v prepočte približne 1350 českých korún [2].

Aplikácia pre mobilné zariadenia bola vyvinutá v roku 2013, a odvtedy nebola aktualizovaná. Graficky už nezodpovedá aktuálnej podobne operačného systému iOS. Nastavenie jednotlivých parametrov je veľmi neprehľadné. Napriek tomu, že Satechi Smart Trigger využíva technológiu Bluetooth LE, nie je možné v aplikácii skontrolovať aktuálny stav časozberu.

3.3 Shutterbug

Shutterbug je zariadenie, ktoré najviac pripomína naše riešenie, ktoré je popísané v kapitole 3. Na trh prišlo v roku 2013. Používa taktiež technológiu Bluetooth LE, a ako zdroj napájania používa batériu CR2032. Na túto batériu výrobca udáva výdrž až 4 mesiace nepretržitého používania. Shutterbug je rozmerovo tiež podobný nášmu riešeniu, o veľkosti iba 36x71x18 mm. Na fotoaparát sa upevňuje rovnako ako v predchádzajúcom prípade na miesto, kde je upevnený blesk. Cena zariadenia je v čase písania 70 amerických dolárov, v prepočte asi 1570 českých korún [3].

Aplikácia Shutterbug je graficky veľmi dobre spracovaná. Proces nastavenia ovládaného zariadenia prebieha nasledovne. Užívateľ musí v aplikácii nájsť Shutterbug a pripojiť sa k nemu. Potom si vyberie zo štyroch módov snímania, nastaví požadované hodnoty a stlačí tlačidlo Start. Po tejto konfigurácii ale nemôže sledovať aktuálny stav časozberného snímania v reálnom čase.

3.4 Timelapse+

Timelapse+ je najstaršie zo zariadení uvedených v tejto kapitole. Bolo uvedené na trh začiatkom roku 2012. Výhodou použitia tohto typu externej spúšte je nepotrebnosť mobilného telefónu k nastaveniu snímania časozberu. Toto však prináša so sebou aj niekoľko nevýhod. Užívateľské rozhranie je vymyslené pomocou jednoduchého LCD displeju a šiestich tlačidiel. Toto síce umožňuje nastavenie pokročilých nastavení, prebieha však podstatne ťažšie ako porovnateľné nastavenie na obrazovke mobilného telefónu. Najväčšou nevýhodou tohto prístroju je jeho krátka výdrž batérie, výrobca udáva dve a pol hodiny. Takýto krátky čas nepostačuje na väčšinu časozberných videí, ktoré sa často snímajú po oveľa dlhšiu dobu. Toto zariadenie sa v čase písania predáva za 200 amerických dolárov, v prepočte približne 4500 českých korún [4].

4 Použité prostriedky pre realizáciu

Väčšina dnes dostupných fotoaparátov neponúka komunikáciu s inými zariadeniami pomocou technológie Bluetooth LE. Z tohto dôvodu riešenie tohoto problému vyžaduje aj návrh hardvéru okrem samotného softvéru. Táto kapitola sa venuje prostriedkom použitým v každom kroku vývoja a stručnému zoznámeniu sa s vybranými prostriedkami.

4.1 Prostriedky na vývoj hardvéru

Arduino

Arduino je open-source platforma založená na mikrokontroléroch ATMega od firmy Atmel. Existuje od roku 2005, kedy vznikla ako jednoduchá prototypovacia platforma pre študentov, ktorá umožní rýchly vývoj a jednoduché používanie [5]. Arduino ponúka vlastné vývojové prostredie, ktoré uľahčuje programovanie na tejto platforme. Toto sú hlavné dôvody, prečo bola pri riešení tohto projektu zvolená táto platforma.

Bluetooth modul

Pre komunikáciu so zariadením bola zvolená technológia Bluetooth LE. Bluetooth LE je bezdrôtová technológia mierená na využitie v zdravotníctve, vysielačoch, bezpečnostných službách a iných odvetviach. Jej hlavnými výhodami sú nízka energetická spotreba oproti iným bezdrôtovým technológiám a rozšírenosť v existujúcich zariadeniach [6].

4.2 Prostriedky na vývoj softvéru

Na vývoj softvéru pre mobilné zariadenia iOS sa prevažne používa vývojové prostredie XCode priamo od spoločnosti Apple. Existujú aj rôzne iné vývojové prostredia, ktoré nie sú v tomto prípade vhodné, z dôvodu menších možností týchto programov spojených s využitím technológie Bluetooth. XCode je tvorený sadou nástrojov, frameworkov a výborne spracovanou dokumentáciou, a spolu vytvárajú takzvaný iOS Software Development Kit [7].

iOS SDK umožňuje vývojárom tvoriť aplikácie na operačný systém iOS. Do roku 2014 bolo toto možné len v jazyku Objective-C, momentálne je možné tvoriť aplikácie aj v jazyku Swift. Swift je rovnako ako Objective-C objektovo-orientovaný programovací jazyk, líši sa od Objective-C lepšou čitateľnosťou kódu, ale najmä pokročilými funkciami ako napríklad predanie viacerých parametrov pri výstupe z volanej funkcie. Pre túto aplikáciu som sa rozhodol využiť programovací jazyk Objective-C z dôvodu, že jazyk Swift je stále vo vývoji a nie je k nemu dostupné také veľké množstvo informácií, ako v prípade jazyku Objective-C.

4.2.1 Objective-C

Objective-C je jazyk implementovaný ako rozšírenie jazyka C, do ktorého bol pridaný systém zasielania správ z jazyka Smalltalk. Vyžaduje oddelenie rozhrania (interface) a implementácie (implementation) do samostatných blokov, často do samostatných

súborov. Rozhranie triedy je najčastejšie definované v hlavičkovom súbore, ktorý má obvykle príponu ”.h”. Implementácia triedy sa nachádza v súboroch s príponou ”.m”. Nachádzajú sa v nej telá jednotlivých metód. Metódou sa v objektovo-orientovanom programovaní myslí funkcia jednotlivej triedy objektov [8,9].

Všeobecný tvar rozhrania a implementácie:

```
@interface názov_triedy : nadtrieda

+ metóda triedy
+ metóda triedy
...
- metóda inštancie
- metóda inštancie

@end

@implementation názov_triedy
+ metóda triedy
{
      /* implementácia metódy triedy */
      /* na využitie tejto metódy nie je nutné vytvoriť nový objekt
*/
}

- metóda inštancie
{
      /* implementácia metódy inštancie */
      /* na využitie tejto metódy je nutné vytvoriť objekt tejto
triedy */
}

@end
```

Delegácia

Delegácia predstavuje značnú časť komunikácie medzi jednotlivými objektami v jazyku Objective-C. Princíp je veľmi jednoduchý. Namiesto toho, aby sa trieda starala o všetko prostredníctvom svojich metód, inštancia triedy obsahuje odkaz na akýsi spolupracujúci objekt, tzv. delegáta. Zásadnou výhodou oproti dedeniu je to, že môžeme funkčne odlišné bloky kódu skutočne rozdeliť do rôznych tried. Využitie delegácie obvykle taktiež zjednoduší celkový kód aplikácie. Delegátom sa totiž väčšinou stáva objekt, ktorý slúži zároveň pre niekoľko súvisiacich vecí. Delegácia je princíp, o ktorom by sa dalo napísať ešte niekoľko strán, v tejto práci je ale postačujúce pochopiť, že sa jedná o akéhosi pomocníka objektu, s ktorým sa dajú vymieňať správy [9]. Tieto správy sú obyčajné metódy, teda funkcie, ktoré môžu mať argumenty a výstupy ako každá iná. Aby sa mohol stať objekt delegátom iného objektu, je nutné toto špecifikovať v rozhraní pomocou znakov <>, teda napríklad ako v súbore DeviceHandler.m, ktorý je súčasťou prílohy A a je delegátom až štyroch objektov.

```
@interface        DeviceHandler()        <CBCentralManagerDelegate,
CBPeripheralDelegate, ParameterHandlerDelegate,
TimelapseStateTogglerDelegate>

@end
```

4.2.2 Vývojové prostredie XCode

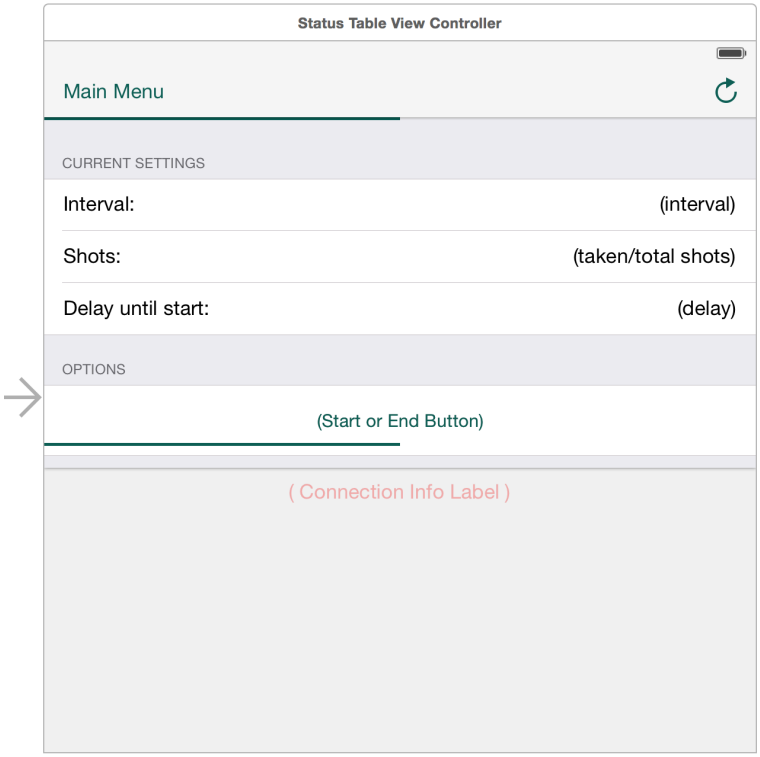
Xcode je vývojové prostredie spoločnosti Apple, ktoré obsahuje balíček profesionálnych vývojárskych nástrojov pre vývoj softvérových aplikácií na platformy iOS a OS X. Je k dispozícii na stiahnutie zadarmo, avšak len na operačný systém OS X od Apple.

Xcode obsahuje tieto základné časti, ktoré uľahčujú a urýchľujú tvorbu aplikácií:

- LLDB Debugger
- iOS Simulator
- Interface Builder
- Instruments

LLDB Debugger predstavuje vysoko výkonný debugger novej generácie. iOS Simulator umožňuje si aplikáciu vyskúšať na počítači, v prípade že reálny fyzický telefón nemáte k dispozícii. Interface Builder je nástroj, v ktorom je možné tvoriť užívateľské rozhranie bez písania kódu. Je to možné vďaka tomu, že tento systém sa drží vyššie popísaného modelu MVC, a teda oddeľuje užívateľské rozhranie od implementácie. Instruments umožňuje skúmanie chovania procesov, pamäte alebo vykonať výkonnostnú analýzu aplikácie.

Interface Builder umožňuje spájať jednotlivé užívateľské rozhrania a ovládače medzi sebou bez použitia kódu. Tieto prechody sa nazývajú segues, sú označené šípkami (obr. 1) a sú jedným zo spôsobov prenášania dát medzi jednotlivými rozhraniami [7].



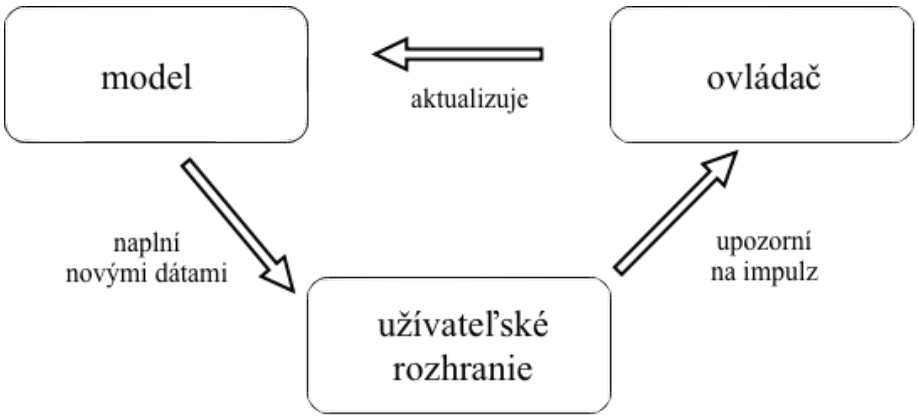
Obr. 1 Interface Builder – šípka v ľavej časti obrázku naznačujúca prechod „segue“

MVC architektúra

Pri vývoji aplikácií na systém iOS sa využíva architektúry MVC. MVC (Model-View-Controller) je softvérová architektúra, ktorá rozdeľuje aplikáciu do troch nezávislých komponent [10,11]. Tieto komponenty sú:

- Model (model) – dátový model, ktorý sa stará o správu dát
- View (užívateľské rozhranie) – stará sa o užívateľské rozhranie, vykreslenie dát na obrazovku
- Controller (ovládač) – reaguje na udalosti z užívateľské rozhrania a podľa daného impulzu zaisťuje zmeny v dátovom modeli alebo na obrazovke

Vzťahy medzi nimi sú naznačené na obr. 2.



Obr. 2 Vzťahy medzi komponentami MVC

4.2.3 Framework CoreBluetooth

Pre komunikáciu so zariadením potrebujeme prístup k Bluetooth zariadeniu mobilného telefónu. Na tento účel slúži framework priamo od Apple-u, ktorý sa nazýva CoreBluetooth. Tento framework existuje od roku 2012 a umožňuje vývojárom spájať sa so zariadeniami, ktoré podporujú technológiu Bluetooth LE [12].

Špecifikácia Bluetooth LE bola vydaná v roku 2010. Zaujímavou vlastnosťou tejto novej špecifikácie je, že nemá za úlohu nahradiť predchádzajúcu verziu 3.0, ako by sa mohlo zdať. Hlavnou vlastnosťou má byť nízkoenergetická náročnosť vhodná pre zariadenia, ktoré nepotrebujú používať vysoké dátové toky. Na mobilných zariadeniach so systémom iOS sa táto špecifikácia prvýkrát objavila s príchodom modelu iPhone 4S v roku 2011, a odvtedy má každé zariadenie so systémom iOS v sebe zabudovaný Bluetooth LE modul.

5 Realizácia

V tejto kapitole je popísaná realizácia hardvéru, ktorý slúži ako prvok medzi ovládacím a ovládaným zariadením. Ďalej sú popísané hlavné charakteristiky softvéru na odosielanie nových parametrov, vrátane komunikácie s navrhovaným zariadením.

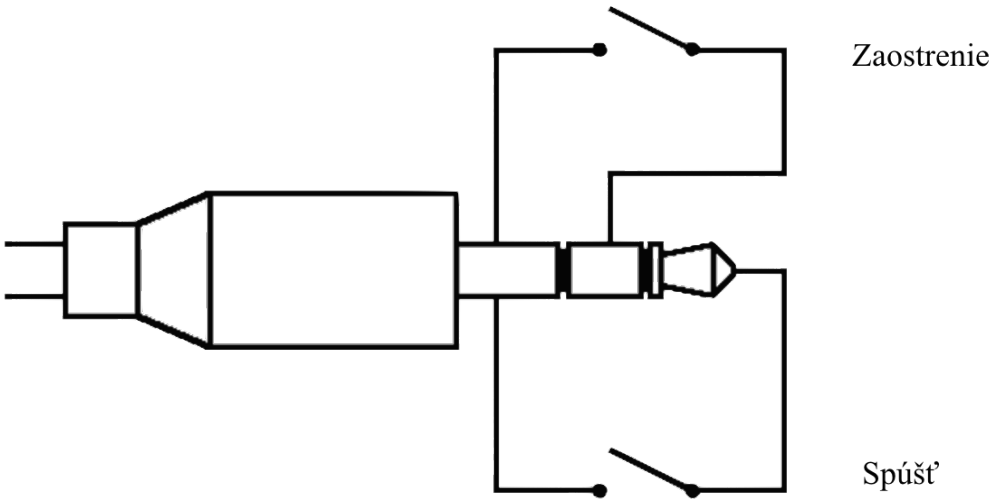
5.1 Hardvér

Rozmery zariadenia sú predbežne dané na 30x55x20mm. Tieto rozmery sú ovplyvnené najmä veľkosťou Bluetooth modulu. Ďalej je navrhnutý spôsob upnutia zariadenia k fotoaparátu pomocou závitu podľa štandardu 1/4-20 UNC, ktorý je štandardne používaný vo fotoaparátoch.

Riadiacou jednotkou v navrhnutom zariadení je procesor ATMEGA328P-AU od firmy Atmel. Tento 8-bitový procesor disponuje flash pamäťou o veľkosti 32kB a je možné ho napájať napätím od 1,8V po 5,5V (viď príloha A).

Bezdrôtovou komunikačnou jednotkou je Bluetooth modul HM-11. Je to modul, ktorý je veľmi rozšírený v rôznych zariadeniach, ktoré potrebujú komunikovať malý objem dát a pritom nespotrebovať veľa energie. Tento modul spotrebováva v režime stand-by len 400 µA-800 µA. Je to vďaka tomu, že tento modul používa novú technológiu Bluetooth LE, ktorá bola vyvinutá práve na takéto účely, kedy nie je potrebný vysoký dátový tok, ale prioritou je nízka spotreba energie. Modul podporuje napájanie 3,3 V, od čoho sa odvíja aj celkové napätie na navrhovanom zariadení (viď príloha A).

Zariadenie vysiela signály do fotoaparátu. Toto prebieha cez 2,5-milimetrový stereo-konektor. Tento spôsob využíva oba zvukové kanály, ktoré kábel tohoto typu prenáša. Signál na zvukovom kanáli pre ľavú časť zvuku do fotoaparátu zašle príkaz na zaostrenie. Signál na zvukovom kanáli pre pravú časť zvuku simuluje stlačenie spúšte na fotoaparáte a následné zaznamenanie snímku (obr. 3).



Obr. 3 Schéma 2,5-mm stereo konektora a odosielaných signálov

Na vrchnej časti dosky s plošnými spojmi sa nachádzajú 2 LED diódy, ktoré udávajú momentálny stav zariadenia. Ďalej sa tu nachádza ešte jedno tlačidlo, ktorým je možné zariadenie ovládať veľmi zjednodušene v prípade vybitia mobilného telefónu. Doska s plošnými spojmi je s obalom zariadenia spojená pomocou troch matíc.

5.2 Softvér

Táto podkapitola sa venuje hlavným aspektom navrhnutého softvérového riešenia, ktorými sú štruktúra a implementácia bezdrôtovej komunikácie medzi navrhovaným zariadením a softvérom.

5.2.1 Štruktúra aplikácie

Po spustení aplikácie je užívateľovi predstavené hlavné menu. Ihneď po zapnutí aplikácie sa spustí kontrola stavu Bluetooth. Pokiaľ je vypnutý, užívateľ dostane upozornenie. Pokiaľ je Bluetooth zapnutý, a zariadenie je v dosahu, aplikácia sa automaticky pripojí a zobrazí to v hornej lište hlavného menu. V prípade, že aplikácia nenájde zariadenie, užívateľ je o tomto taktiež informovaný prostredníctvom tejto lišty.

V hlavnom menu si užívateľ vyberie jednu z možností:

New Timelapse umožní užívateľovi zadať nové parametre časozberu.

Status umožní užívateľovi skontrolovať aktuálny stav prebiehajúceho časozberného snímania, prípadne ho prerušiť. Táto možnosť je prístupná len v prípade, že je užívateľ pripojený k zariadeniu. V prípade, že nie je pripojený, dostane upozornenie.

Zadávanie nových parametrov

V aplikácii je možné zvoliť základné nastavenia časozberu. Týmito nastaveniami sú interval medzi jednotlivými snímkami a celkový počet snímkov. Interval je možné zvoliť v rozmedzí od 1 sekundy až po 24 hodín, 59 minút, 59 sekúnd. Počet snímkov je možné zvoliť na ľubovoľný počet alebo i nekonečno, kedy fotoaparát bude robiť snímky, kým sa časozber manuálne neukončí alebo nedôjde k inej forme zastavenia časozberu (vybitie batérie, naplnenie pamäťovej karty).

Aplikácia ponúka aj dve pokročilé nastavenia, ktorými sú odloženie začiatku časozberu a manuálne nastavenie doby uzávierky fotoaparátu. Užívateľ sa k týmto nastaveniam dostane pomocou tlačidla Advanced umiestneného pod základnými nastaveniami v časti New Timelapse.

Po zadaní nových parametrov sa môže užívateľ presunúť do časti zhrnutie. Aplikácia ho však pustí ďalej len, ak sú zadané parametre korektné. V opačnom prípade užívateľa upozorní na chybné údaje.

Zhrnutie zadaných parametrov

Po zadaní nových parametrov je predstavené rozhranie zhŕňajúce nastavené parametre. Rozhranie taktiež ukazuje celkový čas časozberu. V tejto časti užívateľ skontroluje nastavenia a keď je s nimi spokojný, stlačením START TIMELAPSE spustí proces nahrávania nových parametrov do zariadenia. Aplikácia najskôr skontroluje, či je mobilný telefón pripojený k zariadeniu. O aktuálnom stave nahrávania je užívateľ informovaný pomocou animovanej kružnice v dolnej časti obrazovky. Po dokončení nahrávacieho procesu sa aplikácia automaticky prepne do módu, v ktorom sa sleduje stav časozberu. V prípade, že dôjde k chybe počas nahrávania je proces prerušený a užívateľ sa o chybe dozvie formou upozornenia.

Aktuálny stav časozberu

Stav časozberu ukazuje aktuálne informácie o časozbere. Tieto informácie zahŕňajú interval medzi snímkami, počet snímkov, ktoré už boli odfotené a zostávajúci čas do začiatku časozberu. Toto rozhranie taktiež umožňuje užívateľovi ukončiť práve aktuálny časozber. V prípade, že v zariadení už sú nahraté parametre, je možné taktiež rovno z tejto obrazovky začať nový časozber s parametrami nahranými v zariadení bez nutnosti zadávať ich odznovu.

5.2.2 Implementácia bezdrôtovej komunikácie

O komunikáciu medzi aplikáciou a zariadením sa stará objekt triedy DeviceHandler. Tento objekt si jednotlivé ovládače užívateľských rozhraní posúvajú medzi sebou, rovnako ako nastavené parametre v jednej z nich. Tento objekt registruje, kedy sa zariadenie objaví, pripojí, odpojí alebo komunikuje. Objektom, ktoré majú o to záujem, následne tieto správy preposiela pomocou delegácie. Keď sa objekt stane delegátom objektu triedy DeviceHandler, môže tieto preposlané správy prijímať a vyhodnocovať, a následne prispôsobiť možnosti aplikácie, prípadne upozorniť užívateľa na chyby.

Objekty triedy DeviceHandler môžu mať 2 typy delegátov. Prvým sú už spomínané ovládače užívateľského rozhrania. Tieto implementujú funkcie z protokolu DeviceHandlerDelegate, podľa nich prispôsobujú dáta na obrazovke. Konkrétne prijímajú od DeviceHandler správy o:

- zmenách stavu pripojenia (napríklad deviceHandlerDidStartConnecting)
- nových dátach, ktoré sú zaujímavé pre obrazovku aktuálneho stavu (napríklad deviceHandlerGotDataForStatusScreen:)
- zmene stavu časozberu (napríklad deviceHandlerDidStartTimelapse)
- úspešnom resp. neúspešnom nahratí parametrov (napríklad deviceHandlerFailedToUploadParameters)

Druhým typom delegátu je DataReceiverDelegate. Objekty, ktoré implementujú funkcie tohoto protokolu prijímajú dáta z pripojeného zariadenia v nespracovanom stave a môžu ich sami analyzovať. V tejto konkrétnej aplikácii takýmito delegátmi sú objekty tried ParameterHandler a TimelapseStateToggler.

Ukážka definovania protokolu DataReceiverDelegate:

```
@protocol DataReceiverDelegate <NSObject>
-                          (void)didReceiveDataFromDevice:(NSString
*)receivedStringRightNow;
@end
```

Po prijatí ľubovoľných dát objekt triedy DeviceHandler zistí, či má k dispozícii delegáta typu DataReceiverDelegate. Tento delegát sa vytvorí vždy v prípade, kedy užívateľ vedome odošle alebo požaduje nové parametre zo zariadenia. V prípade, že tohoto delegáta nemá, DeviceHandler registruje zo zariadenia iba pokyny o:

- začatí časozberu
- ukončení časozberu
- počte doteraz zaznamenaných snímkov

Prijaté dáta

Dáta prijaté zo zariadenia prichádzajú zakódované pomocou spôsobu kódovania reťazcov UTF-8. Po prijatí je nutné z nich spraviť reťazec a ten následne analyzovať. Po odoslaní dát do zariadenia príde odpoveď v tvare reťazca, ktorý bol odoslaný. Po tomto totožnom reťazci nasleduje dlhý reťazec čísel, po ktorom finálne príde odpoveď zariadenia, a tou je napr. potvrdenie začiatku časozberu.

Príklad takejto výmeny dát po odoslaní príkazu PARAM<3000,10,0,10000> :

```
P
PA
PAR
PARA
PARAM
PARAM<
PARAM<3
PARAM<30
...
PARAM<3000,10,0,1000
PARAM<3000,10,0,10000
PARAM<3000,10,0,10000>
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
PARAMSTATE<3000,10,200,10000,30,0,0,0,0,0,0,0,0,0>
```

Prijatá odpoveď bola teda PARAMSTATE<3000,10,200,10000,30,0,0,0,0,0,0,0,0,0> , čím sme získali parametre aktuálne nahraté v zariadení a je zrejmé, že sa zhodujú s odoslanými a boli uložené správne. Nadbytočné nuly vo vrátenom reťazci predstavujú voliteľné pokročilé parametre.

Spracovanie dát v objektoch triedy ParameterHandler

ParameterHandler je trieda, ktorej inštancia sa vytvorí v prípade, že užívateľ chce do zariadenia nahrať nové parametre, alebo získať aktuálny stav resp. aktuálne parametre. Pri odosielaní nových parametrov pracuje približne nasledovne:

1. Dočasne uloží reťazec, ktorý má odoslať do zariadenia pre účel neskoršieho overenia správnosti prijatých dát.
2. Odošle reťazec do zariadenia.
3. Analyzuje prijaté reťazce kým nebude jeden z nich obsahovať odoslaný reťazec.
4. Po prijatí reťazca, ktorý bol odoslaný, objekt triedy ParameterHandler kontroluje prijaté reťazce na prítomnosť dlhého reťazca čísel.
5. Po prijatí dlhého reťazca čísel nastáva čas, kedy získa odpoveď v podobe reťazca. Z tohto reťazca pomocou príkazu stringComponents je schopný získať jednotlivé parametre a uložiť ich.

V prípade, že po 5 sekundách ešte neboli prijaté nové parametre, alebo sa prijaté parametre nezhodujú s odoslanými, pošle objekt svojmu delegátovi správu o chybe pri odosielaní nových parametrov. Ten následne odosielanie zopakuje ešte dvakrát, a keď sa ani po troch pokusoch nepodarí získať nové parametre, proces sa končí a užívateľovi je zdelené, že sa odoslanie nepodarilo.

Spracovanie dát v objektoch triedy TimelapseStateToggler

DeviceHandler vytvorí inštanciu triedy TimelapseStateToggler, keď užívateľ chce začať alebo ukončiť časozber. Analýza prijatých dát prebieha podobne ako v predchádzajúcom prípade, s drobnou zmenou v bode 5.

1. Objekt dočasne uloží reťazec, ktorý má odoslať do zariadenia pre účel neskoršieho overenia správnosti prijatých dát.
2. Odošle reťazec do zariadenia.
3. Analyzuje prijaté reťazce kým nebude jeden z nich obsahovať odoslaný reťazec.
4. Po prijatí reťazca, ktorý bol odoslaný, objekt triedy ParameterHandler kontroluje prijaté reťazce na prítomnosť dlhého reťazca čísel.
5. Po prijatí dlhého reťazca kontroluje na prítomnosť reťazca TLSTARTED (časozber sa úspešne spustil), TLDELAYED (časozber čaká do dátumu oneskorenia) a TLENDED (časozber sa úspešne ukončil).

V tomto prípade tiež môže nastať prípad, že sa prenos dát nepodarí. V prípade, že po 5 sekundách nebol prijatý ani jeden z reťazcov popísaných v bode 5, pošle objekt svojmu delegátovi správu o chybe pri spustení resp. ukončení časozberu. Delegát sa následne pokúsi zopakovať spustenie alebo ukončenie časozberu ešte dvakrát. Po troch neúspešných pokusoch sa proces končí a v aplikácii sa zobrazí chybová hláška.

6 Ukážka výsledku

Táto kapitola predstavuje konkrétny výsledok, ku ktorému som sa v priebehu roka dopracoval. Zároveň stručne zhŕňa spôsob použitia výslednej aplikácie.

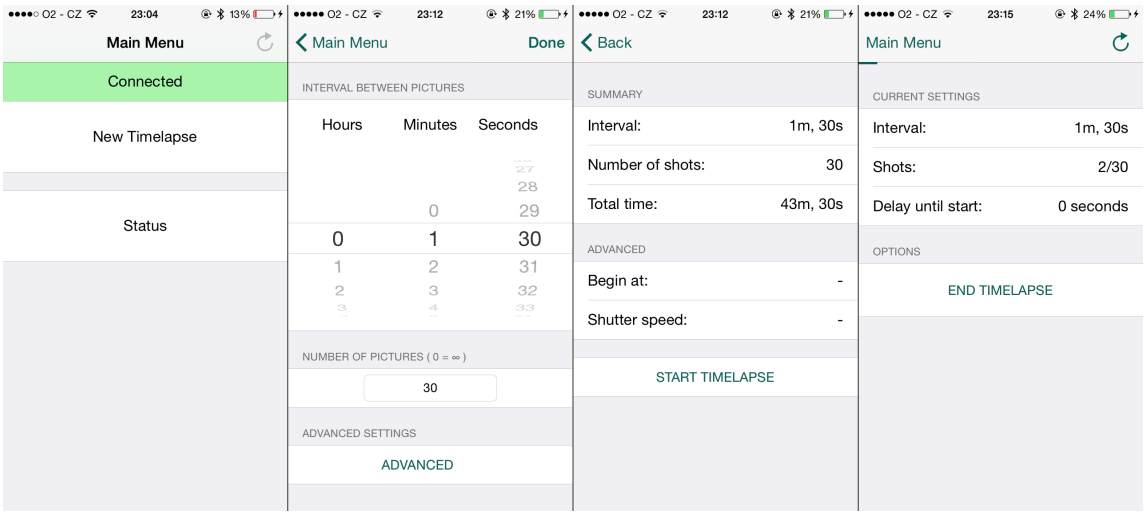
6.1 Mobilná aplikácia

Výsledkom práce je mobilná aplikácia, ktorá komunikuje s hardvérom určeným na ovládanie fotoaparátu. Mobilná aplikácia je jednoduchá na používanie a ponúka jednoduché a prehľadné nastavenie parametrov určených na začiatku tejto práce. Hlavné menu ponúka dve možnosti (obr. 4a) a znázorňuje stav pripojenia zariadenia.

Prvou je zadanie nových parametrov (obr. 4b). V tejto sekcii je možné nastaviť interval medzi jednotlivými snímkami, počet snímkov, oneskorenie do začiatku snímania a dobu uzávierky fotoaparátu. Pri prechode do ďalšieho kroku aplikácia skontroluje parametre, a v prípade chybných vstupných dát užívateľa upozorní na chybne nastavené parametre časozberu. Ďalším krokom je kontrola vstupných parametrov zo strany užívateľa. V prípade, že je s nastavenými parametrami spokojný, odošle parametre do zariadenia pomocou tlačidla START TIMELAPSE (obr. 4c).

Druhá možnosť ponúka užívateľovi príležitosť skontrolovať aktuálny stav snímania, poprípade časozber predčasne ukončiť. Lišta v hornej časti obrazovky graficky znázorňuje priebeh snímania a tým dopĺňa textové polia obsahujúce priebeh o rýchly konspekt (obr. 4d).

Aplikácia taktiež graficky znázorňuje priebeh komunikácie so zariadením v jednotlivých krokoch.



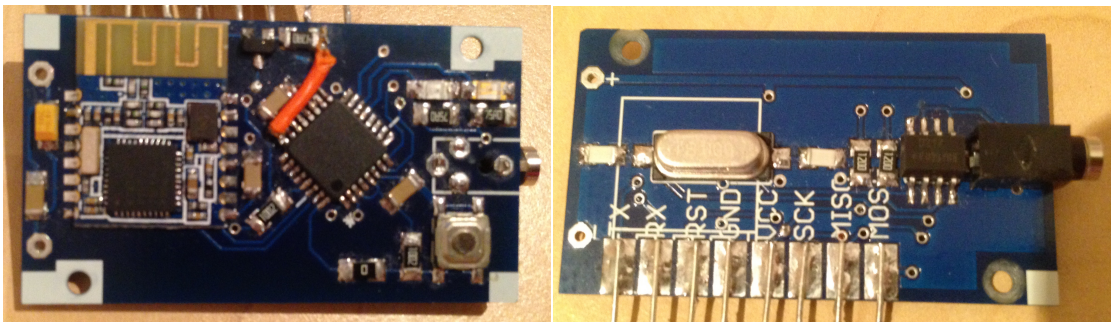
Obr. 4 a) hlavné menu b) výber základných parametrov c) zhrnutie d) aktuálny stav

Všetky režimy aplikácie boli otestované na reálnom zariadení a fungujú bez problémov. Overená bola aj funkčnosť všetkých chybových hlášok. Jeden z realizovaných spracovaných časozberov je priložený vo forme videa v prílohe A.

6.2 Hardvér

Hardvérova časť bola navrhnutá v spolupráci s dvoma kolegami. Bol zostavený prototyp pre overenie funkčnosti. Táto funkčnosť zahŕňa komunikáciu cez Bluetooth, spracovanie prijatých parametrov a odosielanie impulzov do fotoaparátu (obr. 5).

Pre prepojenie hardvéru s fotoaparátom je nutné pripojiť do 2,5-milimetrového stereo konektoru na zariadení kábel špecifický pre daný fotoaparát. Následne je vhodné nastaviť fotoaparát do manuálneho módu vrátane manuálneho zaostrenia. Ďalej je vhodné obmedziť pohyb fotoaparátu umiestnením fotoaparátu na statív. Pri nedodržaní týchto pokynov je veľká pravdepodobnosť znehodnotenia snímkov časozberu, kedy nepomôže ani dodatočná úprava v editačnom programe. Po zapnutí zariadenia tlačidlom na vrchu a počiatočnom bliknutí je zariadenie pripravené na prijímanie nových parametrov.



Obr. 5 Prototyp hardvéru

7 Záver

Cieľom tejto práce bolo navrhnúť a realizovať softvérové riešenie pre vzdialenú obsluhu fotografických zariadení a následne overiť jeho funkčnosť.

Pred riešením problematiky bolo nutné analyzovať existujúce riešenia na trhu. Existujúce riešenia som preskúmal podľa jednotlivých funkcií, ktoré ponúkajú, podľa ceny, za ktorú sa aktuálne predávajú a nakoniec podľa mobilnej aplikácie, ak produkt vzdialenú obsluhu z mobilného zariadenia podporuje. Z tejto rešerše vyplynulo, že na trhu neexistuje cenovo dostupné zariadenie pre začiatočníkov, ktoré by umožňovalo užívateľovi sledovať aktuálny stav snímania na diaľku.

V ďalšej časti bolo nutné zistiť, aké prostriedky sú potrebné k vytvoreniu riešenia na danú problematiku. Z dôvodu, že väčšina dostupných fotoaparátov štandardne nepodporujú ovládanie cez bezdrôtovú technológiu Bluetooth LE, bolo nutné vytvoriť hardvérovú časť, ktorá funguje ako medzistanica medzi fotoaparátom a mobilnou aplikáciou. Hlavnými časťami tohoto hardvéru je procesor ATMEGA328P-AU a Bluetooth modul HM-11. Na vývoj softvéru na zariadenia s operačným systémom iOS bolo nutné získať program XCode priamo od spoločnosti Apple, ktorý je však voľne dostupný. Na overenie funkčnosti aplikácie na reálnom zariadení bolo nutné zakúpiť vývojársku licenciu.

Po zoznámení sa s jazykom Objective-C, vývojárskym prostredím XCode a špecifikami CoreBluetooth frameworku bola za pomoci týchto prostriedkov vyvinutá mobilná aplikácia pre mobilné zariadenia na platforme iOS. Aplikácia bola vytvorená s dôrazom na jednoduchosť a intuitívnosť používania. Po vytvorení funkčnej aplikácie boli doimplementované chybové hlášky a ďalšie prvky slúžiace k zlepšeniu celkového užívateľského rozhrania.

V prípade, že v budúcnosti bude potrebné doplniť do aplikácie ďalšie parametre na zaslanie, pridanie ďalších polí do aplikácie prebehne veľmi jednoducho, pridaním ďalšieho objektu do dátového modelu aplikácie. Pravdepodobne by bolo potrebné pridať aj ďalšie typy overenia a chybových hlášok, uspôsobené na tieto nové parametre.

Funkčnosť bola overená na reálnom zariadení niekoľkými sériami snímkov, z ktorých jedna je spracovaná vo forme videa v prílohe A. Aplikácia spĺňa stanovené ciele, počas doby testovania sa neukázali žiadne chyby aplikácie samotnej. Na prípadné chyby vstupov reagovala podľa očakávaní vhodnými chybovými hláškami.

Do budúcna by bolo vhodné pridať do zariadenia možnosti viacerých pokročilejších parametrov časozberu. Existujúce produkty často ponúkajú funkciu „bulb ramping“. Jedná sa o techniku, pri ktorej sa postupne po malých krokoch skracuje alebo predlžuje doba uzávierky fotoaparátu. Táto technika sa používa hlavne pri snímaní časozberu počas západu a východu slnka. Pri týchto dejoch sa svetlo dopadajúce na optický senzor mení a je potrebné túto zmenu množstva svetla kompenzovať zmenou doby uzávierky. Bez tejto techniky na senzor dopadá po relatívne krátkej dobe príliš veľké alebo malé množstvo svetla vzhľadom k nastavenej dobe uzávierky, a dochádza k znehodnoteniu snímkov.

Zoznam použitej literatúry

[1] Michron Time Lapse. *Alpine Labs* [online]. 2014 [cit. 2015-04-17]. Dostupné z: http://alpinelaboratories.com/products/michron

[2] Satechi Bluetooth Smart Trigger. *Satechi.net* [online]. 2013 [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.satechi.net/

[3] Shutterbug Remote. *Shutterbug Remote - A Bluetooth LE camera remote for iOS & Android* [online]. 2013 [cit. 2015-04-17]. Dostupné z: http://shutterbugremote.com

[4] Timelapse+. *Timelapse+* [online]. 2012 [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.timelapseplus.com

[5] MONK, Simon. *Programming Arduino: getting started with sketches*. New York: McGraw-Hill, 2012, xiv, 162 p. ISBN 978-007-1784-221.

[6] HEYDON, Robin. *Bluetooth low energy: the developer's handbook*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2012, 345 p. ISBN 978-013-2888-363.

[7] XCode Overview. *Apple.com* [online]. 2014 [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: https://developer.apple.com/library/ios/navigation/

[8] HOLLEMANS, Matthijs. 2013. *The iOS Apprentice*. United States: Razeware LLC. 2. ISBN 0989675122.

[9] KEUR, Christian, Aaron HILLEGASS a Joe CONWAY. *IOS programming: The Big Nerd Ranch guide*. Indianapolis: Big Nerd Ranch Guides, 2014, xviii, 542 strán. 4. ISBN 03-219-4205-1.

[10] NEUBURG, Matt. *Programming iOS 7*. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2013. 4. ISBN 14-493-7234-1.

[11] Start Developing iOS Apps Today: Setup. *IOS Developer Library* [online]. 2013 [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: https://developer.apple.com/library/

[12] Core Bluetooth Programming Guide. *About Core Bluetooth* [online]. 2013 [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: https://developer.apple.com/library/ios/navigation/

Zoznam použitých symbolov a skratiek

Skratka	**Význam**
Bluetooth LE	Bluetooth Low Energy
LCD	liquid-crystal display

Prílohy

Príloha A – CD

CD obsahuje skomprimovaný súbor ZdrojovyKod.zip, v ktorom sa nachádza zdrojový kód celej mobilnej aplikácie. Tento zdrojový kód bol vytvorený v programe XCode, verzia 6.1.1. CD ďalej obsahuje časť technickej dokumentácie procesoru ATMEGA328P-AU a Bluetooth modulu HM-11 vo formáte PDF. CD tiež obsahuje časozberné video vo formáte mp4 vytvorené za pomoci navrhnutého zariadenia.